



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PERBANDINGAN ANTAR MODA PENGIRIMAN
KENDARAAN: STUDI KASUS JAKARTA - SURABAYA**

SATYA ADI WICAKSANA
NRP. 4412 100 001

Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS PERBANDINGAN ANTAR MODA PENGIRIMAN
KENDARAAN: STUDI KASUS JAKARTA - SURABAYA**

SATYA ADI WICAKSANA
NRP. 4412 100 001

Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



FINAL PROJECT - MS 141501

**COMPARATIVE ANALISYS OF INTERMODE FOR VEHICLE
DELIVERY: STUDI KASUS JAKARTA - SURABAYA**

SATYA ADI WICAKSANA
NRP. 4412 100 001

Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN ANTAR MODA PENGIRIMAN KENDARAAN: STUDI KASUS JAKARTA - SURABAYA

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:

SATYA ADI WICAKSANA
NRP. 4412 100 001

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
NIP. 1988 0605 2015 041003

Dosen Pembimbing II



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

SURABAYA, JANUARI 2017

LEMBAR REVISI

ANALISIS PERBANDINGAN ANTAR MODA PENGIRIMAN KENDARAAN: STUDI KASUS JAKARTA – SURABAYA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 18 Januari 2017

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SATYA ADI WICAKSANA

NRP. 4412 100 001

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Dr. Eng. IGN. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
3. Christino Boyke S.P., S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

SURABAYA, JANUARI 2017

Dipersembahkan untuk kedua orang tua dan adik – adik

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan bimbingan dan jalannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul : **“Analisis Perbandingan Antar Moda Pengiriman Kendaraan: Studi Kasus Jakarta - Surabaya”**. Penelitian ini dapat penulis selesaikan dengan baik berkat dukungan serta bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang saya sangat cintai dan nenek saya yang saya sayangi yang terus memberi semangat dan do'a untuk penulis.
2. Bapak Achmad Mustakim S.T., M.T., MBA.dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan selama masa perkuliahan dan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku ketua jurusan Transportasi Laut
4. Bapak Firmanto Hadi S.T., M.Sc. selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan segala dukungan.
5. Teman-teman Laboratorium Telematika Transportasi Laut yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini (Putra, Udin, Sulthon, Darmawan, Indra, Mas Bri, Mas Hendra, Mas Ayik, Mas Nuel, Mas Tama, Mas Iwan, Mas Lug, Mas Cuplis, Mbak Gandhes, dll)
6. Teman-teman SDR, teman-teman BME37, teman-teman PENTOL, teman-teman FORECASTLE 52, dan teman-teman TARING2012 yang terus memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data untuk menyelesaikan penelitian ini.
8. Semua yang belum disebutkan diatas yang membantu penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dalam laporan ini.

Surabaya, 2017

Satya Adi Wicakasana

Analisis Perbandingan Antar Moda Pengiriman Kendaraan: Studi Kasus Jakarta – Surabaya

Nama Mahasiswa` : Satya Adi Wicaksana
NRP : 4412 100 001
Jurusan / Fakultas : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Achmad Mustakim S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum S.T., M.T.

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah kendaraan penumpang di Jawa Timur dari tahun 2009 sampai 2012 terus mengalami kenaikan. Oleh karena itu pengiriman kendaraan ke Provinsi Jawa Timur mulai dilakukan melalui Terminal Mirah pada tahun 2014. Pengiriman dari tahun 2014 sampai 2016 terus mengalami kenaikan. Pada tahun 2014 jumlah kendaraan yang dikirim sejumlah 10.314 unit/tahun, pada tahun 2016 meningkat menjadi 23.345 unit/tahun. Pengiriman kendaraan saat ini dilakukan dengan menggunakan kapal Ro-Ro dari Terminal Kendaraan Jakarta menuju Terminal Mirah Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara moda-moda lain yang mampu melayani pengiriman kendaraan. Moda yang digunakan sebagai alternatif adalah kapal peti kemas, kereta api, dan *car carrier trailer*. Perbandingan antar moda-moda tersebut dilakukan dengan metode komparasi, yaitu membandingkan salah satu variabel yang dimiliki oleh alternatif-alternatif moda tersebut. Variable yang dibandingkan adalah *unit cost* dari masing-masing alternatif moda. Dari perbandingan tersebut didapatkan bahwa moda kapal Ro-Ro merupakan moda dengan *unit cost* paling rendah yaitu Rp 1.628.168/unit kendaraan. Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas untuk jumlah muatan/tahun. Moda *car carrier trailer* merupakan moda dengan *unit cost* terendah ketika muatan <5.000 unit/tahun, untuk muatan $5.000 < x < 49.000$ unit/tahun moda kapal Ro-Ro merupakan moda dengan *unit cost* paling rendah, dan untuk muatan >49.000 unit/tahun moda kapal peti kemas merupakan moda dengan *unit cost* terendah. Kapal Ro-Ro menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah untuk semua asal dan tujuan untuk sensitivitas jarak.

Kata Kunci: Kendaraan MPV, Kapal Ro-Ro, Kapal Peti Kemas, Truk, Kereta Api, Unit Cost, Analisis Sensitivitas.

Comparative Analisis of Intermode for Vehicle Delivery: Case Study Jakarta - Surabaya

Name : Satya Adi Wicaksana
Id. Number : 4412 100 001
Department/faculty : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Supervisor : Achmad Mustakim S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum S.T., M.T.

ABSTRACT

The number of passenger vehicles in East Java from 2009 to 2012 continued to rise. Therefore, the delivery vehicle to East Java Province through Terminal Mirah began in 2014. Delivery from 2014 until 2016 continued to rise. In 2014 the number of vehicles delivered are 10.314 units / year, in 2016 increased to 23.345 units / year. Delivery vehicles currently did using Ro-Ro vessels from Terminal Kendaraan Jakarta to Terminal Mirah Surabaya. The purpose of this study is to compare between other modes which able to serve vehicles delivery. Moda which used as an alternative are container ships, trains, and car carrier trailer. Comparison between modes is done by the method of comparison, comparing one variable is owned by alternatives modes. Comparasion variable is the unit cost of each alternative modes. From this comparison showed that the Ro-Ro ship mode is the mode with the lowest unit cost of Rp 1.628.168 / vehicles. Then performed a sensitivity analysis on the number of vehicle / year. Car carrier trailer moda unit cost is lowest when the cargo are <5.000 units / year, for a vehicles of 5.000 <x <49.000 units / year modes of Ro-Ro vessel is a moda with the lowest unit cost, and to vehicles > 49.000 units / year moda container ships is the mode with the lowest unit cost. Ro-Ro vessel into the mode with the lowest unit cost for all origins and destinations for sensitivity analisis.

Key words: MPV Vehicle, Ro-Ro Vessel, Container Vessel, Train, Truck, Unit Cost, Sesitivity Analisis.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR REVISI	vi
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	19
1.1 Latar Belakang	19
1.2 Rumusan Masalah	20
1.3 Tujuan	20
1.4 Batasan Masalah	20
1.5 Hipotesis	20
1.6 Sistematika Penelitian	21
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	23
2.1 Distribusi	23
2.2 Transportasi	23
2.3 Moda Transportasi	24
2.3.1 Kapal Ro-Ro	24
2.3.2 Kapal Peti Kemas	25
2.3.3 Kereta api	25
2.4 Kendaraan	26
2.5 Peti Kemas	30
2.6.1. Dimensi Peti kemas	30
2.6.2. Jenis-Jenis Peti kemas	31

2.6	Teori Komparasi.....	34
2.7	Teori Optimasi.....	34
2.8	Pelabuhan Khusus	35
2.11.1.	Pelabuhan khusus kendaraan.....	36
2.11.2.	Pelabuhan khusus peti kemas.....	36
2.9	Komponen Biaya (Cost).....	37
2.10	Time Charter Hire.....	41
2.11	Shipping Business.....	42
2.12	Opportunity cost	43
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1	Diagram Alir	45
3.1.1	Tahap Identifikasi Permasalahan	46
3.1.2	Tahap Studi Literatur	47
3.1.3	Tahap Pengolahan Data	47
3.1.4	Tahap Analisis dan Pembahasan.....	47
3.1.5	Kesimpulan dan Saran	47
3.2	Model Matematis Kapal Peti Kemas.....	48
BAB 4	GAMBARAN UMUM	49
4.1	Origin dan Destination	49
4.1.1.	Jakarta (<i>Origin</i>).....	50
4.1.2.	Surabaya (<i>Destination</i>)	51
4.2	Pelabuhan Asal dan Tujuan.....	51
4.2.1.	Terminal Kendaraan Jakarta (<i>Origin</i>).....	51
4.2.2.	Terminal Mirah Surabaya (<i>Destination</i>).....	53
4.3	Stasiun Asal dan Tujuan.....	54
4.4	Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Jawa Timur.....	56
4.5	Komoditi.....	57
4.6	Kondisi eksisting	58

4.7	Jumlah Pengiriman Kendaraan Tiap Tahun	60
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	62
5.1	Analisis Data	62
5.2	Alternatif Moda	62
5.2.1	Kapal peti kemas.....	63
5.2.2	Truk truk <i>car carrier trailer</i>	65
5.2.3	Kereta Peti kemas	66
5.3	Perhitungan kapasitas dari rel kereta api.....	68
5.4	Perhitungan Waktu.....	68
5.4.1	Kondisi eksisting.....	68
5.4.2	Alternatif kapal peti kemas	71
5.4.3	Alternatif truk <i>car carrier trailer</i>	73
5.4.4	Alternatif kereta api	75
5.5	Perhitungan Biaya Transportasi	77
5.5.1	Kondisi eksisting.....	77
5.5.2	Kapal peti kemas.....	81
5.5.3	Truk <i>car carrier trailer</i>	84
5.6	Perbandingan <i>Cost</i> Antar Moda	90
5.7	Perbandingan waktu tempuh tiap moda	92
5.8	Analisis Sensitivitas	93
5.8.1	Analisis sensitivitas perubahan kecepatan dan kapasitas kapal peti kemas terhadap <i>unit cost</i>	93
5.8.2	Analisis sensitifitas muatan terhadap <i>unit cost</i>	95
5.8.3	Analisis sensitifitas jarak terhadap <i>unit cost</i>	96
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	104
6.1	Kesimpulan.....	104
6.2	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	106

BIODATA PENULIS	108
LAMPIRAN.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 KM. SERASI I	24
Gambar 2.2 KM. SIBOLGA	25
Gambar 2.3 Kereta Api	26
Gambar 2.4 Contoh Mobil Jenis Convertible	27
Gambar 2.5 Contoh Mobil Coupe.....	27
Gambar 2.6 Contoh Mobil Hatchback	27
Gambar 2.7 Contoh Mobil MPV	28
Gambar 2.8 Contoh Mobil Sedan	28
Gambar 2.9 Contoh Mobil Sport	29
Gambar 2.10 Contoh Mobil SUV	29
Gambar 2.11 Contoh Mobil Wagon.....	29
Gambar 2.12 Open Side Container	31
Gambar 2.13 Reefer Container	32
Gambar 2.14 Tank Container.....	32
Gambar 2.15 Dry Bulk Container.....	33
Gambar 2.16 Flat Track Container	33
Gambar 2.17 Car Container	33
Gambar 2.18 Pelabuhan Khusus Kendaraan.....	36
Gambar 2.19 Layout Terminal Peti kemas	37
Gambar 2.20 Container TCH.....	41
Gambar 3.1 Diagram Alir	46
Gambar 4.1 Peta DKI Jakarta	50
Gambar 4.2 Peta Kota Surabaya	51
Gambar 4.3 Lokasi Terminal Kendaraan Jakarta	52
Gambar 4.4 Kegiatan Bongkar Muat Kendaraan di Terminal Kendaraan Jarkarta	52
Gambar 4.5 Lokasi Terminal Mirah Tanjung Perak	53
Gambar 4.6 Bongkar Muat Kendaraan Terminal Mirah.....	54
Gambar 4.7 Lokasi Stasiun Barang Kalimas Surabaya	55
Gambar 4.8 Stasiun Kalimas Surabaya.....	55
Gambar 4.9 Lokasi Stasiun Barang Sungai Lagoa	56
Gambar 4.10 Stasiun Sungai Lagoa.....	56

Gambar 4.11 Pertumbuhan Jumlah Kendaraan di Provinsi Jawa Timur	57
Gambar 4.12 Komoditi Kendaraan	58
Gambar 4.13 Asal dan Tujuan	59
Gambar 4.14 Proses Pengiriman Saat Ini	59
Gambar 4.15 Pengiriman Tiap Bulan	60
Gambar 4.16 Pengiriman Kendaraan Tiap Tahun	60
Gambar 5.1 Data Pengiriman Tiap Tahun	62
Gambar 5.2 Ilustrasi Pengiriman Menggunakan Kapal Peti kemas	63
Gambar 5.3 Pemuatan Mobil dalam Peti Kemas	63
Gambar 5.4 Ilustrasi Pengiriman Menggunakan Truk Car Carrier Trailer.....	65
Gambar 5.5 Ilustrasi Pengiriman Menggunakan Kereta Peti kemas	66
Gambar 5.6 Gerbong Datar Kereta Api	67
Gambar 5.7 Total Cost.....	91
Gambar 5.8 Unit Cost	91
Gambar 5.9 Grafik Perbedaan Waktu Tempuh dari Tiap Moda.....	92
Gambar 5.10 Unit Cost + Opportunity Cost	93
Gambar 5.11 Pengaruh Perubahan Kecepatan Terhadap Unit Cost	94
Gambar 5.12 Perbandingan Unit Cost dari Kapal Peti Kemas dan Ro-Ro.....	94
Gambar 5.13 Pengaruh Kapasitas Terhadap Unit Cost	95
Gambar 5.14 Analisis Sensitivitas Muatan Terhadap Unit Cost	96
Gambar 5.15 Lokasi Asal Kab. Bekasi	97
Gambar 5.16 Lokasi Asal Kab. Bogor	98
Gambar 5.17 Lokasi Asal Kab. Cikarang	98
Gambar 5.18 Lokasi Asal Kab. Cilegon	99
Gambar 5.19 Lokasi Asal Kota Depok	99
Gambar 5.20 Lokasi Asal Kota Jakarta	100
Gambar 5.21 Lokasi Asal Kab. Karawang	100
Gambar 5.22 Lokasi Asal Kab. Purwakarta.....	101
Gambar 5.23 Lokasi Asal Kab.Serang.....	101
Gambar 5.24 Lokasi Asal Kab. Tangerang.....	102
Gambar 5.25 Lokasi Asal Kab. Bandung	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi Peti kemas	31
Tabel 4.1 Fasilitas Terminal Kendaraan Jakarta.....	52
Tabel 4.2 Fasilitas Terminal Mirah Surabaya.....	54
Tabel 4.3 Dimensi Mobil	58
Tabel 5.1 Spesifikasi Kapal Petikemas	64
Tabel 5.2 spesifikasi truk peti kemas.....	65
Tabel 5.3 Spesifikasi Moda Truck	66
Tabel 5.4 Spesifikasi Kereta Api Barang.....	67
Tabel 5.5 Jarak dan Jumlah Muatan	69
Tabel 5.6 Spesifikasi Truk Car Carrier Trailer	69
Tabel 5.7 Spesifikasi Kapal Ro-Ro.....	70
Tabel 5.8 Kecepatan Bongkar Muat dan Pengiriman TKBM.....	70
Tabel 5.9 Total Waktu Tempuh dari Proses Pengiriman dengan Kapal Ro-Ro	71
Tabel 5.10 Jarak dan Jumlah Muatan	71
Tabel 5.11 Kapasitas dan Kecepatan Truk Peti Kemas	72
Tabel 5.12 Kecepatan Bongkar Muat Forklift	72
Tabel 5.13 Kapasitas dan Kecepatan Kapal Peti Kemas	73
Tabel 5.14 Total Waktu Tempuh Alternatif Kapal Peti Kemas.....	73
Tabel 5.15 Jarak dan Jumlah Muatan	74
Tabel 5.16 Spesifikasi Truk Car Carrier Trailer	74
Tabel 5.17 Waktu Tempuh Truk Car Carrier Trailer.....	74
Tabel 5.18 Jarak dan Jumlah Muatan	75
Tabel 5.19 Kecepatan dan Kapasitas Kereta Api.....	75
Tabel 5.20 Kecepatan Bongkar Muat Stasiun Asal Dan Tujuan	75
Tabel 5.21 Kecepatan Bongkar Muat Gudang Asal dan Tujuan	76
Tabel 5.22 Kecepatan dan Kapasitas Truk Peti Kemas	76
Tabel 5.23 Total Waktu Tempuh Kereta Api	76
Tabel 5.24 TCH Tuntut Truk Car Carrier Trailer dan Kapal Ro-Ro	77
Tabel 5.25 Voyage Cost Truk Car Carrier Trailer	78
Tabel 5.26 Voyage Cost Kapal Ro-Ro	79

Tabel 5.27 Cargo Handling Cost	79
Tabel 5.28 Biaya Transportasi Kondisi Eksisting	80
Tabel 5.29 Total Transportastion Cost Kondisi Eksisting.....	80
Tabel 5.30 Time Charter Hire Container Ship.....	81
Tabel 5.31 Capital Costdari Hasil Optimasi	81
Tabel 5.32 TCH Alternatif Kapal Peti Kemas	82
Tabel 5.33 Voyage Cost dari Pengiriman Menggunakan Kapal Peti Kemas	82
Tabel 5.34 Cargo Handling Cost Pengiriman Menggunakan Kapal Peti Kemas	83
Tabel 5.35 Biaya Transportasi Total.....	83
Tabel 5.36 Spesifikasi Truk Car Carrier Trailer	84
Tabel 5.37 Transportation Cost Car Carrier Trailer.....	84
Tabel 5.38 Tarif Bongkar Muat dan TCH Truk Car Carrier Trailer.....	85
Tabel 5.39 Fixed Cost Kereta Api	85
Tabel 5.40 Spesifikasi Kereta Api	86
Tabel 5.41 Daftar Harga Lokomotif dan Gerbong Datar.....	87
Tabel 5.42 Variable Cost dari Moda Kereta Api	87
Tabel 5.43 Spesifikasi dan Jumlah Truk Peti Kemas	87
Tabel 5.44 Transportation Cost Truk Peti Kemas	89
Tabel 5.45 Transportation cost alternatif kereta api	89
Tabel 5.46 Perpindahan Lokasi untuk Analisis Sensitivitas Jarak	97

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya sebagai salah satu kota metropolitan di Pulau Jawa merupakan pusat bisnis, perdagangan, industry dan pendidikan di Jawa Timur. Penggunaan mobil penumpang dari tahun ke tahun makin meningkat. Dari tahun 2009 sampai 2012 jumlah kendaraan penumpang Jawa Timur terus meningkat. Pada tahun 2009 jumlah kendaraan penumpang sebesar 965.495 unit pada tahun 2010 terjadi kenaikan 5% untuk jumlah kendaraan penumpang menjadi 1.012.074 unit. Permintaan akan kendaraan di daerah Jawa Timur setiap tahun semakin meningkat. Akibat dari permintaan yang setiap tahun meningkat setiap perusahaan distributor kendaraan semakin gencar untuk melakukan pengiriman kendaraan ke daerah Jawa Timur.

Surabaya sebagai kota pelabuhan menangani pengiriman kendaraan dari Jakarta untuk memenuhi permintaan akan kendaraan di Jawa Timur. Pengiriman saat ini menggunakan angkutan multimoda. Kombinasi moda yang digunakan adalah truk *car carrier trailer*, kapal Ro-Ro, dan TKBM. Pelabuhan tujuan dari pengiriman ini adalah Terminal Mirah Tanjung Perak, Surabaya. Pengiriman ini berasal dari Indonesia Kendaraan Terminal di Jakarta. Terminal Mirah sebelumnya adalah *multipurpose terminal* yang digunakan untuk melayani muatan *general cargo*, peti kemas, dan kendaraan.

Pengiriman dari Jakarta menuju Surabaya dilakukan mulai dari tahun 2014. Pengiriman ini meningkat jumlahnya dari tahun ke tahun. Kapasitas dari kapal Ro-Ro yang digunakan adalah 450 unit kendaraan.

Dengan kondisi kapasitas yang terbatas tersebut maka alternatif moda transportasi lain sangat dibutuhkan untuk melakukan pengiriman ketika kapal Ro-Ro sudah mencapai kapasitas maksimumnya.

Peneliti bermaksud untuk membandingkan moda transportasi yang mampu untuk melakukan pengiriman kendaraan. Alternative moda yang digunakan adalah kapal peti kemas, kereta api, dan truk *car carrier trailer*. Dari beberapa alternative tersebut akan ditentukan moda yang memiliki *lowest cost*. Untuk selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas untuk tiap jumlah muatan tertentu. Selain factor *cost* factor lain yang dibandingkan adalah factor waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan dari latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana proses pengiriman kendaraan dari Jakarta ke Surabaya saat ini?
2. Apakah moda transportasi yang dapat melakukan pengiriman kendaraan?
3. Modatransportasi mana yang memilik *transportation cost* yang paling rendah?

1.3 Tujuan

Tujuan yang dapat diambil dari rumusan masalah diatas adalah :

1. Mengetahui proses pengiriman kendaraan dari Jakarta ke Surabaya saat ini.
2. Mengetahui moda-moda transportasi yang dapat melakukan pengiriman.
3. Mengetahui moda mana yang memiliki *transportation cost* yang paling rendah.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah yang dianalisa agar tidak melebar, maka dibuatlah batasan masalah sebagai berikut :

1. Alternatif jenis moda yang digunakan adalah kereta api, truk *car carrier trailer*, kapal peti kemas, dan kapal Ro-Ro.
2. Kendaraan yang dimaksud adalah mobil.
3. Kendaraan yang dimaksud adalah kendaraan jenis MVP.

1.5 Hipotesis

Pengiriman menggunakan moda transpotasi laut dalam hal ini kapal container dapat meunrukan biaya transpotasi dengan efisiensi tinggi yaitu muatan yang diangkut lebih banyak dan waktu pengiriman lebih cepat, selain itu kualitas dari barang (mobil) lebih terjaga. Pengiriman menggunakan peti kemas menuju depo lebih sedikit menggunakan TKBM dikarenakan dalam 1 petkemas dapat memuat sampai 2 unit mobil.

1.6 Sistematika Penelitian

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan tugas perencanaan transportasi yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas perencanaan transportasi yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan tugas perencanaan transportasi sampai selesai, dan proses pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisikan penjelasan mengenai lokasi dan kondisi objek pengamatan secara umum, selain itu beberapa data yang telah diperoleh selama masa survey dan telah diolah akan dijelaskan di dalam bab ini.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang tahap pengembangan model, sehingga ditemukan model yang optimal dari pentarifan jasa kepelabuhanan yang dicari.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat di dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Distribusi

Distribusi merupakan proses pemindahan barang-barang dari tempat produksi ke berbagai tempat atau daerah yang membutuhkan. Distribusi akan mencakup perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan arus bahan dengan memperoleh produk akhir dari tempat produksi dengan memperoleh keuntungan. Sebagian besar perusahaan menyatakan bahwa tujuan distribusi adalah membawa barang dalam jumlah tepat, pada waktu yang tepat, dan dengan biaya serendah mungkin.

Kegiatan distribusi berfungsi untuk mendekatkan produsen dengan konsumen sehingga barang atau jasa dari lokasi yang berbeda dapat tersampaikan. Kegiatan distribusi merupakan penghubung antara kegiatan produksi dan konsumsi. Pelaku kegiatan distribusi dinamakan distributor.

Tujuan distribusi adalah kelangsungan kegiatan produksi dapat terjamin, barang atau jasa hasil produksi dapat bermanfaat bagi konsumen, konsumen memperoleh barang dan jasa dengan mudah.

Dalam penelitian ini distribusi yang dimaksud adalah distribusi dari produk dari Jakarta dapat tersampaikan ke konsumen di Surabaya.

2.2 Transportasi

Transportasi adalah proses perpindahan sebuah barang atau manusia dari A ke B atau dari asal ke tujuan. Perpindahan tersebut dibantu oleh sebuah kendaraan yang digerakan oleh manusia ataupun mesin. Transportasi dibagi menjadi 3 yaitu transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara.

Aspek-aspek yang menciptakan transportasi adalah:

- a) Manusia yang membutuhkan perpindahan
- b) Barang yang dibutuhkan manusia
- c) Kendaraan sebagai sarana perpindahan
- d) Terminal sebagai prasarana transportasi
- e) Organisasi sebagai pengelola transportasi

2.3 Moda Transportasi

Moda transportasi adalah alat yang digunakan untuk melakukan perpindahan atau alat angkut yang digunakan untuk berpindah dari asal ke tujuan. Moda transportasi dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu moda transportasi darat, moda transportasi laut, dan moda transportasi udara. Untuk melakukan perpindahan moda transportasi tidak dapat berdiri sendiri dikarenakan setiap moda memiliki karakteristik dan keunggulan masing-masing, maka dari itu untuk melakukan perpindahan semua moda harus terhubung atau dapat dikatakan sebagai transportasi multi moda:

2.3.1 Kapal Ro-Ro

Kapal Ro-Ro adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggerak sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal roll on - roll off atau disingkat Ro-Ro. Oleh karena itu, kapal ini dilengkapi dengan pintu rampa yang dihubungkan dengan moveble bridge atau dermaga apung ke dermaga.



Gambar 2.1 KM. SERASI I

Kapal Roro selain digunakan untuk angkutan truk juga digunakan untuk mengangkut mobil penumpang, sepeda motor serta penumpang jalan kaki. Angkutan ini merupakan pilihan populer antara Jawa dengan Sumatera di Merak-Bakauheni, antara Jawa dengan Madura dan antara Jawa dengan Bali.

Pada penelitian ini kapal Ro-Ro yang dimaksud adalah kapal yang khusus digunakan untuk melakukan pengiriman kendaraan atau dapat dikatakan muatan dari kapal ini semuanya adalah kendaraan.

2.3.2 Kapal Peti Kemas

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



Gambar 2.2 KM. SIBOLGA

2.3.3 Kereta api

Kereta api barang merupakan salah satu jenis transportasi darat. Kereta api didefinisikan sebagai sarana transportasi berupa kendaraan dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan kendaraan lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di rel. Dengan demikian kereta api hanya dapat bergerak/berjalan pada lintasan/jaringan rel yang sesuai dengan peruntukannya, hal ini menjadi keunggulannya karena tidak terganggu dengan lalu lintas lainnya, tetapi dilain pihak menjadikan kereta api menjadi angkutan yang tidak fleksibel karena jaringannya terbatas.



Gambar 2.3 Kereta Api

Penggunaan moda kereta api membutuhkan media tambahan sebagai tempat penyimpanan komoditi. Untuk itu menggunakan moda kereta api dibutuhkan peti kemas sebagai media penyimpanan komoditi. Kereta api merupakan alat transportasi massal yang umumnya terdiri dari lokomotif (kendaraan dengan tenaga gerak yang berjalan sendiri) dan rangkaian kereta atau gerbong (dirangkaikan dengan kendaraan lainnya). Rangkaian kereta api atau gerbong tersebut berukuran relatif luas sehingga mampu memuat penumpang maupun barang dalam skala besar. Untuk angkutan barang dalam jumlah yang besar dapat digunakan rangkaian lebih dari 50 kereta yang ditarik dan/atau didorong dengan beberapa buah lokomotif.

2.4 Kendaraan

Kendaraan adalah alat transportasi, baik yang digerakan oleh mesin maupun mahluk hidup. Jenis-jenis kendaraan adalah mobil, motor, kereta, kapal, dan pesawat. Mobil merupakan salah satu jenis kendaraan. Dalam penelitian ini mobil menjadi komoditi untuk dikirim.

Mobil adalah kendaraan darat yang digerakan oleh tenaga mesin, beroda 4 atau lebih (dalam jumlah genap) dan membutuhkan bahan bakar (solar, premium, dll) untuk menjalankannya.

Terdapat beberapa jenis mobil, yaitu:

a) Mobil convertible

Mobil convertible adalah mobil kecil dengan atap yang dapat dilipat, sehingga memungkinkan pengguna untuk merubah dari kendaraan yang tertutup ke tipe terbuka.



<http://www.kompasiana.com>

Gambar 2.4 Contoh Mobil Jenis Convertible

b) Mobil coupe

Coupe merupakan mobil kecil dengan dua pintu dan dua tempat duduk pempang, terdapat juga yang empat tempat duduk dengan atap cenderung kebelakang. Desain untuk yang memiliki empat tempat duduk cenderung lebih sempit, sehingga terlihat seperti sedan.



<http://www.kompasiana.com>

Gambar 2.5 Contoh Mobil Coupe

c) Mobil hatchback

Adalah mobil yang menggabungkan ruang penumpang dengan ruang kargo sedemikian rupa. Mobil seperti ini digambarkan sebagai tiga pintu atau lima pintu. Ruang kargo dari jenis mobil ini dapat diakses dari kursi belakang.



<http://www.kompasiana.com>

Gambar 2.6 Contoh Mobil Hatchback

d) Mobil minivan

Adalah mobil menengah, lebih tinggi dari sedan, yang paling dikenal adalah interiornya yang luas. Mobil seperti ini disebut juga MPV (*multipurpose vehicle*). Biasa digunakan sebagai angkutan barang dan penumpang.



(<http://www.kompasiana.com>)

Gambar 2.7 Contoh Mobil MPV

e) Mobil sedan

Biasanya memiliki dua baris kursi dengan ruang yang cukup, berbeda dengan jenis coupe. Sebuah mobil ideal untuk keluarga. Beberapa tipe mobil sedan termasuk dalam mobil mewah.



(<http://www.kompasiana.com>)

Gambar 2.8 Contoh Mobil Sedan

f) Sports car

Adalah mobil dengan dua tempat duduk. Dirancang khusus untuk kecepatan tinggi. Desai dari *body* kendaraan disesuaikan dengan hukum aerodinamika, kapasitas ruang kargo terbatas, dan maneuver yang baik.



(<http://www.kompasiana.com>)

Gambar 2.9 Contoh Mobil Sport

g) Sport vehicle

Adalah kendaraan yang dirancang untuk jalan yang normal. Di beberapa negara kendaraan ini dapat dikategorikan kendaraan *off-road*. Mobil ini memiliki *ground clearance* yang tinggi.



(<http://www.kompasiana.com>)

Gambar 2.10 Contoh Mobil SUV

h) Station wagon

Kendaraan penumpang yang menampilkan atap yang relative panjang dan area kargo yang luas di bagian belakang. Meskipun ruang kargo kendaraan ini masih kalah dengan kendaraan jenis minivan (MPV), tetapi memiliki ruang penumpang yang setara dengan jenis sedan.



(<http://www.kompasiana.com>)

Gambar 2.11 Contoh Mobil Wagon

2.5 Peti Kemas

Peti kemas adalah kotak atau peti yang berfungsi sebagai alat pengangkutan muatan yang bias digunakan oleh beberapa moda seperti truk, kapal dan kereta api. Peti kemas yang digunakan harus memenuhi persyaratan teknis dari international organization for standardization (ISO). Kelebihan dari peti kemas adalah:

- a) Waktu yang dibutuhkan untuk bongkar muat lebih cepat dibandingkan dengan pemuatan secara konvensional.
- b) Kualitas barang lebih terjaga karena muatan disusun secara mantap di dalam peti kemas.
- c) Lebih aman karena muatan berada tertutup di dalam peti kemas.
- d) Dapat dihindari dari percampuran barang-barang lain yang sebenarnya tidak dapat dicampur atau disatukan dalam pemuatan.

2.6.1. Dimensi Peti kemas

Peti kemas yang sering digunakan dalam kegiatan pemuatan adalah peti kemas dengan ukuran 20 feet (TEUs) dan 40 feet (FEUs). Dalam pemuatan dalam peti kemas terdapat batasan beban yang mampu diangkut oleh masing-masing ukuran peti kemas, untuk peti kemas berukuran 20 feet beban maksimal yang mampu diangkut adalah 24 ton atau 21.8 ton untuk berat bersih muatan dan untuk peti kemas berukuran 40 feet adalah 30.48 ton atau 26.68 ton untuk berat bersih muatan. Berikut adalah dimensi dari setiap ukuran peti kemas.

Tabel 2.1 Dimensi Peti kemas

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

2.6.2. Jenis-Jenis Peti kemas

Menurut bentuk dan kegunaannya peti kemas dapat dibagi menjadi 6 kelompok yaitu:

1. General Cargo Container

Peti kemas ini digunakan untuk mengangkut muatan umum. Berikut adalah peti kemas yang termasuk dalam kelompok ini:

- a) openside container
- b) open top container
- c) ventilated container



Gambar 2.12 Open Side Container

2. Thermal Container

Peti kemas dengan alat pengatur suhu untuk menjaga kualitas dari muatannya.

Yang termasuk dari kelompok ini adalah:

- a) insulated container
- b) reefer container
- c) heated container



Gambar 2.13 Reefer Container

3. Tank Container

Tangki yang ditempatkan dalam kerangka peti kemas yang digunakan untuk muatan cair (bulk liquid) ataupun muatan gas (bulk gas).



Gambar 2.14 Tank Container

4. Dry Bulk Container

Adalah general purpose container yang digunakan untuk mengangkut muatan curah. Untuk proses pemuatan muatan ke dalam peti kemas tidak diperlukan untuk membukan pintu dari container karena pemuatan dilakukan melalui lubang yang berada diatas container dan pembongkaran dilakukan melalui lubang yang berada di bawah container.



Gambar 2.15 Dry Bulk Container

5. Platform container

Peti kemas jenis ini hanya terdiri dari lantai dasar saja. Peti kemas yang termasuk kelompok ini adalah:

- a) Flattrack container
- b) Platform based container



Gambar 2.16 Flat Track Container

6. Special container

Peti kemas jenis ini dibuat untuk kebutuhan khusus seperti untuk muatan hewan ternak muatan kendaraan.



Gambar 2.17 Car Container

<http://www.maritimeworld.web.id>

Car container adalah peti kemas modifikasi untuk mengangkut kendaraan atau dalam hal ini mobil. Kapasitas dari peti kemas mampu menampung 2 unit mobil berukuran 4.5 x 1.65 x 1.65 m. Penggunaan peti kemas untuk muatan mobil dapat mempercepat proses bongkar muat dan pengiriman dari pelabuhan ke gudang. Hal tersebut dikarenakan peti kemas dari kapal bisa langsung dibawa ke gudang (*truck losing*).

2.6 Teori Komparasi

Komparasi atau perbandingan merupakan salah satu metode untuk penelitian. Metode komparasi dimaksudkan untuk menguji atau mengetahui perbedaan antara dua kelompok atau lebih. Komparasi dilakukan untuk membandingkan suatu *variable* dari subjek yang berbeda untuk menemukan hubungan sebab-akibat. Metode ini dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting dengan alternatif-alternatif lainnya untuk mengetahui perbedaan yang terjadi khususnya *transportation cost*.

Tujuan dari penelitaian komparasi adalah:

1. Untuk membandingkan persamaan dan perbedaan dua atau lebih fakta-fakta dan sifat-sifat objek yang diteliti berdasarkan kerangka pemikiran tertentu.
2. Untuk membuat generalisasi tingkat perbandingan berdasarkan cara pandang atau kerangka berpikir tertentu.
3. Untuk bisa menentukan pilihan alternatif yang paling baik.
4. Untuk menyelidiki kemungkinan hubungan sebab-akibat dengan cara berdasarkan atas pengamatan terhadap akibat yang ada dan mencari kembali faktor mungkin menjadi penyebab melalui data tertentu.

2.7 Teori Optimasi

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

murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang dengan aplikasi pengambilan keputusan.

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

Optimasi terbagi menjadi 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 dan persoalan combinatorial yang juga merupakan teknik optimasi non-linear programming. Tujuan dari model combinatorial adalah menentukan kombinasi dari beberapa alternatif yang pilihan yang mungkin memenuhi fungsi tujuan.

2.8 Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang penggunaannya untuk kegiatan sektor prindustrian, pertambangan, dan pertanian yang pembangunan dan pengoperasiannya dilakukan oleh instansi yang bersangkutan untuk bongkar muat bahan baku dan hasil produksinya, yang tidak dapat ditampung oleh pelabuhan yang dibuka untuk umum.

Untuk pelaksanaan di pelabuhan khusus terdiri dari instansi-instansi dan unit-unit kerja yang tugasnya berkaitan dengan lalu lintas kapal dan barang sesuai dengan sifat pelabuhan khusus yang bersangkutan. Instansi dan unit kerja pelaksana di pelabuhan khusus adalah pelaksana pelabuhan khusus yang merupakan instansi pelaksana yang mengoperasikan pelabuhan khusus. Unit-unit pelaksana teknis instansi pemerintah bidang

perhubungan laut yaitu kesyahbandaran, navigasi dan lalu lintas angkutan laut dan instansi pemerintah lainnya. Pembangunan pelabuhan khusus dibangun atas biaya yang bersangkutan.

2.11.1. Pelabuhan khusus kendaraan

Pelabuhan khusus kendaraan adalah pelabuhan yang dikhususkan untuk melakukan bongkar muat kendaraan. Pelabuhan khusus kendaraan biasanya tidak memiliki alat bongkar muat seperti *container crane* (untuk kegiatan bongkar muat peti kemas), atau *conveyor belt* (alat bongkar muat curah kering). Alat bongkar muat yang berada di pelabuhan disesuaikan dengan komoditi atau kapal yang akan dilayani oleh pelabuhan tersebut. Dikarenakan pelabuhan khusus kendaraan melayani kapal Ro-Ro yang dimana alat bongkar muat untuk komoditi dan kapal tersebut adalah *ramp door*.



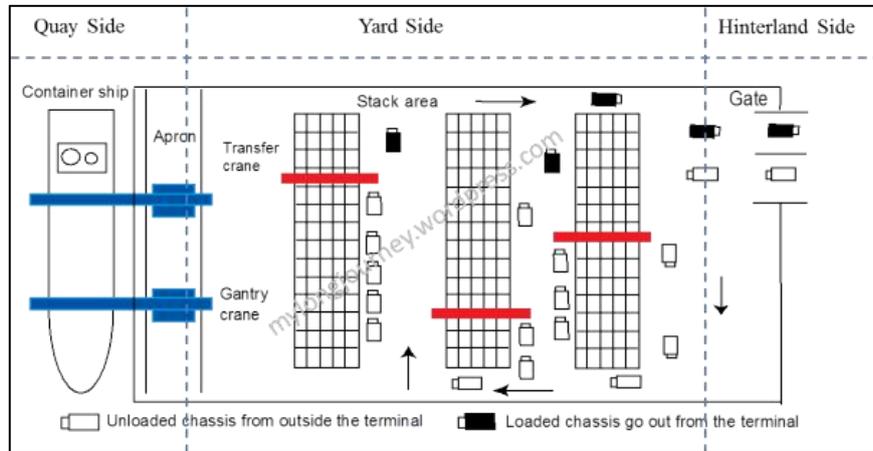
Gambar 2.18 Pelabuhan Khusus Kendaraan

2.11.2. Pelabuhan khusus peti kemas

Terminal peti kemas adalah terminal di mana dilakukan pengumpulan peti kemas dari hinterland ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke tempat tujuan ataupun terminal peti kemas (Unit Terminal Container disingkat secara umum "UTC") yang lebih besar lagi. Terminal peti kemas (UTC) pertama di Indonesia terletak di Pelabuhan III Timur Tanjung Priok, Jakarta. Peresmian pengoperasiannya pada tanggal 20 Mei 1981. Terminal Peti Kemas terdiri dari :

- 1) Dermaga untuk sandar.
- 2) Lapangan penumpukan
- 3) Derek raksasa

Terminal peti kemas yang berkembang dengan pesat dalam beberapa tahun belakangan ini adalah Terminal peti kemas JICT, KOJA di Jakarta, Bojonegara di Cilegon, TPS di Surabaya, TPK Semarang, TPK Belawan, TPK Trisakti di Banjarmasin, dan TPK Palaran di Samarinda.



Gambar 2.19 Layout Terminal Peti kemas

2.9 Komponen Biaya (Cost)

1) *Capital cost (capital cost)*

Capital cost adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. *Capital cost* disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung pada bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian pinjaman ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. (pratiwiwuryaningrum, 2014)

Untuk *capital cost* dalam penelitian ini disamakan dengan *time charter hire* dari setiap moda pemanding.

$$CC = TCH \dots \dots \dots \text{pers. (2.1)}$$

2) Biaya operasional (*operational cost*)

Operational cost adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan sehari-hari untuk menjadikan kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Komponen dari biaya operasional adalah gaji ABK, perawatan dan perbaikan, bahan makanan, stores, minyak pelumas, asuransi dan administrasi. Dapat dituliskan sebagai berikut. (pratiwiwuryaningrum, 2014)

$$OC = M + ST + MN + I + A \dots \dots \dots \text{pers. (2.2)}$$

Keterangan:

- OC = Operating Cost
- M = Manning
- ST = Stores

MN = Maintenance and Repair

I = Insurance

AD = Administrasi

a) Manning Cost

Manning Cost adalah biaya untuk anak buah kapal atau juga disebut crew cost. Biaya biaya tersebut termasuk gaji pokok, tunjangan, asuransi soisla, dan uang pension. Besarnya crew cost ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja, dalam hal ini hal tersebut bergantung pada ukuran teknis kapal

b) Stores Cost

Sering disebut juga sebagai biaya perbekalan atau persediaan .Stores cost dikategorikan menjadi 2 macam yaitu untuk keperluan kapal (cadangan perlengkapan dan peralatan kapal) dan keperluan crew (bahan makanan).

c) Maintenance and Repair Cost

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai standar perusahaan maupun persyaratan dari biro klasifikasi, biaya ini dibagi menjadi 3 kategori yaitu:

- Survey klasifikasi
Kapal harus melakukan regular dry docking setiap dua tahun dan special survey tiap empat tahun sekali, hal ini dimaksudkan untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi.
- Perawatan rutin
Meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu cat, banguna atas dan pengedokan, biaya perawatan ini semakin bertambah seiring umur kapal.
- Perbaikan
Adanya kerusakan bagian kapal yang harus segera diperbaiki.
- Insurance cost
Merupakan biaya asuransi yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi, komponen biaya ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung dari umur kapal. Makin tinggi resiko yang mungkin didapatkan kapal selama beroperasi maka semakin besar pula premi

yang dikenakan. Ada dua jenis asuransi yang dipakai oleh perusahaan pelayaran terhadap kapalnya yaitu:

➤ Hull and machinery insurance

Perlindungan terhadap badan kapal dan permesinannya.

➤ P&I insurance

Asuransi terhadap kewajiban pihak ketiga seperti kecelakaan atau meninggalnya awak kapal, penumpang, kerusakan dermaga, kehilangan atau kerusakan muatan.

• Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya untuk surat-surat kapal, sertifikat, ijin kepelabuhanan maupun fungsi administrative lainnya

3) Biaya Pelayaran (*voyage cost*)

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variable yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponennya adalah:

$$VC = FC + PD \dots\dots\dots pers. (2.3)$$

Keterangan:

VC = Voyage Cost

PD = Port Dues (ongkos pelabuhan)

FC = Fuel Cost

a) Fuel Cost

Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi dari kapal tersebut selama berlayar di laut. Dan di pelabuhan dan harga dari bahan bakar itu sendiri. Konsumsi bahan bakar dari kapal tergantung pada ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, rute yang ditempuh, kecepatan, cuaca, jenis dan kapasitas dari mesin induk dan mesin bantu, dan kualitas dari bahan bakar. Umumnya bahan bakar yang biasa digunakan adalah HSD, MDO, dan HFO.

b) Port Cost

Biaya kepelabuhanan adalah biaya yang dikeluarkan oleh kapal pada saat di pelabuhan meliputi port dues dan service charges. Port dues adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam labuh dan infrastruktur lainnya, hal tersebut tergantung pada GRT kapal dan NRT kapal, volume muatan dan berat muatan. Service charges meliputi jasa yang dipakai kapal selama di pelabuhan termasuk pandu dan tunda.

- **Jasa labuh**
 Jasa labuh dikenakan terhadap kapal yang menggunakan perairan pelabuhan. Tariff yang dikenakan berdasarkan GRT dari kapal per 10 hari.
- **Jasa tambat**
 Setiap kapal yang berlabuh di pelabuhan Indonesia dan tidak melakukan kegiatan, kecuali kapal perang dan kapal [emerinata Indonesia, akan dikenakan jasa tambat.
- **Jasa pemanduan**
 Setiap kapal yang berlayar dalam perairan pelabuhan waktu masuk, keluar atau pindah tambatan wajib mempergunakan pandu. Terdapat 2 jenis jasa pandu:
 - **Pandu laut**
 Pandu laut adalah pemanduan di perairan antara batas luar perairan hingga batas pandu Bandar.
 - **Pandu Bandar**
 Pandu Bandar adalah pandu yang bertugas dari perairan Bandar hingga kapal masuk ke kolam pelabuhan dan sandar di dermaga.

4) **Biaya bongkara muat (cargo handling cost)**

Biaya bongkar muat bergantung pada jumlah, volume, atau berat muatan. Kegiatan bongkar muat terdiri dari:

- a) *Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga atau tongkang atau truk atau memuat barang dari dermaga atau tongkang atau truk ke kapal sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derak kapal maupun derek darat.
- b) *Cargodooring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali-tali atau jala-jala di dermaga dan mengangkat dari dermaga ke gudang atau lapangan penumpukan untuk selanjutnya disusun ataupun sebaliknya
- c) *Receiving/delievery* adalah kegiatan memindahkan barang dari timbuna atau tempat penumpukan untuk selanjutnya diserahkan ke pemilik barang ataupun sebaliknya.

$$CHC = p \times c \dots \dots \dots \text{pers. (2.4)}$$

5) Biaya per Satuan Unit (*unit cost*)

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

$$UC = \frac{TC}{TO} \dots\dots\dots \text{pers. (2.5)}$$

$$TC = VC + CC + CHC \dots\dots\dots \text{pers. (2.6)}$$

Keterangan:

UC = *unit cost*

TC = *total cost*

TO = *total output* (jumlah barang keseluruhan yang dikirim)

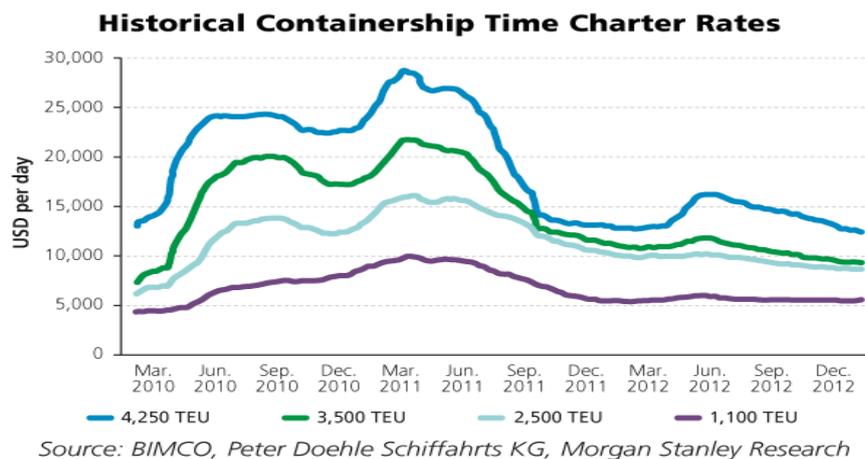
VC = *voyage cost*

CC = *capital cost (time charter hire)*

CHC = *cargo handling cost*

2.10 Time Charter Hire

Charter kapal menurut waktu atau disebut time charter hire adalah pemilik kapal menyewakan kapalnya kepada charterer dengan pembayaran harga sewa dihitung menurut waktu. Dalam time charter biaya yang ditanggung oleh charterer cargo handling cost dan voyage cost. (pratiwiwuryaningrum, 2014)



Gambar 2.20 Container TCH

Gambar di atas merupakan contoh dari time charter hire untuk kapal container. Setiap ukuran memiliki harga charter yang berbeda dan perubahan terhadap harga tersebut terus berubah-ubah. Masa minimum untuk melakukan time charter hire adalah 3 bulan atau setara dengan 90 hari.

2.11 Shipping Business

Shipping merupakan jenis industri yang bersifat *derived demand* artinya munculnya permintaan transportasi adalah sebagai akibat dari munculnya *demand of good*.

Berikut beberapa jenis *shipping business*, diantaranya:

1) *Tramper*

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

2) *Liner*

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

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

- a) *New Building market* : pasar dimana shipping company mengorder kapal
- b) *Freight market* : pasar dimana shipping company menjual jasa transportasi (charter)
- c) *Sale and Purchase Market* : pasar dimana shipping company menjual atau membeli kapal bekas
- d) *Demolition Market*: pasar dimana shipping company melakukan scrapping kapal.

2.12 Opportunity cost

Opportunity cost sangat berkaitan erat dengan kebutuhan manusia yang bersifat tidak terbatas. Ketak terbatasan tersebut mengakibatkan adanya biaya peluang. Hal tersebut mengakibatkan manusia harus menentukan pilihan diantara banyak pilihan. Pilihan tersebut yang dijadikan *opportunity cost*. Dapat dikatakan bahwa biaya peluang adalah pengorbanan yang dilakukan karena memilih alternatif-alternatif yang ada. Biaya peluang tidak harus merupakan uang, biaya peluang dapat berupa waktu, dll.

Dalam penelitian ini biaya peluang (*opportunity cost*) adalah biaya yang muncul dikarenakan perbedaan waktu tempuh dari tiap moda.

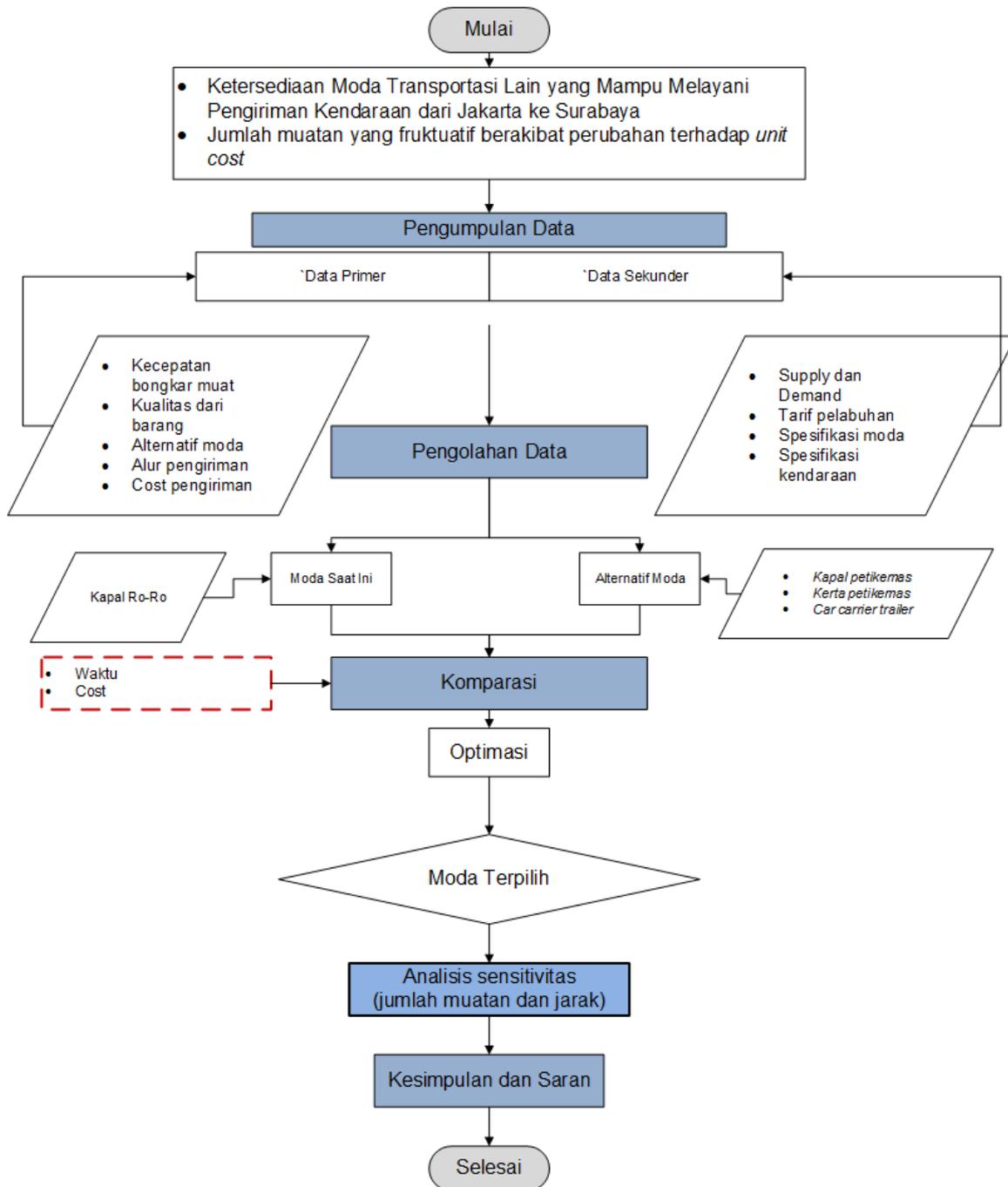
$$\text{Opportunity cost} = \text{nilai muatan} \times \text{bunga kredit} \times \text{keterlambatan} \times \left(\frac{1}{365}\right) \quad (\text{Pers. 2.7})$$

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa biaya peluang (*opportunity cost*) adalah biaya yang keluar dikarenakan adanya perbedaan antara alternatif-alternatif atau pilihan-pilihan yang ada dalam hal ini perbedaan waktu tempuh. Biasanya *opportunity cost* bernilai per satuan unit waktu atau komoditi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Diagram alir penelitian pada tugas perencanaan transportasi ini dapat dilihat pada Gambar 3.1, sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir

Prosedur pengerjaan tugas perencanaan transportasi ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai diagram alir tersebut.

3.1.1 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat adalah mengenai ketersediaan moda transportasi lain yang mampu melayani pengiriman kendaraan dari Jakarta menuju Surabaya. Alternatif moda

transportasi lain ini memiliki kemungkinan akan menghasilkan biaya transportasi yang lebih rendah dibandingkan dengan moda transportasi saat ini yaitu menggunakan kapal Ro-Ro.

3.1.2 Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam proses pengerjaan tugas akhir, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini ke suplier kendaraan di Jakarta dan Penerima di Surabaya.

3.1.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan dan juga hasil data sekunder yang diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan sebagai perhitungan untuk pengerjaan tugas akhir. Pengolahan data akan dilakukan dengan perhitungan dari biaya yang dihasilkan oleh setiap moda alternatif untuk selanjutnya hasil dari perhitungan tersebut dibandingkan.

3.1.4 Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini data yang telah diolah akan dianalisa serta dibahas, mulai dari biaya yang dihasilkan oleh setiap moda dan kualitas dari komoditi yang dibawa, dalam hal ini kendaraan. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan biaya dari masing-masing moda dan akan ditentukan moda mana yang menjadi alternatif terbaik untuk melakukan pengiriman kendaraan.

3.1.5 Kesimpulan dan Saran

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

3.2 Model Matematis Kapal Peti Kemas

Pada penelitian ini menggunakan model matematis untuk menentukan moda peti kemas yang menghasilkan *unit cost* paling rendah.

Min $z =$ unit cost

$$\min \left\{ \frac{\sum_{v=1}^V n_v \times ch_v + \sum_{v=1}^V (n_v \times k_v \times f_v \times chc_v) + (n_v \times f_v \times (foc_v + pc_v))}{\sum_{v=1}^V (n_v \times f_v \times k_v)} \right\} \quad (\text{pers.3.1.})$$

$$\forall v = 1, 2, 3, \dots, V$$

Constraint:

$$n_v \times f_v \times k_v \geq D_{ji}$$

Decision variable:

$$n_v$$

Keterangan:

n_v = pemilihan kapal dan jumlah kapal

f_v = frekuensi dari kapal terpilih

k_v = kapasitas dari kapal terpilih

D_{ji} = demand tujuan

ch_v = time charter hire

chc_v = cargo handling cost

foc_v = fuel oil cost

pc_v = port cost

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1 Origin dan Destination

Sebelumnya dijelaskan bahwa pengiriman kendaraan dari Jakarta menuju Jawa timur dilakukan melalui Terminal Kendaraan Tanjung Priok, Jakarta diteruskan ke Terminal

Mirah, Surabaya. Pengiriman tersebut dilakukan dengan moda kapal Ro-Ro. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan antara moda saat ini (kapal Ro-Ro) dengan moda lain yang juga mampu melayani pengiriman kendaraan yaitu kapal peti kemas, kereta peti kemas, dan truk *car carrier trailer*.

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan biaya antar moda tersebut untuk melakukan pengiriman kendaraan ini.

4.1.1. Jakarta (*Origin*)



Gambar 4.1 Peta DKI Jakarta

Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta) adalah ibu kota negara Republik Indonesia. Jakarta merupakan satu-satunya kota di Indonesia yang memiliki status setingkat provinsi. Jakarta terletak di pesisir bagian barat laut Pulau Jawa. Dahulu pernah dikenal dengan nama Sunda Kelapa (sebelum 1527), Jayakarta (1527-1619), Batavia/Batauia, atau Jaccatra (1619-1942), Jakarta Tokubetsu Shi (1942-1945) dan Djakarta (1945-1972). Di dunia internasional Jakarta juga mempunyai julukan seperti J-Town, atau lebih populer lagi The Big Durian karena dianggap kota yang sebanding New York City (Big Apple) di Indonesia.

Jakarta memiliki luas sekitar 661,52 km² (lautan: 6.977,5 km²), dengan penduduk berjumlah 10.187.595 jiwa (2011). Wilayah metropolitan Jakarta (Jabodetabek) yang berpenduduk sekitar 28 juta jiwa, merupakan metropolitan terbesar di Asia Tenggara atau urutan kedua di dunia.

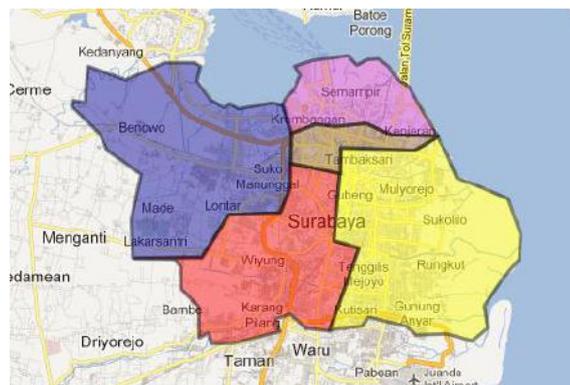
Sebagai pusat bisnis, politik, dan kebudayaan, Jakarta merupakan tempat berdirinya kantor-kantor pusat BUMN, perusahaan swasta, dan perusahaan asing. Kota ini juga menjadi tempat kedudukan lembaga-lembaga pemerintahan dan kantor sekretariat

ASEAN. Jakarta dilayani oleh dua bandar udara, yakni Bandara Soekarno–Hatta dan Bandara Halim Perdanakusuma, serta satu pelabuhan laut di Tanjung Priok.

4.1.2. Surabaya (*Destination*)

Kota Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur, Indonesia sekaligus menjadi kota metropolitan terbesar di provinsi tersebut. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Kota Surabaya juga merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di Jawa Timur serta wilayah Indonesia bagian timur. Kota ini terletak 796 km sebelah timur Jakarta, atau 415 km sebelah barat laut Denpasar, Bali. Surabaya terletak di tepi pantai utara Pulau Jawa dan berhadapan dengan Selat Madura serta Laut Jawa.

Surabaya memiliki luas sekitar 350,54 km² dengan penduduknya berjumlah 2.765.487 jiwa (2010). Daerah metropolitan Surabaya yaitu Gerbangkertosusila yang berpenduduk sekitar 10 juta jiwa, adalah kawasan metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Jabodetabek. Surabaya dilayani oleh sebuah bandar udara, yakni Bandar Udara Internasional Juanda, serta dua pelabuhan, yakni Pelabuhan Tanjung Perak dan Pelabuhan Ujung.



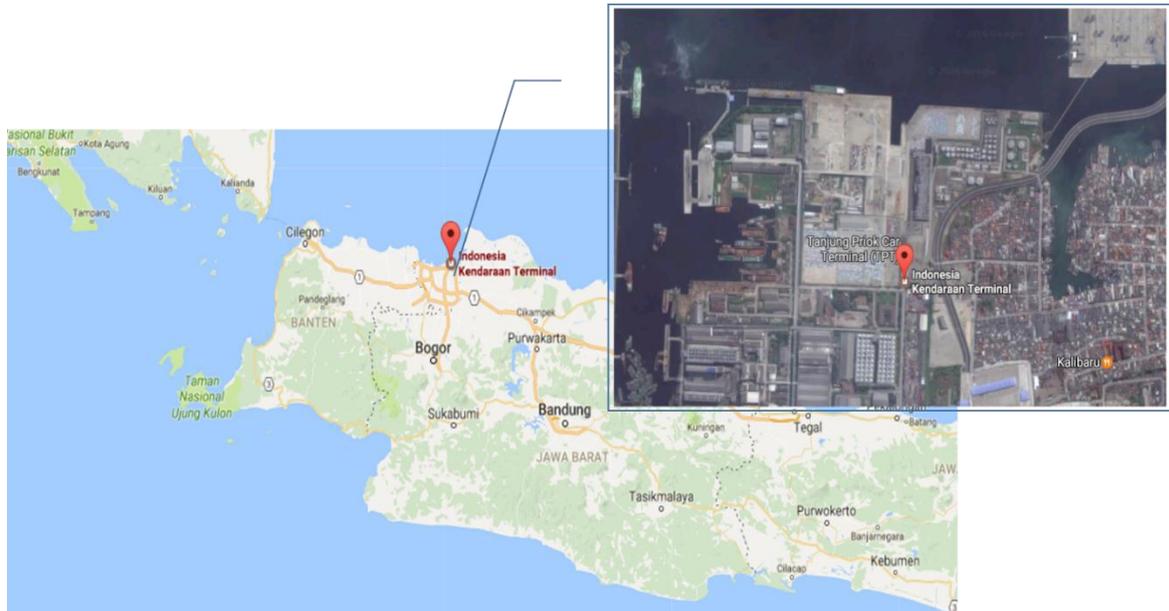
(<http://insurabaya.blogspot.co.id/2014/02/peta-surabaya.html>)

Gambar 4.2 Peta Kota Surabaya

4.2 Pelabuhan Asal dan Tujuan

4.2.1. Terminal Kendaraan Jakarta (*Origin*)

Terminal kendaraan Jakarta dioperasikan oleh PT.IKT (Indonesia Kenradaraan Terminal). Terminal ini diresmikan tahun 2007. Berikut merupakan fasilitas dari pelabuhan khusus kendaraan Tanjung Priok (Terminal Kendaraan Jakarta)



Gambar 4.3 Lokasi Terminal Kendaraan Jakarta



Gambar 4.4 Kegiatan Bongkar Muat Kendaraan di Terminal Kendaraan Jarkarta

Fasilitas dari Terminal Kendaraan Jakarta:

Tabel 4.1 Fasilitas Terminal Kendaraan Jakarta

JENIS		NILAI	SATUAN	KETERANGAN
luas lahan	=	7.38	Ha	
lahan parkir	=	1.80	Ha	lahan A
		1.50	Ha	lahan B
		1.70	Ha	Lahan C
gedung parkir	=	3.00	lantai	
panjang dermaga	=	308.00	m	
kedalaman	=	(12.00)	LWS	
kapasitas	=	350,000.00	unit/tahun	
car wash	=	3.00	unit	

JENIS		NILAI	SATUAN	KETERANGAN
kapasitas car wash	=	45.00	unit/jam	
gate in/out	=	6.00	unit	
pagar debu	=	240.00	m	panjang
		25.00	m	tinggi

4.2.2. Terminal Mirah Surabaya (*Destination*)

Terminal Mirah Surabaya merupakan salah satu terminal yang dikhususkan untuk melayani kegiatan bongkar muat kendaraan. Pada tahun 2014 kegiatan bongkar muat kendaraan di Pelabuhan Tanjung Perak difokuskan ke Terminal mirah. Sebelumnya Terminal Mirah merupakan Terminal yang melayani kegiatan bongkar muat *general cargo* dan *offshore*.



(<https://www.google.co.id/maps/place/Terminal+Mirah/>)

Gambar 4.5 Lokasi Terminal Mirah Tanjung Perak



(<http://surabaya.tribunnews.com>)

Gambar 4.6 Bongkar Muat Kendaraan Terminal Mirah

Untuk menunjang kegiatan bongkar muat, Terminal mirah dilengkapi dengan fasilitas seperti berikut:

Tabel 4.2 Fasilitas Terminal Mirah Surabaya

JENIS		NILAI	SATUAN	KETERANGAN
panjang dermaga	=	640.00	m	
lebar	=	15.00	m	
kedalaman	=	(6.00)	m	
luas gudang	=	13,440.00	m	
alat bongkar muat	=	2.00	unit	RTG
luas lapangan penumpukan	=	40,000.00	m ²	

4.3 Stasiun Asal dan Tujuan

Stasiun kereta api adalah tempat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang yang menggunakan jasa transportasi kereta api. Selain stasiun, pada masa lalu dikenal juga dengan halte kereta api yang memiliki fungsi nyaris sama dengan stasiun kereta api. Untuk daerah/kota yang baru dibangun mungkin stasiun portabel dapat dipergunakan sebagai halte kereta.

Pada penelitian ini stasiun yang digunakan adalah stasiun kereta barang, dapat dikatakan penumpang yang dimaksud adalah peti kemas. Stasiun yang melayani kereta barang berbeda dengan stasiun yang melayani penumpang. Sama halnya dengan pelabuhan stasiun untuk penumpang (*passanger*) dibedakan dengan peti kemas. Dalam pengoperasiannya kereta api barang dioperasikan oleh PT.KALOG (KA. Logistik). Untuk saat ini stasiun kereta barang terdapat di Jakarta, Semarang, dan Surabaya.

Untuk daerah Jakarta stasiun yang melayani kereta barang adalah Stasiun Barang Sungai Lagoa. Lokasi dari stasiun ini berdampingan dengan Pelabuhan Tanjung Priok. Terminal barang Sungai Lagoa dapat menampung hingga 1000 TEUs per hari.

Untuk daerah Jawa Timur stasiun yang melayani kereta api barang (peti kemas) adalah Stasiun Kalimas. Lokasinya juga berdampingan dengan Pelabuhan Tanjung Perak. Stasiun ini merupakan stasiun relasi dengan Terminal Barang Sungai Lagoa.



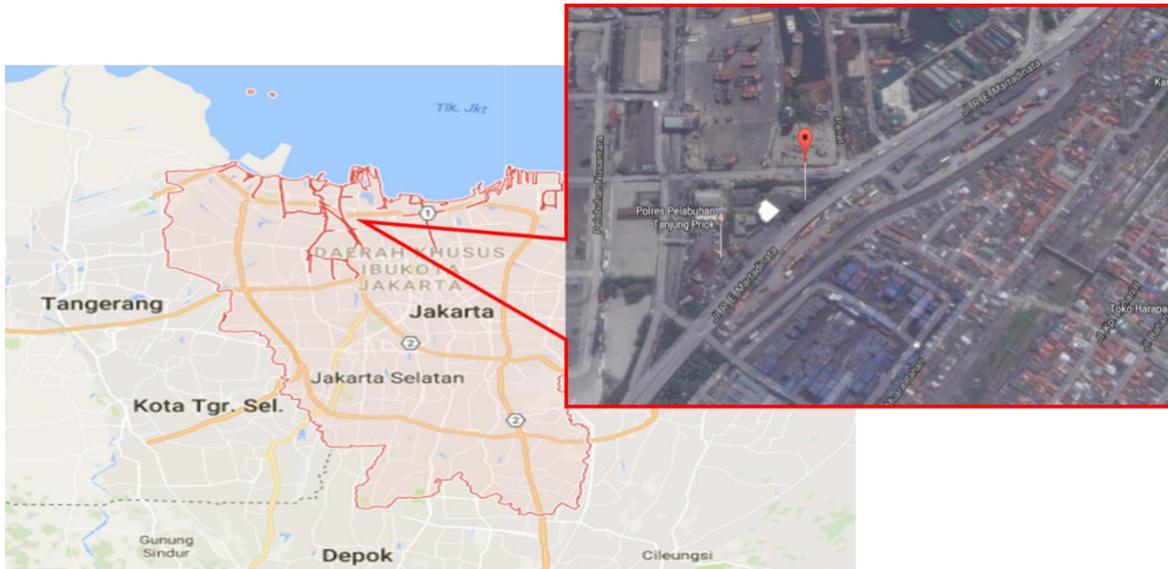
(<http://www.kalogistics.co.id/>)

Gambar 4.7 Lokasi Stasiun Barang Kalimas Surabaya



(<http://www.kalogistics.co.id/>)

Gambar 4.8 Stasiun Kalimas Surabaya



(<http://www.kalogistics.co.id/>)

Gambar 4.9 Lokasi Stasiun Barang Sungai Lagoa



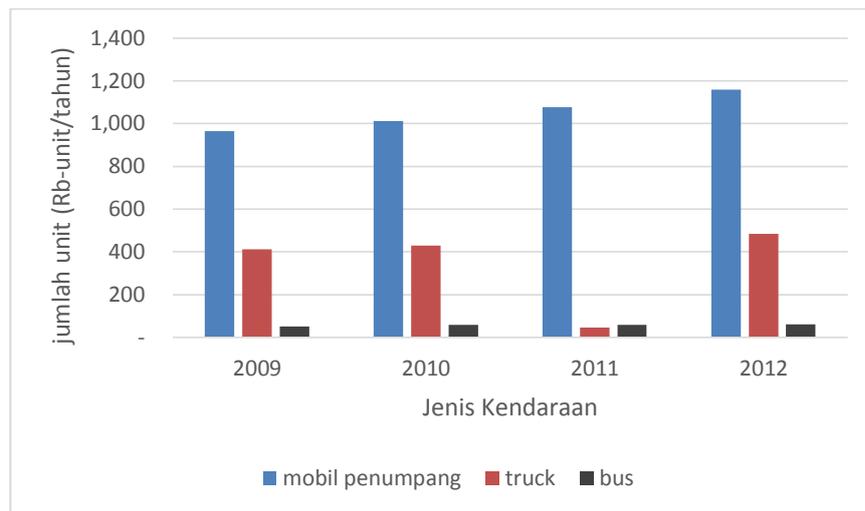
(<http://www.kalogistics.co.id/>)

Gambar 4.10 Stasiun Sungai Lagoa

4.4 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Jawa Timur

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia setiap tahun mengalami pertumbuhan, khususnya di Pulau Jawa. Pulau Jawa dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia ini memiliki pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor terbesar diantara pulau-pulau lainnya. Pertumbuhan kendaraan khususnya kendaraan penumpang terus bertambah dari tahun ke tahun. Pertumbuhan ini dapat diartikan bahwa tingkat kebutuhan akan kendaraan, khususnya kendaraan penumpang terus meningkat. Surabaya sebagai kota metropolitan dan ibukota Provinsi Jawa Timur memiliki peran sebagai pintu masuk kendaraan yang

dikirim dari Jakarta menuju Jawa Timur. Berikut adalah grafik pertumbuhan jumlah kendaraan di Provinsi Jawa Timur



(sumber:hubdat.dephub.go.id/data-a-informasi)

Gambar 4.11 Pertumbuhan Jumlah Kendaraan di Provinsi Jawa Timur

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan jumlah kendaraan paling besar terjadi di DKI Jakarta selanjutnya diikuti oleh Provinsi Jawa Timur. Hal tersebut bisa dikarenakan kedua kota tersebut merupakan kota metropolitan yang ada di Pulau Jawa. Kendaraan penumpang mendominasi jumlah pertumbuhan.

4.5 Komoditi

Grafik sebelumnya menjelaskan bahwa permintaan terhadap kendaraan penumpang terus meningkat tiap tahunnya. Penelitian ini jenis kendaraan (mobil) yang digunakan sebagai acuan adalah jenis MPV (*multipurpose vehicle*). Permintaan akan mobil jenis ini setiap tahun makin bertambah, oleh karena itu mobil ini dipilih sebagai komoditi yang akan menjadi komoditi pilihan dalam pengiriman ini. Mobil jenis ini banyak digunakan oleh masyarakat dikarenakan memiliki kapasitas penumpang yang banyak dan memiliki kapasitas ruang kargo yang luas, dikarenakan hal tersebut maka disebut juga mobil multi fungsi.



Gambar 4.12 Komoditi Kendaraan

Gambar di atas merupakan salah satu komoditi yang menjadi input dalam penelitian ini. Dimensi dari kendaraan tersebut adalah:

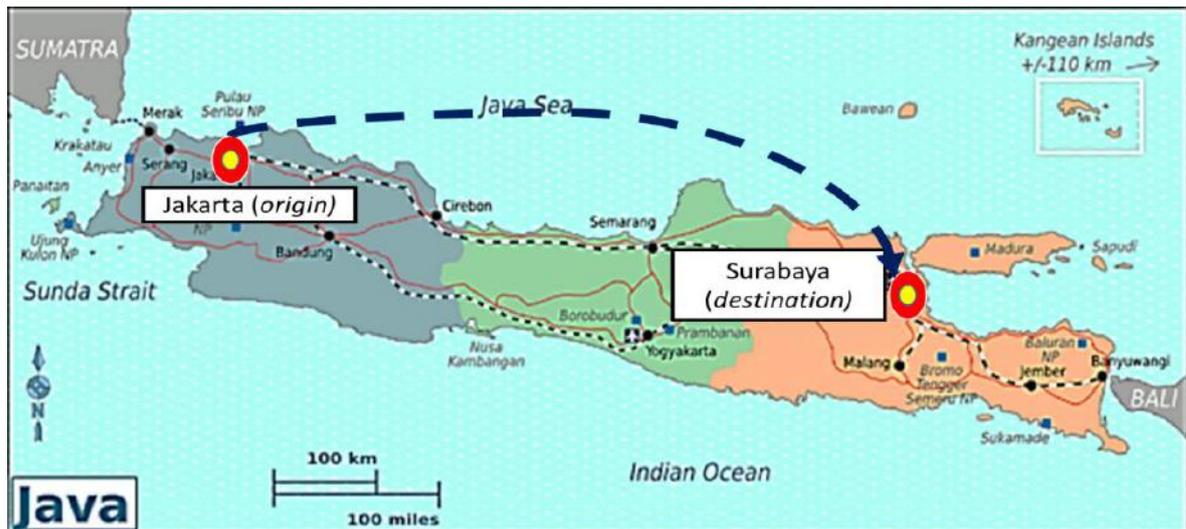
Tabel 4.3 Dimensi Mobil

KETERANGAN		NILAI	SATUAN
panjang	=	4.2	m
lebar	=	1.65	m
tinggi	=	1.65	m
massa	=	1.045	ton

4.6 Kondisi eksisting

Pengiriman kendaraan saat ini dilakukan menggunakan kapal Ro-Ro (*car carrier*). Gudang dari kendaraan (*origin*) berada di Jl. Selayar, Bekasi, Jabar. Untuk melakukan pengiriman dari gudang menuju ke pelabuhan digunakan truk *car carrier trailer* untuk mengangkut kendaraan. Kapasitas dari truk *car carrier trailer* adalah 8 unit kendaraan. Pelabuhan yang dituju adalah pelabuhan khusus kendaraan (Indonesia kendaraan terminal) yang berada di Jakarta Utara. Setelah sampai di IKT dilakukan proses selanjutnya yaitu pemindahan muatan dari lapangan penumpukan menuju kapal *car carrier* (KM.SERASI I).

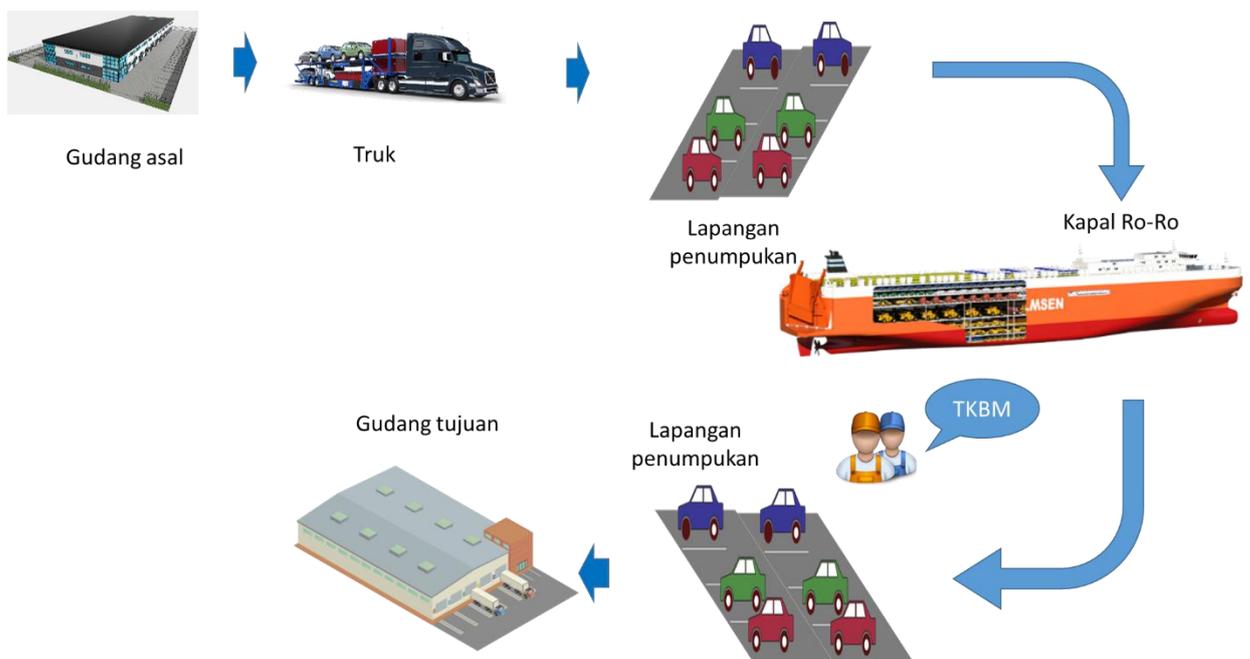
Tujuan dari pengiriman tersebut adalah Terminal Mirah, Surabaya. Proses selanjutnya adalah proses bongkar muatan dari dalam kapal menuju lapangan penumpukan yang selanjutnya dikirim menuju gudang yang berada di Kalianak. Proses bongkar muat di Terminal Mirah, Surabaya dilakukan oleh TKBM khusus yang diperuntukan untuk kegiatan bongkar muat kendaraan.



(<http://wikitravel.org>)

Gambar 4.13 Asal dan Tujuan

Gambar 4.13 menjelaskan tentang pengiriman untuk rute *port to port*. Pelabuhan asal dari pengiriman ini adalah pelabuhan Tanjung Priok dan tujuannya adalah Pelabuhan Tanjung Perak.

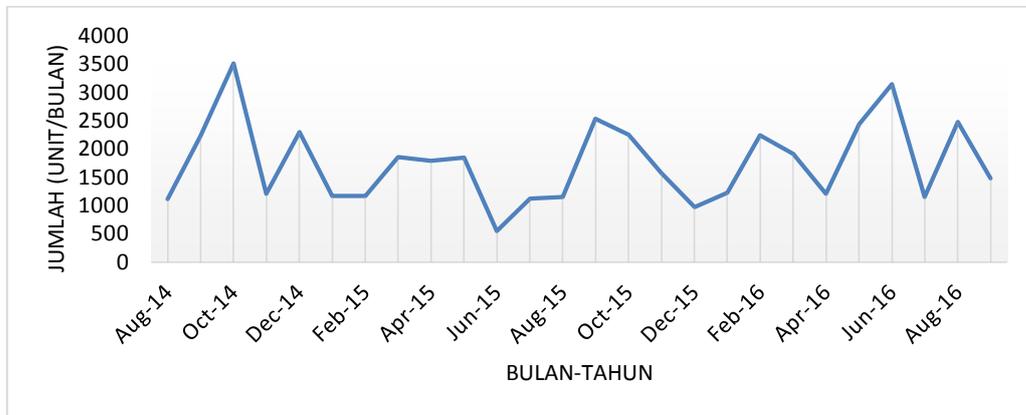


Gambar 4.14 Proses Pengiriman Saat Ini

Gambar 4.14 merupakan ilustrasi dari proses pengiriman kendaraan saat ini. Untuk rute gudang asal menuju pelabuhan moda yang digunakan adalah truk *car carrier trailer*. Untuk rute *port to port* kapal Ro-Ro digunakan sebagai media transportasi. Untuk rute pelabuhan menuju gudang tujuan TKBM digunakan sebagai alat pengiriman terakhir.

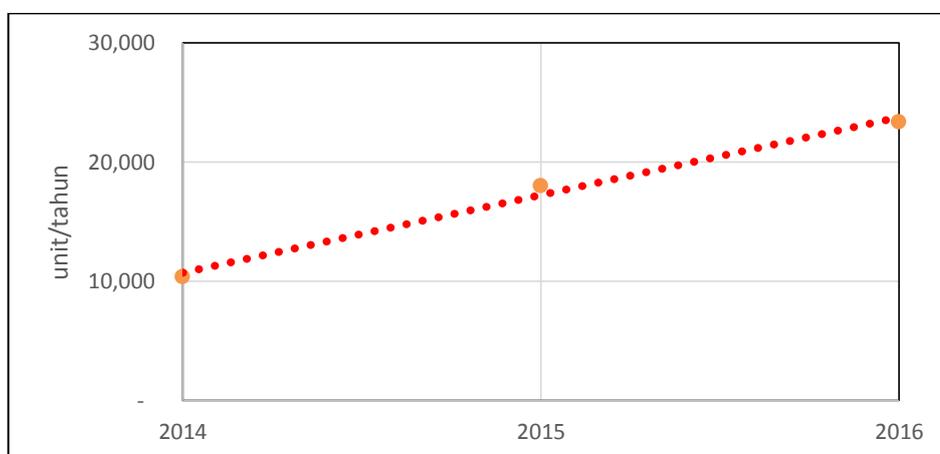
4.7 Jumlah Pengiriman Kendaraan Tiap Tahun

Pengiriman kendaraan dari Jakarta menuju ke Surabaya melalui jalur laut dimulai pada bulan September 2014. Pengiriman dilakukan dari Tanjung Priok, Jakarta menuju Tanjung Perak, Surabaya, tepatnya menuju Terminal Mirah. Pengiriman kendaraan dari Jakarta menuju Surabaya tiap tahunnya cenderung mengalami kenaikan.



(PT. PELINDO III (Persero))
Gambar 4.15 Pengiriman Tiap Bulan

Gambar 4.15 menjelaskan tentang jumlah pengiriman tiap bulan untuk komoditi kendaraan di Terminal Mirah Surabaya. Pengiriman kendaraan menggunakan kapal Ro-Ro dengan tujuan Terminal Mirah Surabaya baru dimulai pada tahun 2014 tepatnya Agustus 2014. Dapat dilihat jumlah pengiriman tiap bulan berubah-ubah. Pada bulan Oktober 2014 merupakan pengiriman paling banyak dalam satu bulan, yaitu mencapai >3000 unit dalam sebulan.



(PT. PELINDO III (Persero))
Gambar 4.16 Pengiriman Kendaraan Tiap Tahun

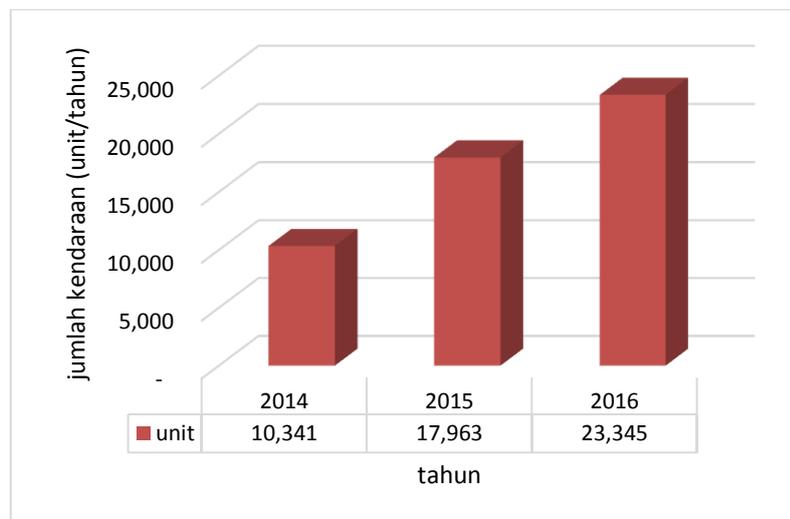
Gambar 4.16 merupakan rekapitulasi pengiriman tiap bulan. Pada tahun 2014 total pengiriman kendaraan dari Jakarta ke Surabaya adalah 10.341 unit. Pada tahun

selanjutnya pengiriman kendaraan naik 73,7% menjadi 17.963 unit. Pada tahun ini pengiriman kendaraan telah mencapai 17.273 dan belum sampai pada akhir tahun 2016 (data terakhir sampai bulan September 2016). Pengiriman tiap tahun memiliki kecenderungan naik, berbeda dengan pengiriman tiap bulan yang sulit untuk diramalkan dikarenakan pengiriman tiap bulan sangat fluktuatif.

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data pengiriman kendaraan yang dilayani Terminal Mirah dari tahun 2014-2016(bulan September). Pada tahun 2016 dilakukan peramalan jumlah muatan untuk bulan Oktober, November, dan Desember. Peramalan ini bertujuan untuk mengetahui jumlah muatan yang akan dilayani oleh Terminal Mirah. Data tersebut juga digunakan sebagai acuan untuk perbandingan *cost* dari setiap alternative moda. Data yang digunakan adalah data pada tahun terakhir sebagai input untuk perhitungan waktu dan biaya pengiriman.



(PT. PELINDO III (Persero))

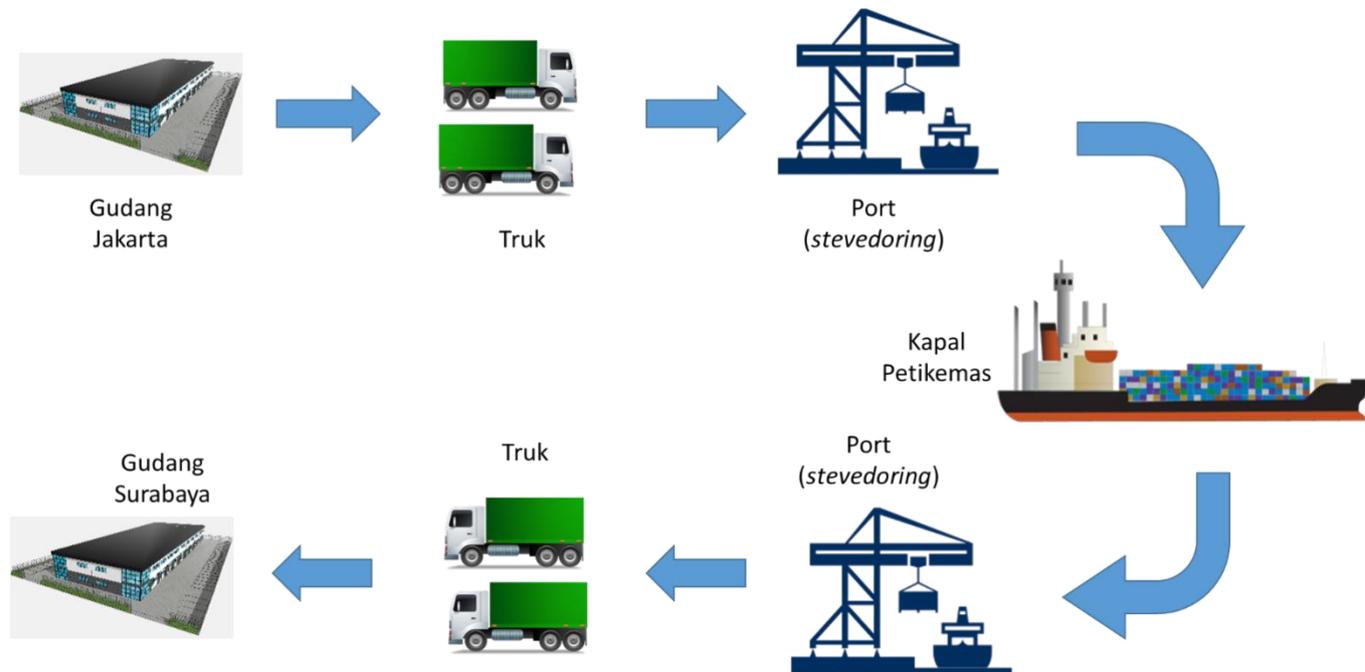
Gambar 5.1 Data Pengiriman Tiap Tahun

Dijelaskan sebelumnya bahwa pengiriman kendaraan terus meningkat dari tahun pertama melakukan pengiriman dari Jakarta menuju Surabaya. Jumlah yang digunakan sebagai inputan dari perhitungan perbandingan antar moda ini adalah 23.345 unit per tahun. Jumlah tersebut didapatkan dari hasil peramalan jumlah muatan untuk bulan Oktober, November, dan Desember.

5.2 Alternatif Moda

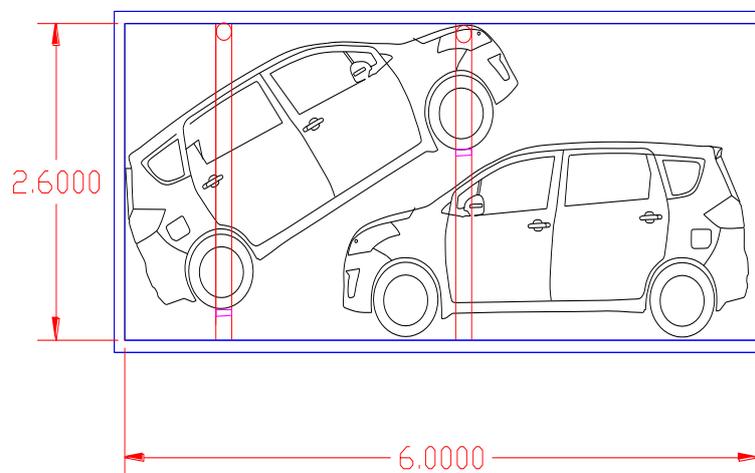
Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan *cost* (biaya) dari tiap moda yang dapat melayani pengiriman kendaraan. Untuk rute dari pengiriman kendaraan adalah tetap yaitu dari Jakarta menuju Surabaya. Berikut merupakan alternatif moda pembanding yang digunakan.

5.2.1 Kapal peti kemas



Gambar 5.2 Ilustrasi Pengiriman Menggunakan Kapal Peti kemas

Untuk penggunaan kapal peti kemas sebagai alternatif pengiriman, kendaraan akan diperlakukan secara berbeda. Jika pada kapal Ro-Ro muatan tidak menggunakan media penyimpanan khusus maka untuk alternatif kapal peti kemas kendaraan harus menggunakan peti kemas sebagai media penyimpanannya. Dalam penggunaan alternatif ini diasumsikan bahwa 1 TEUs dapat menampung 2 unit kendaraan.



Gambar 5.3 Pemuatan Mobil dalam Peti Kemas

Untuk pengiriman menggunakan kapal peti kemas akan ada penambahan alat (investasi) yaitu peti kemas dan *forklift*. Penentuan jumlah peti kemas disamakan dengan

kapasitas dari kapal peti kemas. Untuk *forklift* ditentukan dengan asumsi yaitu masing-masing memiliki dua *forklift* di tiap gudang (*warehouse*) asal dan tujuan. Penambahan investasi ini berakibat pada *capital cost*, hal tersebut berpengaruh juga terhadap *unit cost*.

Proses pengiriman kendaraan dengan kapal peti kemas adalah pertama-tama mobil dimuat ke dalam peti kemas menggunakan bantuan manusia. Selanjutnya setelah dimuat ke dalam peti kemas, peti kemas dimuat ke atas truk peti kemas untuk selanjutnya dilakukan pengiriman ke Pelabuhan Tanjung Priok. Tujuan dari pengiriman ini adalah gudang Surabaya, oleh karena itu tujuan dari pelayaran kapal peti kemas adalah Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya. Setelah tiba di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya proses pengiriman selanjutnya dilakukan oleh truk peti kemas dari Pelabuhan Tanjung Perak menuju gudang Surabaya.

Kapal peti kemas yang digunakan adalah kapal dengan *payload* yang melakukan pelayaran domestic, yaitu kapal dengan ukuran 120 TEUs, 256 TEUs, 368 TEUs, 577 TEUs, dan 1.117 TEUs. Dari *payload* tersebut dilakukan pemilihan untuk menentukan kapal yang memiliki *total cost* paling rendah.

Untuk menentukan moda kapal yang terpilih ditentukan beberapa kriteria (batasan) yaitu:

1. Waktu tempuh
2. Jumlah muatan
3. Minimum *unit cost*

Dari kriteria tersebut didapatkan *payload* kapal yang digunakan sebagai moda pengiriman. Moda yang terpilih adalah kapal dengan *payload* 368 TEUs.

Tabel 5.1 Spesifikasi Kapal Petikemas

kapal peti kemas		
kapasitas kapal	368	TEUs
	736	unit
kecepatan	11	knot
kecepatan muat	30	box/crane/hour
kecepatan bongkar	30	box/crane/hour
voyage time	72	jam
loading time	12.3	jam
discharging time	12.3	jam
total time	96.5	jam
frekuensi by time	82.0	RT/tahun
frekuensi by cargo	32.0	RT/tahun
frekuensi yang digunakan	32.0	RT/tahun

kapal peti kemas		
jumlah kapal yang digunakan	1.0	unit
daya kapal	2,610.0	KW
SFOC	0.000195	ton/KWh

Tabel 5.2 spesifikasi truk peti kemas

truk peti kemas (origin to port)		
kapasitas truk	2	TEUs
	4	Unit
kecepatan	30	km/jam
voyage time	3.04	Jam
waktu muat	0.07	Jam
total waktu	3.11	Jam
frekuensi by time	7.00	RT
frekuensi by cargo	184.00	RT
frekuensi yang digunakan	7.00	RT
jumlah truk	27.00	unit
SFOC	0.14	l/km

Kapal dengan kapasitas 368 TEUs memiliki *unit cost* terendah diantara kapal lainnya. Asumsi yang digunakan adalah dalam 1 peti kemas berukuran 20 ft dapat menampung 2 unit kendaraan. Kapal peti kemas mampu melakukan 82 RT/tahun. Untuk memenuhi *supply* kapal peti kemas hanya membutuhkan 32 RT/tahun.

Untuk truk peti kemas diperlukan 27 unit truk untuk melakukan sekali pengiriman dengan jumlah RT adalah 7 RT/pengiriman.

5.2.2 Truk truk *car carrier trailer*



Gambar 5.4 Ilustrasi Pengiriman Menggunakan Truk *Car Carrier Trailer*

Dalam proses pengiriman ini truk *car carrier trailer* melakukan pengiriman langsung atau dapat dikatakan sebagai moda utama dalam alternative ini. Dalam pengiriman ini tidak membutuhkan alat bantu lain. Truk yang digunakan dalam pengiriman ini sama dengan truk yang digunakan pada kondisi saat ini. Proses pengirimannya adalah truk *car carrier*

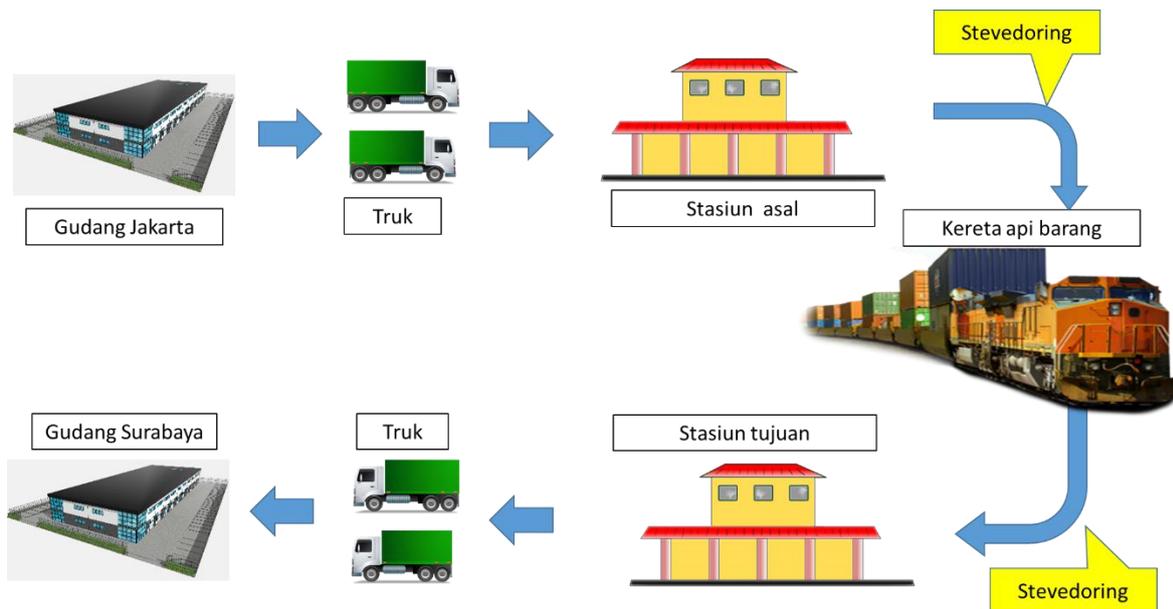
trailer memuat muatannya di gudang asal yaitu di Jakarta dan langsung melakukan perjalanan langsung ke gudang Surabaya.

Tabel 5.3 Spesifikasi Moda Truck

spesifikasi moda		
CAR CARRIER TRAILER		
kapasitas	8	unit
kecepatan	15	km/jam
konsumsi bbm	0	l/km
kecepatan muat	60	unit/jam
kecepatan bongkar	60	unit/jam
frekuensi by time	80	Rt / tahun
frekuensi by cargo	2,919	Rt / tahun
frekuensi yg digunakan	80	Rt / tahun
jumlah truk	37.00	unit

Perbedaan antara truk yang digunakan pada kondisi saat ini dan alternatif ini adalah pada jumlah truk yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan truk sebagai moda utama sehingga harus mampu melakukan pengiriman keseluruhan kargo. Untuk memenuhi *supply* dari Jakarta dibutuhkan 37 unit truk dengan 80 kali RT/tahun.

5.2.3 Kereta Peti kemas



Gambar 5.5 Ilustrasi Pengiriman Menggunakan Kereta Peti kemas

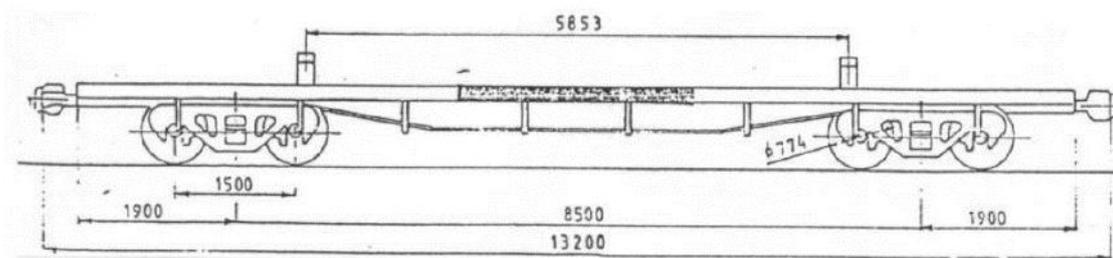
Pengiriman menggunakan kereta api kendaraan harus dimuat ke dalam peti kemas sebagai media penyimpanan. Perbedaan alternatif ini adalah jarak yang ditempuh dari asal menuju stasiun berbeda dengan *origin to port*, begitu juga untuk jarak *station to destination* dan *port to destination*.

Proses pengiriman menggunakan kereta api adalah pertama-tama kendaraan dimuat ke dalam peti kemas yang selanjutnya peti kemas dimuat ke atas truk peti kemas. Stasiun asal yang digunakan adalah Stasiun Sungai Lagoa. Pemilihan Stasiun Sungai Lagoa dikarenakan Stasiun Sungai Lagoa adalah stasiun yang terintegrasi dengan Stasiun Kalimas. Selanjutnya peti kemas dimuat ke atas kereta api dan dikirim menuju Stasiun Kalimas, Surabaya. Setibanya di Stasiun Kalimas peti kemas dimuat ke atas truk peti kemas yang selanjutnya dikirim menuju gudang Surabaya.

Pengiriman menggunakan kereta barang, dibutuhkan peti kemas sebagai media penyimpanan barang, hal tersebut mengakibatkan penambahan nilai investasi untuk peti kemas. Penambahan peti kemas pada biaya *capital* akan ditambahkan tariff sewa *forklift* untuk membantu kegiatan bongkar muat,

Tabel 5.4 Spesifikasi Kereta Api Barang

spesifikasi teknis		
kereta api (station to station)		
jumlah lokomotif	2	unit
jumlah gerbong	20	unit/lokomotif
kapasitas petikemas	40	TEUs
	50,00	TEUs/RT
kendaraan terangkut	100	unit
kecepatan	50	Km/Jam
voyage time	31	jam



Gambar 5.6 Gerbong Datar Kereta Api

dibutuhkan 2 unit lokomotif kereta api barang untuk memenuhi kebutuhan dibutuhkan 2 unit lokomotif kereta api barang. Kereta api barang dapat melakukan 194 RT/tahun. Dalam 1 unit lokomotif kereta api barang memiliki 20 gerbong datar yang mampu menampung 40 TEUs. Diasumsikan dalam 1 petikemas ukuran 20 ft dapat menampung 2 unit kendaraan, sehingga dapat dikatakan dalam 1 kali pengiriman jumlah kargo yang terkirim adalah 320 unit kendaraan.

5.3 Perhitungan kapasitas dari rel kereta api

Kapasitas dari rel kereta api mempengaruhi jumlah armada kereta api yang dapat digunakan. Jumlah armada kereta api tidak boleh melebihi kapasitas maksimum dari rel kereta api. Jalur kereta api yang digunakan adalah ruas Jakarta – Surabaya. Kapasitas lintas dalam satu hari dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$kaplin = \frac{1440 \eta}{(T + (c1 + c2))} \times 2$$

(pers. 5.1.)

Sumber: (<http://digilib.unila.ac.id/>)

Keterangan:

η = faktor efisiensi (60% untuk *single track* dan 70% untuk *double track*)

T = waktu tempuh

C1 = waktu pelayanan sinyal blok mekanik

C2 = waktu pelayanan sinyal mekanik

Kapasitas lintas dari kereta api untuk ruas Jakarta – Surabaya adalah 96 unit/hari. Kapasitas lintas ini selanjutnya mempengaruhi jumlah maksimum armada kereta yang digunakan. Kapasitas saat ini sudah digunakan sebanyak 93 unit/hari yaitu 42 unit kereta penumpang, 51 unit kereta barang yang terdiri dari 31 unit kereta peti kemas, 16 unit kereta pengangkut semen, dan 2 kereta parsel. Armada kereta yang mampu ditambahkan adalah 99 unit/hari dikarenakan jumlah yang sudah digunakan adalah 93 unit/hari dimana kapasitas maksimum dari lintasan tersebut adalah 192 unit/hari. Jumlah ini menjadi batasan untuk penambahan armada untuk moda kereta api.

5.4 Perhitungan Waktu

5.4.1 Kondisi eksisting

Waktu tempuh dari alternatif kapal Ro-Ro diketahui dari jarak dan jumlah muatan yang akan dikirim, selain itu dibutuhkan kapasitas dari masing-masing moda untuk diketahui jumlah *round trip* yang dibutuhkan.

Alternatif kapal Ro-Ro terdapat dua moda yang digunakan dalam proses pengiriman yaitu truk *car carrier trailer* dan kapal Ro-Ro.

Tabel 5.5 Jarak dan Jumlah Muatan

Jakarta - Surabaya	Kondisi Eksisting	
Moda Yang Digunakan	Truk Car Carrier Trailer - Kapal Ro-Ro	
Keterangan	Nilai	Satuan
Jumlah Muatan	23.345,00	Unit / Tahun
Jarak		
Gudang Jakarta Ke Pelabuhan	91,20	Km
Tj. Priok - Tj Perak	756,00	Nm
	1.375,92	Km
Tj. Perak - Gudang Surabaya	27,60	Km
Total Jarak	1.494,72	Km

Dari Tabel 5.5 Jarak dan Jumlah Muatan diketahui jarak tempuh dari masing-masing moda. Jarak dari *origin* menuju *port* adalah 91.2 km, jarak dari *port to port* adalah 756 nm, dan jarak dari *port* menuju *destination* adalah 27.6 km. dari jarak tersebut bisa diketahui waktu tempuh dari masing-masing moda.

Selain jarak perlu juga diketahui kecepatan dan kapasitas dari masing-masing moda. Berikut merupakan spesifikasi dari masing-masing moda.

Tabel 5.6 Spesifikasi Truk Car Carrier Trailer

Spesifikasi Moda		
<i>Car Carrier Trailer</i>		
Keterangan	Nilai	Satuan
Kapasitas	8	Unit
Kecepatan	30	Km/Jam
Konsumsi BBM	0,14	L/Km
Kecepatan Muat	60	Unit/Jam
Kecepatan Bongkar	60	Unit/Jam
Jumlah Truk	10	Unit

Tabel 5.6 Spesifikasi Truk *Car Carrier Trailer* diketahui bahwa kecepatan dari truk *car carrier trailer* adalah 30 km/jam dengan kapasitas 8 unit kendaraan/truk. Dan diketahui kecepatan muat adalah 60 unit/jam dan kecepatan bongkar adalah 60 unit/jam, untuk moda kapal Ro-Ro berikut merupakan spesifikasi dari moda tersebut.

Tabel 5.7 Spesifikasi Kapal Ro-Ro

Kapal Ro-Ro		
Keterangan	Nilai	Satuan
Nama Kapal	Serasi I	
Tipe Kpala	Ro-Ro	
Jenis Pelayaran	Tramper	
Bendera	INDONESIA	
Tahun Pembuatan	1990	
Imo Number	8909123	
Classification	BKI	
Loa	107,14	m
Lpp	99,98	m
Breadth Moulded	18,30	m
Draught	5,40	m
Dwt	2.457	Ton
Grt	7.277	Ton
Nrt	2.304	Ton
Kecepatan	10	Knot
Kapasitas	557	Unit
Konsumsi BBM	0,000175	Ton / KWH
Daya Mesin	5.310	Kwh

Tabel 5.7 Spesifikasi Kapal Ro-Ro menjelaskan kecepatan dan kapasitas dari kapal Ro-Ro. Dapat dilihat kecepatan dari kapal Ro-Ro adalah 10 Knot dan kapasitasnya adalah 450 unit.

Proses selanjutnya dilakukan oleh TKBM yang melakukan kegiatan bongkar muat dan pengiriman ke *destination*.

Tabel 5.8 Kecepatan Bongkar Muat dan Pengiriman TKBM

Tkbn		
Keterangan	Nilai	Satuan
Kecepatan Kendaraan	50	Km / Jam
Waktu Tempuh	0,55	Jam/Unit
Kecepatan Bongkar Muat		
Keterangan	Nilai	Satuan
Jakarta	100	Unit / Jam
Surabaya	90	Unit / Jam

Tabel 5.8 menjelaskan kecepatan bongkar muat dan pengiriman oleh TKBM. Kecepatan pengiriman yang digunakan adalah kecepatan kendaraan dikarenakan pengiriman oleh TKBM dilakukan dengan cara mengendarai kendaraan itu sendiri, setelah diketahui kapasitas dan kecepatan dari masing-masing moda selanjutnya waktu tempuh dari proses pengiriman ini dapat diketahui. Berikut merupakan tabel perhitungan waktu tempuh dari proses pengiriman alternatif ini.

Tabel 5.9 Total Waktu Tempuh dari Proses Pengiriman dengan Kapal Ro-Ro

Waktu Tempuh		
(origin to port)		
Keterangan	Nilai	Satuan
voyage time	3,0	jam / RT
loading time	0,1	jam / RT
discharging time	0,1	jam/ RT
total time	3,3	jam / RT
(port to port)		
seatime	75,6	jam RT
loading time	5,6	jam / RT
disharging time	6,2	jam / RT
total time	87,4	jam / RT
(port to destination)		
voyage time	0,6	jam
frekuensi	12,0	/RT
total	6,6	jam / RT
total	97,3	jam / pengiriman

Tabel di atas menjelaskan bahwa total waktu tempuh dari proses pengiriman ini adalah 97,3jam/RT.

5.4.2 Alternatif kapal peti kemas

Seperti perhitungan sebelumnya untuk mengetahui waktu tempuh dari proses pengiriman ini perlu diketahui jarak, kecepatan dan kapasitas. Perbedaan untuk moda kapal peti kemas adalah kapasitas dari truk dan kapal yang melakukan pengiriman.

Tabel 5.10 Jarak dan Jumlah Muatan

moda yang digunakan	truck - kapal petikemas - truck	
keterangan	nilai	satuan
asal	Tanjung Priok	

moda yang digunakan	truck - kapal petikemas - truck	
keterangan tujuan	nilai Tanjung Perak	satuan
jarak		
gudang jakarta - tanjung priok	91,2	km
tanjung priok - tanjung perak	756,0	nm
	1.375,9	km
tanjung perak - gudang surabaya	27,6	km
total jarak	1.494,7	km
jumlah kargo	23.345	unit

Tabel 5.10 dapat diketahui jarak dari setiap rute. Untuk rute *origin to port* adalah 91.2 km, untuk *port to port* adalah 756 nm, dan untuk *port to destination* adalah 27.6 km. Jarak tersebut sama dengan jarak untuk alternatif kapal Ro-Ro dikarenakan asal dan tujuan dari setiap moda adalah sama.

Tabel 5.11 Kapasitas dan Kecepatan Truk Peti Kemas

truk peti kemas (origin to port)		
Keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas truk	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam
truk peti kemas (port to destination)		
Keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas truk	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam

Tabel 5.11 menjelaskan keceptan dan kapasitas dari truk peti kemas. Dalam penggunaan peti kemas diasumsikan bahwa 1 TEUs dapat menampung 2 unit kendaraan. Dapat dilihat bahwa kecepatan dari truk peti kemas adalah 30 km/jam dan kapasitasnya adalah 4 unit kendaraan. Untuk kecepatan bongkar muat dari truk dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.12 Kecepatan Bongkar Muat Forklift

kecepatan bongkar muat forklift		
Keterangan	Nilai	Satuan
jakarta	30	box/forklift/hour
surabaya	30	box/forklift/hour

Dikarenakan menggunakan layanan *truck losing* maka *forklift* hanya digunakan di *origin* dan *destination* untuk muat dan bongkar dari dan ke truk peti kemas. Dapat dilihat

Tabel 5.12 bahwa kecepatan bongkar muat di Jakarta dan Surabaya adalah 30 box/forklift/jam.

Untuk moda kapal peti kemas berikut kecepatan dan kapasitasnya.

Tabel 5.13 Kapasitas dan Kecepatan Kapal Peti Kemas

kapal peti kemas		
keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas kapal	368	TEUs
	736	unit
kecepatan	11	knot
kecepatan muat	30	box/crane/hour
kecepatan bongkar	30	box/crane/hour

Tabel 5.13 dapat dilihat bahwa kecepatan dari kapal peti kemas adalah 10.5 knot dengan kapasitas 736 unit kendaraan. Untuk kecepatan bongkar muat yang digunakan adalah kecepatan bongkar muat pelabuhan asal dan tujuan yang masing-masing adalah 30 box/crane/hour untuk pelabuhan Jakarta (*origin*) dan 30 box/crane/hour untuk pelabuhan Surabaya (*destination*), setelah diketahui jarak, kecepatan, dan kapasitas dari *origin to port*, *port to port*, dan *port to destination* maka dapat diketahui waktu tempuh dari proses pengiriman dengan moda kapal peti kemas. Perhitungan waktu tempuh dari alternatif kapal peti kemas perlu diketahui waktu tempuh dari masing-masing moda yang selanjutnya dijumlah menjadi total waktu tempuh dari alternatif kapal peti kemas.

Tabel 5.14 Total Waktu Tempuh Alternatif Kapal Peti Kemas

moda	rute	jarak (km)	kecepatan (km/jam)	waktu perjalanan (jam)	waktu bongkar muat (jam)	total waktu (jam)
truk	origin to port	91,2	11	72	24,53	96,5
kapal peti kemas	port to port	756	30	3,04	0,07	3,11
truk	port to destination	27,60	30	0,92	0,07	0,99
total waktu tempuh						100,63

5.4.3 Alternatif truk *car carrier trailer*

Alternatif pengiriman menggunakan truk *car carrier trailer* moda yang digunakan hanya satu moda atau dapat dikatakan moda tunggal. Sama seperti sebelumnya untuk

mengetahui waktu tempuh dari alternatif menggunakan truk *car carrier trailer* perlu diketahui jarak, kecepatan, dan kapasitas dari moda truk *car carrier trailer*. Berikut merupakan spesifikasi dari truk *car carrier trailer*.

Tabel 5.15 Jarak dan Jumlah Muatan

Jakarta - Surabaya	alternatif truk	
moda yang digunakan	truk	
jumlah muatan	23.345,00	unit / tahun
JARAK		
gudang jakarta - gudang surabaya	1.472,00	km

Jarak dari gudang Jakarta menuju gudang Surabaya atau *origin to destination* adalah 1.472 km. Truk *car carrier trailer* harus mampu mengirimkan minimal 23.345 unit dalam setahun, selanjutnya perlu diketahui kecepatan dan kapasitas dari moda truk *car carrier trailer*.

Tabel 5.16 Spesifikasi Truk Car Carrier Trailer

spesifikasi moda		
truk car carrier trailer		
kapasitas	8	unit
kecepatan	15	km/jam
konsumsi bbm	0	l/km
kecepatan muat	60	unit/jam
kecepatan bongkar	60	unit/jam

Tabel 5.16 menjelaskan kecepatan, kapasitas, kecepatan muat, dan kecepatan bongkar. Kecepatan dari truk *car carrier trailer* adalah 15 km/jam dengan kapasitas 8 unit kendaraan/truk. Untuk kecepatan bongkar muat adalah 60 unit/jam untuk *origin* dan *destination*, setelah diketahui semua aspek yang berpengaruh terhadap waktu tempuh maka selanjutnya dapat diketahui waktu tempuh dari alternatif truk *car carrier trailer*.

Tabel 5.17 Waktu Tempuh Truk Car Carrier Trailer

waktu tempuh truk car carrier trailer		
waktu perjalanan	98,13	jam / RT
waktu muat	0,13	jam / RT
waktu bongkar	0,13	jam / RT
total waktu	98,40	jam / RT

Dapat dilihat pada Tabel 5.17 truk *car carrier trailer* membutuhkan waktu 98.4 jam untuk melakukan pengiriman.

5.4.4 Alternatif kereta api

Perhitungan waktu tempuh moda kereta api sama dengan moda-moda sebelumnya. Aspek-aspek yang perlu diketahui adalah jarak, jumlah muatan, kecepatan, dan kapasitas. Berikut merupakan jarak dan jumlah muatan untuk alternatif moda kereta api.

Tabel 5.18 Jarak dan Jumlah Muatan

Moda Yang Digunakan		
Kereta Api		
Keterangan	Nilai	Satuan
Jarak		
Gudang -Stasiun Sungai Lagoa	86,60	Km
Stasiun Lagoa - Stasiun Kalimas	1.550	Km
Stasiun Kalimas - Gudang	17,20	Km
	1.653,80	Km

Tabel 5.18 menjelaskan jarak antara asal menuju stasiun, stasiun asal menuju stasiun tujuan, dan stasiun tujuan menuju tujuan akhir. Selain jarak juga diketahui jumlah muatan yang harus dilayani. Didapatkan jarak dari asal menuju stasiun adalah 86.60 km, 1.550 km untuk stasiun asal menuju stasiun tujuan, dan 17,20 km untuk stasiun tujuan menuju tujuan akhir. Jumlah muatan minimum yang harus dilayani adalah 23.345 unit/tahun, setelah diketahui jarak dan jumlah muatan yang harus dilayani selanjutnya perlu diketahui kecepatan dan spesifikasi dari moda-moda yang melayani.

Tabel 5.19 Kecepatan dan Kapasitas Kereta Api

Spesifikasi Teknis		
Kereta Api (Station To Station)		
Keterangan	Nilai	Satuan
Jumlah Lokomotif	2	Unit
Jumlah Gerbong	20	Unit/Lokomotif
Kapasitas Petikemas	40	Teus
	80	Unit/RT
Kendaraan Terangkut	23.345	Unit/Tahun

Tabel 5.19 menjelaskan kecepatan kereta api adalah 50 km/jam dan kapasitas yang terangkut adalah 80 unit/RT.

Tabel 5.20 Kecepatan Bongkar Muat Stasiun Asal Dan Tujuan

alat b/m stasiun		
Keterangan	Nilai	Satuan
reachstacker		
kecepatan muat	15	box/jam
kecepatan bongkar	15	box/jam

Tabel 5.21 Kecepatan Bongkar Muat Gudang Asal dan Tujuan

alat bantu bongkar muat		
Keterangan	Nilai	Satuan
forklift		
kecepatan muat	30	box/jam
kecepatan bongkar	30	box/jam

Tabel 5.20 menjelaskan kecepatan bongkar muat. Kecepatan muat yang dimaksud adalah kecepatan bongkar muat di stasiun asal, sedangkan kecepatan muat yang dimaksud adalah kecepatan bongkar muat di stasiun tujuan. Tabel 5.21 menjelaskan kecepatan bongkar muat menggunakan *forklift*. Sama halnya dengan kapal peti kemas bongkar muat di gudang harus dibantu dengan *forklift*.

Tabel 5.22 Kecepatan dan Kapasitas Truk Peti Kemas

truck petikemas (asal menuju stasiun)		
kapasitas	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	15	km/jam

truk petikemas (station to destination)		
kapasitas	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam

Kapasitas dari masing-masing truk peti kemas adalah 2 TEUs yang mampu menampung 4 unit kendaraan. Kecepatan dari truk peti kemas adalah 15.00 km/jam untuk rute gudang Jakarta menuju Stasiun Kereta Sungai Lagoa dan 30.00 km/jam untuk rute Stasiun Kalimas menuju gudang Surabaya.

Selanjutnya dapat diketahui waktu tempuh dari masing-masing moda yang selanjutnya dijumlah untuk mengetahui waktu tempuh dari proses pengiriman menggunakan kereta api.

Tabel 5.23 Total Waktu Tempuh Kereta Api

moda	jarak (km)	kecepatan (km/jam)	waktu tempuh (jam)	waktu bongkar muat (jam)	total waktu (jam)
truck petikemas (asal menuju stasiun)	86.60	15	6	2	8

moda	jarak (km)	kecepatan (km/jam)	waktu tempuh (jam)	waktu bongkar muat (jam)	total waktu (jam)
kereta api (station to station)	1,550	50	31	0	31
truk petikemas (station to destination)	17.20	30	1	2	3
total waktu					41

Tabel 5.23 menjelaskan waktu tempuh dari alternatif kereta api adalah 41 jam/RT. Untuk waktu bongkar muat kereta api sudah termasuk pada waktu bongkar muat pada truk peti kemas.

5.5 Perhitungan Biaya Transportasi

Perhitungan biaya transportasi dibutuhkan untuk mengetahui besaran biaya per satuan unit kendaraan. Komponen-komponen biaya transportasi adalah:

- 1) *Capital cost*
- 2) *Voyage cost*
- 3) *Cargo handling cost*
- 4) *Operational cost*

Untuk *capital cost* dan *operational cost* sudah termasuk dalam *time charter hire*.

5.5.1 Kondisi eksisting

Perhitungan biaya transportasi dari alternatif kapal Ro-Ro perlu diketahui *capital cost*, *cargo handling cost*, dan *voyage cost* dari moda-moda yang melakukan pengiriman. Berikut merupakan perhitungan *capital cost* untuk kondisi eksisting.

Tabel 5.24 TCH Tuntut Truk Car Carrier Trailer dan Kapal Ro-Ro

Time Charter Hire		
Keterangan	Nilai	Satuan
truck origin to port		
sewa	2.161.412	Rp /unit/ hari
jumlah truck	10	unit
masa sewa	1	hari/RT
capital cost <i>car carrier trailer</i>	907.793.101	Rp/tahun
	21.614.121	Rp/RT
kapal ro-ro		
jumlah kapal	1	unit
sewa	5.034.870.225	Rp/tahun

Time Charter Hire		
Keterangan	Nilai	Satuan
truck origin to port		
capital cost kapal	5.034.870.225	Rp/Tahun
	119.877.862	Rp/RT
total capital cost	5.942.663.326	Rp/tahun
	141.491.983	Rp/RT

Tabel 5.24 menjelaskan bahwa *time charter hire* adalah Rp 2.161.412/unit/hari dan jumlah truk *car carrier trailer* yang dibutuhkan adalah 10 unit. Didapatkan total *apital cost* untuk truk *car carrier trailer* adalah Rp 907.793.101/Tahun. Kapal Ro-Ro memiliki *time charter hire* Rp 5.034.870.225/unit/tahun dengan jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 unit kapal. Didapatkan total *capital cost* kapal Ro-Ro adalah Rp 5.034.870.225/Tahun. *Capital cost* tersebut sudah mencakup *operational cost* sehingga untuk *operational cost* tidak perlu dihitung, setelah mengetahui *capital cost* dari truk *car carrier trailer* dan kapal Ro-Ro komponen biaya transportasi selanjutnya yang perlu diketahui adalah *voyage cost*. Komponen *voyage cost* yang perlu diketahui untuk tiap moda berbeda. Moda truk *car carrier trailer* perlu diketahui jarak, konsumsi BBM dan harga dari BBM tersebut.

Tabel 5.25 Voyage Cost Truk Car Carrier Trailer

voyage cost car carrier trailer		
Keterangan	Nilai	Satuan
moda	CAR CARRIER TRAILER	
jumlah moda	10	unit
konsumsi bahan bakar	0,14	l/km
jarak	91,20	km
total voyage cost	248.976.000	Rp/Tahun

Tabel 5.25 menjelaskan bahwa *voyage cost* dari truk *car carrier trailer* adalah Rp 248.976.000/Tahun. Hasil tersebut didapatkan dari persamaan berikut

$$VC = \text{konsumsi bahan bakar} \times \text{jarak} \times \text{jumlah car carrier trailer} \times \text{harga bbm} \quad (\text{pers. 5.1})$$

Moda kapal Ro-Ro komponen *voyage cost* yang perlu diketahui adalah SFOC, jumlah kapal, daya mesin, *seetime*, harga MDO, dan *port cost*. Berikut merupakan tabel perhitungan *voyage cost* untuk kapal Ro-Ro.

Tabel 5.26 Voyage Cost Kapal Ro-Ro

voyage cost kapal Ro-Ro		
Keterangan	Nilai	Satuan
moda	kapal Ro-Ro	
jumlah moda	1	unit
SFOC	0	ton / KWH
seatime	76	jam RT
daya mesin	5.310	KWH
fuel oil cost	23.587.406.275	Rp/Tahun
port cost	293.554.170	Rp/Tahun
total voyage cost	23.880.960.445	Rp/Tahun

Tabel 5.26 menjelaskan untuk moda kapal Ro-Ro menghasilkan *voyage cost* sebesar Rp 23.880.960.445/Tahun. Setelah didapatkan *voyage cost* dari semua moda yaitu truk *car carrier trailer* dan kapal Ro-Ro maka selanjutnya komponen biaya yang perlu diketahui adalah *cargo handling cost*, untuk mengetahui besaran *cargo handling cost* perlu diketahui tarif bongkar muat dari setiap titik perpindahan moda. Berikut merupakan tabel *cargo handling cost*.

Tabel 5.27 Cargo Handling Cost

cargo handling cost		
jakarta		
Keterangan	Nilai	Satuan
jumlah muatan	557	unit
muat	260.000,00	Rp / unit
	144.820.000,00	Rp / Pengiriman
	6.069.700.000,00	Rp / Tahun
surabaya		
jumlah muatan	557	unit
bongkar	56.850,00	Rp / unit
	31.665.450,00	Rp / pengiriman
	1.327.163.250,00	Rp / tahun
total	183.474.835,00	Rp / Pengiriman
	7.690.417.420,00	Rp / Tahun

Tabel 5.27 menjelaskan nilai dari *cargo handling cost* dari pengiriman menggunakan kapal Ro-Ro. Didapatkan besaran nilai *cargo handling cost* adalah Rp 7.690.417.420/Tahun. Jumlah muatan yang dimuat dan dibongkar adalah sama yaitu

sesuai dari kapasitas kapal, setelah didapatkan semua komponen biaya transportasi maka dapat ditentukan besaran biaya per satuan unit kendaraan.

Tabel 5.28 Biaya Transportasi Kondisi Eksisting

Tranportation cost		
Keterangan	Nilai	Satuan
total voyage cost	580.023.636,32	Rp/RT
	24.360.992.725,26	Rp/tahun
TCH	141.491.983,98	Rp/RT
	5.942.663.326,95	Rp/tahun
cargo handling cost	183.474.835,00	Rp/RT
	7.690.417.420,00	Rp/tahun

Tabel 5.28 merupakan kesimpulan dari semua komponen biaya transportasi untuk kondisi eksisting. Selanjutnya ditentukan besaran biaya per satuan unit. Untuk mengetahui *unit cost* perlu diketahui biaya transportasi total.

Tabel 5.29 Total Transportastion Cost Kondisi Eksisting

Tranportation cost		
Keterangan	Nilai	Satuan
total voyage cost	580.023.636	Rp/RT
	24.360.992.725	Rp/tahun
TCH	141.491.983	Rp/RT
	5.942.663.326	Rp/tahun
cargo handling cost	183.474.835	Rp/RT
	7.690.417.420	Rp/tahun
Total Cost		
Keterangan	Nilai	Satuan
Total	904.990.455	Rp /RT
	37.994.073.472	Rp / tahun
unit cost	1.624.758	Rp/unit
	1.627.503	Rp/unit
total muatan	23.345	unit

Tabel 5.29 menjelaskan biaya transportasi total kondisi eksisting yaitu Rp 909.455.481/RT. Dari biaya transportasi total tersebut dapat diketahui *unit cost* dari pengiriman ini. Didapatkan besaran *unit cost* adalah Rp 1.627.503/unit.

5.5.2 Kapal peti kemas

Untuk penggunaan kapal peti kemas perhitungan *transportation cost* sama seperti moda kapal Ro-Ro. Perlu diketahui komponen-komponen biaya transportasi sebelum mengetahui biaya transportasi total dari kapal peti kemas. Perbedaan antara moda kapal peti kemas dengan kapal Ro-Ro adalah kapal peti kemas memerlukan peti kemas sebagai media penyimpanan muatan. Oleh karena itu terdapat tambahan biaya untuk *capital cost* dari kapal peti kemas yaitu biaya pembelian peti kemas. Kapal peti kemas ditentukan dengan optimasi untuk mengetahui kapal yang memiliki *unit cost* terendah.

Tabel 5.30 Time Charter Hire Container Ship

	200-299 TEU	300-500 TEU	600-1000 TEU	2.000-2.299 TEU	2.300-3.400 TEU
2009 Average \$.	12,45	8,84	5,8	2,7	3,58
2008 Average \$.	26	20,33	15,1	9,96	10,66
2007 Average \$.	27,22	22,27	17,0	11,68	10,74
2006 Average \$.	26,67	21,67	16,1	10,51	10,18
2005 Average \$.	31,71	28,26	22,3	16,35	13,04
Jan-16		10,66	7,0	3,29	3,16
Dec-15	13,65	13,51	8,5	3,43	2,92
Nov-15	13,02	11,24	7,4	3,49	2,95
Oct-15	14,37	11,34	7,4	3,491	3
Sep-15	13,46	9,91	6,7	3,47	3,26
Aug-15	13,42	10,34	7,0	3,63	2,89
Jul-15	13,46	10,11	6,8	3,5	3,02
Jun-15	13,07	11,29	7,4	3,41	2,97
May-15	13,26	11,291	7,3	3,25	2,99
Apr-15	12,63	10,52	6,9	3,27	2,991
Mar-15	10,00	10,69	6,9	3,09	2,7
Feb-15	13,36	10,54	6,8	3,04	2,78
Jan-15	12,14	10,24	6,7	3,22	2,8
Dec-14	12,88	9,99	6,525	3,06	2,81
	12,99	10,90	7,13	3,35	2,96
	24,81	10,85	7,09	10,24	9,64
average	19	11	7	6,80	6,30

Tabel 5.30 merupakan *time charter hire* untuk kapal peti kemas. Satuan harga untuk kapal peti kemas tersebut adalah.

Tabel 5.31 Capital Cost dari Hasil Optimasi

capital cost peti kemas dan TCH kapal peti kemas		
keterangan	nilai	satuan
TCH	19.606.690.400	Rp/Tahun
peti kemas	8.937.483.520	Rp/Tahun
jumlah kapal	1	unit

capital cost peti kemas dan TCH kapal peti kemas		
keterangan	nilai	satuan
jumlah peti kemas	368	TEUs
total	28.544.173.920	Rp/Tahun

Tabel 5.31 menjelaskan kapal dengan ukuran 368 TEUs memiliki *unit cost* terendah. *Capital cost* untuk kapal peti kemas adalah *time charter hire* dari kapal berukuran tersebut.

Tabel 5.32 TCH Alternatif Kapal Peti Kemas

capital cost		
moda	Nilai	satuan
kapal petilkemas	28.544.173.920	Rp/Tahun
truk (origin to port)	46.206.263	Rp/Tahun
truk (port to destination)	5.850.382	Rp/Tahun
total capital cost	28.596.230.565	Rp/Tahun

Tabel 5.32 menjelaskan *capital cost* dari masing-masing moda yaitu untuk rute gudang asal menuju pelabuhan (*origin to port*) didapatkan *TCH* sebesar Rp 46.206.263/Tahun, untuk rute pelabuhan menuju gudang tujuan (*port to destination*) dibutuhkan biaya sebesar Rp 5.850.382/Tahun. Perbedaan jarak berpengaruh terhadap jumlah truk peti kemas, oleh karena itu didapatkan perbedaan *capital cost* antara rute gudang asal menuju pelabuhan dengan pelabuhan menuju gudang tujuan.

Moda kapal peti kemas memiliki *capital cost* sebesar Rp 28.596.230.565/Tahun, nilai tersebut didapatkan dari *TCH* kapal peti kemas dijumlahkan dengan harga dari peti kemas keseluruhan, setelah didapatkan *TCH* dan *capital cost* maka komponen selanjutnya adalah *voyage cost*, untuk mengetahui *voyage cost* dari pengiriman ini dilakukan dengan persamaan yang sama dengan kondisi eksisting.

$$VC = \text{konsumsi bahan bakar} \times \text{jarak} \times \text{jumlah truk peti kemas} \times \text{harga bbm}$$

Tabel 5.33 Voyage Cost dari Pengiriman Menggunakan Kapal Peti Kemas

voyage cost		
moda	Nilai	satuan
kapal petilkemas	9.748.181.976	Rp/Tahun
truk (origin to port)	512.179.200	Rp/Tahun
truk (port to destination)	157.461.943	Rp/Tahun
total voyage cost	10.417.823.118	Rp/Tahun

Tabel 5.33 menjelaskan besaran *voyage cost* dari masing-masing moda yang melayani pengiriman dengan menggunakan kapal peti kemas. Dapat dilihat dari

Tabel 5.33 nilai *voyage cost* dari kapal peti kemas adalah Rp 9.748.181.976/Tahun, dan *voyage cost* dari truk peti kemas adalah Rp 512.179.200/Tahun untuk rute *origin to port* dan Rp 157.461.953/RT untuk rute *port to destination*.

Komponen biaya selanjutnya yang perlu diketahui adalah biaya bongkar muat (*cargo handling cost*). *Cargo handling* terjadi di gudang asal, gudang tujuan, dan pelabuhan asal maupun tujuan. Berikut merupakan *cargo handling cost* dari masing-masing moda.

Tabel 5.34 Cargo Handling Cost Pengiriman Menggunakan Kapal Peti Kemas

cargo handling cost		
moda	Nilai	satuan
kapal petilkemas	10.762.506.000	Rp/Tahun
truk (origin to port)	12.800.000	Rp/Tahun
truk (port to destination)	3.520.000	Rp/Tahun
total voyage cost	10.778.826.000	Rp/Tahun

Tabel 5.34 merupakan *cargo handling cost* dari masing-masing moda. Dapat dilihat *CHC* dari kapal peti kemas merupakan tariff bongkar muat di pelabuhan asal maupun tujuan. *Cargo handling cost* dari kapal peti kemas adalah Rp 10.762.506.000/Tahun untuk truk peti kemas sebesar Rp 12.800.000/Tahun untuk di gudang asal dan Rp 3.520.000/Tahun. *Cargo handling cost* untuk truk peti kemas merupakan tariff sewa dari *forklift* per hari.

Setelah semua komponen biaya telah diketahui selajutnya dapat diketahui biaya transportasi total dari pengiriman dengan moda kapal peti kemas.

Tabel 5.35 Biaya Transportasi Total

total transportation cost		
keterangan	nilai	satuan
total cost	49.792.879.683	Rp/Tahun
total muatan	23.345	unit
unit cost	2.132.914	Rp/unit

Tabel 5.35 Biaya Transportasi Total menjelaskan tentang biaya transportasi total yang dihasilkan dari proses pengiriman menggunakan kapal peti kemas. Didapatkan *total cost* dari pengiriman ini adalah Rp 49.792.879.683/Tahun. Setelah didapatkan besaran *total cost* maka dapat diketahui *unit cost* dari pengiriman ini. Dapat dilihat pada Tabel 5.35 *unit cost* dari pengiriman ini adalah Rp 2.132.914/unit

5.5.3 Truk *car carrier trailer*

Alternatif truk *car carrier trailer* moda yang digunakan merupakan single moda, sehingga tidak terjadi perpindahan moda. Sehingga untuk kegiatan bongkar maut hanya dilayani di gudang asal dan gudang tujuan. Komponen biaya transportasi tetap sama seperti halnya moda sebelumnya perlu diketahui *capital cost*, *voyage cost*, dan *cargo handling cost*.

Tabel 5.36 Spesifikasi Truk *Car Carrier Trailer*

spesifikasi moda		
truk pengangkut mobil		
kapasitas	8	unit
kecepatan	15	km/jam
konsumsi bbm	0,14286	l/km
kecepatan muat	60	unit/jam
kecepatan bongkar	60	unit/jam
frekuensi maksimum	80	Rt / tahun
frekuensi yang dibutuhkan	2.919	Rt / tahun
frekuensi yang digunakan	80	Rt / tahun
jumlah truk	37	unit

Tabel 5.36 merupakan spesifikasi dari moda truk *car carrier trailer*. Spesifikasi dibutuhkan untuk mengetahui kebutuhan BBM, kapasitas, kecepatan, dan jumlah truk *car carrier trailer* yang dibutuhkan. Dapat dilihat bahwa jumlah moda yang dibutuhkan adalah 37 unit, dan untuk jumlah *round trip* yang dibutuhkan adalah 80 RT/tahun.

Tabel 5.37 Transportation Cost *Car Carrier Trailer*

voyage cost				
fuel oil cost	50.573.714	Rp/RT	4.045.897.143	Rp/ tahun
CHC				
jakarta	14.800.000	Rp/RT	1.167.250.000	Rp / Tahun
surabaya	14.800.000	Rp/RT	1.167.250.000	Rp/ Tahun
TCH				
sewa	758.500.000	Rp/RT	60.680.000.000	Rp/ tahun
Total cost				
total cost	838.673.714	Rp/RT	67.060.397.143	Rp / Tahun
unit cost	2.833.357	Rp/unit	2.872.581	Rp/unit

Tabel 5.37 menjelaskan tentang *transportation cost* dari truk *car carrier trailer*. Dapat dilihat untuk *voyage cost* dari pengiriman menggunakan moda truk *car carrier trailer* sebesar Rp 4.045.897.142/Tahun. Nilai tersebut didapatkan dari perkalian antara *voyage cost* per moda dengan jumlah moda yang dibutuhkan.

TCH dari truk *car carrier trailer* didapatkan nilai Rp 60.680.000.000/Tahun. Nilai tersebut didapatkan dari perkalian antara *time charter hire* dengan jumlah moda yang dibutuhkan dan waktu kerja dalam satu tahun.

Tabel 5.38 Tarif Bongkar Muat dan TCH Truk Car Carrier Trailer

tarif b/m		
jakarta	50,000	Rp/unit
surabaya	50,000	Rp/unit
biaya sewa truk <i>car carrier trailer</i>	6,000,000	RP / unit / day

Tabel 5.38 menjelaskan tentang tariff bongkar muat untuk gudang asal dan tujuan serta *TCH* dari truk *car carrier trailer*. Didapatkan *cargo handling cost* sebesar Rp 1.167.250.000/Tahun untuk gudang Jakarta dan Rp 1.167.250.000/Tahun.

Setelah semua komponen biaya didapatkan selanjutnya biaya transportasi total dan *unit cost* dari truk *car carrier trailer*. Didapatkan besaran biaya transportasi total adalah Rp 67.060.397.143/tahun dan *unit cost* sebesar Rp 2.872.581/unit.

5.5.3.1 Kereta api

Moda kereta api terdapat perbedaan dalam perhitungan *transportation cost*. Untuk moda lainnya *capital costs* sudah termasuk dengan *operational cost*, sedangkan untuk moda kereta api perlu diketahui *capital cost*, *operational cost*, *voyage cost*, dan *cargo handling cost*.

Tabel 5.39 Fixed Cost Kereta Api

biaya tetap				
biaya modal				
lokomotif + gerbong	120.000.000.000	Rp		
petikemas	1.942.931.200	Rp	121.942.931.200	Rp/Tahun
pinjaman	85.360.051.840	70%		
bunga pinjaman	0	per tahun		
masa pinjaman	10	tahun		
grace period	-	tahun		
frekuensi pembayaran per tahun	1	kali		
angsuran per tahun	15.107.377.428	Rp/tahun		
umur ekonomis	15	tahun		
salvage value	1.206.000.000	Rp		

biaya tetap				
biaya modal				
depresiasi	7.919.600.000	Rp		
biaya moda	51.770.837	Rp/RT	15.107.377.427,54	Rp/tahun
biaya operasional				
gaji crew + insentif	9.000.000	Rp/bulan/orang		
jumlah crew	4	orang/kereta		
total gaji	2.960.805	Rp/RT	864.000.000,00	Rp/tahun
biaya LO	206.667	Rp/RT	60.307.916,67	Rp/tahun
biaya perawatan	14.690.289	Rp/RT	4.286.810.000,00	Rp/tahun
asuransi	8.224.459	Rp/RT	2.400.000.000,00	Rp/tahun
2%				
administrasi	4.112.230	Rp/RT	1.200.000.000,00	Rp/tahun
1%				
	30.194.450	Rp/RT	8.811.117.916,67	Rp/tahun

Tabel 5.39 merupakan penjabaran fixed cost dari kereta api atau biaya yang keluar walaupun kereta tidak beroperasi atau menghasilkan. Pengadaan kereta api menggunakan pinjaman dari bank sebesar 70% dari total pengadaan kereta api. Total pinjaman yang diperlukan adalah Rp 121.942.931.200. Nilai tersebut merupakan nilai pengadaan lokomotif, gerbong datar, dan peti kemas.

Tabel 5.40 Spesifikasi Kereta Api

spesifikasi teknis		
kereta api (station to station)		
Keterangan	Nilai	Satuan
jumlah lokomotif	2	unit
jumlah gerbong	20	unit/lokomotif
kapasitas petikemas	40	TEUs
	80	unit/RT
kendaraan terangkut	23.345	unit/Tahun

Tabel 5.40 menjelaskan jumlah lokomotif yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman dalam satu tahun. Selain jumlah lokomotif dapat diketahui juga jumlah gerbong datar, dan peti kemas yang dibutuhkan. Dari Tabel 5.39 diketahui nilai investasi dari kereta api.

Tabel 5.41 Daftar Harga Lokomotif dan Gerbong Datar

keterangan	Harga	satuan
Lokomotif	40.000.000.000	Rp
Gerbong PPCW	1.000.000.000	Rp

Tabel 5.41 menjelaskan tentang harga lokomotif dan gerbong datar. Untuk harga peti kemas menggunakan harga yang sama untuk moda kapal peti kemas.

Setelah diketahui *fixed cost* dari moda kereta api maka selanjutnya ditentukan *variable cost* dari moda tersebut. Komponen dari *variable cost* adalah *cargo handling cost* dan *voyage cost*. Komponen dari *voyage cost* adalah biaya bahan bakar dan untuk *cargo handling cost* adalah biaya bongkar muat di stasiun asal dan tujuan.

Tabel 5.42 Variable Cost dari Moda Kereta Api

biaya variabel				
biaya perjalanan				
kebutuhan bbm	7.750	L/RT		
biaya BBM	100.750.000	Rp/RT	29.400.109.375,00	Rp/tahun
biaya bongkar muat				
reach stacker	250.000	Rp/TEUs		
	40.000.000	Rp/RT	11.672.500.000,00	Rp/Tahun
total biaya variabel	222.715.287	Rp/RT	64.991.104.719,21	Rp/tahun

Tabel 5.42 merupakan *variable cost* dari moda kereta api. Dapat dilihat bahwa besaran *voyage cost* adalah Rp 100.750.000/RT dan Rp 29.400.109.375/Tahun. Untuk *cargo handling cost* Rp 40.000.000/RT dan Rp 11.672.500.000/Tahun.

Setelah semua komponen biaya transportasi telah diketahui maka selanjutnya perlu diketahui biaya transportasi untuk *feeder* dari moda kereta api. Hal tersebut dikarenakan proses pengiriman ini menggunakan multimoda atau lebih dari satu moda pengiriman. *Feeder* pada alternatif ini adalah truk peti kemas. Truk peti kemas melayani rute dari asal menuju stasiun dan stasiun tujuan menuju tujuan akhir.

Tabel 5.43 Spesifikasi dan Jumlah Truk Peti Kemas

truck petikemas (asal menuju stasiun)		
kapasitas	2	TEUs
	4	unit

truck petikemas (asal menuju stasiun)		
kecepatan	30	km/jam
kecepatan muat	30	box/jam
kecepatan bongkar	15	box/jam
konsumsi bahan bakar	0.14	l/km
frekuensi by cargo	40	RT
frekuensi by time	4	RT
jumlah truk	10	unit
jumlah muatan	32	TEUs
truk petikemas (station to destination)		
kapasitas	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam
kecepatan muat	15	box/jam
kecepatan bongkar	30	box/jam
konsumsi bahan bakar	0.14	l/km
frekuensi by time	8	RT
frekuensi by cargo	40	RT
jumlah truk	5	unit
jumlah muatan	32	TEUs/RT

Tabel 5.43 menjelaskan tentang jumlah truk dan minimal *roundtrip* yang harus dilakukan oleh truk peti kemas untuk memenuhi *demand*. Untuk rute asal menuju stasiun dibutuhkan 10 unit truk peti kemas dengan masing-masing truk melakukan 4 kali *roundtrip*. Untuk rute stasiun tujuan menuju tujuan akhir dibutuhkan 5 unit truk peti kemas dengan masing-masing melakukan 8 kali *roundtrip*.

Setelah didapatkan jumlah truk peti kemas dan jumlah *roundtrip* yang dibutuhkan maka selanjutnya dapat diketahui biaya transportasi untuk truk peti kemas.

Capital Cost		
Rute	Nilai	Satuan
Truk (Origin To Station)	4.616.191.091,33	Rp/Tahun
Truk (Station To Destination)	1.067.009.104,41	Rp/Tahun
Total	5.683.200.195,74	Rp/Tahun

Voyage Cost		
Rute	Nilai	Satuan
Truk (Origin To Station)	938.635.750,00	Rp/Tahun
Truk (Station To Destination)	186.426.500,00	Rp/Tahun
Total	1.125.062.250,00	Rp/Tahun

Cargo Handling Cost		
Rute	Nilai	Satuan
Truk (Origin To Station)	116.725.000,00	Rp/Tahun
Truk (Station To Destination)	32.099.375,00	Rp/Tahun
Total	148.824.375,00	Rp/Tahun

Tabel 5.44 *Transportation Cost* Truk Peti Kemas

Tabel 5.44 menjelaskan biaya transportasi dari truk peti kemas. Dapat dilihat untuk *capital cost* dari truk peti kemas adalah Rp 5.683.200.195/Tahun. Untuk *voyage cost* dari truk peti kemas adalah Rp 1.125.062.250/Tahun. Untuk biaya bongkar muat didapatkan nilai Rp 148.824.375/Tahun. Biaya bongkar muat dari truk peti kemas merupakan biaya sewa *forklift* yang digunakan sebagai alat bantu bongkar muat di gudang asal maupun tujuan.

Tabel 5.45 *Transportation cost alternatif kereta api*

transportation cost				
truk (origin to station)				
capital cost	15.819.031	Rp/R T	4.616.191.091	Rp/Tahun
voyage cost	3.216.571	Rp/R T	938.635.750	Rp/tahun
cargo handling cost	400.000	Rp/R T	116.725.000	Rp/tahun
total cost	19.435.602	Rp/R T	5.671.551.841	Rp/Tahun
total muatan	160	unit	23.345	Rp/Tahun
unit cost	121.472	Rp/R T	242.945	Rp/Unit

kereta (station to station)				
capital cost	81.896.398	Rp/R T	23.898.392.705	Rp/Tahun
voyage cost	100.750.000	Rp/R T	29.400.109.375	Rp/tahun
cargo handling cost	40.000.000	Rp/R T	11.672.500.000	Rp/tahun
total cost	222.646.398	Rp/R T	64.971.002.080	Rp/Tahun
total muatan	160	unit	23.345	Rp/Tahun

kereta (station to station)				
unit cost	1.391.539	Rp/RT	2.783.079	Rp/Unit

truk (station to destination)				
capital cost	3.656.488	Rp/RT	1.067.009.104,41	Rp/Tahun
voyage cost	638.857	Rp/RT	186.426.500	Rp/tahun
cargo handling cost	110.000	Rp/RT	32.099.375	Rp/tahun
total coost	4.405.345	Rp/RT	1.285.534.979	Rp/Tahun
total muatan	160	unit	23.345	Rp/Tahun
unit cost	27.533	Rp/unit	55.066	Rp/unit

total cost	246.487.346	Rp/RT	71.928.088.901	Rp/tahun
muatan yang terangkut	160	unit/RT	23.345	unit/tahun
unit cost	1.540.545	Rp/unit	3.081.091	Rp/unit

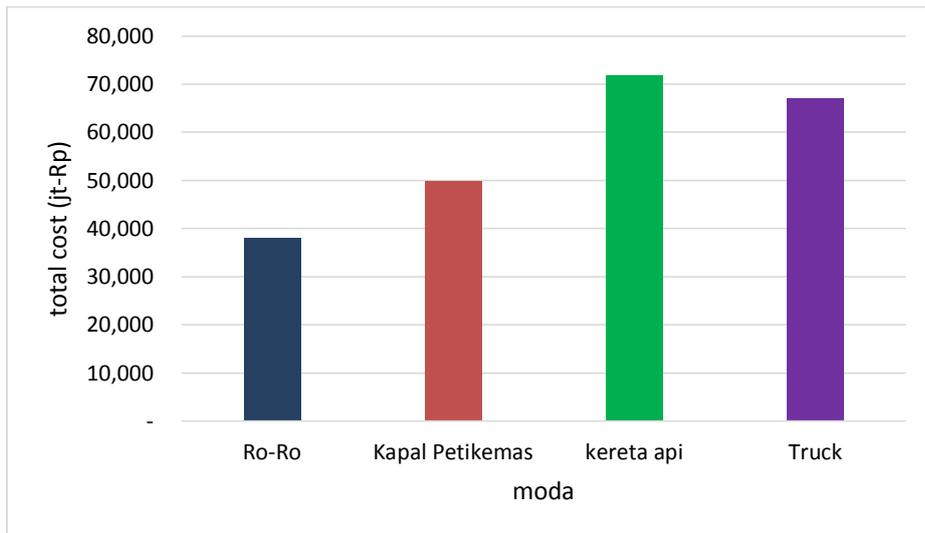
Tabel 5.45 menjelaskan besaran biaya transportasi total yang dikeluarkan untuk pengiriman kendaraan menggunakan moda kereta api. Dapat dilihat *total cost* dari pengiriman menggunakan moda kereta api adalah Rp 71.948.191.539/Tahun. Nilai tersebut sudah termasuk untuk biaya transportasi kereta api dan biaya transportasi truk peti kemas.

Setelah didapatkan biaya transportasi total selanjutnya dapat diketahui *unit cost* atau biaya yang dikeluarkan untuk satuan unit kendaraan. Besaran *unit cost* dari pengiriman ini adalah Rp 3.081.952/unit.

5.6 Perbandingan Cost Antar Moda

Setelah sebelumnya diketahui komponen-komponen biaya dari masing-masing alternatif moda, selanjutnya perlu diketahui biaya per satuan unit dari masing-masing alternatif. Untuk mengetahui biaya per satuan unit (*unit cost*) perlu diketahui *total cost*

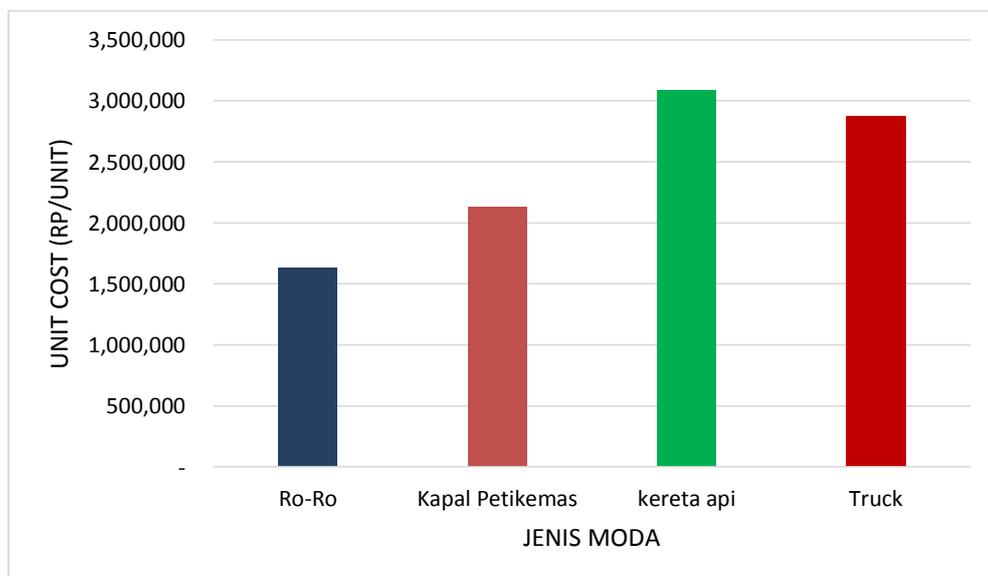
dan jumlah muatan yang terangkut dari tiap alternatif. Berikut merupakan *total cost* dari masing-masing alternatif.



Gambar 5.7 Total Cost

Gambar 5.7 Total Cost menjelaskan bahwa kapal Ro-Ro memiliki *total cost* terendah yaitu Rp 380.095.991.222/tahun. Kapal peti kemas memiliki *total cost* Rp 497.928.796.837/tahun, Rp719.481.915.400/tahun untuk kereta api dan Rp 670.603.971.429/tahun untuk truk *car carrier trailer*.

Setelah diketahui *total cost* dari masing-masing alternatif moda perlu diketahui jumlah dari kargo atau muatan yang terangkut. Muatan yang terangkut adalah 23.345 unit/tahun.

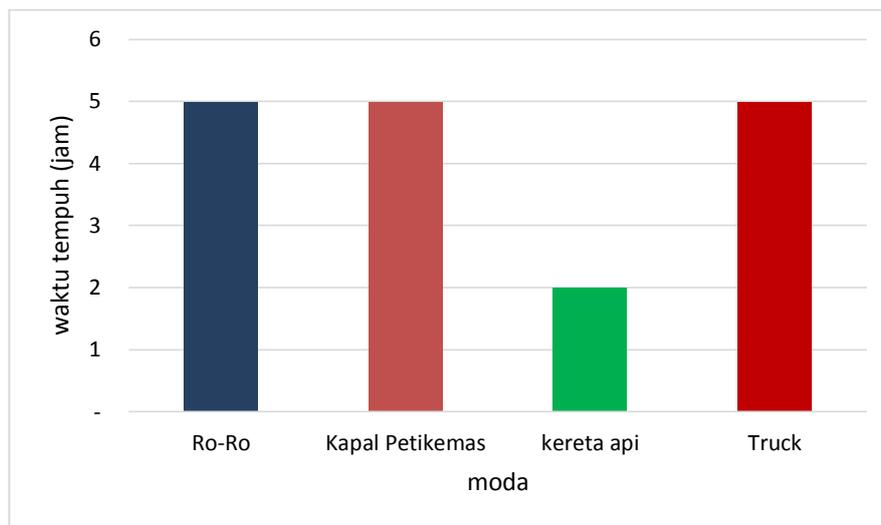


Gambar 5.8 Unit Cost

Gambar 5.8 menjelaskan bahwa kapal Ro-Ro memiliki *unit cost* terendah yaitu Rp 1.628.168/unit. Alternatif lain didapatkan Rp 2.132.914/unit untuk kapal peti kemas, Rp 3.081.952/unit untuk kapal peti kemas, dan Rp 2.872.580/unit untuk truk *car carrier trailer*.

5.7 Perbandingan waktu tempuh tiap moda

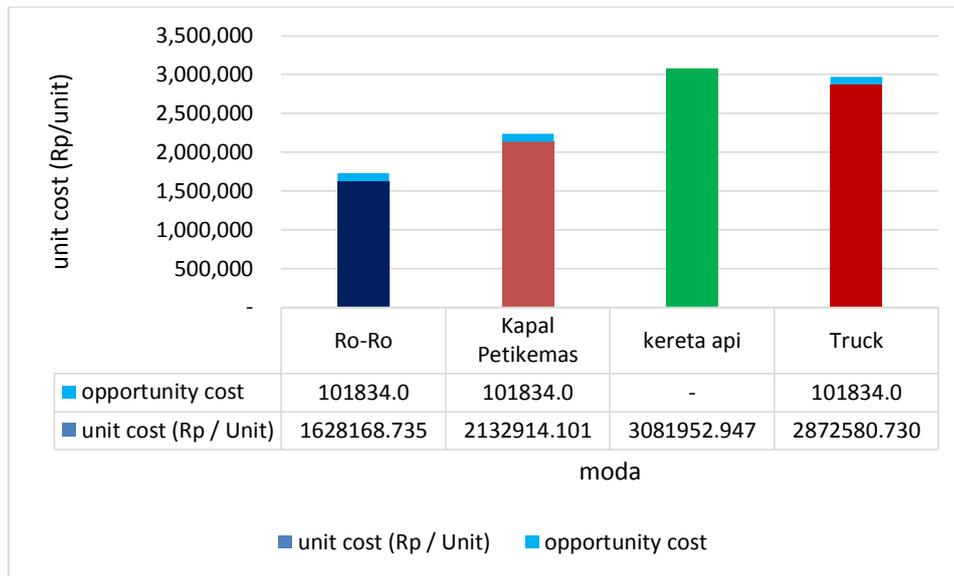
Tiap moda memiliki kapasitas, kecepatan dan jarak yang berbeda. Perbedaan tersebut mengakibatkan adanya perbedaan waktu tempuh atau waktu yang dibutuhkan untuk melayani *demand*. Oleh karena itu perbedaan waktu tempuh tersebut bisa dibandingkan dengan menggunakan *opportunity cost*. *Opportunity cost* akan berpengaruh terhadap ke besaran *unit cost* dari tiap alternatif moda.



Gambar 5.9 Grafik Perbedaan Waktu Tempuh dari Tiap Moda

Gambar 5.9 menjelaskan perbedaan waktu tempuh dari tiap moda. Moda kereta api merupakan moda yang paling cepat untuk melakukan pengiriman. Kereta api hanya butuh waktu 2 hari untuk melakukan 1 kali *roundtrip*. Moda kapal Ro-Ro membutuhkan waktu 5 hari untuk melakukan 1 kali *roundtrip*, sedangkan untuk kapal peti kemas dan truk *car carrier trailers* sama-sama membutuhkan waktu 5 hari untuk melakukan pengiriman.

Perbedaan waktu pengiriman selanjutnya diolah untuk mengetahui besaran *opportunity cost* dari masing-masing moda kecuali moda yang paling cepat, hal tersebut dikarenakan moda yang tercepat dianggap sebagai acuan untuk moda lainnya.



Gambar 5.10 Unit Cost + Opportunity Cost

Gambar 5.10 menjelaskan tentang pengaruh adanya *opportunity cost* pada tiap moda. Pada moda kereta api tidak ditambahkan dengan *ooprtnuity cost* dikarenakan moda kereta api merupakan moda yang paling cepat.

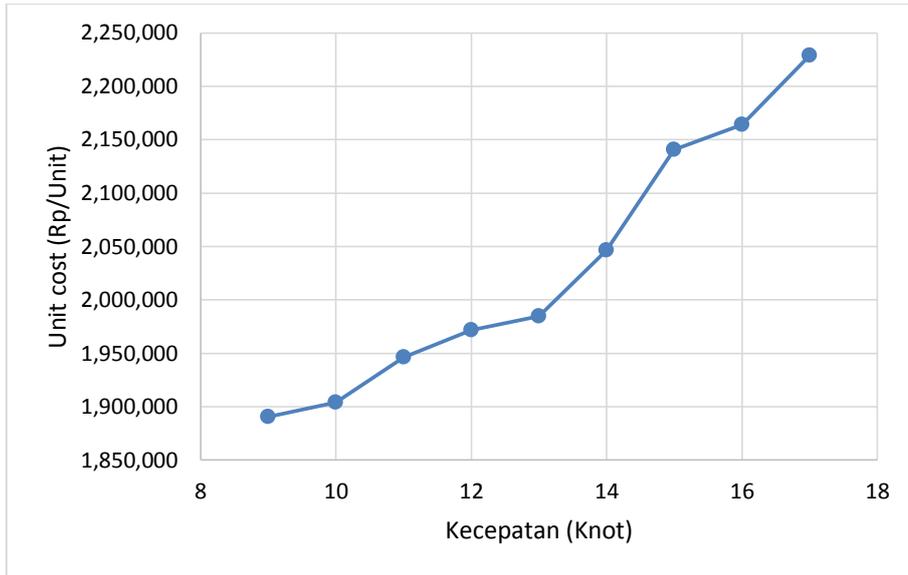
5.8 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas ini dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan-perubahan yang terjadi jika parameter-parameternya (variable bebasnya) diubah. Hal tersebut berpengaruh terhadap system kerja untuk menghasilkan keuntungan atau biaya yang akan dikeluarkan (*unit cost*).

Dalam penelitian ini parameter-parameter yang dilakukan perubahan adalah muatan yang terangkut dan jarak yang ditempuh. Perubahan-perubahan tersebut akan berpengaruh terhadap *unit cost* dari pengiriman tersebut. Ketika parameter jarak diubah jumlah muatan dianggap tetap sebaliknya ketika parameter jumlah muatan diubah jarak dianggap tetap.

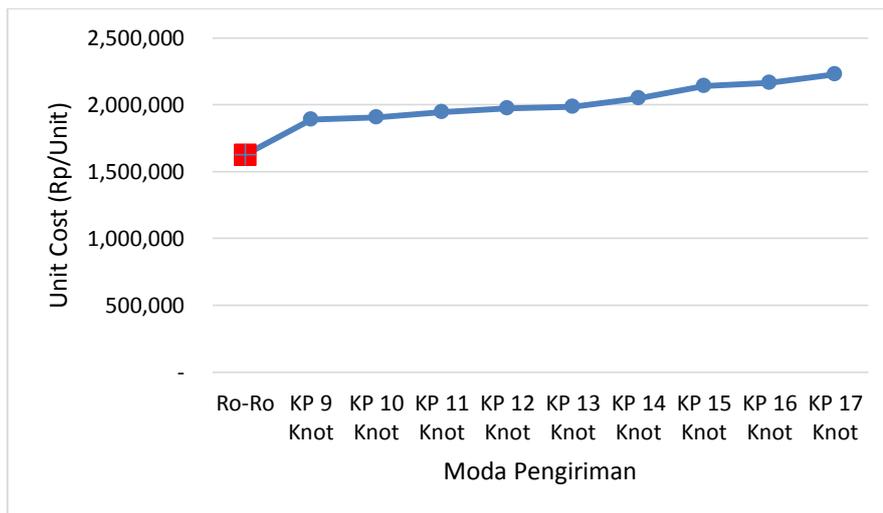
5.8.1 Analisis sensitivitas perubahan kecepatan dan kapasitas kapal peti kemas terhadap *unit cost*

Pada analisis ini dilakukan perubahan kecepatan dari kapal peti kemas dengan kapasitas yang tetap. Perubahan kecepatan berpengaruh kepada pemilihan mesin yang akan digunakan. Perubahan pemilihan mesin akan berpengaruh terhadap daya mesin dan konsumsi bahan bakar dari mesin terpilih, hal tersebut akan berpengaruh pada *voyage cost*.



Gambar 5.11 Pengaruh Perubahan Kecepatan Terhadap *Unit Cost*

Pada Gambar 5.11 dijelaskan pengaruh perubahan kecepatan terhadap *unit cost* dari pengiriman menggunakan kapal peti kemas, ketika kecepatan makin rendah maka *unit cost* akan makin rendah, hal tersebut diakibatkan karena perubahan kecepatan akan merubah mesin yang digunakan. Analisis ini mengabaikan dimensi mesin yang diperlukan sebagai inputan dari mesin pilihan adalah kebutuhan bahan bakar dan daya mesin.

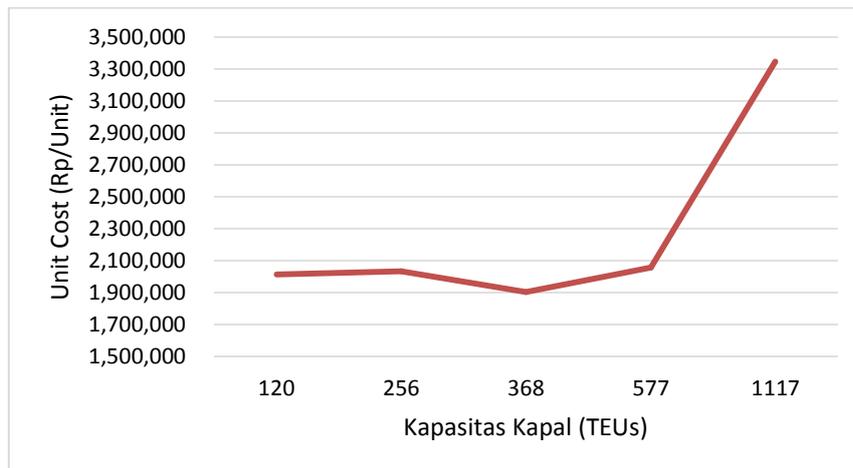


Gambar 5.12 Perbandingan *Unit Cost* dari Kapal Peti Kemas dan Ro-Ro

Kapal Ro-Ro masih menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah, hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 5.12. Kapal peti kemas tetap memiliki *unit cost* lebih tinggi dibandingkan dengan kapal Ro-Ro walaupun kecepatan dari kapal peti kemas telah diubah. Kapal Ro-Ro memiliki *unit cost* senilai Rp 1.628.168/unit kendaraan, sedangkan

kapal peti kemas pada saat kecepatan paling rendah memiliki *unit cost* senilai Rp 1.890.584/unit kendaraan.

Selanjutnya dilakukan analisis sensitivitas ketika kapasitas dari kapal peti kemas.



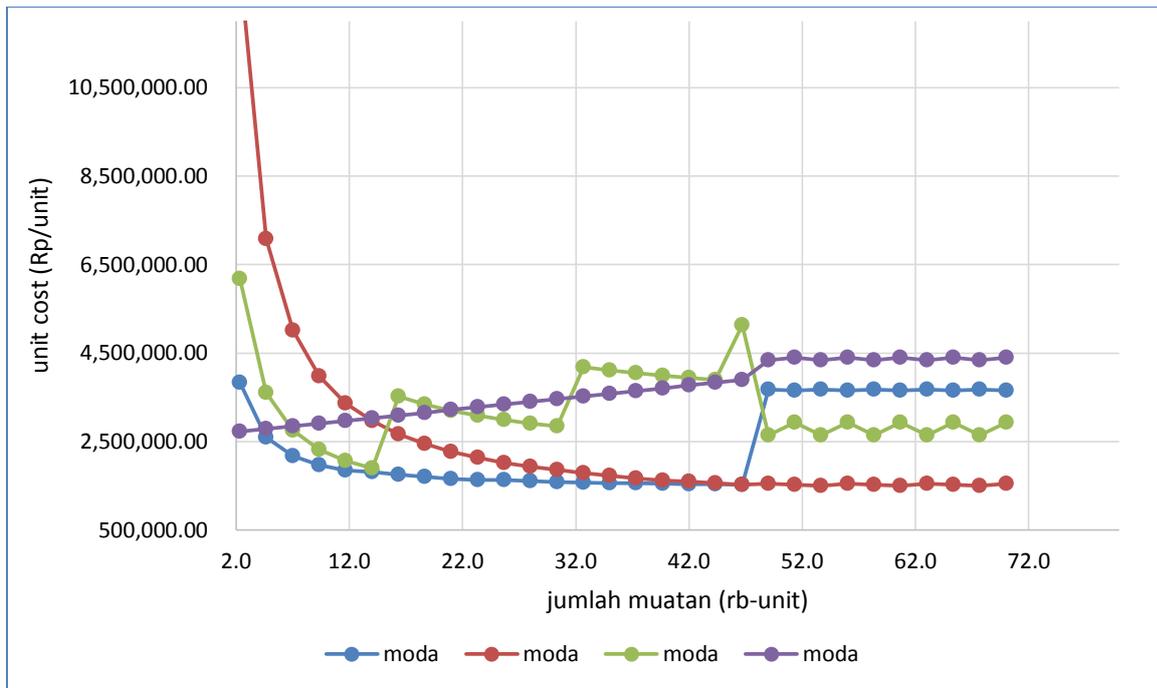
Gambar 5.13 Pengaruh Kapasitas Terhadap *Unit Cost*

Perubahan kapasitas dari kapal peti kemas akan berpengaruh pada *unit cost* dari pengiriman ini. Hal tersebut dipengaruhi oleh kapal pilihan yang memiliki harga sewa dan *voyage cost* yang berbeda. Kapal peti kemas memiliki *unit cost* paling rendah ketika kapasitas kapal peti kemas adalah 368 TEUs.

Setiap kapasitas yang digunakan dalam perbandingan ini merupakan kapal yang sudah beroperasi di Indonesia. Setiap kapasitas memiliki spesifikasi yang berbeda pada mesin yang digunakan, DWT, GT, dan kecepatan.

5.8.2 Analisis sensitifitas muatan terhadap *unit cost*

Analisis sensitifitas jumlah muatan ini dilakukan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi ketika jumlah muatan per tahunnya terjadi kenaikan maupun penurunan. Analisis ini digunakan jumlah muatan dari 10% dari jumlah muatan saat ini sampai 200% jumlah muatan dari saat ini.



Gambar 5.14 Analisis Sensitivitas Muatan Terhadap *Unit Cost*

Gambar 5.13 didapatkan alternatif yang berbeda dari tiap kondisi jumlah muatan. Dapat dilihat ketika jumlah muatan per tahun <5000 unit maka moda *car carrier trailer* menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah. Kapal ro-ro menjadi moda dengan *unit cost* terendah ketika jumlah muatan $5000 < x < 49000$ unit/tahun maka moda. Moda kapal peti kemas menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah untuk muatan >49000 unit per tahun,

Ketika jumlah muatan bertambah maka akan berpengaruh kepada jumlah moda yang digunakan. Ketika kapasitas maksimum moda telah terlampaui maka moda harus bertambah dan hal tersebut akan mengakibatkan penambahan *capital cost* sehingga moda yang memiliki kapasitas kecil *unit cost unit cost* yang dihasilkan akan terus bertambah seiring dengan penambahn jumlah muatan, sedangkan yang memiliki kapasitas jauh lebih besar *unit cost* yang dihasilkan akan terus berkurang hingga moda tersebut mencapai kapasitas maksimumnya.

5.8.3 Analisis sensitifitas jarak terhadap *unit cost*

Salah satu parameter yang menjadi acuan adalah jarak. Jarak berpengaruh pada biaya perjalanan (*voyage cost*). Dikarenakan berpengaruh terhadap biaya perjalanan maka akan berpengaruh juga kepada *unit cost*.

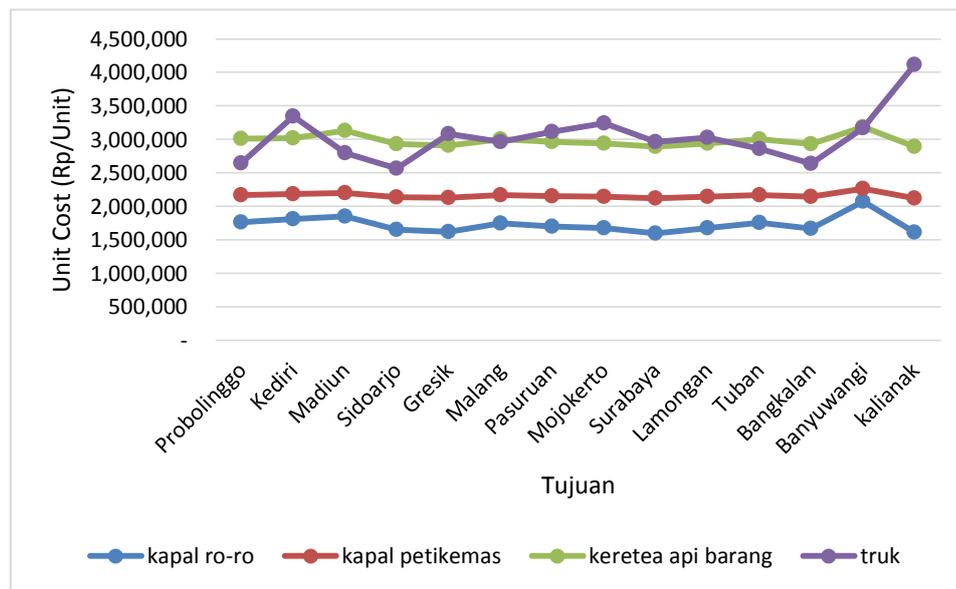
Analisis sensitivitas terhadap jarak dilakukan dengan cara merubah letak gudanga asal (*origin*) dan gudang tujuan (*destination*) tanpa merubah letak pelabuhan ataupun stasiun asal dan tujuan. Perubahan letak gudang asal dan tujuan dilakukan untuk

mengetahui pengaruh jarak dengan *unit cost* sesuai kondisi pada kenyataan. Berikut merupakan lokasi asal dan tujuan yang dijadikan acuan untuk perubahan jarak.

Tabel 5.46 Perpindahan Lokasi untuk Analisis Sensitivitas Jarak

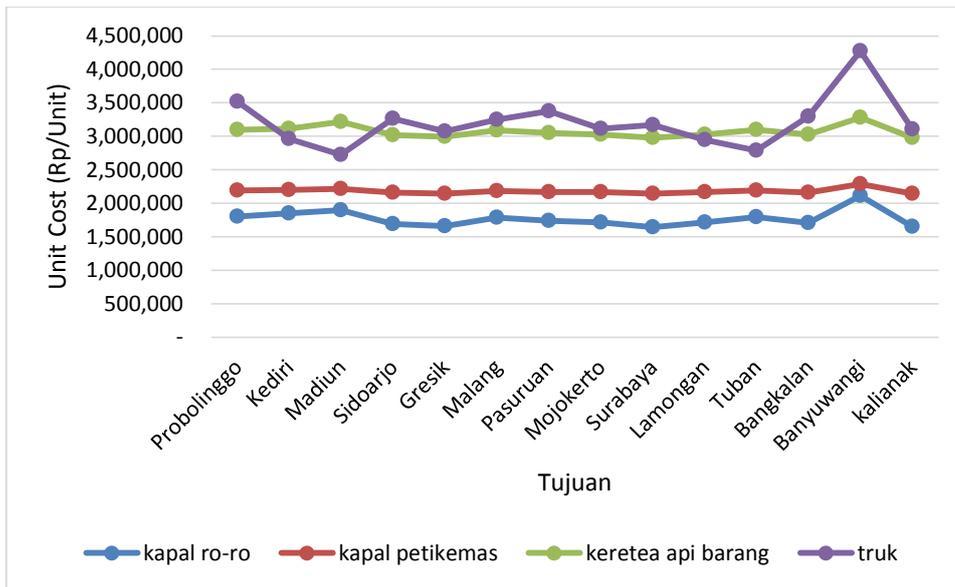
Perpindahan asal dan tujuan	
gudang asal	gudang tujuan
Purwakarta	Probolinggo
Rancaekek	Kediri
Serang	Madiun
Tangerang	Sidoarjo
Cilegon	Gresik
Jakarta	Malang
Karawang	Pasuruan
Bogor	Mojokerto
Bandung	Surabaya
Bekasi	Lamongan
Depok	Tuban
	Bangkalan
	Banyuwangi

Tabel 5.46 menjelaskan tentang lokasi-lokasi perpindahan gudang asal dan tujuan untuk mengetahui analisis sensitivitas jarak terhadap *unit cost*.



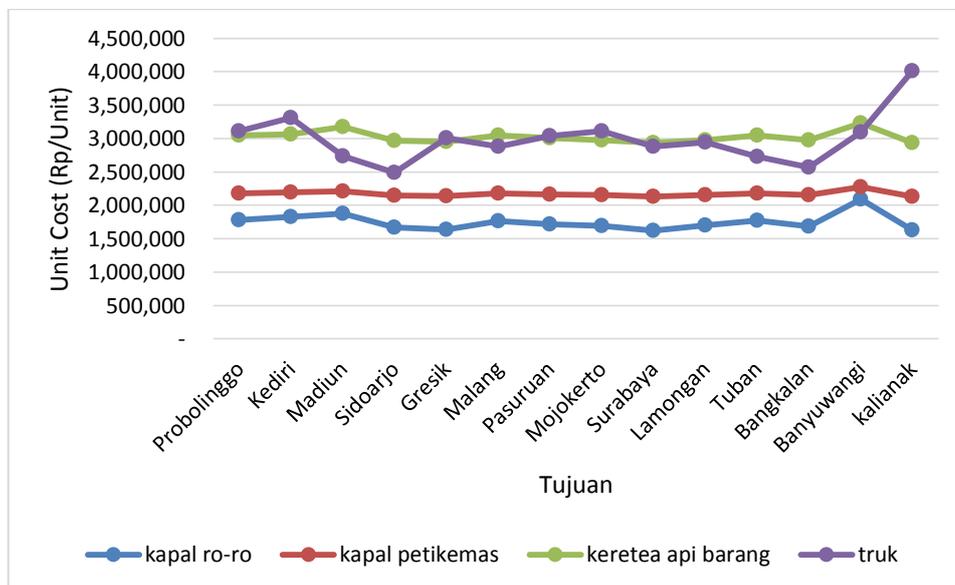
Gambar 5.15 Lokasi Asal Kab. Bekasi

Gambar 5.15 merupakan pengaruh jarak terhadap *unit cost* ketika lokasi gudang asal dipindahkn ke Kab. Bekasi dan gudang tujuan dipindahkan ke kota dan kabupaten di atas. Didapatkan moda kapal ro-ro merupakan moda yang memiliki *unit cost* paling rendah untuk seluruh tujuan.



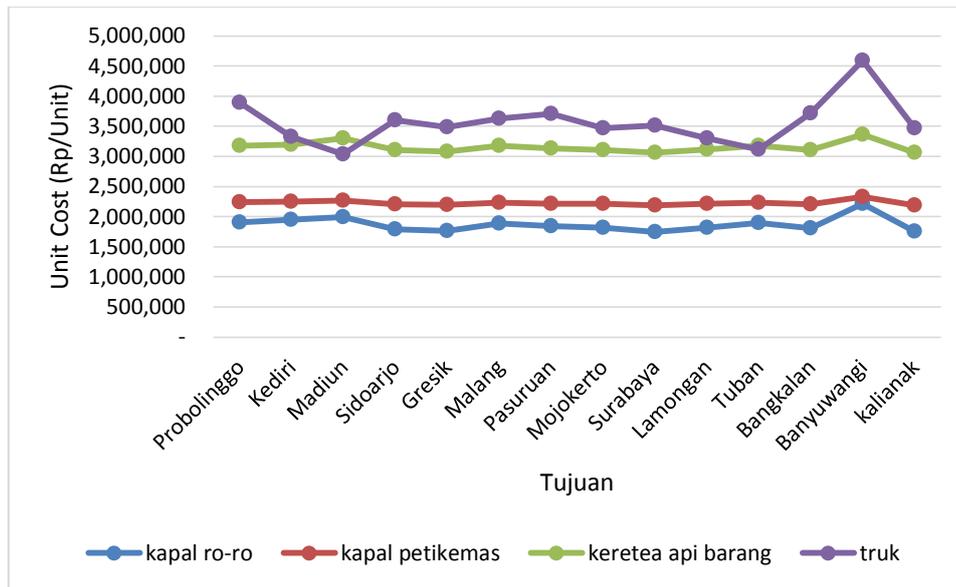
Gambar 5.16 Lokasi Asal Kab. Bogor

Gambar 5.16 menjelaskan jika gudang asal dipindahkan ke Kab. Bogor. Dapat dilihat untuk asal Kab. Bogor moda kapal ro-ro menjadi moda dominan untuk semua tujuan.



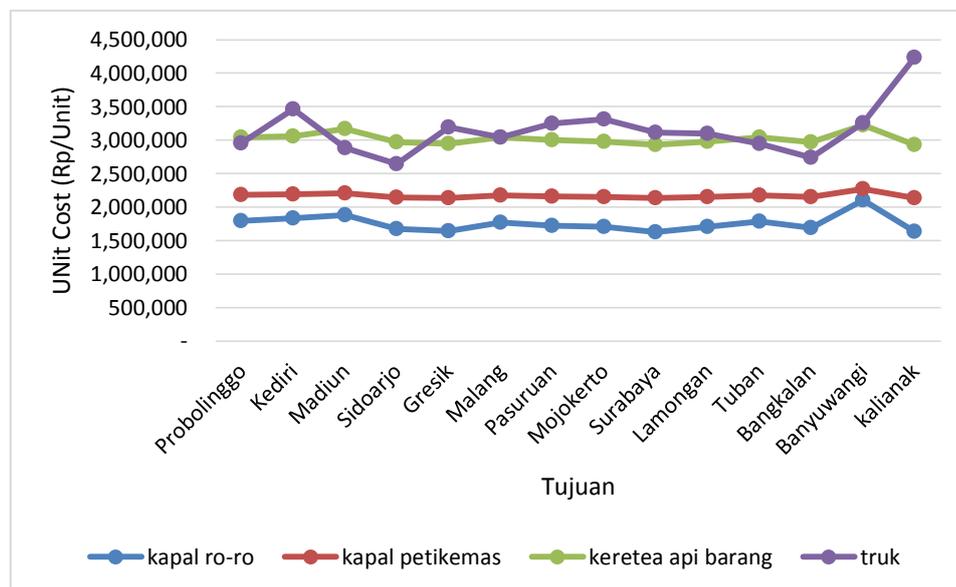
Gambar 5.17 Lokasi Asal Kab. Cikarang

Gambar 5.17 perpindahan lokasi gudang asala adalah Kab.Cikarang. Ketika gudang asal dipindahkan ke Kab. Cikarang moda kapal Ro-Ro masih menjadi moda dengan *unit cost* terendah.



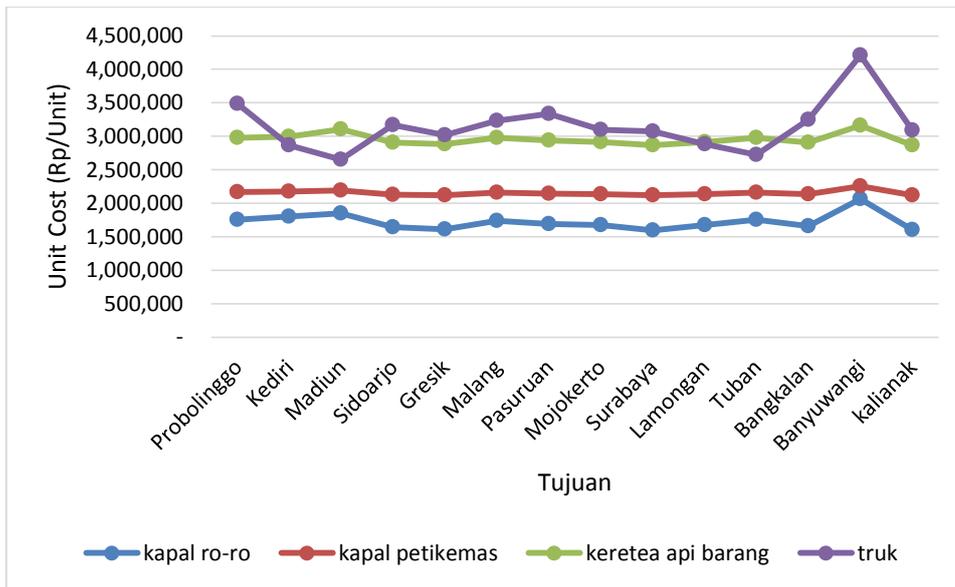
Gambar 5.18 Lokasi Asal Kab. Cilegon

Gambar 5.18 menjelaskan perpindahan asal ke Kab. Cilegon, Ketika gudang asal dipindahkan ke Kab. Cilegon kapal ro-ro tetap menjadi moda paling murah untuk semua tujuan.



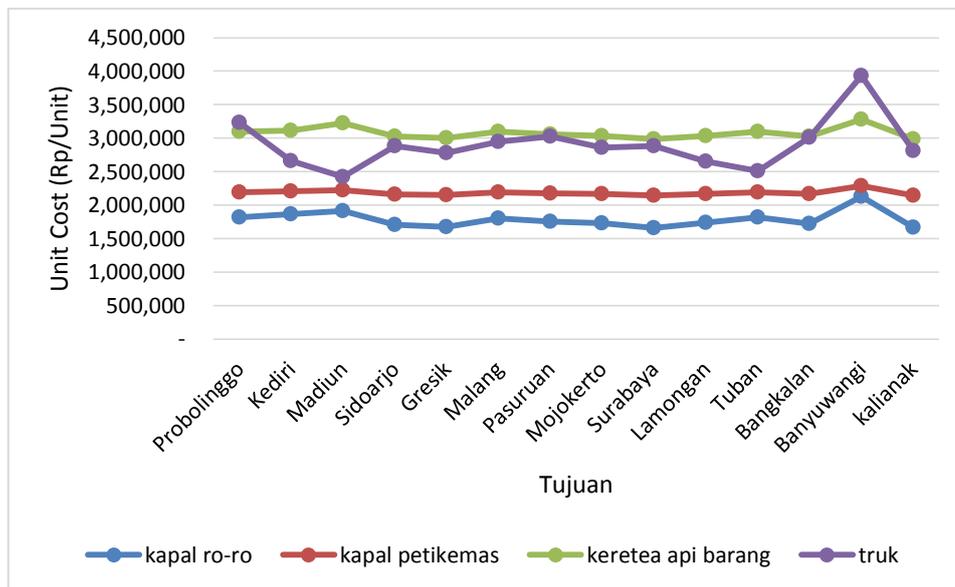
Gambar 5.19 Lokasi Asal Kota Depok

Pemindahan gudang asal ke Kota Depok mengakibatkan perubahan jarak yang mengakibatkan perubahan *unit cost*. Moda kapal Ro-Ro menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah untuk semua gudang tujuan.



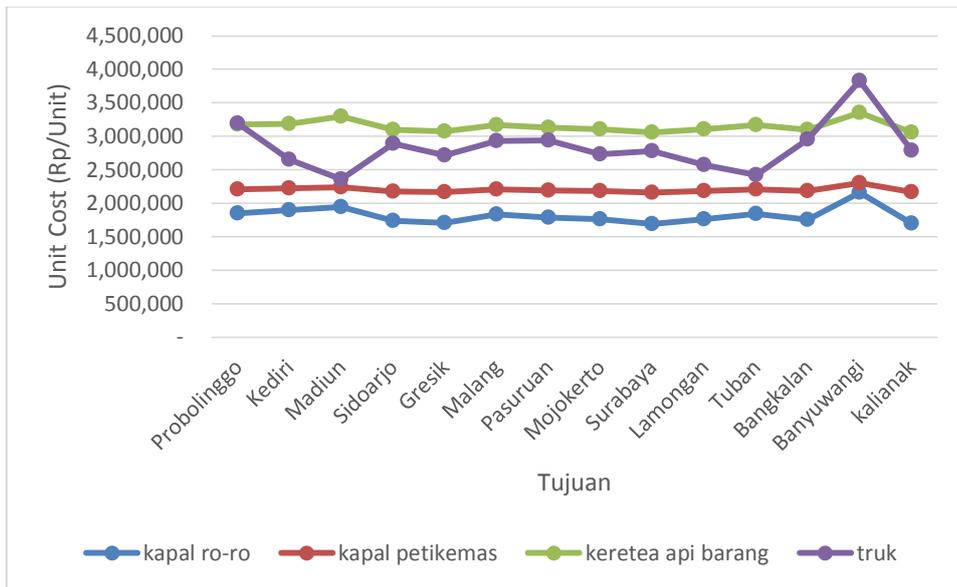
Gambar 5.20 Lokasi Asal Kota Jakarta

Gambar 5.20 menjelaskan ketika gudang asal dipindahkan ke Kota Jakarta semua tujuan dapat dilayani menggunakan moda kapal ro-ro, dikarenakan kereta api memiliki *unit cost* paling rendah.



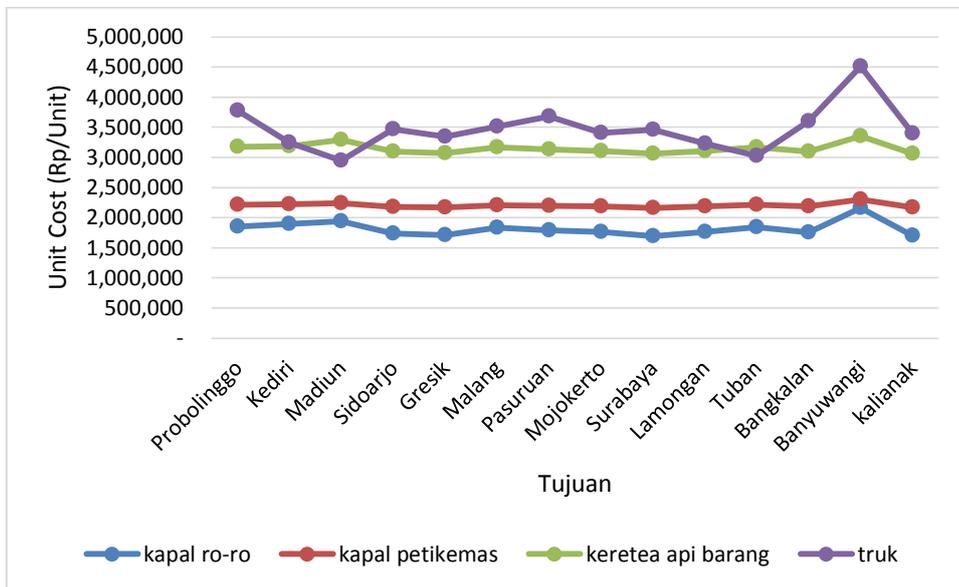
Gambar 5.21 Lokasi Asal Kab. Karawang

Kapal ro-ro merupakan moda dengan *unit cost* terendah ketika gudang asal dipindahkan ke Kab. Karawang untuk semua tujuan.



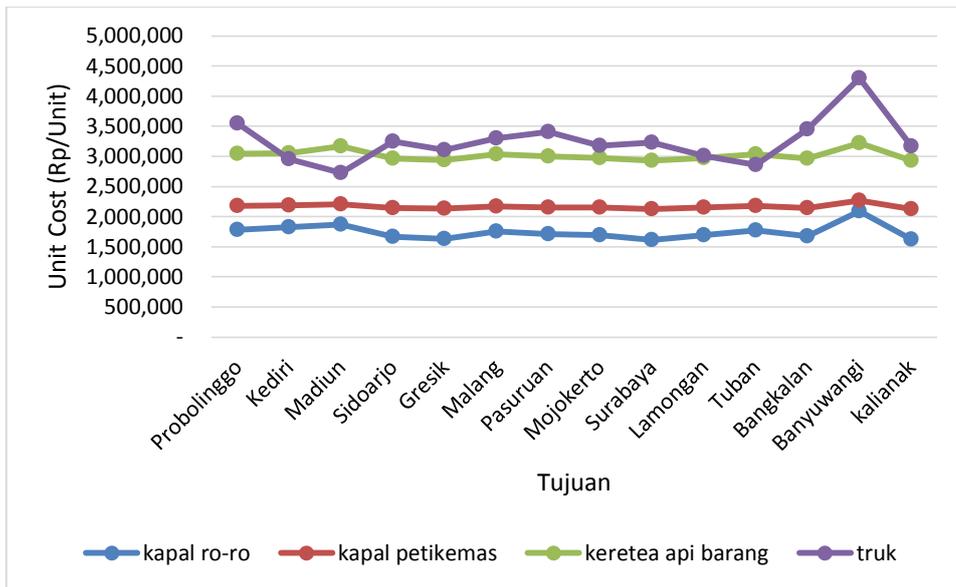
Gambar 5.22 Lokasi Asal Kab. Purwakarta

Kapal Ro-Ro menjadi moda yang dominan untuk pengiriman yang berasal dai Kab. Purwakarta.



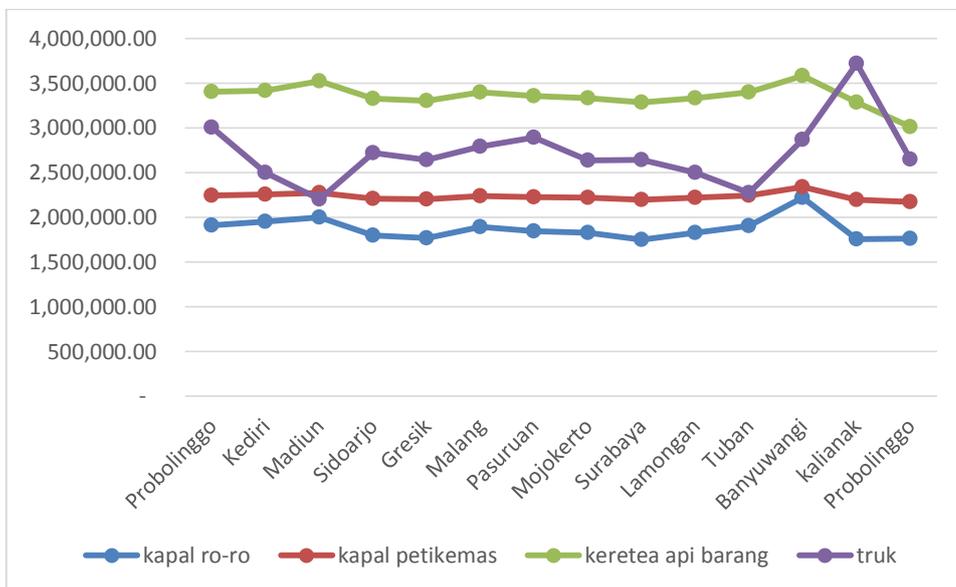
Gambar 5.23 Lokasi Asal Kab.Serang

Kapal Ro-Ro masih mendominasi moda dengan *unit cost* terendah untuk semua tujuan ketika gudang asal dipindahkan ke Kab. Serang.



Gambar 5.24 Lokasi Asal Kab. Tangerang

Sama halnya dengan gambar sebelumnya, untuk daerah asal Kab. Tangerang untuk semua tujuan moda kapal menjadi moda paling murah.



Gambar 5.25 Lokasi Asal Kab. Bandung

Moda kapal ro-ro masih dominan untuk melakukan pengiriman dikarenakan memiliki *unit cost* paling rendah ketika lokasi gudang dipindahkan ke Kab. Bandung.

Gambar 5.14 – Gambar 5.24 menjelaskan tentang pengaruh perpindahan asal dan tujuan untuk pengiriman kendaraan terhadap *unit cost* dari tiap moda da nasal serta tujuan. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah jarak tempuh dari tiap moda serta asal dan tujuan yang berbeda. Jarak dari moda kapal Ro-Ro dihitung dari jarak gudang asal menuju pelabuhan, pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan dan pelabuhan tujuan ke gudang

tujuan. Jarak dari moda kapal peti kemas sama dengan kapal Ro-Ro. Jarak dari moda kereta api berbeda dengan jarak dari moda kapal Ro-Ro dan kapal peti kemas, untuk jarak dari moda kereta api tidak digunakan pelabuhan sebagai tempat untuk perpindahan moda, yang digunakan sebagai tempat perpindahan moda adalah stasiun. Moda *car carrier trailer* melakukan perjalanan langsung dari gudang asal menuju gudang tujuan.

Jarak berpengaruh terhadap jumlah armada yang digunakan untuk melakukan pengiriman, hal tersebut dikarenakan adanya batasan waktu untuk melayani pengiriman. Batasan waktu yang digunakan adalah 330 hari/tahun. Moda *car carrier trailer* menjadi mahal dikarenakan kapasitas dan kecepatan moda *car carrier trailer* jauh lebih kecil daripada moda lainnya. Kapasitas dari *car carrier trailer* akan berpengaruh pada jumlah armada yang digunakan yang secara otomatis akan berpengaruh kepada *unit cost* dari tiap kendaraan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- 1) Pengiriman kendaraan saat ini dilakukan oleh kapal Ro-Ro dengan bantuan moda *car carrier trailer*. *Car carrier trailer* melakukan pengiriman dari gudang asal menuju pelabuhan. Untuk selanjutnya kapal Ro-Ro menjadi moda untuk melakukan pengiriman dari Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta menuju Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya. Selanjutnya mobil dikendarai oleh TKBM untuk dibawa menuju gudang tujuan. Kapasitas dari masing-masing moda adalah 557 unit kendaraan untuk kapal Ro-Ro dan 8 unit untuk 1 unit *car carrier trailer*.
- 2) Moda-moda yang dapat melakukan pengiriman adalah kapal peti kemas, kereta api, dan *car carrier trailer*. Untuk moda kapal peti kemas dan kereta api kendaraan atau mobil harus dimuat ke dalam peti kemas terlebih dahulu sebagai media penyimpanan kendaraan. Kapasitas dari kapal peti kemas adalah 368 TEUs yang mampu membawa 776 unit kendaraan dalam satu kali *roundtrip*. Untuk moda kereta api memiliki kapasitas 40 TEUs atau 80 unit kendaraan dalam sekali *roundtrip*. Untuk kapasitas dari *car carrier trailer* mampu membawa 8 unit kendaraan.
- 3) Moda kapal Ro-Ro menjadi moda dengan *unit cost* terendah yaitu Rp 1.628.169/unit, ketika jumlah muatan diubah maka akan berpengaruh pada *unit cost*. *Car carrier trailer* menjadi moda dengan *unit cost* terendah ketika muatan <5000 unit/tahun moda. Kapal Ro-Ro menjadi moda dengan *unit cost* terendah untuk muatan $5000 < x < 49000$ unit/tahun. Kapal peti kemas menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah untuk muatan > 49000 . Moda kapal Ro-Ro menjadi moda dengan *unit cost* paling rendah ketika lokasi gudang asal dan tujuan diubah. Perubahan kecepatan dari kapal peti kemas berpengaruh terhadap *unit cost*, tetapi moda dengan *unit cost* paling rendah tetap moda kapal Ro-Ro.

6.2 Saran

Saran kedepannya yang dapat diberikan dari penelitian ini antara lain:

- 1) Alternatif moda yang digunakan sebagai *feeder* dapat ditambah dengan kombinasi moda lainnya.
- 2) Skenario dalam pengiriman masih dapat ditambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhamda, Putra. 2015. *Optimalisasi Pengiriman Product Oil untuk Daerah Kepulauan: Studi Kasus Nusa Tenggara Timur*. Surabaya: ITS.
- Bahtiar, Yusuf. 2015. *Studi Komparasi Antar Moda (Angkutan Darat dan Kapal Peti Kemas): Studi Kasus Jawa Timur - Bali - Lombok*. Surabaya: ITS.
- Daud Poweroy, Ali Fahmi. 2015. *Studi Komparasi Logistik Peti Kemas Antara Kapal Peti Kemas dengan Kereta Api Double Track: Studi Kasus Koridor Surabaya - Jakarta*. Surabaya: ITS.
- Dewi, Silvia. 2015. *Perbandingan Antar Moda Pengiriman Sapi: Studi Kasus Nusa Tenggara Timur - Jakarta*. Surabaya: ITS.
- Eko, Ardyah. 2013. *Analisis Pemindahan Moda Angkutan Barang di Jalan Raya Pantura: Studi Kasus Jakarta - Surabaya*. Surabaya: ITS.
- Pujawan, Nyoman. n.d. *Supply Chain Management*. Surabaya: UD. ADIPURA.
- S.T., Pratiwi Wuryaningrum. 2015. *Model Insentif untuk Short Sea Shipping: Studi Kasus Angkutan Barang di Pantura Jawa*. Surabaya: ITS.
- Suyono, Capt. R.P. 2016. *Shipping: Pengangkutan Intermodal Eksport Import Melalui Jalur Laut (Edisi 4)*. Jakarta.
- Wuryaningrum, Pratiwi. 2014. *Cost Benefit Analisis Penerapan Short Sea Shipping di Jalur Pantura dalam Pengurangan Beban Jalan*. Surabaya: ITS.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Denpasar, Bali tanggal 5 April 1994. Penulis adalah anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis mengenyam pendidikan formal di SD Tunas Jakasampurna, Bekasi (2000 – 2006), SMPN 16 Bekasi (2006 – 2009), SMA Negeri 3 Bekasi (2009 – 2012), dan terdaftar menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN undangan. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif pada organisasi mahasiswa, antara lain TPKH – ITS sebagai staf departemen umum 2013 – 2014, penulis juga pernah sebagai anggota *steering comitee* pengaderan HIMASEATRANS 2014-2015. Prestasi yang pernah diraih oleh penulis adalah juara 2 kompetisi basket antar UKKH di UBAYA, juara 3 futsal TPKH Festival 2015. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. TPKS Semarang pada Agustus – Sempember 2015 dan PT. MERATUS Lines Surabaya pada Januari – Februari 2016. Penulis memiliki hobi berolahraga, bermain DOTA 2, dan *travelling*. Penulis pernah mendapatkan prestasi dalam bidang futsal yaitu juara 3 pada TPKH-Festival, juara 2 pada UKKH cup UBAYA untuk bidang basket, dan juara 2 pada UKKH cup UNAIR pada bidang basket. Untuk info lebih lanjut dapat menghubungi penulis.

satyaadiwcksn@gmail.com

LAMPIRAN

Pada lampiran ini berisikan berikut:

- 1) Data pengiriman kendaraan melalui Terminal Mirah Surabaya.
- 2) Perhitungan biaya transportasi dari tiap alternatif moda.
 - a. Moda kapal Ro-Ro
 - b. Moda kapal peti kemas
 - c. Moda kereta api
 - d. Moda *car carrier trailer*
- 3) Analisis sensitivitas jumlah muatan per tahun terhadap *unit cost* tiap moda.
- 4) Analisis sensitivitas perubahan asal dan tujuan terhadap *unit cost* tiap moda.
- 5) Perhitungan *opportunity cost* dari tiap alternatif moda.

Berikut merupakan lampiran dari laporan ini:

- 1) Data pengiriman kendaraan melalui Terminal Mirah Surabaya.

AGUSTUS 2014

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	519
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	596
TOTAL		2			1115

Sep-14

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	543
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	539
3	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	622
4	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	513
TOTAL		4			2217

OKTOBER 2014

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	530
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	557
3	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	632
4	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	641
5	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	619
6	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	532
TOTAL		6			3511

Nov-14

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	584
3	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	617
TOTAL		2			1201

DESEMBER 2014

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	504
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	634
4	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	539
5	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	620
TOTAL		4			2297

JANUARI 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	533

JANUARI 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
2	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	639
TOTAL		2			1.172

FEBRUARI 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	627
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	536
TOTAL		2			1.163

MARET 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	622
2	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	627
3	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	605
TOTAL		3			1.854

APRIL 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	603
2	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	611
3	SERASI II / ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	574
TOTAL		3			1.788

MEI 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II	1	PELINDO	GENCAR	605
2	SERASI II	1	PELINDO	GENCAR	624
3	SERASI II	1	PELINDO	GENCAR	616
TOTAL		3			1.845

JUNI 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI - II/ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	548
TOTAL		1			548

JULI 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI - II	1	PELINDO	GENCAR	599
2	SERASI - II	1	PELINDO	GENCAR	519
TOTAL		2			1.118

AGUSTUS 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI - II	1	PELINDO	GENCAR	597
2	SERASI - II	1	PELINDO	GENCAR	553
TOTAL		2			1.150

SEPTEMBER 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	606
2	SERASI - II/ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	622

SEPTEMBER 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
3	SERASI - II/ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	651
4	SERASI - II/ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	651
TOTAL		4			2.530

OKTOBER 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	546
2	SERASI V /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	653
3	SERASI II	1	PELINDO	GENCAR	534
4	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	516
TOTAL		4			2.249

NOVEMBER 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	522
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	533
3	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	520
TOTAL		3			1.575

DESEMBER 2015

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ABH	1	PELINDO	GENCAR	458
2	SERASI II /ABH	1	PELINDO	GENCAR	513
TOTAL		2			971

JANUARI 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	590
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	637
TOTAL		2			1.227

FEBRUARI 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	589
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	564
3	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	584
4	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	502
TOTAL		4			2.239

MARET 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	590
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	537
3	SERASI V /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	783
TOTAL		3			1910

APRIL 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	604
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	605
TOTAL		2			1.209

MEI 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMA BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	623
2	SERASI II /ADIMA BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	599
3	SERASI II /ADIMA BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	603
4	SERASI II /ADIMA BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	617
TOTAL		4			2.442

JUNI 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	617
2	SERASI II /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	618
3	SERASI V /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	851
4	SERASI III /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	224
5	SERASI V /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	830
TOTAL		5			3140

JULI 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	502
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	490
3	SERASI III /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	155
TOTAL		3			1147

AGUSTUS 2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	493
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	501
3	SERASI V /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	514
4	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	467
6	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	504
TOTAL		5			2479

SEPTEMBER

2016

no	nama kapal	SHIP CALLS	pbm	jenis barang	jumlah bongkar (unit)
1	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	502
2	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	496
3	SERASI I /ADIMAS BAHTERA HARAPAN	1	PELINDO	GENCAR	482
TOTAL		3			1480

2) Perhitungan unit cost tiap moda

1. Kapal Ro-Ro

JAKARTA - SURABAYA	kondisi eksisting	
moda yang digunakan	car carrier trailer - kapal Ro-Ro	
Keterangan	Nilai	Satuan
jumlah muatan	23.345,00	unit / tahun
jarak		
gudang jakarta ke pelabuhan	91,20	km
Tj. Priok - Tj Perak	756,00	nm
	1.375,92	km
Tj. Perak - gudang surabaya	27,60	km
total jarak	1.494,72	km
harga bbm		
<i>car carrier traile</i>	6.500,00	Rp / L
<i>Ro-Ro Ship</i>	7.894.736,84	Rp / Ton
kendaraan pribadi	7.500,00	Rp / L
coomdays	330,00	days

SPESIFIKASI MODA		
CAR CARIER TRAILER		
Keterangan	Nilai	Satuan
Kapasitas	8,00	unit
Kecepatan	30,00	km/jam
Konsumsi BBM	0,14	l/km
Kecepatan Muat	60,00	unit/jam
Kecepatan Bongkar	60,00	unit/jam
Jumlah Truk	10,00	unit
Frekuensi by Csrge	70,00	RT / pengiriman
Frekuensi by Time	7,00	RT/day

kapal Ro-Ro		
Keterangan	Nilai	Satuan
Nama Kapal	SERASI I	
Tipe Kpala	ro-ro	
Jenis Pelayaran	tramper	
Bendera	INDONESIA	
Tahun Pembuatan	1990	
IMO Number	8909123	
Classification	BKI	
LOA	107,14	m
LPP	99,98	m
Breadth Moulded	18,30	m
Draught	5,40	m
DWT	2.457	ton
GRT	7.277	ton
NRT	2.304	ton
Kecepatan	10	knot
Kapasitas	557	unit
Konsumsi BBM	0,000175	ton / KWH
Daya Mesin	5.310	KWH

Waktu Tempuh		
(origin to port)		
Keterangan	Nilai	Satuan
voyage time	3,0	jam / RT
loading time	0,1	jam / RT
discharging time	0,1	jam/ RT
total time	3,3	jam / RT
(port to port)		
seatime	75,6	jam RT
loading time	5,6	jam / RT
disharging time	6,2	jam / RT
total time	87,4	jam / RT
(port to destination)		
voyage time	0,6	jam
frekuensi	12,0	/RT
total	6,6	jam / RT
total	97,3	jam / pengiriman

voyage cost calculation		
Truk		
Keterangan	Nilai	Satuan
fuel oil cost	5.928.000,0	Rp/RT
	248.976.000,0	per tahun
Ro-Ro ship		
fuel oil cost	561.604.911,3	Rp/RT
	23.587.406.275,3	Rp / tahun
Port to warehouse		
fuel oil cost	12.490.725,0	Rp/RT
	524.610.450,0	Rp / tahun
total	580.023.636,3	Rp/RT
	24.360.992.725,3	Rp / Tahun

port cost		
Port Services Charge Calculation	Nilai	satuan
Jakarta		
Harbour Dues	531.221	Per GT/Kunjungan
Pilotage Service		
-Core Tariff	156.800	Per Kapal/Gerakan
-Variable tariff	320.188	Per GT/Kapal/Gerakan
Tug Service		
-Core Tariff	930.000	Per kapal yang ditunda/jam
-Variable tariff	43.662	Per GT/Kapal yang ditunda/jam
Berth Hire		
-Berthing	494.836	Per GT/Etmal
-Dolphin	254.695	Per GT/Etmal
-Coastal Area	167.371	Per GT/Etmal
Total Tariff Tanjung Priok	2.898.773	
	121.748.466	
Port Services Charge Calculation		satuan
surabaya		
Harbour Dues	691.315	Per GT/Kunjungan
Pilotage Service		
-Core Tariff	300.000	Per Kapal/Gerakan
-Variable tariff	320.188	Per GT/Kapal/Gerakan
Tug Service		
-Core Tariff	1.200.000	Per kapal yang ditunda/jam
-Variable tariff	291.080	Per GT/Kapal yang ditunda/jam
Berth Hire		

port cost		
Port Services Charge Calculation	Nilai	satuan
-Berthing	691.315	Per GT/Etmal
-Dolphin	349.296	Per GT/Etmal
-Coastal Area	247.418	Per GT/Etmal
Total Tariff Tanjung Priok	4.090.612	/Voyage
	171.805.704	Rp / Tahun

TCH		
Keterangan	Nilai	Satuan
truck origin to port		
sewa	2.607.914,75	Rp /unit/ hari
jumlah truck	10,00	unit
masa sewa	1	hari/RT
TCH	1.095.324.196,43	Rp/tahun
	26.079.147,53	Rp/RT
kapal roro		
jumlah kapal	1	unit
sewa	5.034.870.225,00	Rp/tahun
TCH	5.034.870.225,00	Rp/Tahun
	119.877.862,50	Rp/RT
total capital cost	6.130.194.421,43	Rp/tahun
	145.957.010,03	Rp/RT

Tranportation cost		
Keterangan	Nilai	Satuan
total voyage cost	580.023.636,32	Rp/voyage
	24.360.992.725,26	Rp/tahun
TCH	145.957.010,03	Rp/voyage
	6.130.194.421,43	Rp/tahun
cargo handling cost	183.474.835,00	Rp/voyage
	7.705.943.070,00	Rp/tahun
Total Cost		
Keterangan	Nilai	Satuan
Total	909.455.481,35	Rp / Pengiriman
	38.197.130.216,69	Rp / tahun
unit cost	1.632.774,65	Rp/unit
	1.632.774,65	Rp/unit

2. Kapal peti kemas

moda yang digunakan		
	truck - kapal petikemas - truck	
keterangan	nilai	satuan
asal	Tanjung Priok	
tujuan	Tanjung Perak	
jarak		
gudang jakarta - tanjung priok	91,2	km
tanjung priok - tanjung perak	756,0	nm
	1.375,9	km
tanjung perak - gudang surabaya	27,6	km
total jarak	1.494,7	km
jumlah kargo	23.345	unit
kapal peti kemas		
keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas kapal	368	TEUs
	736	unit
kecepatan	11	knot
kecepatan muat	30	box/crane/hour
kecepatan bongkar	30	box/crane/hour
voyage time	72	jam
loading time	12,3	jam
discharging time	12,3	jam
total time	96,5	jam
frekuensi by time	82,0	RT/tahun
frekuensi by cargo	32,0	RT/tahun
frekuensi yang digunakan	32,0	RT/tahun
jumlah kapal yang digunakan	1,0	unit
daya kapal	2.610,0	KW
SFOC	0,000195	ton/KWh
truk peti kemas (origin to port)		
Keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas truk	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam
voyage time	3,04	jam
waktu muat	0,07	jam
total waktu	3,11	jam
frekuensi by time	7,00	RT
frekuensi by cargo	184,00	RT
frekuensi yang digunakan	7,00	RT
jumlah truk	27,00	unit
SFOC	0,14	l/km
truk peti kemas (port to destination)		

moda yang digunakan	truck - kapal petikemas - truck	
keterangan	nilai	satuan
Keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas truk	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam
voyage time	0,92	jam
waktu bongkar	0,07	jam
total waktu	1,0	jam
frekuensi by time	24	RT
frekuensi by cargo	184	RT
frekuensi yang digunakan	24	RT
jumlah truk	8	unit
SFOC	0,14	l/km
transportation cost		
kapal petilkemas		
keterangan	nilai	satuan
TCH	892.005.435,00	Rp/RT
voyage cost	304.630.686,74	Rp/RT
cargo handling cost	339.296.000,00	Rp/RT
petikemas	279.296.360,00	Rp/RT
total cost	1.535.932.121,74	Rp/RT
total muatan	736,00	unit
	2.086.864,30	Rp/unit
truk (origin to port)		
TCH	46.206.263,40	Rp/RT
voyage cost	16.005.600,00	Rp/RT
cargo handling cost	400.000,00	Rp/RT
total cost	62.611.863,40	Rp/RT
total muatan	736,00	unit
unit cost	85.070,47	Rp/unit
truk (port to destination)		
TCH	5.850.381,90	Rp/RT
voyage cost	4.920.685,71	Rp/RT
cargo handling cost	110.000,00	Rp/RT
total cost	10.881.067,61	Rp/RT
total muatan	736,00	unit
unit cost	14.784,06	Rp/unit
total transportation cost		

moda yang digunakan	truck - kapal petikemas - truck	
keterangan	nilai	satuan
total cost	1.609.425.052,75	Rp/RT
total muatan	736,00	unit
unit cost	2.186.718,82	Rp/unit

3. Kereta api

moda yang digunakan	kereta api	
Keterangan	Nilai	Satuan
jarak		
gudang -stasiun sungai lagoa	86,60	km
stasiun lagoa - stasiun kalimas	1.550,00	km
stasiun kalimas - gudang	17,20	km
	1.653,80	km
jumlah muatan	23.345,00	unit
truck petikemas (origin to station)		
Keterangan	Nilai	Satuan
kapasitas	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam
kecepatan muat	30	box/jam
kecepatan bongkar	15	box/jam
konsumsi bahan bakar	0,14	l/km
frekuensi by cargo	40	RT
frekuensi by time	4	RT
jumlah truk	10	unit
jumlah muatan	80	TEUs
truk petikemas (station to destination)		
kapasitas	2	TEUs
	4	unit
kecepatan	30	km/jam
kecepatan muat	15	box/jam
kecepatan bongkar	30	box/jam
konsumsi bahan bakar	0,14	l/km
frekuensi by time	8	RT
frekuensi by cargo	40	RT
jumlah truk	5	unit
jumlah muatan	80	TEUs/RT

spesifikasi teknis		
kereta api (station to station)		
Keterangan	Nilai	Satuan
jumlah lokomotif	2	unit
jumlah gerbong	20	unit/lokomotif
kapasitas petikemas	40	TEUs
	80	TEUs/RT
kendaraan terangkut	160	unit
kecepatan	50	Km/Jam

RTT		
Keterangan	Nilai	Satuan
truck (origin to station)		
jarak	86,60	km
kecepatan	30,00	km/jam
voyage time	3	jam
loading time	1	jam
discharging time	1	jam
total time	5	jam/RT
	1.459,06	jam/tahun
	61,00	hari/tahun
truck (station to destination)		
jarak	17,20	
kecepatan	30,00	
voyage time	1	jam
loading time	1,00	jam
discharging time	1	jam
total time	3	jam/RT
	875,44	jam/tahun
	37,00	hari/tahun

transportation cost		
truk (origin to station)		
TCH	15.819.031,37	Rp/RT
voyage cost	3.216.571,43	Rp/RT
cargo handling cost	400.000,00	Rp/RT
total cost	19.435.602,80	Rp/RT
total muatan	160,00	unit
unit cost	121.472,52	Rp/RT
kereta (station to station)		
capital cost	81.965.287,11	Rp/RT
voyage cost	100.750.000,00	Rp/RT

transportation cost		
cargo handling cost	40.000.000,00	Rp/RT
total cost	222.715.287,11	Rp/RT
total muatan	160,00	unit
unit cost	1.391.970,54	Rp/RT
truk (station to destination)		
TCH	3.656.488,69	Rp/RT
voyage cost	638.857,14	Rp/RT
cargo handling cost	110.000,00	Rp/RT
total coost	4.405.345,83	Rp/RT
total muatan	160,00	unit
unit cost	27.533,41	Rp/RT
total cost	246.556.235,73	Rp/RT
muatan yang terangkut	160,00	unit/RT
unit cost	1.540.976,47	Rp/unit

4. *Car carrier trailer*

Jakarta - Surabaya	alternatif truk	
moda yang digunakan	truk	
jumlah muatan	23.345,00	unit / tahun
JARAK		
gudang jakarta - gudang surabaya	1.472,00	km

spesifikasi moda		
truk pengangkut mobil		
kapasitas	8	unit
kecepatan	15	km/jam
konsumsi bbm	0,14286	l/km
kecepatan muat	60	unit/jam
kecepatan bongkar	60	unit/jam
frekuensi maksimum	80	Rt / tahun
frekuensi yang dibutuhkan	2.919	Rt / tahun
frekuensi yang digunakan	80	Rt / tahun
jumlah truk	37,00	unit

voyage cost		
fuel oil cost	50.573.714,29	Rp/RT
CHC		
jakarta	14.590.625,00	Rp/RT
surabaya	14.590.625,00	Rp/RT
TCH		
sewa	758.500.000,00	Rp/RT
total cost		
total cost	838.254.964,29	Rp/RT
unit cost	2.831.942,45	Rp/unit

3) Analisis sensitivitas muatan terhadap *unit cost*

muatan terhadap unit cost						
muatan (rb-unit)	moda				minimun cost	moda terpilih
	Ro-Ro	kapal petikemas	kereta api	car carrier trailer		
2	3.225.406,94	10.670.466,17	6.010.289,16	2.722.462,45	2.722.462,45	car carrier trailer
5	2.421.916,78	6.515.161,34	3.567.183,81	2.783.813,30	2.421.916,78	Ro-Ro
7	2.112.882,10	4.853.039,42	2.734.306,98	2.845.164,16	2.112.882,10	Ro-Ro
9	1.949.275,50	3.958.050,68	2.314.309,27	2.906.515,02	1.949.275,50	Ro-Ro
12	1.847.995,23	3.398.682,73	2.061.159,96	2.967.865,88	1.847.995,23	Ro-Ro
14	1.765.218,09	2.913.897,17	1.887.070,21	3.029.216,73	1.765.218,09	Ro-Ro
16	1.718.862,88	2.660.965,57	1.760.084,47	3.090.567,59	1.718.862,88	Ro-Ro
19	1.683.414,79	2.466.402,80	1.668.826,94	3.151.918,45	1.668.826,94	kereta api
21	1.655.429,45	2.312.094,40	1.597.847,89	3.213.269,30	1.597.847,89	kereta api
23	1.632.774,65	2.186.718,82	1.541.064,04	3.274.620,16	1.541.064,04	kereta api
26	1.609.878,85	2.082.836,20	1.494.604,13	3.335.971,02	1.494.604,13	kereta api
28	1.594.794,55	1.969.186,84	1.455.887,26	3.397.321,88	1.455.887,26	kereta api
30	1.581.904,33	1.898.155,99	1.423.126,63	3.458.672,73	1.423.126,63	kereta api
33	1.570.761,94	1.836.595,92	1.395.342,63	3.520.023,59	1.395.342,63	kereta api
35	1.561.034,46	1.782.730,85	1.371.005,93	3.581.374,45	1.371.005,93	kereta api
37	1.550.484,43	1.735.202,86	1.349.711,24	3.642.725,30	1.349.711,24	kereta api
40	1.543.099,41	1.692.955,75	1.330.921,75	3.704.076,16	1.330.921,75	kereta api
42	1.536.491,76	1.643.424,66	1.314.219,92	3.765.427,02	1.314.219,92	kereta api
44	1.530.544,88	1.610.539,26	1.299.276,15	3.826.777,88	1.299.276,15	kereta api
47	1.525.164,36	1.580.736,87	1.283.290,46	3.888.128,73	1.283.290,46	kereta api
49	3.673.444,30	1.547.840,50	2.640.480,83	4.340.016,90	1.547.840,50	kapal petikemas

muatan terhadap unit cost						
	moda					
51	3.654.019,28	1.519.740,28	2.928.489,10	4.401.367,75	1.519.740,28	kapal petikemas
54	3.673.444,30	1.494.274,46	2.640.480,83	4.340.016,90	1.494.274,46	kapal petikemas
56	3.654.019,28	1.547.840,50	2.928.489,10	4.401.367,75	1.547.840,50	kapal petikemas
58	3.673.444,30	1.519.740,28	2.640.480,83	4.340.016,90	1.519.740,28	kapal petikemas
61	3.654.019,28	1.494.274,46	2.928.489,10	4.401.367,75	1.494.274,46	kapal petikemas
63	3.673.444,30	1.547.840,50	2.640.480,83	4.340.016,90	1.547.840,50	kapal petikemas
65	3.654.019,28	1.519.740,28	2.928.489,10	4.401.367,75	1.519.740,28	kapal petikemas
68	3.673.444,30	1.494.274,46	2.640.480,83	4.340.016,90	1.494.274,46	kapal petikemas
70	3.654.019,28	1.547.840,50	2.928.489,10	4.401.367,75	1.547.840,50	kapal petikemas

4) Analisis sensitivitas jarak terhadap *unit cost*

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost					
		jarak			
asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	kereta api barang	truk
Bandung	Madiun	2.045,92	1.738,52	1911,2	1.120,00
Bandung	Banyuwangi	2.315,92	1.783,32	1965,8	1.450,00
Bandung	Surabaya	1.733,52	1.765,52	1866,6	1.366,00
Bandung	kalianak	1.745,52	1.785,72	1882,4	1.942,00
Bandung	Gresik	1.754,72	1.743,72	1907,2	1.334,00
Bandung	Sidoarjo	1.793,52	1.738,92	1921	1.400,00
Bandung	Mojokerto	1.828,12	1.755,32	1945,8	1.362,00
Bandung	Lamongan	1.828,52	1.779,92	1951,6	1.264,00
Bandung	Pasuruan	1.854,12	1.754,72	1927,8	1.480,00
Bandung	Malang	1.911,12	1.745,52	1904	1.414,00
Bandung	Tuban	1.925,92	1.781,12	1954,6	1.164,00
Bandung	Probolinggo	1.933,92	1.734,12	1895	1.560,00
Bandung	Kediri	1.987,92	1.737,12	1920	1.252,00
Bekasi	Surabaya	1.442,92	1.803,92	1976	1.538,00
Bekasi	kalianak	1.454,92	1.828,52	2002	2.124,00
Bekasi	Gresik	1.464,12	1.795,92	1964	1.584,00
Bekasi	Sidoarjo	1.502,92	1.795,12	1996	1.302,00
Bekasi	Bangkalan	1.523,12	1.826,12	1927	1.348,00
Bekasi	Mojokerto	1.537,52	1.801,72	1983,2	1.678,00

nanlisi sensitivitas jarak terhadap unit cost					
asal	tujuan	jarak			
		kapal ro-ro	kapal petikemas	kereta api barang	truk
Bekasi	Lamongan	1.537,92	1.805,92	1962	1.550,00
Bekasi	Pasuruan	1.563,52	1.800,52	1902	1.598,00
Bekasi	Malang	1.620,52	1.800,12	1901	1.516,00
Bekasi	Tuban	1.635,32	1.813,92	1974	1.446,00
Bekasi	Probolinggo	1.643,32	1.791,12	1952,6	1.352,00
Bekasi	Kediri	1.697,32	1.792,52	1967,2	1.742,00
Bekasi	Madiun	1.755,32	1.793,52	1966,6	1.434,00
Bekasi	Banyuwangi	2.025,32	1.828,12	2001	1.632,00
Bogor	Banyuwangi	2.107,92	1.730,52	1899,2	2.210,00
Bogor	Surabaya	1.525,52	1.724,12	1897	1.634,00
Bogor	kalianak	1.537,52	1.733,52	1904,2	1.618,00
Bogor	Gresik	1.546,72	1.708,52	1870	1.602,00
Bogor	Sidoarjo	1.585,52	1.708,12	1869	1.666,00
Bogor	Bangkalan	1.605,72	1.726,72	1827,8	1.718,00
Bogor	Mojokerto	1.620,12	1.717,92	1883,6	1.622,00
Bogor	Lamongan	1.620,52	1.725,32	1889,8	1.530,00
Bogor	Pasuruan	1.646,12	1.717,52	1804	1.748,00
Bogor	Malang	1.703,12	1.715,72	1889,8	1.682,00
Bogor	Tuban	1.717,92	1.725,92	1895,6	1.432,00
Bogor	Probolinggo	1.725,92	1.698,52	1872	1.826,00
Bogor	Kediri	1.779,92	1.703,12	1874,2	1.518,00
Bogor	Madiun	1.837,92	1.705,52	1804,2	1.386,00
cikarang	Surabaya	1.482,72	2.107,92	2277,6	1.496,00
cikarang	kalianak	1.494,72	2.315,92	2488	2.076,00
cikarang	Gresik	1.503,92	2.045,92	2238	1.542,00
cikarang	Sidoarjo	1.542,72	2.025,32	2195,8	1.260,00
cikarang	Bangkalan	1.562,92	2.195,92	2356	1.306,00
cikarang	Mojokerto	1.577,32	2.071,72	2233,2	1.620,00
cikarang	Lamongan	1.577,72	2.120,52	2293,2	1.508,00
cikarang	Pasuruan	1.603,32	2.065,12	2246	1.556,00
cikarang	Malang	1.660,32	2.053,32	2215,8	1.474,00
cikarang	Tuban	1.675,12	2.185,92	2358	1.404,00
cikarang	Probolinggo	1.683,12	1.987,92	2162	1.598,00
cikarang	Kediri	1.737,12	2.008,92	2171	1.700,00
cikarang	Madiun	1.795,12	2.017,92	2138	1.392,00
cikarang	Banyuwangi	2.065,12	2.287,92	2388	1.590,00
Cilegon	Banyuwangi	2.287,92	1.618,92	1777	2.400,00
Cilegon	Surabaya	1.705,52	1.609,92	1772,2	1.824,00
Cilegon	kalianak	1.717,52	1.620,12	1790,6	1.810,00

nanlisi sensitivitas jarak terhadap unit cost					
		jarak			
asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	kereta api barang	truk
Cilegon	Gresik	1.726,72	1.603,32	1785	1.792,00
Cilegon	Sidoarjo	1.765,52	1.598,12	1771,8	1.858,00
Cilegon	Bangkalan	1.785,72	1.618,32	1787,6	1.908,00
Cilegon	Mojokerto	1.800,12	1.605,72	1772	1.812,00
Cilegon	Lamongan	1.800,52	1.613,52	1772,2	1.722,00
Cilegon	Pasuruan	1.826,12	1.604,12	1767,6	1.938,00
Cilegon	Malang	1.883,12	1.603,52	1774,2	1.872,00
Cilegon	Tuban	1.897,92	1.615,52	1774	1.622,00
Cilegon	Probolinggo	1.905,92	1.584,32	1747,2	2.018,00
Cilegon	Kediri	1.959,92	1.585,52	1756,2	1.710,00
Cilegon	Madiun	2.017,92	1.591,52	1754,8	1.578,00
Depok	Surabaya	1.489,32	1.911,12	2084,6	1.600,00
Depok	kalianak	1.501,32	1.959,92	2062	2.188,00
Depok	Gresik	1.510,52	1.867,92	2030	1.646,00
Depok	Sidoarjo	1.549,32	1.857,92	2032	1.366,00
Depok	Bangkalan	1.569,52	1.925,92	2094	1.410,00
Depok	Mojokerto	1.583,92	1.905,92	2006	1.726,00
Depok	Lamongan	1.584,32	1.915,92	2108	1.612,00
Depok	Pasuruan	1.609,92	1.897,92	1994	1.660,00
Depok	Malang	1.666,92	1.883,12	1984,6	1.580,00
Depok	Tuban	1.681,72	1.925,92	2106	1.510,00
Depok	Probolinggo	1.689,72	1.837,92	2027,6	1.534,00
Depok	Kediri	1.743,72	1.850,52	2043,2	1.806,00
Depok	Madiun	1.801,72	1.854,12	2027	1.498,00
Depok	Banyuwangi	2.071,72	1.933,92	2106	1.686,00
Jakarta	Surabaya	1.426,52	1.635,32	1801,8	1.602,00
Jakarta	kalianak	1.438,52	1.660,32	1842,6	1.586,00
Jakarta	Gresik	1.447,72	1.626,92	1789	1.568,00
Jakarta	Sidoarjo	1.486,52	1.625,52	1772	1.636,00
Jakarta	Bangkalan	1.506,72	1.648,52	1812,4	1.684,00
Jakarta	Mojokerto	1.521,12	1.634,72	1795,8	1.590,00
Jakarta	Lamongan	1.521,52	1.643,32	1813,8	1.498,00
Jakarta	Pasuruan	1.547,12	1.633,12	1807,2	1.714,00
Jakarta	Malang	1.604,12	1.632,72	1806,2	1.650,00
Jakarta	Tuban	1.618,92	1.646,12	1816,6	1.400,00
Jakarta	Probolinggo	1.626,92	1.620,52	1791,6	1.794,00
Jakarta	Kediri	1.680,92	1.620,52	1792,4	1.486,00
Jakarta	Madiun	1.738,92	1.624,72	1797,8	1.354,00
Jakarta	Banyuwangi	2.008,92	1.658,72	1832,2	2.176,00

nanlisi sensitivitas jarak terhadap unit cost					
asal	tujuan	jarak			
		kapal ro-ro	kapal petikemas	kereta api barang	truk
Karawang	Banyuwangi	2.120,52	1.697,32	1869,8	2.036,00
Karawang	Surabaya	1.538,12	1.683,12	1864	1.460,00
Karawang	kalianak	1.550,12	1.698,12	1871	1.444,00
Karawang	Gresik	1.559,32	1.673,52	1834,6	1.428,00
Karawang	Sidoarjo	1.598,12	1.671,32	1833,8	1.494,00
Karawang	Bangkalan	1.618,32	1.693,72	1850,4	1.544,00
Karawang	Mojokerto	1.632,72	1.681,72	1839,2	1.448,00
Karawang	Lamongan	1.633,12	1.683,72	1852,4	1.356,00
Karawang	Pasuruan	1.658,72	1.680,92	1845	1.574,00
Karawang	Malang	1.715,72	1.675,12	1852	1.508,00
Karawang	Tuban	1.730,52	1.689,72	1851,2	1.258,00
Karawang	Probolinggo	1.738,52	1.663,32	1821,8	1.652,00
Karawang	Kediri	1.792,52	1.663,52	1836,6	1.344,00
Karawang	Madiun	1.850,52	1.666,92	1829,8	1.212,00
Purwakarta	Banyuwangi	2.185,92	1.494,72	1662	1.986,00
Purwakarta	Surabaya	1.603,52	1.482,92	1631,8	1.428,00
Purwakarta	kalianak	1.615,52	1.501,32	1649,2	1.412,00
Purwakarta	Gresik	1.624,72	1.454,92	1611,8	1.396,00
Purwakarta	Sidoarjo	1.663,52	1.447,72	1610,8	1.462,00
Purwakarta	Bangkalan	1.683,72	1.492,12	1655,6	1.512,00
Purwakarta	Mojokerto	1.698,12	1.482,72	1662,2	1.406,00
Purwakarta	Lamongan	1.698,52	1.486,52	1649,6	1.324,00
Purwakarta	Pasuruan	1.724,12	1.470,92	1632	1.524,00
Purwakarta	Malang	1.781,12	1.464,12	1635,6	1.502,00
Purwakarta	Tuban	1.795,92	1.489,32	1649,4	1.226,00
Purwakarta	Probolinggo	1.803,92	1.426,52	1587,2	1.646,00
Purwakarta	Kediri	1.857,92	1.438,52	1587	1.338,00
Purwakarta	Madiun	1.915,92	1.442,92	1612	1.182,00
Serang	Banyuwangi	2.195,92	1.538,12	1709,4	2.350,00
Serang	Surabaya	1.613,52	1.530,92	1694,4	1.776,00
Serang	kalianak	1.625,52	1.542,72	1724,6	1.760,00
Serang	Gresik	1.634,72	1.521,12	1684	1.742,00
Serang	Sidoarjo	1.673,52	1.510,52	1673	1.810,00
Serang	Bangkalan	1.693,72	1.537,92	1709,8	1.858,00
Serang	Mojokerto	1.708,12	1.525,52	1693,8	1.764,00
Serang	Lamongan	1.708,52	1.537,52	1693,6	1.672,00
Serang	Pasuruan	1.734,12	1.523,12	1690,2	1.890,00
Serang	Malang	1.791,12	1.521,52	1685	1.824,00
Serang	Tuban	1.805,92	1.537,52	1708,8	1.574,00

nanlisi sensitivitas jarak terhadap unit cost					
		jarak			
asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	kereta api barang	truk
Serang	Probolinggo	1.813,92	1.502,92	1674,4	1.968,00
Serang	Kediri	1.867,92	1.503,92	1685,8	1.660,00
Serang	Madiun	1.925,92	1.506,72	1665,4	1.528,00
Tangerang	Surabaya	1.470,92	1.565,52	1728,8	1.648,00
Tangerang	kalianak	1.482,92	1.583,92	1746,2	1.634,00
Tangerang	Gresik	1.492,12	1.551,12	1710,2	1.616,00
Tangerang	Sidoarjo	1.530,92	1.550,12	1709,2	1.682,00
Tangerang	Bangkalan	1.551,12	1.577,32	1759	1.772,00
Tangerang	Mojokerto	1.565,52	1.563,52	1734,8	1.636,00
Tangerang	Lamongan	1.565,92	1.565,92	1729,8	1.544,00
Tangerang	Pasuruan	1.591,52	1.562,92	1740,4	1.762,00
Tangerang	Malang	1.648,52	1.559,32	1733	1.696,00
Tangerang	Tuban	1.663,32	1.569,52	1727,6	1.446,00
Tangerang	Probolinggo	1.671,32	1.546,72	1717,4	1.840,00
Tangerang	Kediri	1.725,32	1.547,12	1710	1.534,00
Tangerang	Madiun	1.783,32	1.549,32	1711,8	1.402,00
Tangerang	Banyuwangi	2.053,32	1.577,72	1760	2.224,00

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost							
asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	keretea api barang	truk		moda terpilih
Bandung	Madiun	2023169	2340840,09	1.708.045,36	2181637	1708045,357	keretea api barang
Bandung	Banyuwangi	2242544	2327023,919	1770876,425	2796536	1770876,425	keretea api barang
Bandung	Surabaya	1769344	2413260,708	1709598,474	2642074	1709598,474	keretea api barang
Bandung	kalianak	1779094	2424039,087	1713266,331	3706221	1713266,331	keretea api barang
Bandung	Gresik	1786569	2327748,785	1665860,636	2581916	1665860,636	keretea api barang
Bandung	Sidoarjo	1818094	2286754,195	1711041,952	2702232	1711041,952	keretea api barang
Bandung	Mojokerto	1846206	2302635,699	1737150,919	2634342	1737150,919	keretea api barang
Bandung	Lamongan	1846531	2358956,416	1717242,857	2449071	1717242,857	keretea api barang
Bandung	Pasuruan	1867331	2400990,553	1908247,212	2848496	1867331,486	kapal ro-ro
Bandung	Malang	1913644	2395502,577	1893165,454	2724136	1893165,454	keretea api barang
Bandung	Tuban	1925669	2388409,893	1775733,154	2264439	1775733,154	keretea api barang
Bandung	Probolinggo	1932169	2352368,472	1736040,739	2997503	1736040,739	keretea api barang

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost

asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	keretea api barang	truk		moda terpilih
Bandung	Kediri	1976044	2326175,007	1668832,065	2423185	1668832,065	keretea api barang
Bekasi	Surabaya	1599823	2393760,282	1780701,011	2956820	1599823,213	kapal ro-ro
Bekasi	kalianak	1609573	2437623,993	1938768,509	4049335	1609573,213	kapal ro-ro
Bekasi	Gresik	1617048	2391882,952	1777915,297	3044267	1617048,213	kapal ro-ro
Bekasi	Sidoarjo	1648573	2339639,293	1777887,139	2520212	1648573,213	kapal ro-ro
Bekasi	Bangkalan	1587148	2442921,276	1743469,31	2604254	1587148,213	kapal ro-ro
Bekasi	Mojokerto	1676686	2341213,07	1774915,71	3222595	1676685,713	kapal ro-ro
Bekasi	Lamongan	1677011	2394229,614	1777451,011	2983955	1677010,713	kapal ro-ro
Bekasi	Pasuruan	1697811	2431123,993	1717816,331	3071230	1697810,713	kapal ro-ro
Bekasi	Malang	1744123	2431030,126	1717584,188	2918647	1717584,188	keretea api barang
Bekasi	Tuban	1756148	2396106,943	1780236,725	2788356	1756148,213	kapal ro-ro
Bekasi	Probolinggo	1762648	2390756,555	1775268,868	2611902	1762648,213	kapal ro-ro
Bekasi	Kediri	1806523	2382639,105	1721045,357	3335084	1721045,357	keretea api barang
Bekasi	Madiun	1853648	2419760,708	1930550,651	2765299	1853648,213	kapal ro-ro
Bekasi	Banyuwangi	2073023	2437530,126	1938536,366	3135503	1938536,366	keretea api barang
Bogor	Banyuwangi	2119948	2338962,761	1705259,643	4199177	1705259,643	keretea api barang
Bogor	Surabaya	1646748	2350021,81	1736505,024	3135735	1646747,559	kapal ro-ro
Bogor	kalianak	1656498	2389772,365	1893211,883	3104520	1656497,559	kapal ro-ro
Bogor	Gresik	1663973	2340571,188	1710387,759	3076978	1663972,559	kapal ro-ro
Bogor	Sidoarjo	1695498	2340477,322	1710155,617	3196163	1695497,559	kapal ro-ro
Bogor	Bangkalan	1634073	2394490,553	1687295,034	3295533	1634072,559	kapal ro-ro
Bogor	Mojokerto	1723610	2315280,072	1701457,143	3113546	1701457,143	keretea api barang
Bogor	Lamongan	1723935	2313559,634	1661821,35	2947775	1661821,35	keretea api barang
Bogor	Pasuruan	1744735	2389002,577	1672213,277	3352253	1672213,277	keretea api barang
Bogor	Malang	1791048	2335489,702	1703077,5	3223060	1703077,5	keretea api barang
Bogor	Tuban	1803073	2317157,401	1704242,857	2765067	1704242,857	keretea api barang
Bogor	Probolinggo	1809573	2338224,527	1710852,045	3494661	1710852,045	keretea api barang
Bogor	Kediri	1853448	2311807,013	1699275	2918879	1699275	keretea api barang
Bogor	Madiun	1900573	2383272,365	1672259,705	2678081	1672259,705	keretea api barang
cikarang	Surabaya	1623025	2526511,49	1884333,646	2884236	1623024,652	kapal ro-ro
cikarang	kalianak	1632775	2702513,837	2188708,263	3957838	1632774,652	kapal ro-ro
cikarang	Gresik	1640250	2548423,048	2130672,549	2966579	1640249,652	kapal ro-ro
cikarang	Sidoarjo	1671775	2456726,487	1795186,634	2441886	1671774,652	kapal ro-ro
cikarang	Bangkalan	1610350	2605461,032	1960327,514	2527620	1610349,652	kapal ro-ro
cikarang	Mojokerto	1699887	2495303,859	1832951,425	3113314	1699887,152	kapal ro-ro

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost

asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	keretea api barang	truk		moda terpilih
cikarang	Lamongan	1700212	2550194,179	1888136,146	2901693	1700212,152	kapal ro-ro
cikarang	Pasuruan	1721012	2493730,082	1835922,853	2992875	1721012,152	kapal ro-ro
cikarang	Malang	1767325	2481114,708	1828912,139	2839987	1767324,652	kapal ro-ro
cikarang	Tuban	1779350	2603114,371	1960791,799	2710137	1779349,652	kapal ro-ro
cikarang	Probolinggo	1785850	2534958,762	2021617,474	3071230	1785849,652	kapal ro-ro
cikarang	Kediri	1829725	2440844,983	1769077,666	3257631	1769077,666	keretea api barang
cikarang	Madiun	1876850	2541923,048	1909720,371	2686130	1876849,652	kapal ro-ro
cikarang	Banyuwangi	2096225	2696013,837	1967756,085	3053409	1967756,085	keretea api barang
Cilegon	Banyuwangi	2239276	2229613,565	1586201,163	4561501	1586201,163	keretea api barang
Cilegon	Surabaya	1766076	2242211,299	1608664,65	3484664	1608664,65	keretea api barang
Cilegon	kalianak	1775826	2261527,78	1634161,749	3463700	1634161,749	keretea api barang
Cilegon	Gresik	1783301	2240637,521	1611636,078	3431253	1611636,078	keretea api barang
Cilegon	Sidoarjo	1814826	2267441,051	1629978,535	3548340	1629978,535	keretea api barang
Cilegon	Bangkalan	1775826	2278219,429	1633646,392	3646132	1633646,392	keretea api barang
Cilegon	Mojokerto	1842939	2254536,74	1629843,892	3463933	1629843,892	keretea api barang
Cilegon	Lamongan	1843264	2292719,56	1664831,134	3305189	1664831,134	keretea api barang
Cilegon	Pasuruan	1864064	2226140,506	1584019,02	3705757	1584019,02	keretea api barang
Cilegon	Malang	1910376	2290372,899	1665295,419	3579727	1665295,419	keretea api barang
Cilegon	Tuban	1922401	2296103,111	1665248,991	3113546	1665248,991	keretea api barang
Cilegon	Probolinggo	1928901	2230414,015	1583011,67	3845815	1583011,67	keretea api barang
Cilegon	Kediri	1972776	2243758,362	1626176,035	3276907	1626176,035	keretea api barang
Cilegon	Madiun	2019901	2228022,147	1604625,364	3032926	1604625,364	keretea api barang
Depok	Surabaya	1633485	2487809,359	2003649,617	3071462	1633485,08	kapal ro-ro
Depok	kalianak	1643235	2528458,762	1800665,297	4160088	1643235,08	kapal ro-ro
Depok	Gresik	1650710	2437905,958	1793236,725	3154489	1650710,08	kapal ro-ro
Depok	Sidoarjo	1682235	2435559,296	1793701,011	2642074	1682235,08	kapal ro-ro
Depok	Bangkalan	1620810	2491282,418	2005831,76	2718274	1620810,08	kapal ro-ro
Depok	Mojokerto	1710348	2486659,748	1787665,297	3305653	1710347,58	kapal ro-ro
Depok	Lamongan	1710673	2449023,582	1902756,085	3095262	1710672,58	kapal ro-ro
Depok	Pasuruan	1731473	2484782,418	1784879,582	3186663	1731472,58	kapal ro-ro
Depok	Malang	1777785	2481309,359	1782697,439	3033158	1777785,08	kapal ro-ro
Depok	Tuban	1789810	2451370,244	1902291,799	2909938	1789810,08	kapal ro-ro
Depok	Probolinggo	1796310	2372420,702	1826297,932	2948239	1796310,08	kapal ro-ro
Depok	Kediri	1840185	2396103,391	1830100,432	3453621	1830100,432	keretea api barang

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost							
asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	keretea api barang	truk		moda terpilih
Depok	Madiun	1887310	2449421,276	1964421,488	2884468	1887310,08	kapal ro-ro
Depok	Banyuwangi	2106685	2493159,748	2008617,474	3232452	2008617,474	keretea api barang
Jakarta	Surabaya	1593639	2245495,069	1612310,131	3076978	1593639,421	kapal ro-ro
Jakarta	kalianak	1603389	2279025,604	1650864,208	3044499	1603389,421	kapal ro-ro
Jakarta	Gresik	1610864	2231490,894	1588986,877	3015098	1588986,877	keretea api barang
Jakarta	Sidoarjo	1642389	2298449,772	1664784,705	3135968	1642389,421	kapal ro-ro
Jakarta	Bangkalan	1580964	2266410,23	1643853,493	3232220	1580964,421	kapal ro-ro
Jakarta	Mojokerto	1670502	2303937,748	1679866,463	3053409	1670501,921	kapal ro-ro
Jakarta	Lamongan	1670827	2247372,398	1615095,845	2884468	1615095,845	keretea api barang
Jakarta	Pasuruan	1691627	2285304,335	1638196,392	3286430	1638196,392	keretea api barang
Jakarta	Malang	1737939	2285210,469	1637964,249	3167897	1637964,249	keretea api barang
Jakarta	Tuban	1749964	2273418,93	1660046,871	2702232	1660046,871	keretea api barang
Jakarta	Probolinggo	1756464	2261621,646	1634393,892	3431486	1634393,892	keretea api barang
Jakarta	Kediri	1800339	2242022,01	1610127,988	2859341	1610127,988	keretea api barang
Jakarta	Madiun	1847464	2301591,087	1680330,748	2619318	1680330,748	keretea api barang
Jakarta	Banyuwangi	2066839	2297101,619	1663849,371	4135547	1663849,371	keretea api barang
Karawang	Banyuwangi	2140635	2289171,413	1628095,845	3880232	1628095,845	keretea api barang
Karawang	Surabaya	1667435	2284375,993	1655832,065	2813129	1655832,065	keretea api barang
Karawang	kalianak	1677185	2338130,66	1710619,902	2781704	1677185,021	kapal ro-ro
Karawang	Gresik	1684660	2322707,904	1702169,902	2756981	1684660,021	kapal ro-ro
Karawang	Sidoarjo	1716185	2271760,619	1648821,35	2876092	1648821,35	keretea api barang
Karawang	Bangkalan	1654760	2333486,282	1705837,759	2966811	1654760,021	kapal ro-ro
Karawang	Mojokerto	1744298	2284072,441	1650074,922	2788588	1650074,922	keretea api barang
Karawang	Lamongan	1744623	2331139,621	1706302,045	2619551	1706302,045	keretea api barang
Karawang	Pasuruan	1765423	2273289,909	1601986,877	3024128	1601986,877	keretea api barang
Karawang	Malang	1811735	2282498,663	1653046,35	2901693	1653046,35	keretea api barang
Karawang	Tuban	1823760	2285949,77	1652860,636	2437179	1652860,636	keretea api barang
Karawang	Probolinggo	1830260	2269883,289	1646035,636	3168129	1646035,636	keretea api barang
Karawang	Kediri	1874135	2320361,242	1702634,188	2597281	1702634,188	keretea api barang
Karawang	Madiun	1921260	2280599,382	1647892,779	2351125	1647892,779	keretea api barang
Purwakarta	Banyuwangi	2176577	2186718,822	1540380,045	3793420	1540380,045	keretea api barang

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost

asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	keretea api barang	truk		moda terpilih
Purwakarta	Surabaya	1703377	2174103,448	1533369,33	2756981	1533369,33	keretea api barang
Purwakarta	kalianak	1713127	2188292,599	1537408,616	2723904	1537408,616	keretea api barang
Purwakarta	Gresik	1720602	2149715,227	1499643,825	2694327	1499643,825	keretea api barang
Purwakarta	Sidoarjo	1752127	2139321,699	1488616,615	2813361	1488616,615	keretea api barang
Purwakarta	Bangkalan	1768540	2179591,424	1548451,088	2910170	1548451,088	keretea api barang
Purwakarta	Mojokerto	1780240	2180988,61	1540426,473	2710369	1540426,473	keretea api barang
Purwakarta	Lamongan	1780565	2158091,855	1510920,055	2563429	1510920,055	keretea api barang
Purwakarta	Pasuruan	1801365	2168373,236	1533415,759	2930844	1533415,759	keretea api barang
Purwakarta	Malang	1847677	2155203,203	1514725,583	2892984	1514725,583	keretea api barang
Purwakarta	Tuban	1859702	2182562,387	1537455,045	2375776	1537455,045	keretea api barang
Purwakarta	Probolinggo	1690972	2128103,511	1473581,286	3154489	1473581,286	keretea api barang
Purwakarta	Kediri	1910077	2133833,723	1473534,857	2589482	1473534,857	keretea api barang
Purwakarta	Madiun	1957202	2143985,015	1499690,254	2296967	1499690,254	keretea api barang
Serang	Banyuwangi	2177778	2237452,707	1592639,766	4459187	1592639,766	keretea api barang
Serang	Surabaya	1704578	2198361,579	1570754,528	3400987	1570754,528	keretea api barang
Serang	kalianak	1714328	2210976,953	1577765,242	3372302	1577765,242	keretea api barang
Serang	Gresik	1721803	2175861,273	1518905,769	3335084	1518905,769	keretea api barang
Serang	Sidoarjo	1753328	2193780,575	1552490,374	3463700	1552490,374	keretea api barang
Serang	Bangkalan	1769740	2191836,643	1545246,88	3548340	1545246,88	keretea api barang
Serang	Mojokerto	1781440	2213770,018	1588837,266	3382095	1588837,266	keretea api barang
Serang	Lamongan	1781765	2219500,23	1588790,837	3204042	1588790,837	keretea api barang
Serang	Pasuruan	1802565	2184751,737	1540696,88	3613801	1540696,88	keretea api barang
Serang	Malang	1848878	2175955,139	1519137,912	3484664	1519137,912	keretea api barang
Serang	Tuban	1860903	2191742,777	1545014,737	3024128	1545014,737	keretea api barang
Serang	Probolinggo	1867403	2173973,359	1537029,022	3754768	1537029,022	keretea api barang
Serang	Kediri	1911278	2192206,798	1555461,802	3186663	1555461,802	keretea api barang
Serang	Madiun	1958403	2168870,233	1514587,912	2939426	1514587,912	keretea api barang
Tangerang	Surabaya	1617230	2216130,997	1578740,242	3158862	1578740,242	keretea api barang
Tangerang	kalianak	1626980	2230320,148	1582779,528	3135735	1582779,528	keretea api barang

analisis sensitivitas jarak terhadap unit cost							
asal	tujuan	kapal ro-ro	kapal petikemas	keretea api barang	truk		moda terpilih
Tangerang	Gresik	1634455	2209139,958	1574422,385	3104288	1574422,385	keretea api barang
Tangerang	Sidoarjo	1665980	2243182,919	1592593,337	3223060	1592593,337	keretea api barang
Tangerang	Bangkalan	2090430	2228746,371	1585750,956	3391053	1585750,956	keretea api barang
Tangerang	Mojokerto	1694093	2203633,927	1570899,859	3135968	1570899,859	keretea api barang
Tangerang	Lamongan	1694418	2216224,864	1578972,385	2966811	1578972,385	keretea api barang
Tangerang	Pasuruan	1715218	2221755,332	1581433,099	3372534	1581433,099	keretea api barang
Tangerang	Malang	1761530	2248670,895	1607675,095	3248108	1607675,095	keretea api barang
Tangerang	Tuban	1773555	2223329,109	1578461,67	2788356	1578461,67	keretea api barang
Tangerang	Probolinggo	1780055	2224988,206	1603872,595	3515818	1603872,595	keretea api barang
Tangerang	Kediri	1823930	2187752,423	1544790,891	2948239	1544790,891	keretea api barang
Tangerang	Madiun	1871055	2212550,73	1574793,813	2709905	1574793,813	keretea api barang
Tangerang	Banyuwangi	2090430	2228840,238	1585983,099	4236179	1585983,099	keretea api barang

Opportunity cost tiap rute

asal	tujuan	opportunity cost			
		kapal ro-ro	kapal petikemas	kereta api	truk
Purwakarta	Probolinggo	72.355,58	76.824,69	-	84.309,88
Purwakarta	Kediri	73.530,58	77.499,23	-	61.977,62
Purwakarta	Madiun	74.792,62	75.366,82	-	49.756,17
Purwakarta	Sidoarjo	69.300,58	76.396,76	-	70.108,33
Purwakarta	Gresik	68.456,32	75.860,03	-	65.285,03
Purwakarta	Malang	71.859,47	75.083,95	-	72.110,19
Purwakarta	Pasuruan	70.619,19	74.677,78	-	73.836,42
Purwakarta	Mojokerto	70.053,45	74.010,49	-	64.182,56
Purwakarta	Surabaya	67.995,03	77.658,80	-	66.880,71
Purwakarta	Lamongan	70.062,16	74.706,79	-	58.691,98
Purwakarta	Tuban	72.181,51	80.095,83	-	51.591,20
Purwakarta	Bangkalan	69.740,12	73.676,85	-	72.110,19
Purwakarta	Banyuwangi	80.667,62	73.524,54	-	106.257,72
Purwakarta	kalianak	68.256,14	75.018,67	-	65.089,20
Serang	Probolinggo	72.718,24	72.407,56	-	104.502,47
Serang	Kediri	73.893,24	72.422,07	-	81.749,54
Serang	Madiun	75.155,27	71.660,49	-	72.915,28
Serang	Sidoarjo	69.663,24	72.712,19	-	93.093,36
Serang	Gresik	68.818,98	71.863,58	-	87.762,35

asal	tujuan	opportunity cost			
		kapal roro	kapal petikemas	kereta api	truk
Serang	Malang	72.222,12	72.262,50	-	93.673,61
Serang	Pasuruan	70.981,85	71.551,70	-	98.272,07
Serang	Mojokerto	70.416,11	71.348,61	-	89.002,62
Serang	Surabaya	68.357,68	71.341,36	-	89.851,23
Serang	Lamongan	70.424,81	71.950,62	-	82.337,04
Serang	Tuban	72.544,16	70.144,60	-	74.677,78
Serang	Bangkalan	70.102,77	68.810,03	-	95.240,28
Serang	Banyuwangi	81.030,27	70.260,65	-	130.939,97
Serang	kalianak	68.618,79	70.848,15	-	87.595,52
Tangerang	Probolinggo	67.546,78	69.107,41	-	93.659,10
Tangerang	Kediri	68.721,78	70.043,06	-	71.733,02
Tangerang	Madiun	69.983,82	68.295,06	-	62.093,67
Tangerang	Sidoarjo	64.491,78	67.359,41	-	82.496,60
Tangerang	Gresik	63.647,53	73.306,94	-	77.673,30
Tangerang	Malang	67.050,67	68.534,41	-	82.648,92
Tangerang	Pasuruan	65.810,40	68.403,86	-	87.167,59
Tangerang	Mojokerto	65.244,66	68.041,20	-	78.231,79
Tangerang	Surabaya	63.186,23	88.364,35	-	79.319,75
Tangerang	Lamongan	65.253,36	68.889,81	-	71.740,28
Tangerang	Tuban	67.372,71	66.692,13	-	64.712,04
Tangerang	Bangkalan	64.931,32	65.988,58	-	87.218,36
Tangerang	Banyuwangi	75.858,82	66.111,88	-	119.966,05
Tangerang	kalianak	63.447,34	68.490,90	-	77.673,30
Cilegon	Probolinggo	76.054,66	75.287,04	-	105.488,89
Cilegon	Kediri	77.229,66	75.504,63	-	82.822,99
Cilegon	Madiun	78.491,69	74.583,49	-	73.299,69
Cilegon	Sidoarjo	72.999,66	74.779,32	-	92.991,82
Cilegon	Gresik	72.155,40	73.865,43	-	87.726,08
Cilegon	Malang	75.558,54	73.959,72	-	93.920,22
Cilegon	Pasuruan	74.318,27	74.568,98	-	98.946,60
Cilegon	Mojokerto	73.752,53	74.307,87	-	89.648,15
Cilegon	Surabaya	71.694,10	74.090,28	-	90.511,27
Cilegon	Lamongan	73.761,23	74.619,75	-	83.113,12
Cilegon	Tuban	75.880,58	73.597,07	-	75.794,75
Cilegon	Bangkalan	73.439,19	73.111,11	-	96.045,37
Cilegon	Banyuwangi	84.366,69	73.618,83	-	132.114,97
Cilegon	kalianak	71.955,21	74.228,09	-	88.828,55
Jakarta	Probolinggo	65.936,60	71.638,73	-	87.631,79
Jakarta	Kediri	67.111,60	71.914,35	-	65.263,27
Jakarta	Madiun	68.373,64	72.625,15	-	55.493,36
Jakarta	Sidoarjo	62.881,60	72.298,77	-	76.882,72
Jakarta	Gresik	62.037,34	72.516,36	-	71.334,10

asal	tujuan	opportunity cost			
		kapal roro	kapal petikemas	kereta api	truk
Jakarta	Malang	65.440,49	77.064,04	-	76.657,87
Jakarta	Pasuruan	64.200,21	71.667,75	-	81.263,58
Jakarta	Mojokerto	63.634,47	71.711,27	-	72.683,18
Jakarta	Surabaya	61.576,04	71.479,17	-	73.335,96
Jakarta	Lamongan	63.643,17	71.529,94	-	65.357,56
Jakarta	Tuban	65.762,53	70.500,00	-	58.147,99
Jakarta	Bangkalan	63.321,14	70.652,31	-	78.899,07
Jakarta	Banyuwangi	74.248,64	70.086,57	-	113.866,20
Jakarta	kalianak	61.837,16	70.942,44	-	70.695,83
Karawang	Probolinggo	69.983,82	80.850,15	-	76.237,19
Karawang	Kediri	71.158,82	78.746,76	-	53.360,96
Karawang	Madiun	72.420,86	82.329,78	-	44.033,49
Karawang	Sidoarjo	66.928,82	78.485,65	-	64.342,13
Karawang	Gresik	66.084,56	80.922,69	-	59.526,08
Karawang	Malang	69.487,71	79.566,36	-	64.697,53
Karawang	Pasuruan	68.247,43	80.182,87	-	69.738,43
Karawang	Mojokerto	67.681,69	79.740,43	-	60.809,88
Karawang	Surabaya	65.623,27	78.304,32	-	60.780,86
Karawang	Lamongan	67.690,40	80.277,16	-	53.658,33
Karawang	Tuban	69.809,75	77.129,32	-	46.593,83
Karawang	Bangkalan	67.368,36	77.615,28	-	67.366,67
Karawang	Banyuwangi	78.295,86	77.042,28	-	102.348,30
Karawang	kalianak	65.884,38	79.892,75	-	59.366,51
Bogor	Probolinggo	69.526,88	68.106,48	-	87.037,04
Bogor	Kediri	70.701,88	68.396,60	-	64.617,75
Bogor	Madiun	71.963,91	70.137,35	-	57.582,25
Bogor	Sidoarjo	66.471,88	68.519,91	-	75.540,90
Bogor	Gresik	65.627,62	67.939,66	-	70.862,65
Bogor	Malang	69.030,77	67.308,64	-	75.947,07
Bogor	Pasuruan	67.790,49	70.703,09	-	83.845,68
Bogor	Mojokerto	67.224,75	67.475,46	-	71.820,06
Bogor	Surabaya	65.166,32	66.967,75	-	72.204,48
Bogor	Lamongan	67.233,45	67.664,04	-	64.922,38
Bogor	Tuban	69.352,80	66.322,22	-	57.604,01
Bogor	Bangkalan	66.911,41	68.824,54	-	80.806,64
Bogor	Banyuwangi	77.838,91	66.452,78	-	113.902,47
Bogor	kalianak	65.427,43	67.265,12	-	70.782,87
Bandung	Probolinggo	77.070,09	83.084,10	-	66.909,72
Bandung	Kediri	78.245,09	84.425,93	-	43.663,58
Bandung	Madiun	79.507,12	92.288,27	-	34.408,64
Bandung	Sidoarjo	74.015,09	81.394,14	-	54.361,88
Bandung	Gresik	73.170,83	88.081,48	-	50.075,31

asal	tujuan	opportunity cost			
		kapal roro	kapal petikemas	kereta api	truk
Bandung	Malang	76.573,98	83.693,36	-	55.993,83
Bandung	Pasuruan	75.333,70	84.600,00	-	59.917,75
Bandung	Mojokerto	74.767,96	81.938,12	-	50.706,33
Bandung	Surabaya	72.709,53	84.382,41	-	53.868,67
Bandung	Lamongan	74.776,66	86.108,64	-	43.387,96
Bandung	Tuban	76.896,01	78.819,29	-	36.026,08
Bandung	Banyuwangi	85.382,12	79.174,69	-	56.363,73
Bandung	kalianak	72.970,64	82.525,62	-	95.073,46
Bekasi	Probolinggo	66.531,35	89.771,45	-	49.734,41
Bekasi	Kediri	67.706,35	68.795,52	-	77.491,98
Bekasi	Madiun	68.968,39	69.158,18	-	55.174,23
Bekasi	Sidoarjo	63.476,35	67.170,83	-	44.533,95
Bekasi	Gresik	62.632,09	71.667,75	-	66.148,15
Bekasi	Malang	66.035,24	70.971,45	-	63.500,77
Bekasi	Pasuruan	64.794,96	71.203,55	-	69.412,04
Bekasi	Mojokerto	64.229,22	67.975,93	-	72.269,75
Bekasi	Surabaya	62.170,80	68.171,76	-	62.376,54
Bekasi	Lamongan	64.237,93	68.418,36	-	63.754,63
Bekasi	Tuban	66.357,28	68.614,20	-	55.776,23
Bekasi	Bangkalan	63.915,89	69.325,00	-	50.372,69
Bekasi	Banyuwangi	74.843,39	66.808,18	-	68.287,81
Bekasi	kalianak	62.431,91	66.858,95	-	103.936,73
Depok	Probolinggo	68.214,07	66.837,19	-	60.215,12
Depok	Kediri	69.389,07	68.933,33	-	79.377,78
Depok	Madiun	70.651,11	70.412,96	-	57.625,77
Depok	Sidoarjo	65.159,07	69.020,37	-	47.870,37
Depok	Gresik	64.314,81	70.217,13	-	68.251,54
Depok	Malang	67.717,96	70.978,70	-	65.110,96
Depok	Pasuruan	66.477,68	70.790,12	-	70.572,53
Depok	Mojokerto	65.911,94	70.159,10	-	74.924,38
Depok	Surabaya	63.853,51	67.294,14	-	62.935,03
Depok	Lamongan	65.920,64	66.945,99	-	62.956,79
Depok	Tuban	68.039,99	66.191,67	-	55.631,17
Depok	Bangkalan	65.598,61	66.677,62	-	48.813,27
Depok	Banyuwangi	76.526,11	66.278,70	-	68.396,60
Depok	kalianak	64.114,62	67.961,42	-	106.402,78
cikarang	Probolinggo	67.974,72	65.502,62	-	59.983,02
cikarang	Kediri	69.149,72	62.906,02	-	67.054,78
cikarang	Madiun	70.411,75	64.835,34	-	45.912,04
cikarang	Sidoarjo	64.919,72	61.041,98	-	34.241,82
cikarang	Gresik	64.075,46	59.685,65	-	53.165,12
cikarang	Malang	67.478,61	60.911,42	-	49.038,12

asal	tujuan	opportunity cost			
		kapal roro	kapal petikemas	kereta api	truk
cikarang	Pasuruan	66.238,33	60.708,33	-	53.890,43
cikarang	Mojokerto	65.672,59	62.398,30	-	58.996,60
cikarang	Surabaya	63.614,16	58.314,81	-	48.392,59
cikarang	Lamongan	65.681,29	59.040,12	-	48.697,22
cikarang	Tuban	67.800,64	54.985,65	-	38.804,01
cikarang	Bangkalan	65.359,25	55.166,98	-	31.768,52
cikarang	Banyuwangi	76.286,75	54.057,25	-	51.206,79
cikarang	kalianak	63.875,27	52.055,40	-	82.830,25