



TUGAS AKHIR - MS141501

**ANALISIS ALTERNATIF RUTE ANGKUTAN
PENYEBERANGAN : STUDI KASUS LINTAS JAWA TIMUR,
BALI, DAN NUSA TENGGARA BARAT**

**FANI ROHMATUL FITRIA
NRP. 0441134 0000 019**

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR - MS141501

**ANALISIS ALTERNATIF RUTE ANGKUTAN
PENYEBERANGAN: STUDI KASUS LINTAS JAWA TIMUR,
BALI, DAN NUSA TENGGARA BARAT**

FANI ROHMATUL FITRIA
NRP. 0441134 0000 019

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



FINAL PROJECT - MS141501

**ANALYSIS OF ALTERNATIVE FERRY TRANSPORT
ROUTES : A CASE STUDY OF EAST JAVA, BALI, AND
WEST NUSA TENGGARA**

**FANI ROHMATUL FITRIA
NRP. 0441134 0000 019**

SUPERVISORS :
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

**DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

ANALISIS ALTERNATIF RUTE ANGKUTAN PENYEBERANGAN: STUDI KASUS LINTAS JAWA TIMUR, BALI, DAN NUSA TENGGARA BARAT

TUGAS AKHIR

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

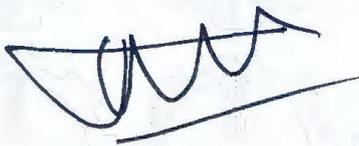
Oleh:

FANI ROHMATUL FITRIA

NRP. 0441134 0000 019

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



Ir. Tri Achmadi, Ph.D

NIP. 19650110198831001



Dosen Pembimbing II



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

SURABAYA, JANUARI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS ALTERNATIF RUTE ANGKUTAN PENYEBERANGAN STUDI KASUS : LINTAS JAWA TIMUR, BALI, DAN NUSA TENGGARA BARAT

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 16 Januari 2018

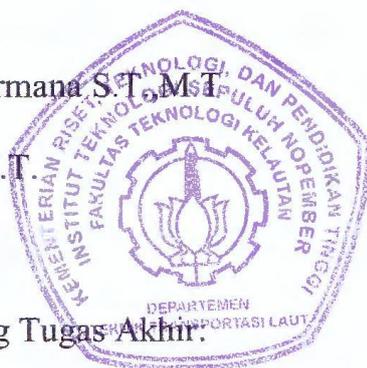
Bidang Keahlian Transportasi Laut - Logistik
Program S1 Departemen Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FANI ROHMATUL FITRIA
NRP. 0441134 0000 019

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi S.T., M.Sc
2. Christino Boyke Surya Permana S.T., M.T
3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.



[Handwritten signatures of the examiners]

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D
2. Siti Dwi Lazuardi S.T., M.Sc.

[Handwritten signature of the supervisor]
22/01/18

SURABAYA, JANUARI 2018

(Dipersembahkan kepada keluarga tercinta khususnya Ibu,Ayah,dan Adikku)

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya Tugas Akhir (MS 141501) ini dapat terselesaikan. Tugas ini dapat diselesaikan dengan baik berkat dukungan serta bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Tri Achmadi Ph.D sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Siti Dwi Lazuardi S.T., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II, yang dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu dan motivasi.
2. Bapak Dr.Ing Setyo Nugroho., sebagai Dosen Wali selama menjalani Program Sarjana di Jurusan Transportasi Laut yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama proses perkuliahan
3. Bapak I.G.N. Sumanta Buana S.T., M.Eng., Bapak Firmanto Hadi S.T., M.Sc., dan Bapak Ir. Murdjito, M.Sc.Eng. Sebagai dosen pengajar Jurusan Transportasi Laut atas semua ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
4. Dosen muda Jurusan Transportasi Laut, Pak Irwan, Pak Hasan, Pak Takim, Pak Eka, Pak Boyke, Ibu Arum dan seluruh dosen Jurusan Teknik perkapalan atas ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua penulis , Ibu, Ayah , dan Adikku Rizki yang selalu memberikan dukungan, do'a dan kebutuhan baik moril dan materiil bagi penulis.
6. Pihak PT ASDP Indonesia Ferry Persero Cabang Lembar dan Cabang Surabaya Divisi Usaha atas bant data dan informasi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Temanku Laboratorium Telematika Transportasi 2013 ,Desy,Annisa, Aan , Aswin, Chandra, Dadan, Diwa, Dikko, Fahmi, Hikman, Issac,Suci,Stella,Dzikrina terimakasih atas persaudaraan dan dukungan selama pengerjaan Tugas Akhir ini,
8. Dan semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Surabaya, Januari 2018

Fani R Fitria

ANALISIS ALTERNATIF RUTE ANGKUTAN PENYEBERANGAN: STUDI KASUS LINTAS JAWA TIMUR, BALI, DAN NUSA TENGGARA BARAT

Nama Mahasiswa : FANI ROHMATUL FITRIA
NRP : 0441134 0000 019
Jurusan / Fakultas : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Volume kendaraan dari Jawa Timur ke NTB pada tahun 2017 sebesar 43.586 unit dan sebaliknya sebesar 30.094 unit kendaraan. Volume penumpang dari Jawa Timur ke NTB tahun 2017 sebesar 3.970.115 orang dan sebaliknya sebesar 4.166.310 orang. Karena jumlah arus penumpang, kendaraan yang meningkat setiap tahunnya maka perlu dialihkan rute saat ini ke rute penyeberangan jarak jauh khususnya kendaraan barang menggunakan kapal ro-ro. Komposisi kendaraan terbanyak pada penyeberangan di Lintas Jawa Timur, Bali dan Nusa Tenggara Barat adalah golongan VB, VIB, dan VII. Berdasarkan hasil analisis biaya diperoleh unit biaya minimum untuk Rute 1 sebesar 1,5 juta rupiah per SUP, Rute 2 sebesar 1,1 juta rupiah per SUP, dan Rute 3 sebesar 794 ribu rupiah per SUP. Berdasarkan analisis dampak terhadap penerapan rute penyeberangan langsung dengan rute penyeberangan saat ini didapatkan hasil bahwa rute penyeberangan langsung memiliki biaya emisi yang lebih kecil jika dibandingkan rute saat ini, biaya perbaikan jalan pada tahun 2018 meningkat 3% dari tahun sebelumnya sehingga rute penyeberangan langsung dapat dijadikan alternatif sebagai pengalihan rute saat ini, biaya opportunity cost yang didapatkan dari 5 skenario memilih rute penyeberangan langsung sebagai alternatif rute terbaik pada skenario 2, 3, 5 dan rute saat ini masih bisa digunakan sebagai alternatif rute penyeberangan pada skenario 1 dan 4. Alternatif rute terbaik adalah Rute 3 dengan jarak tempuh pendek, waktu tempuh lama, kapasitas kapal 1.121 SUP dan unit biaya paling minimum.

Kata kunci: Truk, Kapal Roro, Alternatif Rute, Unit Biaya minimum.

ANALYSIS OF ALTERNATIVE FERRY TRANSPORT ROUTES : A CASE STUDY OF EAST JAVA, BALI, AND WEST NUSA TENGGARA

Author : Fani Rohmatul Fitria
ID No. : 0441134 0000 019
Dept. / Faculty : Marine Transportation / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir.Tri Achmadi Ph.D
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

The volume of vehicles from East Java to Lombok in 2017 has a total of 43,586 units and vice versa 30,094 units on the reverse route. Whereas the volume of passengers from East Java to Lombok in 2017 has a total 3.970.115 people and on the reverse route is 4,166,310 people. Due to the number of passenger traffic and vehicles that increase every year, it is necessary to divert the current route to the long-distance crossing route, especially for the vehicle transfer by using ro-ro. The vehicles that move across East Java, Bali and West Nusa Tenggara are mostly the category VB, VIB, and VII. Based on the cost analysis result, the minimum unit cost for Route 1 is 1.5 million rupiah per SUP, Route 2 is 1.1 million rupiah per SUP, and Route 3 is 794 thousand rupiah per SUP. Based on the impact analysis on the implementation of the direct crossing route compared with the current ferry route, it is found that direct crossing routes have smaller emission costs than current routes, resulted that smaller emission cost yielding on the direct crossing route, road repair cost in 2018 is increased by 3% than the previous year so the direct crossing route can be used as an alternative for the current route redirection, the opportunity cost obtained from the 5 scenarios choosing the direct crossing route as the best route alternative is on the scenario 2,3,5 and then current route can still be used as an alternative for the ferry route on scenario 1 and 4. The best route alternative is Route 3 with the shortest distance, fastest travel time, ship capacity of 1121 SUP and the most minimum unit cost.

Keywords: Truck, Ferry Roro, Alternative Routes, Unit Cost Minimum

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR REVISI	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lintasan Penyeberangan	5
2.2 Angkutan Penyeberangan	6
2.3 Angkutan Darat	6
2.4 Pelabuhan Penyeberangan	8
2.5 Peramalan.....	9
2.5.1 Peramalan Metode Kualitatif.....	10
2.5.2 Peramalan Metode Kuantitatif.....	11
2.6 Regresi	11
2.6.1 Regresi Linier	12
2.6.2 Regresi Non Linier	12
2.7 Perhitungan Ukuran Utama Kapal	13
2.7.1 Ukuran Utama Kapal	13
2.7.2 Perhitungan Koefisien Utama Kapal	14

2.7.3	Hambatan Kapal	15
2.7.4	Perkiraan Daya Motor Induk	17
2.7.5	Komponen DWT	17
2.7.6	Komponen LWT	19
2.8	Biaya Transportasi Laut	20
2.8.1	Biaya modal (<i>capital cost</i>).....	20
2.8.2	Biaya operasional (<i>operating cost</i>).....	21
2.8.3	Biaya pelayaran (<i>voyage cost</i>).....	23
2.8.4	Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost)	24
2.9	Metode Optimasi.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Tahapan Pengerjaan	28
3.3	Model Matematis	29
BAB IV GAMBARAN UMUM		31
4.1	Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk.....	31
4.2	Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar	32
4.3	Armada Kapal Penyeberangan.....	34
4.4	Permintaan Penyeberangan Jawa Timur ke NTB	37
4.4.1	Permintaan Penumpang	37
4.4.2	Permintaan Kendaraan Barang	37
4.4.3	Komposisi Golongan Kendaraan Barang	39
4.5	Proyeksi Permintaan Penyberangan.....	40
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		41
5.1	Moda Transportasi Darat	41
5.2	Moda Transportasi Laut	42
5.2.1	Spesifikasi Moda Rute Surabaya-Lembar	42
5.2.2	Spesifikasi Moda Rute Ketapang-Lembar.....	44
5.3	Analisis Jarak	45
5.4	Analisis Rute 1	46
5.5	Analisis Rute 2	47
5.6	Analisis Rute 3	49
5.7	Analisis Biaya Tranportasi.....	50

5.7.1	Biaya Transportasi Laut.....	50
5.7.2	Biaya Transportasi Darat.....	52
5.8	Analisis Dampak Penerapan Alternatif Rute Angkutan Penyeberangan.....	56
5.8.1	Analisis Biaya Emisi.....	56
5.8.2	Analisis Biaya Perbaikan Jalan.....	57
5.8.3	Analisis Opportunity Cost.....	58
5.9	Perbandingan Alternatif Rute Angkutan Penyeberangan.....	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
6.1	Kesimpulan.....	65
6.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Lintasan Penyeberangan.....	5
Gambar 2-2 Kapal Penyeberangan PT ASDP	6
Gambar 3-1 Diagram Alir.....	28
Gambar 4-1 Lokasi Pelabuhan Ketapang-Gilimanuk.....	31
Gambar 4-2 Lokasi Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar.....	33
Gambar 4-3 Permintaan Penumpang Jawa Timur ke NTB	37
Gambar 4-4 Permintaan Kendaraan Barang Jawa Timur ke NTB	39
Gambar 4-5 Komposisi Kendaraan Truk Pengguna Jasa Penyeberangan.....	39
Gambar 4-6 Proyeksi Permintaan Penyeberangan Penumpang Jawa Timur ke NTB.....	40
Gambar 4-7 Proyeksi Permintaan Penyeberangan Kendaraan Jawa Timur ke NTB	40
Gambar 5-1 Kendaraan Penumpang Golongan IV A.....	41
Gambar 5-2 Kendaraan Barang Golongan V B.....	42
Gambar 5-3 Kendaraan Barang Golongan VI B	42
Gambar 5-4 Kendaraan Barang Golongan VII.....	42
Gambar 5-5 Lokasi Alternatif Rute Penyeberangan.....	45
Gambar 5-6 Ilustrasi Rute 1.....	46
Gambar 5-7 Lokasi Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Lembar	48
Gambar 5-8 Ilustrasi Rute 2.....	48
Gambar 5-9 Lokasi Pelabuhan Penyeberangan Rute 3	49
Gambar 5-10 Ilustrasi Rute C.....	49
Gambar 5-11 Ilustrasi Skenario Rute	59
Gambar 5-12 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 1	60
Gambar 5-13 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 2.....	60
Gambar 5-14 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 3.....	61
Gambar 5-15 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 4.....	62
Gambar 5-16 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 5.....	62
Gambar 5-17 Perbandingan <i>Unit Cost</i> Per Alternatif Rute	63
Gambar 5-18 Perbandingan Waktu Per Alternatif Rute.....	63
Gambar 5-19 Perbandingan Jarak Per Alternatif Rute	64
Gambar 5-20 Perbandingan Kapasitas Angkut Kapal Per Alternatif Rute	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Penggolongan Truk Pengangkut	8
Tabel 4-1 Batas-Batas Fisik Kewilayahan Pelabuhan Penyeberangan Ketapang –Gilimanuk	32
Tabel 4-2 Jumlah Fasilitas Dermaga Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk	32
Tabel 4-3 Batas-Batas Fisik Kewilayahan Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar	33
Tabel 4-4 Jumlah Fasilitas Dermaga Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar.....	34
Tabel 4-5 Armada Kapal Lintasan Ketapang-Gilimanuk.....	34
Tabel 4-6 Armada Kapal Penyeberangan Padangbai-Lembar	36
Tabel 5-1 Spesifikasi Ukuran Utama Rute Surabaya-Lembar	43
Tabel 5-2 Komposisi Kendaraan Barang Rute Surabaya-Lembar	43
Tabel 5-3 Spesifikasi Ukuran Utama Rute Ketapang-Lembar	44
Tabel 5-4 Komposisi Kendaraan Barang Rute Ketapang-Lembar	44
Tabel 5-5 Letak dan Kode Pelabuhan Penyeberangan	45
Tabel 5-6 Waktu Perjalanan Rute 1.....	47
Tabel 5-7 Waktu Perjalanan Rute 2.....	48
Tabel 5-8 Operasional Kapal Rute 2	48
Tabel 5-9 Operasional Kapal Rute 3	50
Tabel 5-10 Asumsi Biaya Transportasi Laut.....	50
Tabel 5-11 Harga Kapal dan Biaya Kapital.....	50
Tabel 5-12 Biaya Operasional Kapal.....	51
Tabel 5-13 Biaya Pelayaran Kapal.....	51
Tabel 5-14 Total Biaya dan Unit Biaya.....	51
Tabel 5-15 Tarif Model Rute Surabaya-Lembar	52
Tabel 5-16 Tarif Model Rute Ketapang –Lembar	52
Tabel 5-17 Asumsi Biaya Transportasi Darat	53
Tabel 5-18 Rincian Biaya Tetap.....	53
Tabel 5-19 Biaya Tidak Tetap	54
Tabel 5-20 Biaya Total Rute 1	55
Tabel 5-21 Biaya Unit Rute 1	55
Tabel 5-22 Biaya Total Rute 2	55

Tabel 5-23 Biaya Unit Rute 2.....	55
Tabel 5-24 Beban Emisi Tiap Moda Transportasi.....	56
Tabel 5-25 Biaya Emisi Berdasarkan Jenis Emisi dalam Dollar per Ton	57
Tabel 5-26 Biaya Emis dalam Rupiah per Ton per Tahun Tiap Moda Transportasi	57
Tabel 5-27 Beban Biaya Perbaikan Jalan	57
Tabel 5-28 Kisaran Nilai Komoditas Berdasarkan Jenis Muatan.....	59
Tabel 5-29 Keterangan Ilustrasi Skenario	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Lintasan Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk dan Padangbai-Lembar merupakan lintasan penyeberangan terpadat kedua dan ketiga di Indonesia. Lintasan penyeberangan ini menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Bali dan Pulau Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan moda transportasi laut dan moda transportasi darat. Pergerakan penumpang dan angkutan kendaraan seperti kendaraan roda dua, roda empat maupun kendaraan truk pengangkut barang yang menggunakan lintasan penyeberangan Ketapang-Gilimanuk dan Padangbai-Lembar terus meningkat setiap tahunnya.

Berdasarkan data yang dimiliki oleh PT.ASDP dalam kurun waktu 5 tahun terakhir pada lintasan penyeberangan Padangbai-Lembar memiliki pertumbuhan rata-rata untuk penumpang sebesar 4% , kendaraan roda dua dan roda tiga sebesar 7% dan kendaraan roda empat dan lebih sebesar 5%. Tidak berbeda jauh dengan lintasan penyeberangan Padangbai-Lembar, volume pergerakan untuk penumpang dan angkutan kendaraan khususnya truk pengangkut barang yang berasal dari Pulau Jawa yang menyeberang ke Pulau Bali menggunakan jalur penyeberangan Ketapang-Gilimanuk juga telah mengalami kelebihan kapasitas atau *overload*. Tercatat sekitar 4.000 unit kendaraan truk pengangkut barang yang menyeberang dari Ketapang-Gilimanuk ini.

Hal tersebut mendapat perhatian khusus dari Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Budi Karya Sumadi saat melakukan peninjauan lapangan di Pelabuhan Ketapang dan Pelabuhan Padangbai. Dengan adanya peningkatan volume pergerakan kendaraan khususnya truk pengangkut barang akan mempengaruhi peningkatan volume lalu lintas kendaraan yang masuk keluar Pulau Bali. Jika hal ini terus terjadi akan berakibat mengurangi atau merugikan sektor pariwisata yang ada di Pulau Bali. Selain itu masih bertumpunya angkutan logistik pada kendaraan truk pengangkut barang juga menimbulkan permasalahan seperti kemacetan dan kerusakan jalan.

Dalam hal ini upaya yang dilakukan pemerintah khususnya Kementerian Perhubungan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan membuka rute penyeberangan baru menggunakan angkutan penyeberangan kapal fery ro-ro jarak jauh. Upaya ini juga menjadi salah satu terobosan pemerintah dalam hal merevitalisasi fungsi dari angkutan laut penyeberangan karena masih banyak kapal –kapal fery ro-ro yang tidak terpakai yang

semestinya bisa dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan seperti kepadatan saat musim lebaran, natal maupun tahun baru tetapi tidak digunakan. Rute penyeberangan baru yang telah dibuka oleh pemerintah dengan pihak PT. ASDP adalah rute penyeberangan langsung dari Surabaya menuju Lombok dan rute Ketapang menuju Lombok yang masih dalam tahap perencanaan namun akan segera direalisasikan. Dengan dibukanya dua rute baru ini menambah alternatif rute angkutan penyeberangan yang ada di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok.

Oleh karena itu diperlukan sebuah analisis perhitungan biaya yang bisa memberikan informasi mengenai manfaat atau potensi yang dimiliki dari setiap alternatif rute angkutan penyeberangan yang ada. Berdasarkan analisis tersebut nantinya, akan digunakan untuk mengetahui alternatif rute angkutan penyeberangan yang akan menghasilkan biaya yang minimum beserta manfaat yang diberikan. Adapun manfaat yang ingin dicapai dari rute penyeberangan langsung menggunakan layanan kapal ferry ro-ro jarak jauh terhadap angkutan darat yang pertama adalah dapat mengurangi kepadatan lalu lintas di Pulau Bali sehingga kenyamanan pariwisata dapat lebih terjaga. Kedua dapat menambah rute baru pariwisata. Ketiga ramah lingkungan. Keempat, mengurangi beban dan perawatan jalan raya. Kelima, efisiensi waktu, biaya operasional dan pemeliharaan truk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka beberapa permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi rute angkutan penyeberangan di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok pada saat ini ?
2. Bagaimana model perhitungan untuk analisis alternatif rute angkutan penyeberangan pada lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok yang menghasilkan unit biaya minimum?
3. Bagaimana dampak dari penerapan alternatif rute penyeberangan langsung menggunakan layanan kapal ferry ro-ro terhadap rute angkutan penyeberangan pada saat ini?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah tersebut di atas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kondisi dari rute angkutan penyeberangan di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok pada saat ini

2. Menentukan model perhitungan untuk analisis alternatif rute angkutan penyeberangan di Lintas Jawa Timur , Bali , dan Lombok yang optimum
3. Menganalisis dampak dari penerapan alternatif rute penyeberangan langsung menggunakan layanan kapal ferry ro-ro terhadap rute angkutan penyeberangan yang berlaku pada saat ini.

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan terhadap penelitian yang diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus pada alternatif rute angkutan penyeberangan yang ada pada saat ini dan yang sedang direncanakan pada lintas Jawa Timur ,Bali, dan Lombok
2. Pelabuhan Penyeberangan yang digunakan sebagai titik angkutan penyeberangan dalam alternatif rute ini antara lain Pelabuhan Penyeberangan di Surabaya Jawa Timur, Ketapang Banyuwangi Jawa Timur , Gilimanuk Bali , Padangbai Bali , dan Lembar Lombok NTB
3. Tersedianya dermaga untuk kapal ferry ro-ro di lima pelabuhan penyeberangan yaitu Pelabuhan Penyeberangan di Surabaya Jawa Timur , Ketapang Banyuwangi Jawa Timur , Gilimanuk Bali , Padangbai Bali , dan Lembar Lombok NTB
4. Angkutan penyeberangan pada alternatif rute jalur laut yang digunakan hanya angkutan kapal ferry ro-ro dan untuk rute jalur darat yang digunakan hanya angkutan kendaraan golongan barang
5. Muatan yang dianalisis dalam penelitian ini hanya penumpang dan kendaraan barang
6. Kecepatan kapal dan kendaraan diasumsikan sama dengan konstan

1.5 Manfaat

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

1. Memberikan informasi mengenai alternatif rute angkutan penyeberangan
2. Dapat meningkatkan minat pengguna jasa penyeberangan
3. Sebagai studi awal mengembangkan angkutan penyeberangan dalam studi selanjutnya.

1.6 Hipotesis

Dugaan awal Penulis dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk alternatif rute penyeberangan langsung dengan waktu tempuh yang lebih lama biaya total transportasi yang dikeluarkan akan lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan transportasi darat dengan dua kali penyeberangan, sebaliknya untuk rute yang menggunakan transportasi darat dengan dua kali penyeberangan memiliki waktu tempuh yang lebih cepat biaya total transportasi yang dikeluarkan akan lebih mahal dibandingkan dengan rute penyeberangan langsung.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lintasan Penyeberangan

Suatu alur perairan di laut, selat, teluk, sungai, dan/atau danau yang ditetapkan sebagai lintas penyeberangan memiliki fungsi untuk menghubungkan simpul pada jaringan jalan dan/atau jaringan jalur kereta api. Lintasan penyeberangan dibagi menjadi dua yaitu lintasan komersial dan lintasan perintis. Lintasan komersial adalah lintasan yang secara keuangan atau finansial menguntungkan biasanya lintasan ini dibuka kepada pihak swasta untuk ikut menginvestasikan kapal pada lintasan yang bersangkutan ataupun sebagai usaha yang melakukan perawatan alur. Sedangkan lintasan perintis adalah lintasan yang secara ekonomi maupun finansial belum menguntungkan. Lintasan perintis ini dilayani oleh BUMN di bidang penyeberangan yang disubsidi, baik subsidi sarana kapalnya maupun biaya operasionalnya, ataupun ditenderkan kepada swasta untuk memberikan pelayanan berdasarkan standar yang ditetapkan. Di Indonesia terdapat 46 lintasan komersial dan 116 lintasan perintis yang dilayani oleh PT.ASDP Indonesia Ferrt (Persero) sebagai operator kapal dan pelabuhan (Manajemen ASDP,2015)



Sumber : PT ASDP Indonesia Ferry , 2016

Gambar 2-1 Lintasan Penyeberangan

Dalam penelitian Tugas Akhir ini lintasan penyeberangan yang digunakan adalah lintasan penyeberangan yang berada di Jawa Timur, Bali, dan Lombok. Dimana lintasan tersebut

memiliki lintasan komersial yaitu Ketapang-Gilimanuk dan Padangbai-Lembar. Sedangkan lintasan perintis yaitu Surabaya-Lembar dan Ketapang-Lembar.

2.2 Angkutan Penyeberangan

Angkutan laut untuk penyeberangan yang banyak digunakan di Indonesia adalah tipe kapal ro-ro. Kapal ini banyak digunakan di negara berkembang karena *cost* operasional yang sebanding dengan tingkat pendapatan yang bersumber dari angkutan kendaraan dan penumpang. Kapal ro-ro yang digunakan di Indonesia sebagian besar merupakan kapal Ferry yang dilengkapi multideck untuk mengangkut trailer, mobil, dan berbagai jenis muatan unit.

Kapal ro-ro mempunyai pintu rampah yang berfungsi sebagai jembatan antara kapal dan dermaga sebagai pintu keluar masuk kendaraan. Kapal ro-ro tidak memiliki sekat melintang pada geladak kendaraan, apabila air masuk kedalam kapal maka proses tenggelamnya kapal akan terjadi secara cepat. Kapal ro-ro memiliki bentuk *freeboard* tinggi dan memiliki bentuk yang sama dengan tongkang. Kapal ro-ro memiliki keuntungan pada sistem roll on roll off sehingga mempermudah proses bongkar muat kendaraan menjadi lebih cepat dan kendaraan tidak harus berjalan mundur.



sumber : hasil survei dan diolah kembali

Gambar 2-2 Kapal Penyeberangan PT ASDP

2.3 Angkutan Darat

Angkutan darat disini adalah alat angkut untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain, melalui jalur darat yaitu jalan raya. Berikut adalah beberapa jenis kendaraan angkutan barang di jalan.

1. Truk Pick Up adalah truk dengan ukuran kecil, banyak dipergunakan karena bisa masuk ke dalam gang-gang dan jalan sempit, truk jenis ini biasa juga dipanggil dengan merk dagangnya seperti Suzuki carry, Daihatsu Grandmax, dan Mobil Colt (Mitsubishi Colt) Ukuran bak: Panjang : 2 – 3 meter, Lebar: 1 – 1,8 meter ,Tinggi : 1 – 1,8 meter, Kapasitas muatan: 1 – 2 ton, Kisaran volume: 7 kubik
2. Truk Colt Diesel adalah mobil ukuran terkecil di kelas otomotif pengangkut barang jenis truk, banyak diantaranya yang ditambahkan ban belakangnya sehingga menjadi enam roda, dengan tambahan ban belakang kapasitasnya naik sekitar satu ton. Ukuran bak: Panjang : 3-4 meter, Lebar:1 – 2 meter, Tinggi : 1,5 – 2 meter, Kapasitas muatan: 2 – 3,5 ton, Kisaran volume: 14 kubik
3. Truk Fuso Engkel adalah truk ukuran sedang Ukuran bak: Panjang; 6-7 meter, lebar: 2,3 – 2,5 meter ,tinggi : 2 – 2,5 meter, Kapasitas muatan 7-15 ton, Kisaran volume: 29 kubik
4. Truk tronton adalah truk dengan ukuran lebih besar biasanya memiliki 3 sumbu satu didepan dan tandem di belakang, truk jenis ini banyak yang dimodifikasi disesuaikan dengan kebutuhannya seperti menjadi truk tangki, truk sampah, truk dump yaitu truk dengan fasilitas hidrolik yang dapat menjatuhkan muatan dengan gerak hidrolik. Ukuran bak: 7-9 meter, lebar: 2,2 – 2,5 meter ,tinggi : 2,3 -2,5 meter, Kapasitas muatan 25 -30 ton
5. Truk Wing box tronton
Ukuran bagian dalam box: Panjang: 8,85 meter, lebar: 2,4 meter, tinggi: 2,1 meter ,
Kapasitas muatan 32 – 36 Ton, Kisaran volume: 34 kubik
6. Truk container 20 feet
Ukuran bagian dalam: Panjang 5,9 – 6,2meter, Lebar 2,3 – 2,6 meter, tinggi; 2,5 – 2,7 meter Kapasitas muat: 20 Ton, Kisaran volume: 33kubik
7. Truk container 40 feet
Ukuran bagian dalam: Panjang 12 – 12,3meter, Lebar 2,3 – 2,6 meter, tinggi; 2,5 – 2,7 meter. Kapasitas muat: 27 Ton, Kisaran volume: 66 kubik

Setiap kendaraan pengangkut barang wajib memenuhi aturan pemuatan dimana dimensi dan berat muatan tidak boleh melebihi batasan yang di anjurkan. Untuk mengawasi itu maka ada jembatan timbang. Pengenaan sanksi terhadap kendaraan pengangkut di Jalan didasarkan pada penggolongan kendaraan dan JBI (Jumlah Berat yang Diiijinkan) dari masing-masing kendaraan tersebut pada jalan nasional. Berikut ini

penggolongan kendaraan beserta JBI dari masing-masing kendaraan yang tersaji dalam Tabel 2-1 berikut ini.

Tabel 2-1 Penggolongan Truk Pengangkut

Golongan Kendaraan	JBI (Kg)	Contoh
Golongan I	1.500 – 8.000	Colt
Golongan II	>8.000 – 12.000	Truk Engkel
Golongan III	>12.000-21.000	Trailer, Truk Ban Rangkap
Golongan IV	> 21.000	Truk Gandengan

Denda akan dikenakan kepada truk yang mengangkut muatan lebih dari 5% hingga 25% dari JBI (Jumlah Berat yang Diiijinkan). Denda kompensasi ini berkisar antara Rp.10.000,00 hingga Rp. 60.000,00 bergantung kepada Golongan Kendaraan. Apabila truk tersebut mengulang kesalahannya sebanyak 3 kali berturut-turut dan terdeteksi oleh jembatan timbang yang bersangkutan, maka truk tersebut akan dikenakan sanksi tilang. Namun, apabila truk mengangkut muatan lebih dari 25%, maka truk tersebut akan dikenakan sanksi berupa penilangan, penurunan muatan, ataupun pengembalian muatan ke kota asal.

2.4 Pelabuhan Penyeberangan

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindungi terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat, dilengkapi dengan fasilitas alat bongkar muat dan tempat-tempat penyimpanan dimana barang-barang dapat disimpan dalam kurun waktu tertentu (Triatmodjo, 2009). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 2001 tentang Kepelabuhanan, Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai temoat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Menurut (Anggaida,2016) berdasarkan perannya dalam pelayaran , pelabuhan dibagi menjadi (dua) jenis yaitu pelabuhan transit dan pelabuhan penyeberangan. Pelabuhan transit adalah pelabuhan yang menerima *transhipment cargo* sedangkan pelabuhan penyeberangan adalah pelabuhan yang khusus dpergunakan untuk angkutan penyeberangan dengan

menggunakan kapal ro-ro untuk memuat dan membongkar muatan kendaraan secara roll on roll off ke dan dari kapal melalui pintu rampa. Akses masuk penumpang atau kendaraan dari pelabuhan ke kapal adalah melalui dermaga. Dengan kata lain dermaga merupakan tempat kapal ditambatkan di pelabuhan untuk kegiatan bongkar muat barang dan orang dari dan ke atas kapal. Di dermaga juga dilakukan kegiatan untuk mengisi bahan bakar untuk kapal, air minum, air bersih, saluran untuk air kotor / limbah yang akan diproses lebih lanjut di pelabuhan.

Prinsip pengoperasian pelabuhan penyeberangan diantaranya : fixed route dan fix time (melayani rute yang tetap dengan jadwal waktu sandar dan pelayaran yang tepat), pass through (no waiting time), tipe kapal yang digunakan adalah roll on roll off. Sistem pelayanan FIFO yaitu first in first out, pembagian zona, tidak terjadi crossing antar penumpang dan kendaraan, dan selalu ada kapal di salah satu dermaga untuk angkutan berjarak pendek.

Dalam penelitian tugas akhir ini pelabuhan penyeberangan yang digunakan memiliki dermaga yang memadai di setiap pelabuhan penyeberangan yang ada di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok.

2.5 Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah kegiatan memperkirakan atau memprediksi apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan waktu yang relatif lama. Sedangkan ramalan adalah suatu situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Peramalan memerlukan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa bentuk model matematis. Bisa berupa prediksi subjektif atau intuitif disesuaikan dengan penilaian yang baik. Menurut horison waktu masa depan yang mendasarinya, peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu :

- Peramalan jangka pendek

Peramalan yang rentang waktunya mencapai satu tahun tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan jangka pendek digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan, dan tingkat produksi

- Peramalan jangka menengah

Peramalan jangka menengah biasanya berjangka tiga bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini sangat bermanfaat dalam perencanaan penjualan, perencanaan dan

penganggaran produksi, penganggaran kas, dan menganalisis berbagai rencana operasi.

- Peramalan jangka panjang

Peramalan yang rentang waktunya tiga tahun atau lebih, digunakan dalam merencanakan produk baru, pengeluaran modal, lokasi fasilitas, atau ekspansi dari penelitian serta pengembangan.

2.5.1 Peramalan Metode Kualitatif

Metode peramalan permintaan secara kualitatif berhubungan dengan data-data kualitatif, misalnya tentang selera konsumen terhadap suatu produk, atau survey tentang loyalitas konsumen, dan lain-lain. Metode kualitatif ini dapat dikelompokkan ke dalam beberapa metode teknik seperti akan dijelaskan berikut ini,

1. Teknik Survey

Teknik survey merupakan suatu alat meramalkan yang cukup penting khususnya untuk memprediksi kejadian-kejadian atau kecenderungan-kecenderungan dalam jangka pendek mendatang ini. Survey biasanya menggunakan alat interview atau daftar pertanyaan yang akan ditunjukkan para responden yang terpilih dan yang dituju. Sesuai kelompok yang memang diperkirakan akan menjadi sasaran pasar yang dituju oleh perusahaan. Survey dilaksanakan untuk meramalkan variabel ekonomi yang memang berhubungan baik langsung maupun tidak langsung dengan permintaan konsumen atau pasar yang dituju. Variabel-variabel ekonomi yang disurvei ini misalnya variabel yang berhubungan dengan budget perusahaan yang dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan perusahaan tersebut.

2. Teknik Jajak Pendapat

Teknik jajak pendapat sering dilakukan untuk melengkapi data dari survey. Jajak pendapat dari para pakar, para eksekutif, dari masyarakat umum, atau dari konsumen. Jajak pendapat ini lebih bersifat pandangan atau pendapat pribadi dari respondennya, sebaliknya jika teknik survey lebih bersifat objektif. Misalnya sebelum peluncuran produk baru, biasanya diadakan pre test dan jajak pendapat terhadap responden yang menjadi sampel. Teknik jajak pendapat melibatkan berbagai media seperti media TV, telepon, email atau internet untuk menyebarkan kuisioner atau daftar pertanyaan tentang berbagai informasi yang dibutuhkan perusahaan.

2.5.2 Peramalan Metode Kuantitatif

1. Teknik Deret Waktu

Metode Deret Waktu (Time Series) berhubungan dengan nilai-nilai suatu variabel yang diatur secara periodisasi sepanjang periode waktu dimana prakiraan permintaan diproyeksikan. Misalnya mingguan, bulanan, kuartalan, dan tahunan, tergantung keinginan dari pihak-pihak yang melakukan prakiraan permintaan ini. Metode ini mendasarkan diri pada data dan keadaan masa lampau. Jika keadaan di masa yang akan datang cukup stabil dalam arti tidak banyak perubahan yang berarti dengan keadaan masa lampau, metode ini dapat memberikan hasil peramalan yang cukup akurat.

2. Teknik Trend Linear

Trend adalah pergerakan jangka panjang dalam suatu kurun waktu yang kadang dapat digunakan dengan garis lurus. Pada kenyataannya, anggapan bahwa trend dapat diwakili oleh beberapa fungsi sederhana seperti garis lurus sepanjang periode untuk time series yang diamati. Apabila data digambarkan pada *scatter diagram* mendekati garis lurus, maka deret waktu yang seperti ini yang termasuk dalam trend linear.

Rumus persamaannya adalah :

$$Y_t = a + bt \quad (2.1)$$

Keterangan :

Y_t : Data time series yang akan diperkirakan

t : Variabel waktu

a dan b : Konstanta dan koefisien

Dalam pengerjaan Tugas Akhir teori yang digunakan adalah metode peramalan kualitatif yaitu dengan menggunakan teknik survey. Sedangkan metode peramalan kuantitatif menggunakan teknik trend linear.

2.6 Regresi

Regresi adalah pengukuran hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dalam bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan diperlukan pemisah yang tegas antara variabel bebas yang sering disebut dengan simbol X dan variabel tak bebas yang sering disimbolkan dengan huruf Y . Didalam sebuah regresi harus ada komponen variabel yang ditentukan dan variabel yang menentukan yaitu suatu ketergantungan variabel yang satu

dengan variable yang lainnya atau sebaliknya. Kedua variable tersebut bisa memiliki hubungan sebab-akibat. Yaitu suatu hubungan yang saling berpengaruh. Sehingga dengan demikian,regresi merupakan bentuk fungsi tertentu antara variable tak bebas Y dengan variable bebas X atau dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi $Y=f(X)$. Sehingga persamaan regresi atau bentuk fungsi , sesuai dengan variable bebas X yang menyusunnya. Dengan demikian bentuk fungsi atau regresi dapat digolongkan menjadi beberapa macam yaitu :

2.6.1 Regresi Linier

Regresi linier merupakan bentuk hubungan dimana variable bebas X maupun variable tergantung Y sebagai faktor yang berpangkat satu. Regresi linier ini dibedakan menjadi:

1. Regresi linier sederhana dengan bentuk fungsi : $Y = a + bX+e$, (2.2)

2. Regresi linier berganda dengan fungsi : $Y = b_0 + b_1X_1+\dots+b_pX_p+e$, (2.3)

Dari kedua fungsi diatas,masing-masing berbentuk garis lurus (linier sederhana) dan bidang linier (linier berganda)

2.6.2 Regresi Non Linier

Regresi non linier adalah bentuk hubungan atau fungsi dimana variabel bebas X dan variabel tak bebas Y dapat fungsi sebagai faktor atau variabel dengan pangkat tertentu. Selain itu variabel bebas X dan variabel tak bebas Y dapat berfungsi sebagai pangkay fungsi eksponen = fungsi perpangkatan. Regresi non linier dapat dibedakan menjadi

1. Regresi Polinomial

Regresi polinomial adalah regresi dengan sebuah variabel bebas sebagai faktor dengan pangkat terurut. Bentuk-bentuk fungsinya adalah sebagai berikut :

$$Y = a + bX+ cX^2 \text{ (fungsi kuadaratik)}$$

$$Y = a + bX+ cX^2 +dX^3 \text{ (fungsi kubik)}$$

$$Y = a + bX+ cX^2+dX^3+dX^4 \text{ (fungsi kuartik)}$$

$$Y = a + bX+ cX^2+dX^3+dX^4 + fX^5 \text{ (fungsi kuinik), dan seterusnya}$$

2. Regresi Hiperbola

Pada regresi hiperbola,dimana variable bebas X atau variabel tak bebas Y, dapat berfungsi sebagai penyebut sehingga regresi ini disebut regresi dengan fungsi pecahan atau fungsi resiprok. Regresi ini mempunyai bentuk fungsi seperti :

$$1/Y = a + bX \text{ atau } Y= a+b/X$$

Selain itu ada bentuk campuran seperti :

$1/Y = a + bX + cX^2$, dan masih banyak lagi bentuk-bentuk lainnya.

Selain beberapa regresi diatas ada juga beberapa jenis regresi lain seperti Regresi fungsi perpangkatan , regresi eksponensial , regresi logaritmik,dan regresi fungsi geometri. Pada penelitian tugas akhir ini digunakan teori regresi linear untuk menghubungkan nilai ukuran utama kapal dan kapasitas kapal.

2.7 Perhitungan Ukuran Utama Kapal

2.7.1 Ukuran Utama Kapal

Langkah pertama yang diperlukan dalam merencanakan suatu kapal adalah dengan mencari terlebih dahulu ukuran-ukuran utama kapal yang dibutuhkan.

a. L_{pp} (*length between perpendicular*)

Jarak horizontal yang diukur antara dua garis tegak, yaitu garis tegak buritan (*after perpendicular* (AP)) dan garis tegak haluan (*fore perpendicular* (FP)).

b. L_{oa} (*length of overall*)

Jarak horizontal yang di ukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c. B_m (*moulded breadth*)

Lebar terbesar kapal diukur pada bidang tengah kapal (*midship*) di antara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam, jarak diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d. H (*height*)

Jarak vertikal yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal.

e. T (*draught*)

Jarak vertikal yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

f. DWT (*dead weight ton*)

Berat dalam ton (1000 kilogram) dari muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum.

g. V_s (*service speed*)

Kecepatan dinas atau kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal di

bawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.

2.7.2 Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Perhitungan koefisien utama kapal bisa dilakukan dengan menggunakan harga dari angka *Froude* yang telah didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah disusun sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain C_b , C_m , C_{wp} , LCB , C_p , *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ).

Berikut rumus-rumus yang dipakai untuk menghitung koefisien utama kapal:

- a. *Block Coefficient* (C_b)

$$C_b = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3 \quad (2.1)$$

untuk $0.15 \leq Fn \leq 0.3$

- b. *Midship Coefficient* (C_m)

$$C_m = 1.006 - 0.0056 C_b^{-3.56} \quad (2.2)$$

- c. *Waterplane Coefficient* (C_{wp})

$$C_{wp} = \frac{C_b}{0.471 + 0.551 C_b} \quad ; \quad (2.3)$$

untuk *tankers* dan *bulk carriers*

- d. *Longitudinal Center of Buoyancy* (LCB)

$$LCB = -13.5 + 19.4 C_p \quad (2.4)$$

- b. *Prismatic Coefficient* (C_p)

$$C_p = \frac{C_b}{C_m} \quad (2.5)$$

- c. *Volume Displacement* (∇)

$$\nabla = LBT \cdot C_b \quad (2.6)$$

- d. *Displacement* (Δ)

$$\Delta = \nabla * 1.025 \quad (2.7)$$

Dengan ukuran utama yang telah disusun beserta koefisien utama maka perhitungan selanjutnya dapat dilakukan, mulai dari hambatan kapal, perhitungan daya motor induk, DWT, LWT, dan lain-lain.

2.7.3 Hambatan Kapal

Untuk menghitung hambatan kapal, digunakan metode Holtrop. Di dalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut yaitu *viscous resistance* (hambatan kekentalan), *appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan *wave making resistance* (hambatan gelombang karena gerak kapal). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, ada ukuran utama yang terlebih dahulu harus diubah, yaitu L_{pp} menjadi L_{wl} dengan rumus sebagai berikut:

Adapun untuk rumus hambatan total (R_T) adalah sebagai berikut :

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot S_{tot} [C_F (1+k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W \quad (2.8)$$

a. *Viscous Resistance*

mendapatkannya. Seperti bilangan Rn (*Reynold number*) untuk mendapatkan koefisien gesek yang menggunakan rumus ITTC 1957 dan *form factor of bare hull* ($1+k_1$).

Adapun menurut (Lewis, 1988) , rumus *viscous resistance* (R_V) diberikan sebagai berikut:

$$R_V = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_{FO} (1+k_1) S \quad (2.9)$$

dimana :

ρ = mass density salt water (1025 kg/m³)

V = service speed [ms⁻¹]

C_{FO} = friction coefficient (ITTC 1957)

Rn = Reynold Number

ν = 1.18831 x 10⁻⁶ m/s²

$1+k_1$ = form factor of bare hull

S = Wetted surface area

b. *Appendages Resistance*

Dalam menghitung hambatan kapal yang diakibatkan oleh bentuk badan kapal yang tercelup dalam air, dibutuhkan luas permukaan basah kapal (S_{tot}) yang terdiri dari luas badan kapal WSA (S) dan luas tonjolan-tonjolan seperti kemudi, bulbous bow, dan bilge keel (S_{app}). Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *appendages resistance* yaitu:

$$R_V = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_{FO} \cdot S_{tot} (1+k) \quad (2.10)$$

$$S_{tot} = S + S_{app} \quad (2.11)$$

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilge\ keel} \quad (2.12)$$

$$S_{app} = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times 1,75 \times Lpp \times \frac{T}{100} + (\text{panjang keel} * \text{tinggi keel}) \quad (2.13)$$

dimana :

S_{app} = total wetted surface of appendages

C_1 = faktor tipe kapal

C_2 = faktor tipe kemudi

C_3 = faktor tipe profil kemudi

C_4 = faktor letak baling-baling

Untuk menghitung hambatan gelombang, dibutuhkan masukan data seperti berat *displacement*, sudut masuk, luasan *bulbous bow* dan *transom*. Adapun rumus diberikan sebagai berikut:

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 e^{m_1 Fn^d} + m_2 \cos(\lambda Fn^{-2}) \quad (2.14)$$

dimana :

untuk kecepatan rendah ($Fn \leq 0.4$)

W = displacement weight

$$C_1 = 2223105 C_4^{3.7861} \left(\frac{T}{B}\right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$$

$$m_2 = C_6 \times 0.4 e^{-0.034Fn^{-3.29}}$$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.36 \quad \left[\text{untuk } \frac{Lwl}{B} \geq 12\right]$$

$$C_2 = e^{-1.89} \frac{A_{BT} \gamma_B}{BT(\gamma_B + i)}$$

$C_2 = 1$, jika tidak ada *bulb*

$$C_3 = 1 - \frac{0.8A_T}{BTC_M}$$

Setelah semua harga komponen hambatan total sudah didapatkan, maka selanjutnya hambatan total (R_T) (dengan kulit kapal dalam keadaan bersih) dapat dihitung dengan rumus yang sudah diberikan sebelumnya di atas. Kemudian harga hambatan total tersebut ditambah *sea margin* sebesar 15% (penambahan akibat hambatan kapal ketika kapal beroperasi; kekasaran pada lambung kapal).

2.7.4 Perkiraan Daya Motor Induk

Perhitungan Daya dan Pemilihan Motor Induk Untuk perhitungan daya motor induk (P_B), rumus dalam (Parsons, 2013) diberikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_B &= BHP \text{ (break horse power)} \\ &= \frac{P_D}{\eta_s \eta_{rg}} \text{ [kW]} \end{aligned} \quad (2.15)$$

dimana:

P_D = DHP (*delivered horse power at propeller*)

η_s = *shaft efficiency*

= antara 0.98 s/d 0.985, diambil 0.98

η_{rg} = *reduction gear efficiency* = 0.98

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

❖ Koreksi letak kamar mesin

di belakang = 3% P_B

di tengah = 5% P_B

❖ Koreksi akibat daerah pelayaran

Perairan Indonesia = 10 ~ 15 % P_B

Asia-Pasifik = 20 ~ 30 % P_B

Atlantik = 25 ~ 35 % P_B

Atlantik Utara = 30 ~ 40 % P_B

Sehingga total

$$P_B = P_B + 3\% P_B + 15\% P_B \quad (2.16)$$

Adapun untuk daya genset yang akan dipakai, bisa didapatkan pada katalog genset yang disesuaikan dengan pemilihan mesin induk kapal. Dalam hal ini genset yang akan digunakan diambil dari katalog *Generator* yang di akses menggunakan internet. Untuk detail perhitungan perkiraan daya motor induk terlampir.

2.7.5 Komponen DWT

DWT terdiri dari *payload* atau muatan bersih, *consumable* dan *crew*. *Payload* berharga 90% dari DWT, *consumable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan perbekalan (*provision and store*).

1. Jumlah dan Berat ABK

Perhitungan jumlah *crew* dan dikalikan dengan menghitung berat *crew* dan barang bawaan. Dimana berat *crew* 0.17 ton per orang. (Parsons, 2013)

2. Fuel Oil

Menurut *Parson*, kebutuhan bahan bakar dipengaruhi oleh konsumsi rata-rata bahan bakar dari mesin utama, misalnya *diesel engines* memberikan harga SFR (*specific fuel rate*) sebesar 0.000190 [ton/kW.hr] dan untuk *gensets* yang menggunakan *gas turbine* memberikan SFR sebesar 0.000215 [ton/kW.hr]. Selain itu kebutuhan bahan bakar dipengaruhi oleh MCR atau P_B dan lama berlayar. Adapun langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$W_{FO} = SFR \cdot MCR \cdot \frac{range}{V_s} \cdot margin \text{ [ton]} \quad (2.17)$$

SFR = *Specific Fuel Rate*

= 0.000190 [ton/kW hr] untuk *diesel engine*

MCR = P_B atau *BHP*[kW]

Range = jarak pelayaran [mil laut]

Margin = 1.3 ~ 1.5

Koreksi:

Tambahan konstruksi = +2%

Ekspansi panas = +2%

Auxiliary Engine

$$W_{DO} = C_{DO} \cdot V_{DO} \cdot \rho_{DO} \quad (2.18)$$

C_{DO} = 0.1 ~ 0.2

V_{DO} = volume *diesel oil*

ρ_{DO} = berat jenis *diesel oi*

= 0.85 ton/m³

Koreksi:

Tambahan konstruksi = + 2%

Ekspansi panas = + 2%

Lubricating Oil

$$W_{LO} = BHP_{ME} \cdot b_{LO} \cdot \frac{S}{V_s} \cdot margin \quad (2.19)$$

b_{LO} = 1.2 ~ 1.6 [gr/kW hr]

Margin = 1.3 ~ 1.5

V_{LO} = volume *lubrication oil*

ρ_{LO} = berat jenis *lubrication oil*
 = 0.9 ton/m³

Koreksi:

Tambahan konstruksi = + 2%
 Ekspansi panas = + 2%

2.7.6 Komponen LWT

LWT terdiri dari berat badan kapal, peralatan, perlengkapan dan permesinan atau dengan kata lain berat kapal kosong tanpa muatan dan *consumable*. Untuk menghitung berat baja kapal, peralatan, perlengkapan serta permesinaan ada beberapa pendekatan yang dapat digunakan, misalnya menurut *Watson*, *Schneecluth*, dan *Parson*. Untuk perhitungan berat baja lambung *Schneecluth* membagi ke dalam beberapa bagian antara lain berat baja lambung, berat bangunan atas dan berat rumah geladak.

Perhitungan berat baja kapal dapat dilakukan dengan cara berikut ini. (Bertram, 1998)

Rumus:

$$W_{st} = (L B D_A) C_s \tag{2.20}$$

D_A = tinggi kapal setelah dikoreksi dengan *superstructure* dan *deckhouse*

Volume *Superstructure*:

$$V_A = V_P + V_{FC} \tag{2.21}$$

keterangan :

V_P = Volume *Poop*

V_{FC} = Volume *Forecastle*

Perhitungan Berat Permesinan

Propulsion Unit

- ✓ *Engine*, berdasarkan berat mesin induk
- ✓ *Gearbox*

$$W_{getr} = 0.037 \left(\frac{P_B}{n} \right) \text{ [ton]}$$

- ✓ *Shafting*, untuk material dengan *tensile strength* 700 N/mm²

$$\left(\frac{M}{l} \right) = 0.081 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{2/3} \text{ [ton/m]}$$

l = panjang poros *propeller* [m]

M = berat poros *propeller* [ton]

✓ *Propeller*, rumus berikut untuk *normal manganese bronze propeller*

$$W_{prop} = D^3 \cdot K \quad [\text{ton}]$$

$$K \approx \left(\frac{d_s}{D} \right) \cdot \left(1.85 \frac{A_E}{A_o} - \frac{(z-2)}{100} \right) [\text{ton/m}^3]$$

d_s = diameter poros *propeller*

$$= 11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{1/3} [\text{cm}]$$

✓ *Electrical*

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

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

$$P = \text{Daya gensets} \quad [\text{kW}]$$

✓ *Other Weight*

$$W_{ow} = 0.07 * P \quad [\text{ton}]$$

$$P = P_B \quad [\text{kW}]$$

2.8 Biaya Transportasi Laut

Pada pelayaran tidak terdapat standard klasifikasi biaya yang dapat diterima secara internasional, sehingga digunakan pendekatan untuk mengklasifikasikannya. biaya ini dibagi menjadi 4 kategori :

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

2.8.1 Biaya modal (*capital cost*)

Capital cost adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan pelayaran untuk pengadaan armada. (Akmal, 2014) pengadaan kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya adalah:

- a. Bangunan baru

Pengadaan jenis ini adalah dengan membangun kapal baru yang dimulai dari nol. Biaya yang dikeluarkan akan sangat besar, namun kapal yang didapatkan juga baru. Karena membangun dari awal, maka dibutuhkan waktu yang lama untuk mengadakan.

b. Kapal bekas

Pengadaan kapal bekas merupakan cara yang lebih cepat dilakukan untuk mengadakan armada. Pengadaan ini dilakukan dengan membeli kapal dari pihak lain yang sebelumnya sudah pernah dilakukan. Biaya yang dikeluarkan lebih sedikit, namun umur ekonomis kapal sudah berkurang dan sudah harus melakukan perawatan.

c. Sewa Kapal/*Charter*

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

2.8.2 Biaya operasional (*operating cost*)

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

$$OC = M + ST + MN + I + AD \quad (2.24)$$

Dimana:

OC = *Operating Cost*

M = *Manning*

ST = *Stores*

MN = *Maintenance and repair*

I = *Insurance*

AD = *Administrasi*

1. *Manning cost*

Manning cost yaitu biaya untuk anak buah kapal atau disebut juga *crew cost* adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk didalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, uang pensiun. Besarnya *crew cost* ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja, dalam hal ini tergantung pada ukuran-ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah kapal umumnya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu *deck departemen*, *engine departemen* dan *catering departemen*.

2. *Store cost*

Disebut juga biaya perbekalan atau persediaan dan dikategorikan menjadi 2 macam, yaitu untuk keperluan kapal (cadangan perlengkapan kapal dan peralatan kapal) dan keperluan *crew* (bahan makanan).

3. *Maintenance and repair cost*

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai standar kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi, biaya ini dibagi menjadi 3 kategori :

a. Survei klasifikasi

Kapal harus menjalani survei reguler *dry docking* tiap dua tahun dan *special survey* tiap empat tahun untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi.

b. Perawatan rutin

Meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari *marine growth* yang mengurangi efisiensi operasi kapal. Biaya perawatan ini makin bertambah seiring umur kapal.

c. Perbaikan

Adanya kerusakan bagian kapal yang harus segera diperbaiki. Sehingga dibutuhkan biaya untuk perbaikan.

4. *Insurance cost*

Merupakan biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggunganan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Makin tinggi resiko yang dibebankan, makin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi rate premi asuransi yaitu rate yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang lebih tua umurnya. Ada dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu:

a. *Hull and mechinery insurance*

Perlindungan terhadap badan kapal dan permesinannya atas kerusakan atau kehilangan.

b. *Protection and indemnity insurance*

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

5. Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan ijin kepelabuhan maupun fungsi administratif lainnya, biaya ini disebut juga biaya *overhead* yang besarnya tergantung dari besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

2.8.3 Biaya pelayaran (*voyage cost*)

Biaya pelayaran (*Voyage cost*) adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, ongkos-ongkos pelabuhan, pemanduan dan tunda.

$$VC = FC + PD \quad (2.25)$$

Dimana :

VC	=	<i>voyage cost</i>
PD	=	<i>port dues</i> (ongkos pelabuhan)
FC	=	<i>fuel cost</i>

1. *Fuel cost*

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan, cuaca (gelombang, arus laut, angin), jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar dilaut dan dipelabuhan dan harga bahan bakar. Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam : HSD, MDO dan HFO.

2. *Port cost*

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

a. Jasa labuh

Jasa labuh dikenakan terhadap kapal yang menggunakan perairan pelabuhan. Tarif jasa labuh didasarkan pada *gross register ton* dari kapal yang dihitung per 10 hari.

b. Jasa tambat

Setiap kapal yang berlabuh di pelabuhan Indonesia dan tidak melakukan kegiatan, kecuali kapal perang dan kapal pemerintah Indonesia, akan dikenakan jasa tambat.

c. Jasa pemanduan

Setiap kapal yang berlayar dalam perairan pelabuhan waktu masuk, keluar, atau pindah tambatan wajib mempergunakan pandu. Sesuai dengan tugasnya, jasa pemanduan ada dua jenis, yaitu pandu laut dan pandu bandar.

- Pandu Laut adalah pemanduan di perairan antara batas luar perairan hingga batas pandu bandar.
- Pandu Bandar adalah pandu yang bertugas memandu kapal dari batas perairan bandar hingga kapal masuk di kolam pelabuhan dan sandar di dermaga.

d. Jasa penundaan

Proses penundaan merupakan proses menarik dan mendorong kapal untuk membantu kapal yang akan bersandar di pelabuhan. Proses penundaan menggunakan kapal tunda yang telah disediakan oleh pihak pelabuhan.

2.8.4 Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost)

Untuk menggunakan jasa bongkar muat, perusahaan pelayaran harus mengeluarkan biaya bongkar muat agar muatannya bisa dipindahkan dari darat ke kapal dan sebaliknya. Kegiatan yang dilakukan dalam bongkar muat terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*.

Stevedoring adalah kegiatan membongkar barang dari kapal ke dermaga, atau sebaliknya memuat dari dermaga ke kapal. Untuk mempercepat kegiatan *stevedoring* umumnya digunakan alat bantu yaitu crane kapal (*ship gear*), *mobile crane*, atau *Gantry Crane*.

Cargodoring adalah kegiatan memindahkan barang dari dermaga ke gudang/ lapangan penumpukan masih dalam areal pelabuhan.

Receiving/delivery adalah Kegiatan menerima barang dari luar ke dalam pelabuhan (*receiving*) atau sebaliknya (*Delivery*).

2.9 Metode Optimasi

Proses optimasi merupakan penerapan metode-metode ilmiah dalam masalah yang kompleks dan suatu pengolahan sistem manajemen yang besar, baik menyangkut manusia, mesin, bahan dan uang dalam industri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan. Pendekatan ini menggabungkan dan menerapkan metode ilmiah yang sangat kompleks dalam suatu

pengolahan manajemen dengan menggunakan faktor-faktor produksi yang ada dan digunakan secara efisien dan efektif untuk membantu pengambilan keputusan dalam kebijakan perusahaan. (Taha, Operation Research, 1992)

Proses optimasi berkaitan dengan pengambilan keputusan secara ilmiah dan bagaimana membuat suatu model yang baik dalam merancang dan menjalankan sistem yang melalui alokasi sumber daya yang terbatas. Inti dari beberapa kesimpulan di atas adalah bagaimana proses pengambilan keputusan yang optimal dengan menggunakan alat analisis yang ada dan adanya keterbatasan sumber daya.

Beberapa metode dalam proses optimasi antara lain:

- *Linear Programming*
- Analisis Dualitas dan Post Optimal (*Duality and Post-Optimal Analysis*)
- Metode Transportasi (*Transportation Method*)
- Metode Jaringan Kerja (*Network Method*)
- Metode Simpleks (*Simplex Method*)

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

- Variabel merupakan harga-harga yang akan dicari dalam proses optimasi.
- Parameter adalah harga yang tidak berubah besarnya selama satu kali proses optimasi karena adanya syarat-syarat tertentu. Atau dapat juga suatu variabel yang diberi harga. Data tersebut dapat diubah setelah satu kali proses untuk menyelidiki kemungkinan terdapatnya hasil yang lebih baik.
- Batasan adalah harga-harga atau nilai-nilai batas yang telah ditentukan baik oleh perencana, pemesan, peraturan, atau syarat-syarat yang lain.
- Fungsi objektif merupakan hubungan dari keseluruhan atau beberapa variabel serta parameter yang harganya akan dioptimalkan. Fungsi tersebut dapat berbentuk linear, non linear, atau gabungan dari keduanya dengan fungsi yang lain.

Secara umum, fungsi atau persamaan dari suatu optimasi dapat dituliskan seperti berikut:

$$\text{Max/Min } (Z) = X + Y \rightarrow \text{Fungsi Objektif}$$

Subject to:

$$x_1 + x_2 \leq a \quad (1)$$

$$x_2 \leq b \quad (2)$$

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

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

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

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

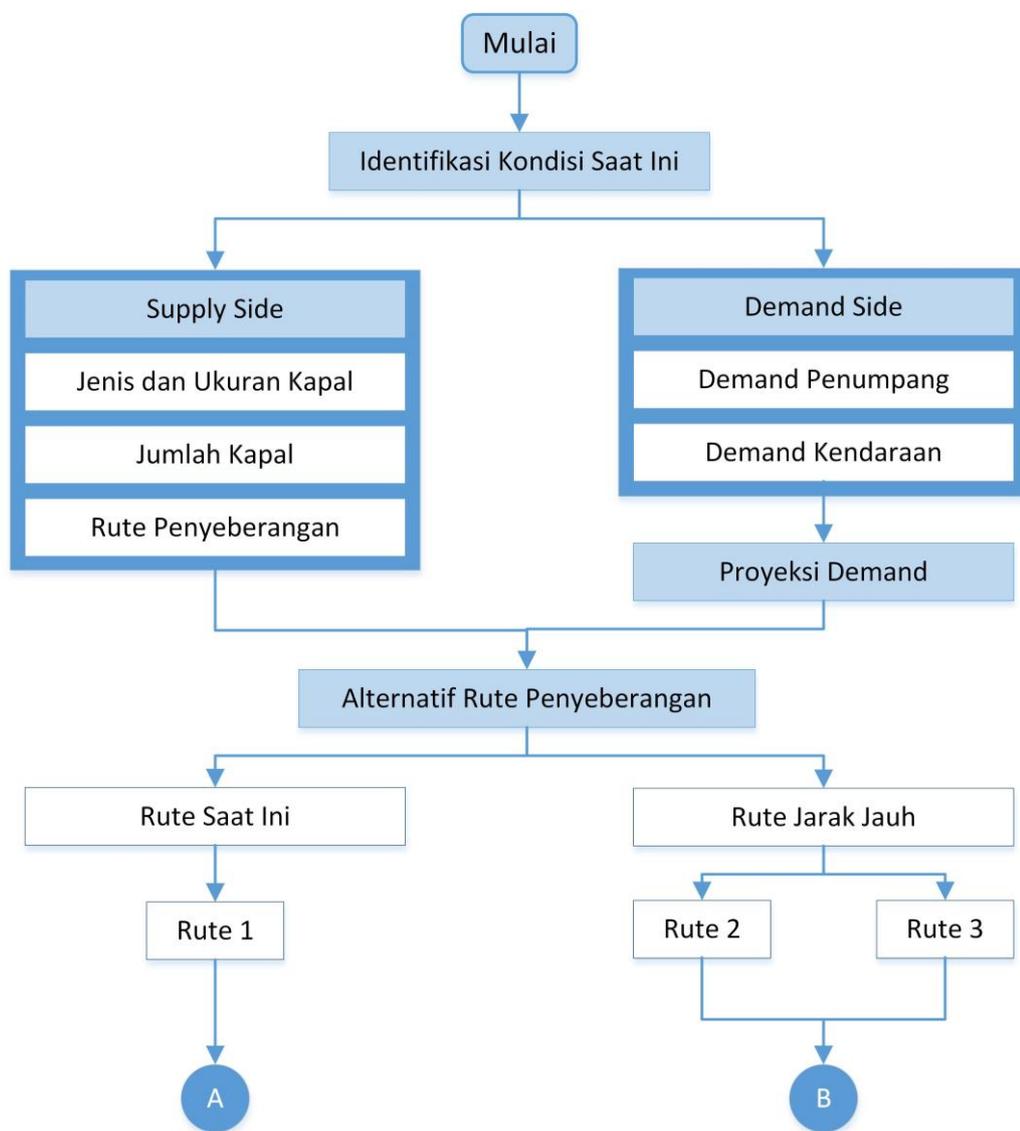
Dalam menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan *Linear Programming*, ada dua pendekatan yang bisa digunakan, yaitu metode grafik dan metode simpleks. Metode grafik hanya bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dimana variabel keputusan sama dengan dua. Sedangkan metode simpleks bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dimana variabel keputusan dua atau lebih.

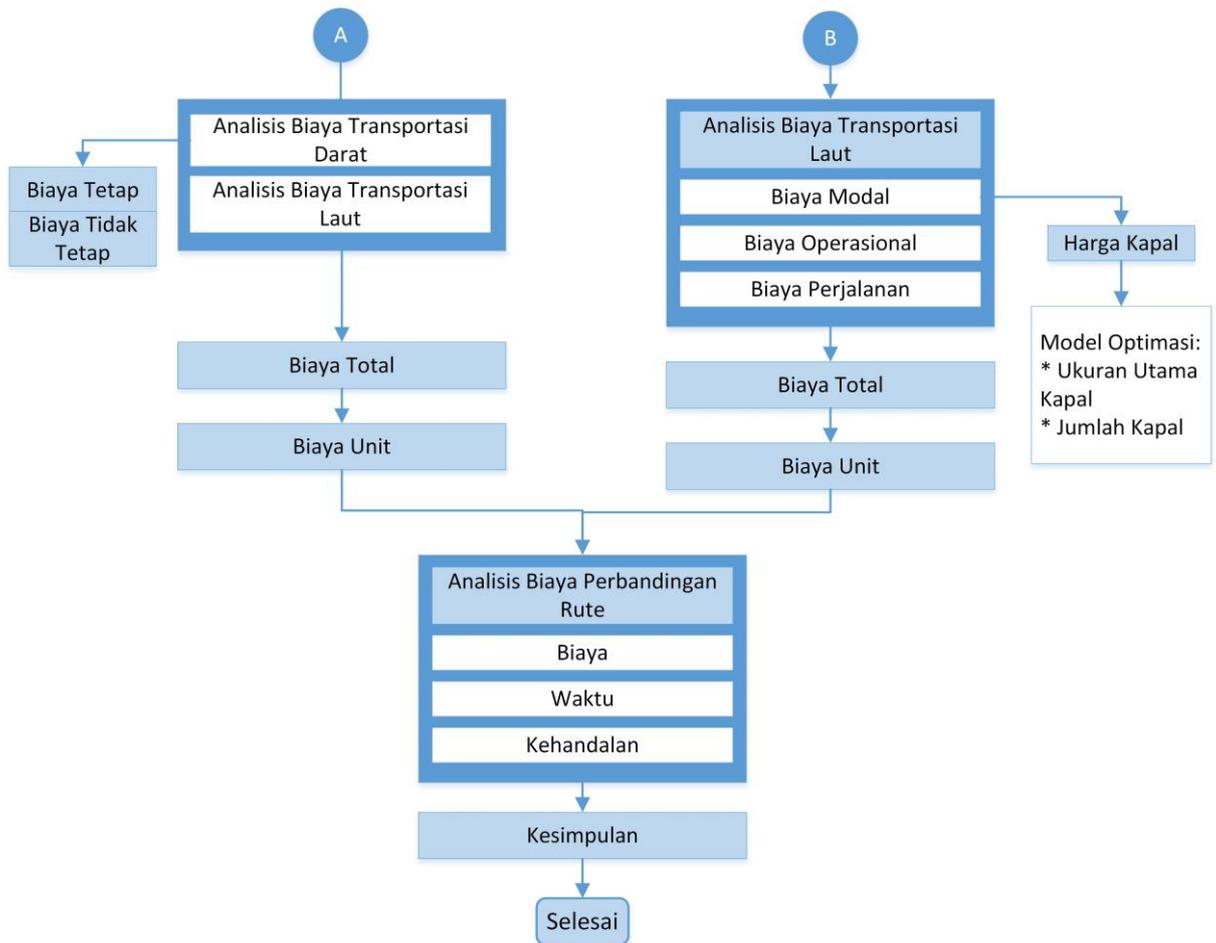
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisikan tentang langkah dan alur pengerjaan tugas akhir yang direncanakan beserta metode yang digunakan. Bab ini berisikan kerangka berpikir dalam bentuk diagram alir (*flow chart*) pengerjaan tugas akhir.

3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan dalam proses pengerjaan tugas akhir, maka diperlukan diagram alir untuk mengilustrasikan proses kerja yang akan dilakukan, berikut diagram alirnya :





Gambar 3-1 Diagram Alir

3.2 Tahapan Pengerjaan

Prosedur dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

a. Tahapan Identifikasi Kondisi

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan tugas akhir yang diangkat. Permasalahan yang timbul adalah meningkatnya volume arus kendaraan barang yang menggunakan rute penyeberangan Ketapang-Gilimanuk dan Padangbai –Lembar

b. Tahap Analisis Supply Side

Dari permasalahan yang terjadi pada identifikasi kondisi saat ini , maka dibuatlah sebuah alternatif rute angkutan penyeberangan yaitu rute penyeberangan langsung sebagai berikut :

Rute 2 : Surabaya –Ketapang menuju Lembar

Rute 3 : Surabaya menuju Lembar

c. Tahap Analisis Rute

Pada tahap ini dilakukan analisis rute penyeberangan saat ini dengan rute alternatif yaitu rute penyeberangan langsung. Analisis yang dilakukan berdasarkan letak pelabuhan penyeberangan ,jarak,waktu,frekuensi,dan jumlah kapal yang dibutuhkan

d. Tahap Analisis Biaya,Waktu, dan Kehandalan

Pada tahap ini dilakukan analisis biaya terhadap masing-masing rute yaitu biaya transportasi darat dan transportasi laut. Analisis Kehandalan dilakukan berdasarkan dampak yang ditimbulkan dari masing-masing skenario ketika menggunakan alternatif rute penyeberangan .

e. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian akhir penelitian ini akan ditarik beberapa kesimpulan yang merupakan hasil penelitian yang menjawab pertanyaan dalam rumusan masalah. Selain itu juga diberikan saran untuk pengembangan riset selanjutnya

3.3 Model Matematis

Model matematis adalah suatu cara sederhana untuk menerjemahkan suatu masalah ke dalam bahasa matematika dengan menggunakan persamaan, pertidaksamaan atau fungsi.

Untuk merencanakan rute baru , dibutuhkan perencanaan terhadap moda angkutan yang akan dipilih untuk melayani rute tersebut. Pada penyeberangan dari Surabaya menuju Lembar dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan moda angkutan yang terpilih sesuai dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Dalam kasus masalah perencanaan rute baru penyeberangan langsung di penelitian ini, fungsi tujuan dari model matematis adalah meminimalkan biaya pengiriman (*minimum cost*) dalam bentuk pemilihan kapal yang sesuai dengan batasan sarat kapal yang tidak lebih tinggi daripada kedalaman kolam pelabuhan dan permintaan (*demand*) yang harus terpenuhi.

Berdasarkan model matematis, Z (minimum cost) merupakan penjumlahan dari biaya transportasi laut (port to port) dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan dibagi dengan volume muatan dari Jawa Timur menuju Lombok dan sebaliknya. Berikut ini adalah model matematis yang digunakan pada penelitian ini:

Objective Function:

$$\min Z = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{\sum D_i}$$

Subject to:

$$\sum_{k=1}^n C_k \geq D_i$$

$$T_k < T_d$$

$$L, B, H, T \geq L_{\text{min}}, B_{\text{min}}, H_{\text{min}}, T_{\text{min}}$$

$$L, B, H, T \leq L_{\text{max}}, B_{\text{max}}, H_{\text{max}}, T_{\text{max}}$$

Keterangan:

n = Jumlah Kapal

D_i = Demand

c_i = Biaya Transportasi laut (*Port to Port*)

C = Kapasitas

T_k = Tinggi Sarat Kapal

T_d = Sarat Dermaga

Z = *Minimum Cost*

L = LPP

B = Lebar Kapal

H = Tinggi Kapal

T = Sarat

BAB IV GAMBARAN UMUM

Pada bab ini akan dijelaskan kondisi eksisting dari objek yang diteliti, meliputi keadaan pelabuhan pada masing-masing rute, permintaan penyeberangan, proyeksi permintaan

4.1 Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk

Lintasan penyeberangan antara Pulau Jawa dengan Pulau Bali dihubungkan oleh Pelabuhan Penyeberangan Ketapang dan Gilimanuk. Pelabuhan Ketapang adalah sebuah pelabuhan yang terletak di Desa Ketapang, Kecamatan Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur yang merupakan pintu utama jalur darat yang menghubungkan Ujung Timur Pulau Jawa (Ketapang) dengan Ujung Barat Pulau Bali (Gilimanuk). Sedangkan Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk adalah sebuah pelabuhan yang terletak di Desa Gilimanuk, Kecamatan Melaya, Kabupaten Jembrana.



Sumber : Google Maps dan diolah kembali

Gambar 4-1 Lokasi Pelabuhan Ketapang-Gilimanuk

Adapun batas-batas fisik kewilayahan Pelabuhan Penyeberangan Ketapang dan Gilimanuk adalah sebagai berikut :

Tabel 4-1 Batas-Batas Fisik Kewilayahan Pelabuhan Penyeberangan Ketapang –Gilimanuk

No	Batas Fisik Kewilayahan	Pelabuhan Ketapang	Pelabuhan Gilimanuk
A	Batas Utara	Situbondo	Buleleng
B	Batas Timur	Selat Bali	Tabanan
C	Batas Barat	Jember dan Bondowoso	Selat Bali
D	Batas Selatan	Samudera Hindia	Samudera Hindia

Jarak antara Pelabuhan Ketapang dan Gilimanuk adalah 4 nautical mile atau 7,4 km. Waktu berlayar kapal ferry ro-ro di lintasan Ketapang-Gilimanuk ditempuh selama 45 menit dengan waktu tunggu kapal selama 20 menit. Kapal yang beroperasi pada lintasan Ketapang-Gilimanuk saat ini sebanyak 33 unit. Kapasitas angkut kapal penyeberangan di lintasan Ketapang-Gilimanuk rata-rata sebesar 217 penumpang dan 26 unit kendaraan.

Pelabuhan Penyeberangan Ketapang memiliki luas area pelabuhan sekitar 27.780 m². Sedangkan Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk memiliki luas area pelabuhan sekitar 41.130 m². Untuk menunjang aktifitas penyeberangan, Pelabuhan Ketapang dan Gilimanuk memiliki 3 jenis dermaga yaitu Movable Bridge, Ponton, dan Beton/Beaching. Jumlah dermaga Movable Bridge untuk masing-masing pelabuhan sebanyak 2 unit, jumlah dermaga ponton masing-masing pelabuhan sebanyak 1 unit, dan jumlah dermaga beton sebanyak 3 unit. Berikut adalah data fasilitas dermaga pada Pelabuhan penyeberangan Ketapang-Gilimanuk :

Tabel 4-2 Jumlah Fasilitas Dermaga Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk

No	Fasilitas Dermaga	Pelabuhan Ketapang	Pelabuhan Gilimanuk	Satuan
A	Movable Bridge (MB)	2	2	unit
B	Ponton	1	1	unit
C	Beton/Beaching(LCM)	3	3	unit

4.2 Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar

Pelabuhan Penyeberangan Padangbai merupakan pelabuhan penyeberangan yang menghubungkan Pulau Bali dengan Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat. Pelabuhan Padangbai adalah terletak di Desa Padangbai, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem. Sedangkan Pelabuhan Penyeberangan Lembar adalah sebuah pelabuhan yang terletak di Kabupaten Lombok Barat.



Sumber : Google Maps dan diolah kembali

Gambar 4-2 Lokasi Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar

Adapun batas-batas fisik kewilayahan Pelabuhan Penyeberangan Padangbai dan Pelabuhan Lembar adalah sebagai berikut :

Tabel 4-3 Batas-Batas Fisik Kewilayahan Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar

No	Batas Fisik Kewilayahan	Pelabuhan Padangbai	Pelabuhan Lembar
A	Batas Utara	Laut Jawa	Lombok Utara
B	Batas Timur	Selat Lombok	Lombok Tengah
C	Batas Barat	Klungkung, Bangli, dan Buleleng	Selat Lombok, Kota Mataram
D	Batas Selatan	Samudera Hindia	Samudera Hindia

Jarak antara Pelabuhan Padangbai dan Lembar adalah 38 nautical mile atau 70,38 kilometer. Waktu berlayar kapal ferry roro di lintasan Padangbai-Lembar ditempuh selama 210 menit dengan waktu tunggu kapal selama 20 menit. Kapal yang beroperasi pada lintasan Ketapang-Gilimanuk saat ini sebanyak 33 unit. Kapasitas angkut kapal penyeberangan di lintasan Padangbai-Lembar rata-rata sebesar 245 penumpang dan 26 unit kendaraan.

Pelabuhan Penyeberangan Padangbai memiliki luas area pelabuhan sekitar 450m² dan untuk Pelabuhan Penyeberangan Lembar memiliki luas area sekitar 477 m². Untuk menunjang aktivitas penyeberangan, Pelabuhan Penyeberangan Padangbai memiliki 2 unit dermaga movable bridge (MB) yaitu dermaga I dengan kapasitas 1.000 GT dan dermaga II dengan kapasitas 2.000 GT. Namun pada saat ini dermaga II sedang mengalami perbaikan dan belum

selesai. Pada Hasil survey saat itu Pelabuhan Penyeberangan Padangbai hanya menggunakan satu dermaga saja. Sedangkan Pelabuhan Penyeberangan Lembar memiliki 3 unit dermaga terdiri dari 2 unit dermaga movable bridge (MB) yaitu dermaga I dan dermaga II dengan kapasitas 2.000 GT serta 1 buah dermaga plengsengan dengan kapasitas 1.000 GT yaitu dermaga III. Berikut adalah data fasilitas dermaga pada Pelabuhan penyeberangan Padangbai-Lembar :

Tabel 4-4 Jumlah Fasilitas Dermaga Pelabuhan Penyeberangan Padangbai-Lembar

No	Fasilitas Dermaga	Pelabuhan Padangbai	Pelabuhan Lembar	Satuan
A	Movable Bridge (MB)	2	2	unit
B	Ponton	-	1	unit
C	Beton/Beaching(LCM)	-	-	unit

4.3 Armada Kapal Penyeberangan

Kapal yang melayani rute penyeberangan saat ini pada lintasan Ketapang-Gilimanuk dan Padangbai Lembar adalah kapal dengan jenis *roll on roll off*. Kapal yang beroperasi pada lintasan Ketapang-Gilimanuk memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari 450 GT- 2500 GT dengan 19 perusahaan pelayaran yang melayani jasa penyeberangan tersebut. Berikut adalah data kapal dari Perusahaan Pelayaran Nasional yang melayani jasa penyeberangan Ketapang-Gilimanuk:

Tabel 4-5 Armada Kapal Lintasan Ketapang-Gilimanuk

No	Perusahaan Pelayaran	Nama Kapal	GT	LOA (m)	Kapasitas Muatan		
					Pnp (Pax)	R2 (Unit)	R4/Campuran (Unit)
1	PT ASDP Indonesia Ferry (Persero)	KMP Prahita IV	507	48	293	58	24
2	PT ASDP Indonesia Ferry (Persero)	KMP Mutis	445	45	350	58	20
3	PT ASDP Indonesia Ferry (Persero)	KMP Raja Enggano	783	50	200	58	27
4	PT. Jemla Ferry	KMP Gilimanuk I	733	54	197	120	36
5	PT. Jemla Ferry	KMP Gilimanuk II	840	59	299	85	20
6	PT.Putera Master	KMP Nusa Dua	536	45	101	100	25
7	PT.Putera Master	KMP Nusa Makmur	497	48	115	120	36
8	PT.Jembatan Nusantara	KMP Rajawali Nusantara	815	45	226	95	23
9	PT.Jembatan Nusantara	KMP Satria Nusantara	656	59	192	150	40
10	PT.Jembatan Nusantara	KMP Citra Mandala Sakti	609	48,94	230	75	19
11	PT.Jembatan Nusantara	KMP Reny II	456	51	150	100	25

No	Perusahaan Pelayaran	Nama Kapal	GT	LOA (m)	Kapasitas Muatan		
					Pnp (Pax)	R2 (Unit)	R4/Campuran (Unit)
12	PT.Indonesia Ferry	KMP Niaga Ferry II	421	54	240	95	23
13	PT.Marina P	KMP Marina Pratama	688	47,5	180	150	40
14	PT.Dharma Lautan Utama	KMP Dharma Kosala	625	54	189	87	45
15	PT.Dharma Lautan Utama	KMP Satya Kencana	2155	55	250	85	25
16	PT.Dharma Lautan Utama	KMP Dharma Rucitra	496	48,6	260	65	25
17	PT.Dharma Lautan Utama	KMP Pottre Koneng	797	37	200	85	20
18	PT.Trisila Laut	KMP Trisila Bhakti I	669	60	300	110	30
19	PT.Trisila Laut	KMP Trisila Bhakti II	525	45	300	120	36
20	PT.Surya Timur Line	KMP Sereia Do Mar	409	56	212	70	18
21	PT.Surya Timur Line	KMP Yunice	653	54	215	85	20
22	PT.Surya Timur Line	KMP Liberty I	366	42	400	160	42
23	PT Sarana Samudra Utama	KMP Cemerlang	553	40	120	92	23
24	PT.Atosim	KMP Mutiara Alas III	376	41	132	30	20
25	PT.Tiga Berlian Timur	KMP Agung Wilis I	442	65	150	96	25
26	PT.Tiga Berlian Timur	KMP Tiga Anugerah	321	54	150	50	16
27	PT.Pelayaran Makmur Bersama	KMP Trima Jaya 9	455	43	250	110	35
28	PT.Gerbang Samudera Sarana	KMP Gerbang Samudera II	1545	80	226	90	22
29	PT.Lintas Sarana Nusantara	KMP Edha	456	41,4	250	120	36
30	PT Pelayaran Blambangan Sejahtera	KMP Sumber Berkat	1216	46	300	80	27
31	PT Munic III	KMP. Munic III	1823	82	280	83	36
32	PT. Duta Bahari Menara Line	KMP Jambo VIII	1216	56	245	160	45
33	PT Bontang Transport	KMP. Bontang Ekspres II	2257	83	240	100	48

Sedangkan pada lintasan Padangbai –Lembar memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari 496GT sampai dengan 2934GT dengan 11 perusahaan pelayaran yang melayani jasa penyeberangan pada lintasan Padangbai-Lembar. Berikut adalah data kapal dari Perusahaan Pelayaran Nasional yang melayani jasa penyeberangan Padangbai-Lembar :

Tabel 4-6 Armada Kapal Penyerangan Padangbai-Lembar

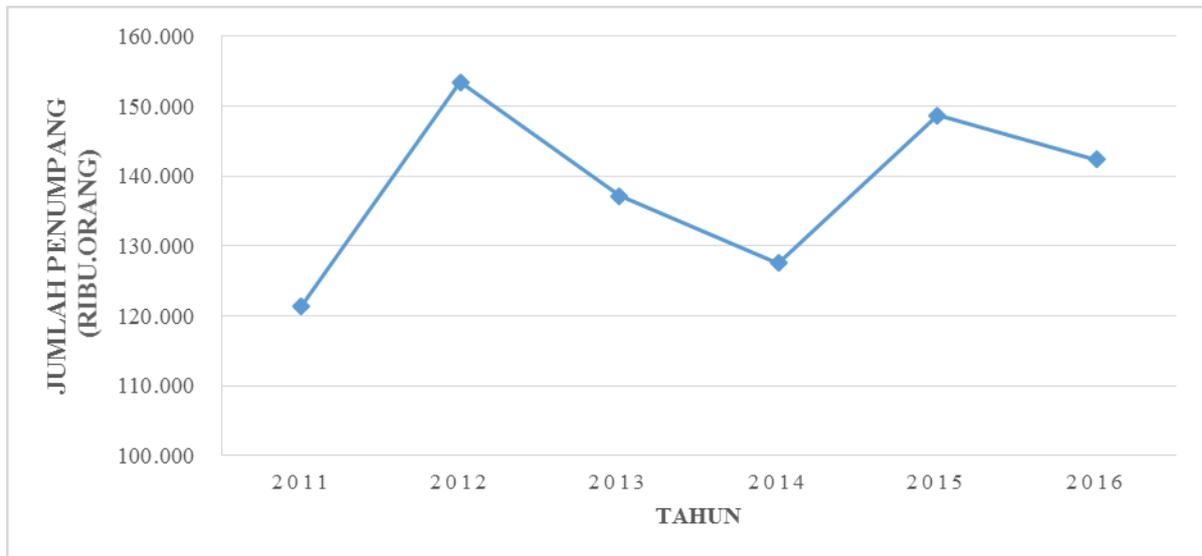
No	Nama Perusahaan Pelayaran	Nama Kapal	GT	LOA (m)	Kapasitas Angkut		
					Pnp (Pax)	R2 (Unit)	R4/Campuran (Unit)
1	PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)	Kmp. Roditha	908	66,9	200	80	25
2	PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)	Kmp. Port Link II	496	61	150	50	24
3	PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)	Kmp. Port Link VII	2074	71	300	50	50
4	PT. Gerbang Sarana Samudra	Kmp. Salindo Mutiara I	1002	67,37	150	50	40
5	PT. Gerbang Sarana Samudra	Kmp. Gerbang Samudra 3	1280	65	200	60	15
6	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Andhika Nusantara	1229	59,3	350	50	17
7	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Swarna Kartika	723	60	200	50	28
8	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Swarna Cakra	829	71	120	50	28
9	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Marina Tertiera	824	41	180	50	22
10	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Marina Segunda	824	43,9	240	50	20
11	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Suramadu Nusantara	672	53,25	350	50	20
12	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Perdana Nusantara	1645	67,18	200	50	22
13	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Citra Nusantara	1007	57	140	50	25
14	PT. Jembatan Nusantara	Kmp. Laskar Pelangi	824	54	110	50	20
15	PT. Putera Master (SP) Ferry	Kmp. Nusa Penida	649	55	100	50	25
16	PT. Putera Master (SP) Ferry	Kmp. Nusa Bhakti	673	55	200	50	25
17	PT. Putera Master (SP) Ferry	Kmp. Nusa Sejahtera	899	57,43	270	50	21
18	PT. Putera Master (SP) Ferry	Kmp. Nusa Sakti	676	48	230	50	20
19	PT. Dharma Lautan Utama	Kmp. Dharma Kosala	625	52,45	170	60	25
20	PT. Dharma Lautan Utama	Kmp. Dharma Kencana III	2510	66	150	60	35
21	PT. Dharma Lautan Utama	Kmp. Dharma Ferry 9	2934	47	200	60	35
22	PT. Jembatan Laut	Kmp. Putri Gianyar	819	62,9	200	50	25
23	PT. Jembatan Laut	Kmp. Putri Yasmin	1790	60	240	50	20
24	PT. Jembatan Laut	Kmp. Naraya	1199	64	320	60	40
25	PT. Jembatan Laut	Kmp. Masagena	996	68	310	60	35
26	PT. Pel. Sindutama Bahari	Kmp. Sindu Dwitama	818	60	180	60	26
27	PT. Pel. Sindutama Bahari	Kmp. Sindu Tritama	538	48	200	30	16
28	PT. Samoedra Jaya Giri Nusa	Kmp. Rhama Giri Nusa	641	57	190	50	22
29	PT. Samoedra Jaya Giri Nusa	Kmp. Shita Giri Nusa	971	61	250	50	22

No	Nama Perusahaan Pelayaran	Nama Kapal	GT	LOA (m)	Kapasitas Angkut		
					Pnp (Pax)	R2 (Unit)	R4/Campuran (Unit)
30	PT. Pewete Bahtera Kencana	Kmp. PBK. Muryati	850	55	100	50	35
31	PT. Trisakti Lautan Emas	Kmp. Trimas Ellisa	1390	62	200	50	25
32	PT. Trimitra Samudra	Kmp. Gemilang VIII	869	70	300	50	35
33	PT. Trimitra Samudra	Kmp. Wihan	818	71	100	50	24

4.4 Permintaan Penyeberangan Jawa Timur ke NTB

4.4.1 Permintaan Penumpang

Arus penumpang dari Jawa Timur menuju ke Lombok cenderung meningkat meskipun tidak setiap tahun mengalami peningkatan. Berikut data grafik arus penumpang dari Jawa Timur menuju ke Nusa Tenggara Barat :



Sumber : Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur, Bali, NTB, 2016 dan diolah kembali

Gambar 4-3 Permintaan Penumpang Jawa Timur ke NTB

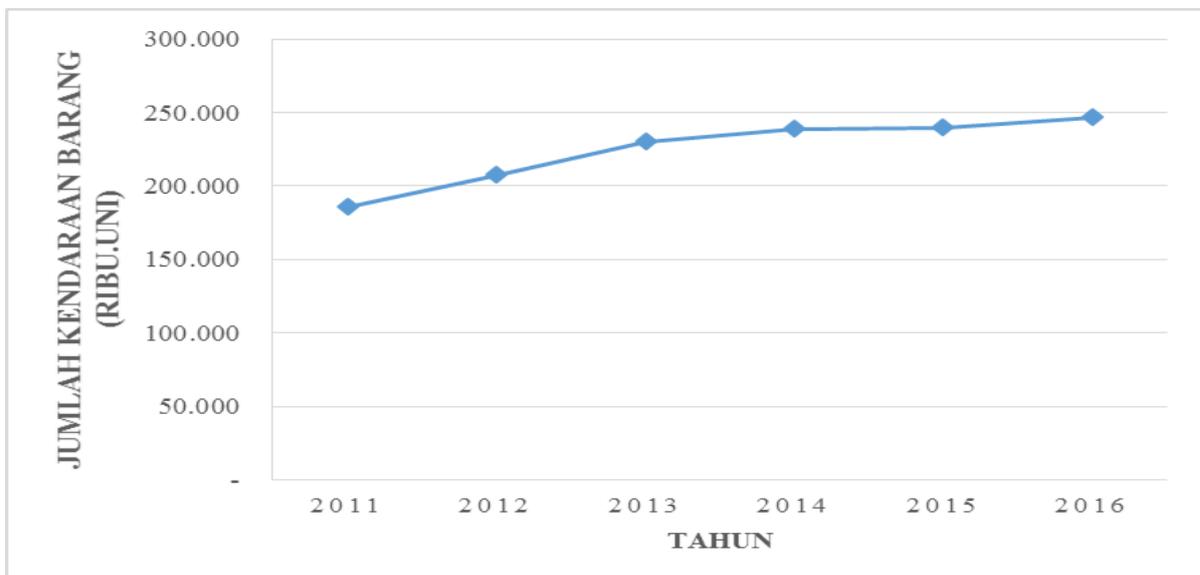
Gambar 4-3 menunjukkan permintaan penumpang penyeberangan dari Jawa Timur menuju Lombok Nusa Tenggara Barat selama rentang waktu 2011 hingga 2016 mengalami kenaikan sebesar 4,22 % per tahun. Pada tahun 2011 jumlah penumpang sebesar 121.396 orang, pada tahun 2014 jumlah penumpang sebesar 127.545 orang dan pada tahun 2016 jumlah penumpang sebesar 142.390 orang.

4.4.2 Permintaan Kendaraan Barang

Berdasarkan Ketentuan Pasal 12 ayat 1 dalam Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM.58 Tahun 2003 tentang Mekanisme Penetapan dan Formulasi Perhitungan Tarif

Angkutan Penyeberangan menyebutkan bahwa penetapan angkutan kendaraan penyeberangan ditetapkan berdasarkan pembagian golongan sebagai berikut :

- a. Golongan I : Sepeda;
- b. Golongan II : Sepeda motor di bawah 500cc dan gerobak dorong;
- c. Golongam III : Sepeda Motor Besar (≥ 500 cc) dan kendaraan roda 3(tiga);
- d. Golongan IV : Kendaraan bermotor berupa mobil Jeep, Sedan, Minicap, Minibus, Mikrolet, Pick up, Station Wagon dengan ukuran panjang sampai dengan 5 (lima) meter, dan sejenisnya;
- e. Golongan V : Kendaraan bermotor berupa Mobil bus, Mobil barang (truk)/tangki dengan ukuran panjang sampai dengan 7 meter dan sejenisnya;
- f. Golongan VI : Kendaraan bermotor berupa Mobil bus, Mobil barang (truk)/tangki dengan ukuran panjang lebih dari 7 sampai 10 meter dan kereta penarik tanpa gandengan;
- g. Golongan VII : Kendaraan bermotor berupa Mobil barang (truk tronton) /tangki, kereta penarik berikut gandengan/tempelan serta kendaraan pengangkut alat berat dengan ukuran panjang lebih dari 10 meter sampai 12 meter dan sejenisnya;
- h. Golongan VIII: Kendaraan bermotor berupa Mobil barang (truk tronton) /tangki, kereta penarik berikut gandengan/tempelan serta kendaraan pengangkut alat berat dengan ukuran panjang lebih dari 12 meter sampai 16 meter dan sejenisnya;
- i. Golongan IX : Kendaraan bermotor berupa Mobil barang (truk tronton) /tangki, kereta penarik berikut gandengan/tempelan serta kendaraan pengangkut alat berat dengan ukuran panjang lebih dari 16 meter sejenisnya;



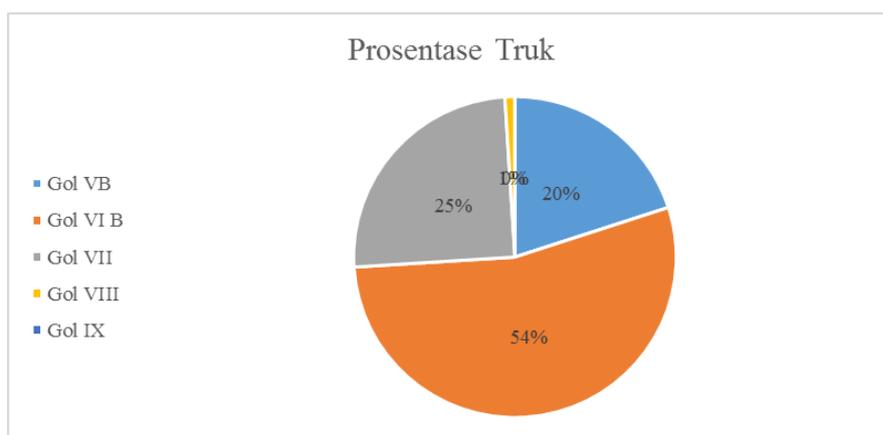
Sumber : Data Jembatan Timbang Dishub Jawa Timur ,Bali,dan Lombok 2016 dan diolah kembali

Gambar 4-4 Permintaan Kendaraan Barang Jawa Timur ke NTB

Pada penelitian Tugas Akhir ini arus kendaraan yang diamati adalah kendaraan barang atau truk. Berdasarkan Gambar 4-4 jumlah permintaan kendaraan barang dari Jawa Timur menuju NTB pada tahun 2011 sebesar 185.883 unit, pada tahun 2014 sebesar 238.858 orang , dan pada tahun 2016 jumlah kendaraan barang sebesar 246.776 unit. Pengguna jasa penyeberangan dari Jawa Timur menuju Lombok Nusa Tenggara Barat untuk golongan kendaraan barang pada tahun 2011 hingga 2016 mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 5,93% per tahun.

4.4.3 Komposisi Golongan Kendaraan Barang

Dalam penelitian sebelumnya (Anantya 2017) komposisi kendaraan truk di wilayah barat diperoleh melalui Dinas perhubungan dan hasil survey dalam 4 kondisi yaitu pagi,siang,sore,dan malam .Pengambilan data hanya dilakukan di wilayah barat karena hasil data sama atau sudah mewakili untuk golongan wilayah timur.



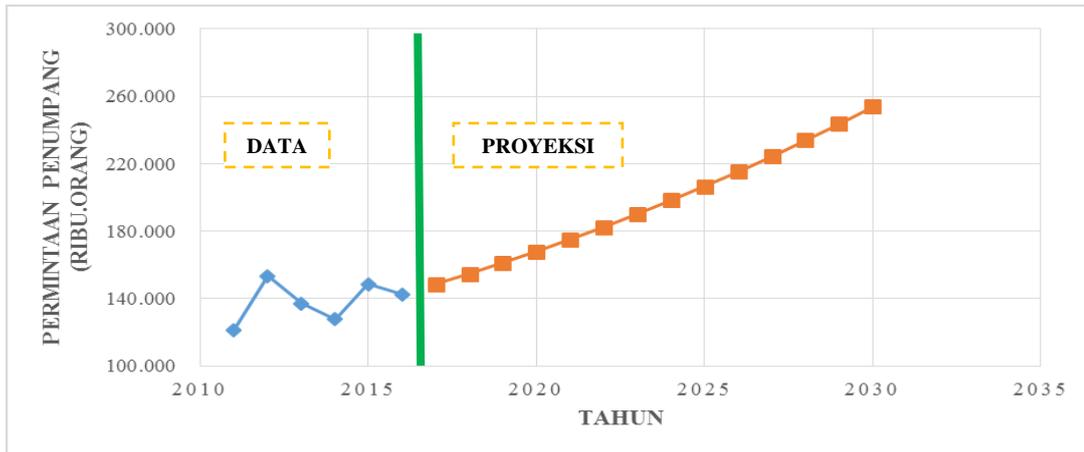
Gambar 4-5 Komposisi Kendaraan Truk Pengguna Jasa Penyeberangan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM.18 Tahun 2012 ,kendaraan truk dibagi menjadi 5 golongan diantaranya golongan V B dengan kapasitas 15 ton dengan panjang maksimal 5 meter , golongan VI B kapasitas 30 ton dengan panjang maksimal 10 meter,golongan VII kapasitas 40 ton dengan panjang maksimal 12 meter,golongan VIII kapasitas 45 ton dengan panjang maksimal 16 meter dan golongan IX dengan kapasitas maksimal 50 ton panjang lebih dari 16 meter.

Komposisi terbesar yang berperan dalam pembebanan penyeberangan untuk wilayah Barat adalah jenis kendaraan truk golongan VI B dengan jumlah 54%, selanjutnya diikuti oleh golongan VII sebesar 25%,kemudian golongan VB sebesar 20% dan yang paling sedikit komposisinya adalah kendaraan golongan VIII dan IX.

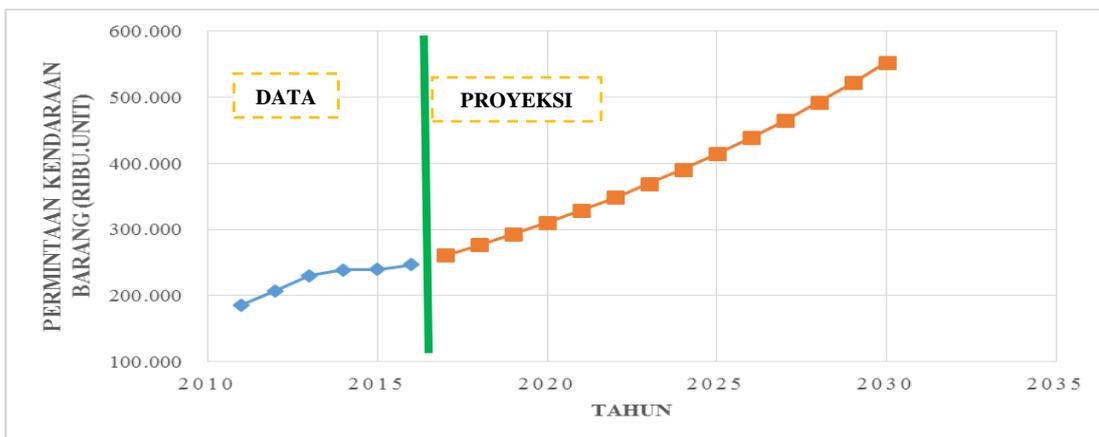
4.5 Proyeksi Permintaan Penyeberangan

Permintaan muatan penyeberangan pada penelitian Tugas Akhir ini dibagi menjadi dua yaitu permintaan penumpang dan permintaan kendaraan khususnya kendaraan barang. Proyeksi permintaan penumpang dan kendaraan menggunakan sistem proporsi berdasarkan data historis. Proyeksi muatan penyeberangan didasarkan pada arus penumpang dan arus kendaraan mulai tahun 2011 hingga 2015 dan diproyeksikan hingga tahun 2030.



Gambar 4-6 Proyeksi Permintaan Penyeberangan Penumpang Jawa Timur ke NTB

Gambar 4-6 menunjukkan permintaan penyeberangan penumpang dari Jawa Timur menuju ke Lombok, Nusa Tenggara Barat diproyeksikan mengalami kenaikan sebesar 4,22 % per tahun. Pada tahun 2018 permintaan penyeberangan penumpang diperkirakan sebesar 154.661 orang dan pada tahun 2030 diperkirakan sebesar 253.997 orang.



Gambar 4-7 Proyeksi Permintaan Penyeberangan Kendaraan Jawa Timur ke NTB

Gambar 4-7 menunjukkan permintaan penyeberangan kendaraan barang diproyeksikan akan mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 5,93% per tahun. Pada tahun 2018 permintaan penyeberangan kendaraan barang diperkirakan sebesar 276.904 unit kendaraan dan pada tahun 2030 diperkirakan sebesar 552.701 unit kendaraan.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan yang dilakukan adalah sebagai dampak dari penerapan rute penyeberangan jarak jauh terhadap rute pada kondisi saat ini. Adapun analisis yang dilakukan antara lain analisis perbandingan biaya , waktu , dan kehandalan untuk masing-masing rute pada jalur darat dan laut.

5.1 Moda Transportasi Darat

Pengguna jasa penyeberangan pada rute saat ini yaitu Rute A dan Rute B dibedakan menjadi tiga antara lain penumpang,kendaraan roda 2,kendaraan penumpang,dan kendaraan barang. Kendaraan roda 2 terdiri dari golongan I,golongan II,dan golongan III. Kendaraan penumpang terdiri dari jenis kendaraan golongan IV A, golongan VA , dan golongan VI A .



Sumber : Hasil Survey di KMP Legundi dan diolah kembali

Gambar 5-1 Kendaraan Penumpang Golongan IV A

Gambar 5-1 Kendaraan Penumpang Golongan IV A merupakan contoh kendaraan penumpang golongan IV A dengan panjang 4,4 meter, lebar 1,77 meter,tinggi 1,75 meter dan berat 2 ton. Untuk kendaraan barang dibagi menjadi beberapa golongan diantaranya golongan IV B , golongan V B dengan panjang 5,6 meter,lebar 2 meter,tinggi 2,2 meter,berat maksimal 7,5 ton seperti pada gambar V-2 dibawah ini :



Sumber : kargo.co.id dan diolah kembali

Gambar 5-2 Kendaraan Barang Golongan V B

Golongan VI B dengan panjang 7,2 meter, lebar 2,3 meter, tinggi 2,5 meter, berat maksimal 14 ton seperti pada gambar V-3 dibawah ini :



Sumber : kargo.co.id dan diolah kembali

Gambar 5-3 Kendaraan Barang Golongan VI B

Golongan VII dengan ukuran panjang 10,3 meter, lebar 2,2 meter, tinggi 2,3 meter dan berat 20 ton seperti pada gambar V-4 dibawah ini :



Sumber : Hasil Survey di KMP Legundi dan diolah kembali

Gambar 5-4 Kendaraan Barang Golongan VII

Jenis kendaraan barang dengan golongan VIII dan golongan IX memiliki jumlah yang sedikit dalam produksi penyeberangan di Lintasan Jawa Timur, Bali, dan NTB. Untuk dimensi kendaraan barang dapat dilihat pada lampiran.

5.2 Moda Transportasi Laut

5.2.1 Spesifikasi Moda Rute Surabaya-Lembar

Moda transportasi yang digunakan untuk mengangkut muatan penumpang dan kendaraan pada lintasan penyeberangan adalah Kapal Roro. Dibawah ini adalah spesifikasi dari kapal roro yang terpilih untuk Rute C dari Surabaya menuju Lembar. Spesifikasi Ukuran

Utama Kapal Roro Meliputi, *payload*, *Dead Weight Ton*, panjang, lebar, tinggi, sarat serta kecepatan kapal :

Tabel 5-1 Spesifikasi Ukuran Utama Rute Surabaya-Lembar

No	Rute C	Payload (ton)	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)
1.	Surabaya -Lembar	1260	1999	83	14,3	4,97	3,83	13

Tabel 5-1 menunjukkan hasil spesifikasi kapal ro-ro terbaik untuk Rute Surabaya menuju Lembar berdasarkan hasil *solver* yang telah dilakukan. Model ini mempertimbangkan volume muatan yang diangkut pertahunnya dan *unit cost* paling rendah yang dihasilkan jika memakai kapal ro-ro dengan panjang 83 m, lebar 14,3, tinggi 4,9 m dan sarat kapal 3,8 m. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Berdasarkan hasil optimasi menggunakan *solver* diatas didapatkan *payload* sebesar 1260 ton. Jika dikonversikan kedalam satuan SUP, kapasitas kapal ro-ro ini sebesar 1135 SUP. Dari komposisi kendaraan dan penumpang pada kondisi saat ini diperoleh nilai prosentase sebesar 21% untuk penumpang dan 79% untuk jumlah kendaraan. Dari komposisi tersebut dapat diperoleh jumlah penumpang dan kendaraan yang diangkut yaitu sebesar 238 SUP atau sama dengan nilainya sebesar 238 penumpang dan 898 SUP atau sama dengan nilainya sebesar 28 kendaraan. Untuk mengetahui komposisi kendaraan barang atau truk yang dapat diangkut oleh kapal ini dapat ditentukan berdasarkan nilai prosentase pada Gambar 4-5. Berikut komposisi kapasitas angkut kendaraan barang per golongan :

Tabel 5-2 Komposisi Kendaraan Barang Rute Surabaya-Lembar

Kapasitas Kapal		1135,00	SUP
Penumpang		Kendaraan	
238	SUP	898	SUP
238	Orang	28	Kendaraan
Komposisi Truk		6	Gol VB
		15	Gol VI B
		7	Gol VII
		0	Gol VIII
		0	Gol IX

Berdasarkan Tabel 5-2 diperoleh jumlah truk yang dapat diangkut sebanyak 6 kendaraan golongan VB, 15 kendaraan golongan VI B, dan 7 kendaraan golongan VII .

5.2.2 Spesifikasi Moda Rute Ketapang-Lembar

Berikut merupakan spesifikasi ukuran utama Kapal Roro Meliputi, *payload*, *Dead Weight Ton*, panjang, lebar, tinggi, sarat serta kecepatan kapal untuk Rute Ketapang menuju Lembar di bawah ini :

Tabel 5-3 Spesifikasi Ukuran Utama Rute Ketapang-Lembar

No	Rute D	Payload (ton)	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)
1.	Ketapang -Lembar	636	1009	68,61	11,86	4,43	3,55	13

Tabel 5-3 menunjukkan hasil spesifikasi kapal ro-ro terbaik untuk Rute Ketapang menuju Lembar berdasarkan hasil *solver* yang telah dilakukan. Model ini mempertimbangkan volume muatan yang diangkut pertahunnya dan *unit cost* paling rendah yang dihasilkan jika memakai kapal ro-ro dengan panjang 68,6 m, lebar 11,8 m, tinggi 4,4m dan sarat kapal 3,5 m. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Berdasarkan hasil optimasi menggunakan *solver* diatas didapatkan *payload* sebesar 636 ton. Jika dikonversikan kedalam satuan SUP, kapasitas kapal ro-ro ini sebesar 573 SUP. Dari komposisi kendaraan dan penumpang pada kondisi eksisting diperoleh nilai prosentase sebesar 21% untuk penumpang dan 79% untuk jumlah kendaraan. Dari komposisi tersebut dapat diperoleh jumlah penumpang dan kendaraan yang diangkut yaitu sebesar 120 SUP atau sama dengan nilainya sebesar 120 penumpang dan 454 SUP atau sama dengan nilainya sebesar 14 kendaraan. Untuk mengetahui komposisi kendaraan barang atau truk yang dapat diangkut oleh kapal ini dapat ditentukan berdasarkan nilai prosentase pada Gambar 4-5. Berikut komposisi kapasitas angkut kendaraan barang per golongan :

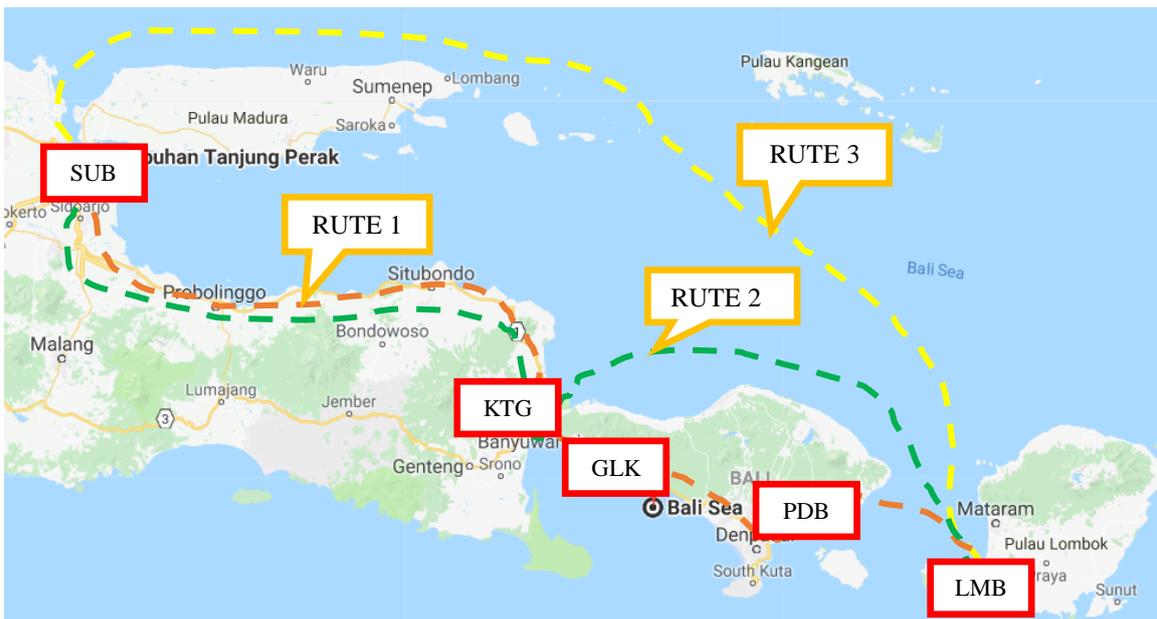
Tabel 5-4 Komposisi Kendaraan Barang Rute Ketapang-Lembar

Kapasitas Kapal		573,00	SUP
Penumpang		Kendaraan	
120	SUP	454	SUP
120	Orang	14	Kendaraan
Komposisi Truk		3	Gol VB
		8	Gol VI B
		4	Gol VII
		0	Gol VIII
		0	Gol IX

Berdasarkan komposisi tersebut diperoleh jumlah truk yang dapat diangkut sebanyak 3 kendaraan golongan VB, 8 kendaraan golongan VI B, dan 4 kendaraan golongan VII .

5.3 Analisis Jarak

Rute angkutan penyeberangan di lintas timur Jawa merupakan salah satu sektor transportasi terpenting di Indonesia yang menghubungkan beberapa pulau yang berada di timur Jawa antara lain Pulau Bali, Pulau Lombok yang berada di propinsi Nusa Tenggara Barat dan pulau lainnya di propinsi Nusa Tenggara Timur. Untuk melalui rute tersebut, moda transportasi yang digunakan adalah moda transportasi darat yang dihubungkan dengan moda transportasi laut khususnya kapal ferry ro-ro yang melayani rute penyeberangan antar pulau. Berikut titik-titik lokasi alternatif rute penyeberangan :



Sumber : Google Maps dan diolah kembali

Gambar 5-5 Lokasi Alternatif Rute Penyeberangan

Pada kondisi saat ini rute angkutan penyeberangan antara Pulau Jawa dan Pulau Bali dihubungkan oleh pelabuhan penyeberangan Ketapang-Gilimanuk. Sedangkan rute angkutan penyeberangan antara Pulau Bali dan Pulau Lombok dihubungkan oleh pelabuhan penyeberangan Padangbai-Lembar. Berikut letak dan kode dari pelabuhan penyeberangan untuk masing-masing alternatif rute :

Tabel 5-5 Letak dan Kode Pelabuhan Penyeberangan

No	Provinsi	Kota	Kode Kota	Pelabuhan Penyeberangan
1	Jawa Timur	Surabaya	SUB	Tanjung Perak
2	Jawa Timur	Ketapang	KTG	Ketapang
3	Bali	Gilimanuk	GLK	Gilimanuk
4	Bali	Padangbai	PDB	Padangbai
5	NTB	Lembar	LMB	Lembar

Total jarak yang ditempuh truk untuk Rute 1 dari Surabaya menuju Lembar melalui jalur darat dengan dua kali penyeberangan hingga kembali ke Surabaya lagi (1 Roundtrip) adalah sebesar 1046 km. Dimana panjang lintasan Ketapang-Gilimanuk adalah 4 *nautical miles* dan Padangbai-Lembar 38 *nautical miles*. Jika dikonversikan kedalam meter maka 1 *nautical miles* sama dengan 1,852 kilometer.

Sedangkan total jarak yang ditempuh untuk Rute 2 dimulai dari Surabaya menuju Ketapang melauai jalur darat kemudian menggunakan moda kapal roro untuk melakukan penyeberangan ke Pelabuhan Lembar hingga kembali ke Surabaya lagi (1 Roundtrip) adalah sebesar 1013 km. Dimana panjang lintasan Ketapang-Lembar adalah 119 *nautical miles* atau sama dengan 220 kilometer.

Total jarak yang ditempuh untuk Rute 3 dimulai dari Surabaya menuju Lembar melauai jalur laut hingga kembali lagi ke Surabaya lagi (1 Roundtrip) adalah sebesar 989 km . Dimana panjang lintasan Surabaya-Lembar adalah 267 *nautical miles* atau sama dengan 494 kilometer.

5.4 Analisis Rute 1

Pada kondisi saat ini rute penyeberangan menggunakan jalur darat dan jalur laut. Rute 1 dimulai dari Surabaya menuju ke Ketapang,Banywangi menggunakan jalur darat . Kemudian menggunakan penyeberangan menggunakan kapal roro dari penyeberangan Ketapang menuju Gilimanuk,Bali. Perjalanan selanjutnya ditempuh melalui jalur darat dari Pelabuhan Gilimanuk menuju Pelabuhan Padangbai. Untuk sampai di tujuan yaitu Lembar ,Nusa Tenggara Barat maka dilakukan penyeberangan kembali menggunakan kapal roro dari penyeberangan Padangbai menuju Lembar. Berikut Ilustrasi Rute 1 dibawah ini :



Gambar 5-6 Ilustrasi Rute 1

Berdasarkan Gambar 5-6 didapatkan jarak dari masing-masing asal menuju tujuan dengan satuan kilometer dan kecepatan rata-rata kendaraan saat menempuh jarak dari asal menuju tujuan dengan satuan kilometer per jam. Sehingga didapatkan berapa lama waktu

yang dibutuhkan untuk menempuh Rute 1 dan frekuensi yang dihasilkan. Berikut data jarak dan lama perjalanan Rute 1 :

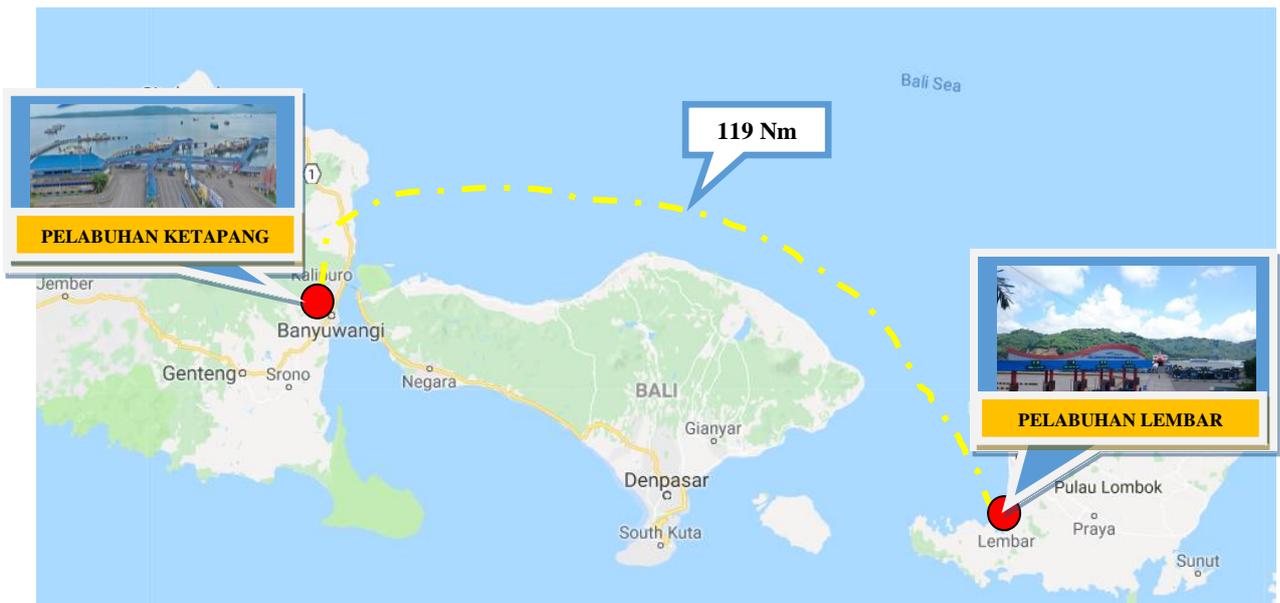
Tabel 5-6 Waktu Perjalanan Rute 1

Lama Perjalanan Rute 1 (jam)			
Sub -Ktg	Ktg-Glk	Glk-Pdb	Pdb-Lmb
7,15	0,31	3,98	2,92
Lama Perjalanan (hari)			
Sub -Ktg	Ktg-Glk	Glk-Pdb	Pdb-Lmb
0,30	0,01	0,17	0,12

Pada Tabel 5-6 menunjukkan total waktu perjalanan selama 14,36 jam per trip dengan kecepatan rata-rata yang diasumsikan konstan atau sama sebesar 40 km per jam. Waktu tersebut belum termasuk waktu tambahan pada rute ini yaitu waktu istirahat dan makan pengemudi dan kernet pada saat melintasi Surabaya menuju Ketapang dan Gilimanuk menuju ke Padangbai sebanyak 4 jam.

5.5 Analisis Rute 2

Rute penyeberangan alternatif yang digunakan sebagai pengalihan dari rute saat ini adalah Rute 2 yang dimulai dari Surabaya menuju Ketapang menggunakan jalur darat kemudian menyeberang langsung dari Pelabuhan Ketapang menuju Pelabuhan Lembar. Hal ini dikarenakan untuk mencegah terjadinya penumpukan kendaraan barang yang berasal dari Jawa menuju ke Bali melalui rute penyeberangan Ketapang-Gilimanuk dan upaya dari membatasi penggunaan jembatan timbang yang kurang optimal.



Sumber : Google Maps dan diolah kembali

Gambar 5-7 Lokasi Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Lembar

Gambar 5-7 menunjukkan lokasi pelabuhan penyeberangan penumpang dan kendaraan dari Banyuwangi yaitu pelabuhan penyeberangan Ketapang. Sedangkan untuk pelabuhan penyeberangan tujuan adalah Pelabuhan Lembar yang terletak di Kabupaten Lombok Barat.



Gambar 5-8 Ilustrasi Rute 2

Berdasarkan Gambar 5-8 didapatkan jarak dari masing-masing asal menuju tujuan dengan satuan kilometer dan kecepatan rata-rata kendaraan saat menempuh jarak dari asal menuju tujuan dengan satuan kilometer per jam. Sehingga didapatkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menempuh Rute 2 dan frekuensi yang dihasilkan. Berikut data jarak dan lama perjalanan Rute 2 :

Tabel 5-7 Waktu Perjalanan Rute 2

Lama Perjalanan Rute 2 (jam)	
Sub -Ktg	Ktg-Lmb
7,15	9,15
Lama Perjalanan (hari)	
Sub -Ktg	Ktg-Glk
0,30	0,38

Total waktu perjalanan selama 16,30 jam per trip dengan kecepatan rata-rata yang diasumsikan konstan atau sama sebesar 40 km per jam. Waktu tersebut belum termasuk waktu tambahan pada rute ini yaitu waktu istirahat dan makan pengemudi dan kernet pada saat melintasi Surabaya ke Ketapang sebanyak 2 jam.

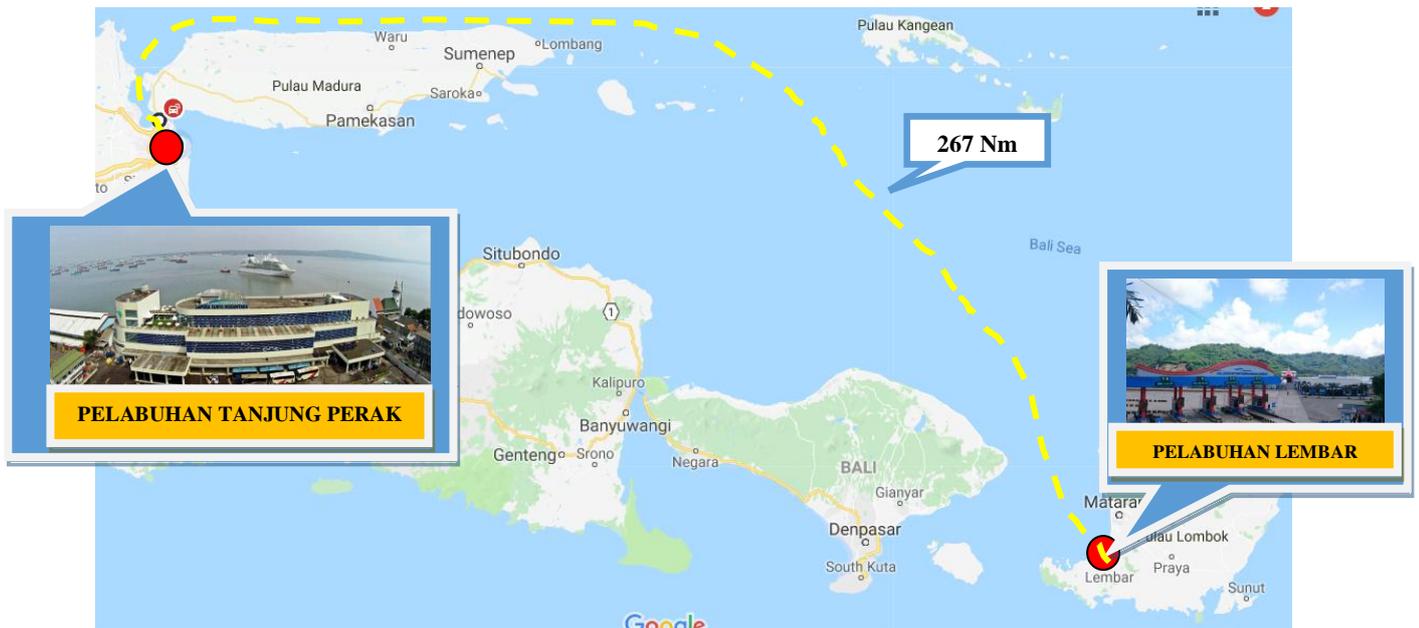
Waktu berlayar kapal ferry ro-ro di lintasan Ketapang-Lembar ditempuh selama 9 jam dengan waktu tunggu kapal selama 1,25 jam. Kapal yang dibutuhkan untuk beroperasi pada lintasan Ketapang-Lembar sebanyak 1 unit dengan frekuensi *roundtrip* sebanyak 404 kali per tahun. Berikut data operasional kapal ro-ro untuk Rute 2:

Tabel 5-8 Operasional Kapal Rute 2

Rute 2	Hari Ops (hari/thn)	Jarak (Nm)	Sea Time (Jam)	Port Time (Jam)	RT Time (Jam)	Frekuensi per tahun	Jumlah Kapal (unit)
Ketapang -Lembar	330	119	18,31	1,25	20	404	1

5.6 Analisis Rute 3

Rute penyeberangan alternatif lain yang digunakan sebagai pengalihan dari rute saat ini adalah Rute 3 yang menggunakan penyeberangan langsung kapal ro-ro dari Surabaya menuju Lembar. Rute ini dimulai dari Surabaya dengan tujuan Lembar. Rute penyeberangan langsung ini menggunakan moda kapal ro-ro. Pemilihan asal dari Surabaya dikarenakan Surabaya merupakan ibukota dari Propinsi Jawa Timur yang berada di Pulau Jawa. Jawa Timur merupakan hub bagi pulau-pulau di daerah timur. Berikut lokasi pelabuhan penyeberangan untuk Rute 3 :



Sumber : Google Maps dan diolah kembali

Gambar 5-9 Lokasi Pelabuhan Penyeberangan Rute 3

Untuk kegiatan penyeberangan penumpang dan kendaraan dari Surabaya menggunakan fasilitas terminal penumpang Gapura Surya Nusantara yang berada di Pelabuhan Tanjung Perak. Sedangkan untuk tujuan pelabuhan penyeberangan adalah Pelabuhan Lembar yang terletak di Kabupaten Lombok Barat.



Gambar 5-10 Ilustrasi Rute C

Waktu berlayar kapal ferry ro-ro di lintasan Surabaya-Lembar ditempuh selama 21 jam dengan waktu tunggu kapal selama 31 jam. Kapal yang dibutuhkan untuk beroperasi pada lintasan Surabaya-Lembar sebanyak 1 unit dengan frekuensi *roundtrip* sebanyak 114 kali per

tahun. Keberangkatan kapal yang melayani lintasan Surabaya-Lembar berdasarkan kondisi pasang surut air laut pelabuhan tujuan. Berikut data operasional kapal ro-ro untuk Rute 3 :

Tabel 5-9 Operasional Kapal Rute 3

Rute 3	Hari Ops (hari/thn)	Jarak (Nm)	Sea Time (Jam/RT)	Port Time (Jam/RT)	RT Time (Jam)	Frekuensi per thn	Jumlah Kapal (unit)
Surabaya -Lembar	330	267	38,14	31	69	114	1

5.7 Analisis Biaya Transportasi

5.7.1 Biaya Transportasi Laut

Biaya transportasi laut digunakan dalam perhitungan Tugas Akhir ini untuk mencari unit biaya (Rp/SUP) dari kapal yang melalui rute jarak jauh dari Surabaya menuju Lembar dan Ketapang menuju Lembar. Total biaya didapatkan dari penjumlahan *capital cost, operation cost, dan voyage cost* untuk kapal baru. Pada perhitungan ini, asumsi biaya yang digunakan dalam perhitungan biaya transportasi laut dapat dilihat pada Tabel 5-10 sebagai berikut :

Tabel 5-10 Asumsi Biaya Transportasi Laut

Keterangan	Satuan	Nilai
Harga Baja	\$/Ton	1.230
Kurs	Rupiah	13.543
Gaji Crew	Rp/Bulan	3.000.000
Repair & Maintenance	% harga kapal	4%
Asuransi Kapal	% harga kapal	2%
Supplies Crew	Rp/Orang/Hari	50.000
Dokumen dan Adm	Rp/Trip	100.000
Harga HFO	Rp/Liter	6.500
Harga MDO	Rp/Liter	7.500
Harga Fresh Water	Rp/Ton	12.000
Biaya Tambat	Rp/GT	50

Tabel 5-11 Harga Kapal dan Biaya Kapital

Rincian	Satuan	Rute Penyeberangan Langsung	
		Sub-Lmb	Ktg-Lmb
Harga Kapal	Milyar Rp	28.899.417.090	19.814.924.109
Capital Cost	Rp/tahun	1.926.627.806	1.320.994.941

Tabel 5-11 menunjukkan harga kapal baru dengan ukuran yang optimum untuk rute Surabaya-Lembar adalah sebesar 28 Milyar Rupiah dan harga kapal baru untuk rute Ketapang-Lembar adalah sebesar 19 Milyar rupiah. Biaya kapital dihitung dari harga kapal yang diperoleh dari biaya pembuatan kapal dikalikan umur kapal. Sehingga diperoleh biaya kapital per rute sebesar 1,9 Milyar Rupiah dan 1,3 Milyar Rupiah per tahun.

Tabel 5-12 Biaya Operasional Kapal

Rincian	Satuan	Rute Penyeberangan Langsung	
		Sub-Lmb	Ktg-Lmb
Operational Cost	Rp/tahun	3.187.965.025	2.537.895.447

Tabel 5-12 menunjukkan biaya operasional kapal per tahun dari masing-masing rute yaitu sebesar 3,1 Milyar Rupiah dan 2,5 Milyar Rupiah. Biaya operasional kapal diperoleh dari penjumlahan biaya gaji, biaya perawatan dan pemeliharaan, biaya perbekalan ,biaya asuransi kapal , dan dokumen .

Tabel 5-13 Biaya Pelayaran Kapal

Rincian	Satuan	Rute Penyeberangan Langsung	
		Sub-Lmb	Ktg-Lmb
Voyage Cost	Rp/tahun	106.408.761	48.503.853

Tabel 5-13 menunjukkan biaya perjalanan untuk Rute Surabaya-Lembar sebesar 106 juta rupiah per tahun dan 48 juta rupiah per tahun untuk Rute Ketapang-Lembar. Biaya perjalanan merupakan penjumlahan biaya bahan bakar kapal, biaya air tawar,dan biaya pelabuhan.

Tabel 5-14 Total Biaya dan Unit Biaya

Rincian	Satuan	Rute Penyeberangan Langsung	
		Sub-Lmb	Ktg-Lmb
Total Cost	Rp/tahun	5.221.001.593	3.907.394.240
Unit Cost	Rp/SUP	62.850	47.037

Tabel 5-14 menunjukkan biaya total yang berasal dari jumlah biaya kapital,biaya operasional kapal,biaya perjalanan kapal yaitu sebesar 5,2 Milyar Rupiah per tahun dan 3,9 Milyar Rupiah per tahun. Dengan unit cost Rute Surabaya-Lembar sebesar 62 ribu per SUP dan unit cost Rute Ketapang-Lembar sebesar 47 ribu per SUP.

Untuk mengetahui perhitungan tarif muatan penyeberangan dari Surabaya menuju ke Lembar maka unit cost dikalikan dengan nilai konversi SUP . SUP merupakan Satuan Unit Produksi yang digunakan dalam penyeberangan sebagai satuan untuk menyelaraskan satuan pada muatan penyeberangan yang berbeda-beda. Unit cost diperoleh dari hasil total cost dibagi volume muatan per tahun. Berikut data tarif model untuk Rute Surabaya-Lembar :

Tabel 5-15 Tarif Model Rute Surabaya-Lembar

No	Jenis Muatan		SUP	Tarif Model (Rp)	Satuan
1	Penumpang	=	1	Rp 62.850	per pax
2	Kendaraan				
Gol I	Sepeda	=	1,6	Rp 100.559	per unit
Gol II	Sepeda Motor	=	2,8	Rp 175.979	per unit
Gol III	Kend. R-3	=	5,6	Rp 351.958	per unit
Gol IVA	Sedan	=	21,63	Rp 1.359.438	per unit
Gol IVB	Truk Kecil	=	17,98	Rp 1.130.037	per unit
Gol VA	Bis Sedang	=	37,39	Rp 2.349.949	per unit
Gol VB	Truk Sedang	=	31,55	Rp 1.982.907	per unit
Gol VIA	Bis Besar	=	63,28	Rp 3.977.126	per unit
Gol VIB	Truk Besar	=	52,33	Rp 3.288.922	per unit
Gol VII	Tronton	=	66,03	Rp 4.149.963	per unit
Gol VIII	Trailer	=	98,75	Rp 6.206.403	per unit
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	148,13	Rp 9.309.919	per unit

Berdasarkan Tabel 5-15 tarif penyeberangan untuk Rute Surabaya-Lembar muatan truk golongan VI B sebesar 3,2 juta rupiah per SUP.

Tabel 5-16 Tarif Model Rute Ketapang –Lembar

No	Jenis Muatan		SUP	Tarif Evaluasi (Rp)	Satuan
1	Penumpang	=	1	Rp 47.037	per pax
2	Kendaraan				
Gol I	Sepeda	=	1,6	Rp 75.259	per unit
Gol II	Sepeda Motor	=	2,8	Rp 131.703	per unit
Gol III	Kend. R-3	=	5,6	Rp 263.405	per unit
Gol IVA	Sedan	=	21,63	Rp 1.017.403	per unit
Gol IVB	Truk Kecil	=	17,98	Rp 845.719	per unit
Gol VA	Bis Sedang	=	37,39	Rp 1.758.700	per unit
Gol VB	Truk Sedang	=	31,55	Rp 1.484.006	per unit
Gol VIA	Bis Besar	=	63,28	Rp 2.976.479	per unit
Gol VIB	Truk Besar	=	52,33	Rp 2.461.427	per unit
Gol VII	Tronton	=	66,03	Rp 3.105.829	per unit
Gol VIII	Trailer	=	98,75	Rp 4.644.868	per unit
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	148,13	Rp 6.967.537	per unit

Berdasarkan Tabel 5-16 tarif penyeberangan untuk rute Ketapang-Lembar muatan ,truk golongan VI B sebesar 2,4 juta rupiah per SUP.

5.7.2 Biaya Transportasi Darat

Berdasarkan komposisi golongan kendaraan barang dari pelabuhan penyeberangan sebagian besar angkutan darat yang digunakan untuk pengiriman barang dari Jawa-Bali dan Lombok adalah kendaraan golongan VI B. Biaya angkutan darat dalam penelitian ini adalah

biaya truk dengan kapasitas angkut 14 ton. Truk yang digunakan sebagai contoh adalah Truk Fuso pada Gambar 5-3.

Biaya Truk yang dihitung dalam Tugas Akhir ini terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*). Berikut tabel asumsi biaya yang digunakan dalam perhitungan biaya transportasi darat dibawah ini :

Tabel 5-17 Asumsi Biaya Transportasi Darat

Keterangan	Satuan	Nilai
Gaji Supir	Rp/Trip	3.500.000
Gaji Kernet	Rp/Trip	1.500.000
Tarif Parkir	Per Kendaraan	10.000
Tarif Tol	Rp/Trip	18.000
Tarif Retribusi	Rp/Trip	30.000
Harga Ban	Rp/Ban	1.650.000
Harga Oli	Rp/Liter	180.000
Harga Solar	Rp/Liter	5.150
Harga Sewa	Rp/Trip	12.500.000
Tarif Penyeberangan		
Ktg-Glk	Rp/Trip	395.000
Pdb-Lmb	Rp/Trip	2.398.000

Biaya Tetap terdiri dari Gaji Supir dan Kernet, Biaya Penyeberangan, Biaya Overhead seperti biaya tol/retribusi, dan parkir. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung biaya tetap :

$$BT = GS + GK + P + OV$$

Dimana :

BT = Biaya Tetap (Rp/Trip)

GS= Gaji Supir (Rp/Trip)

GK= Biaya Kenek (Rp/Trip)

P = Biaya Penyeberangan (Rp/Trip)

OV= Biaya Overhead (Rp/Trip)

Tabel 5-18 Rincian Biaya Tetap

Rincian Biaya	Satuan	Rute Sub-Ktg	Rute Glk-Pdb
Biaya Tetap			
Biaya Supir	Rp/Trip	3.500.000	
Biaya Kernet	Rp/Trip	1.500.000	
Tarif Penyeberangan	Rp/Trip	395.000	2.398.000
Biaya Overhead	Rp/Trip	58.000	40.000
Parkir	Rp/Trip	10.000	10.000

Tarif Tol	Rp/Trip	18.000	-
Retribusi	Rp/Trip	30.000	30.000
Total Biaya Tetap	Rp/Trip	453.000	2.438.000

Tabel 5-18 merupakan besarnya biaya tetap yang dikeluarkan untuk Rute Surabaya menuju ke Ketapang dan Menyeberang menggunakan kapal pada lintasan Ketapang-Gilimanuk adalah sebesar 453 ribu per trip dan untuk Rute Gilimanuk ke Padangbai dan menyeberang menggunakan kapal pada lintasan Padangbai-Lembar adalah sebesar 2,4 juta rupiah per trip. Total biaya tersebut belum termasuk dengan biaya supir dan kernet .

Komponen perhitungan biaya tidak tetap terdiri dari Biaya Bahan Bakar, Biaya Ganti Oli, Biaya Ganti Ban, dan Biaya Sewa Truk . Berikut persamaan untuk menghitung biaya tidak tetap :

$$BTT = BR + BM + BB + BO$$

Dimana :

BTT = Biaya Tidak Tetap (Rp/Trip)

BR = Biaya Sewa (Rp/Trip)

BM = Biaya Bahan Bakar (Rp/Trip)

BB = Biaya Ganti Ban (Rp/Trip)

BO = Biaya Ganti Oli (Rp/Trip)

Tabel 5-19 Biaya Tidak Tetap

Rincian Biaya	Satuan	Rute Sub-Ktg	Rute Glk-Pdb
Biaya Tidak Tetap			
Biaya Sewa Kendaraan	Rp/Trip	12.500.000	
Biaya Bahan Bakar	Rp/Trip	490.967	272.950
Biaya Ganti Ban	Rp/Trip	9.900.000	9.900.000
Biaya Ganti Oli	Rp/Trip	514.800	286.200
Total Biaya Tidak Tetap	Rp/Trip	10.905.767	10.459.150

Biaya bahan bakar diperoleh dari konsumsi bahan bakar kendaraan yang dibutuhkan untuk menempuh rute tersebut dalam satuan liter per kilometer. Frekuensi penggantian ban pada truk dilakukan sebanyak dua kali selama setahun. Untuk jumlah roda truk golongan VI B adalah 6 buah. Penggantian oli pada truk dilakukan ketika truk sudah menempuh perjalanan setiap 100 km.

Tabel 5-19 menunjukkan bahwa besar biaya tidak tetap yang dikeluarkan untuk Rute Surabaya menuju Ketapang dan menyeberang pada lintasan Ketapang-Gilimanuk adalah sebesar 10,9 juta rupiah dan Rute Gilimanuk menuju Padangbai lalu menyeberang

menggunakan kapal pada lintasan Padangbai-Lembar adalah sebesar 10,4 juta rupiah. Total biaya tersebut belum termasuk dengan biaya sewa kendaraan truk.

Tabel 5-20 Biaya Total Rute 1

Rincian Biaya	Satuan	Rute 1
Biaya Total Sub-Ktg-Glk	Rp/Trip	11.358.767
Biaya Total Glk-Pdb-Lmb	Rp/Trip	12.897.150
Gaji Supir	Rp/Trip	3.500.000
Gaji Kernet	Rp/Trip	1.500.000
Harga Sewa	Rp/Trip	12.500.000
Total Cost	Rp/Trip	41.755.917
	Rp/RT	83.511.833

Tabel 5-20 menunjukkan biaya total yang dikeluarkan truk golongan VI B untuk menempuh Rute 1 adalah sebesar 83 juta rupiah per *roundtrip*.

Tabel 5-21 Biaya Unit Rute 1

Rincian Biaya	Satuan	Rute 1
Unit Cost	Rp/SUP	1.595.869

Tabel 5-21 menunjukkan biaya unit yang didapatkan dari perhitungan biaya total truk untuk menempuh Rute 1 adalah sebesar 1,5 juta rupiah per SUP.

Tabel 5-22 Biaya Total Rute 2

Rincian Biaya	Satuan	Rute 2
Biaya Total Sub-Ktg	Rp/Trip	10.963.767
Biaya Total Ktg-Lmb	Rp/Trip	2.461.427
Gaji Supir	Rp/Trip	3.500.000
Gaji Kernet	Rp/Trip	1.500.000
Harga Sewa	Rp/Trip	12.500.000
Total Cost	Rp/Trip	30.925.194
	Rp/RT	61.850.388

Tabel 5-20 menunjukkan biaya total yang dikeluarkan truk golongan VI B untuk menempuh Rute 2 adalah sebesar 83 juta rupiah per *roundtrip*.

Tabel 5-23 Biaya Unit Rute 2

Rincian Biaya	Satuan	Rute 2
Unit Cost	Rp/SUP	1.181.930

Tabel 5-23 menunjukkan biaya unit yang didapatkan dari perhitungan biaya total truk untuk menempuh Rute 1 adalah sebesar 1,1 juta rupiah per SUP.

5.8 Analisis Dampak Penerapan Alternatif Rute Angkutan Penyeberangan

Berikut merupakan analisis dampak dari penerapan alternatif rute angkutan penyeberangan jarak jauh terhadap rute penyeberangan saat ini yang melalui jalur darat dan laut dengan dua kali penyeberangan.

5.8.1 Analisis Biaya Emisi

Peningkatan jumlah kendaraan sebanding dengan peningkatan jumlah emisi yang dihasilkan. Pada penelitian ini analisis perhitungan beban emisi kendaraan menggunakan metode perhitungan beban emisi berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010. Beban emisi merupakan tingkat aktivitas yang dinyatakan sebagai panjang perjalanan seluruh kendaraan bermotor. Sehingga formula perhitungan beban emisi dari kendaraan adalah sebagai berikut :

$$E = V_{knd} \times S \times Fe \times 10^{-6}$$

Keterangan :

- E = Beban Emisi (ton/tahun)
V_{knd} = Jumlah kendaraan (unit/tahun)
S = Jarak atau panjang perjalanan yang dilewati (km)
Fe = Faktor emisi (gram/km/kendaraan)

Tabel 5-24 Beban Emisi Tiap Moda Transportasi

Rute	Moda Transportasi	Vol Kend (unit/thn)	Jarak (km)	Fe (gram)	E (ton/thn)
Rute 1	Truk	83.071	551	580.010	26.548.397
Rute 2a	Truk	83.071	265	278.952	6.140.827
Rute 2b	Kapal Roro	1	494	3.101.762	2.704
Rute 3	Kapal Roro	1	220	863.188	126

Tabel 5-24 menunjukkan pada tahun 2018 Rute 1 menghasilkan beban emisi sebesar 26 juta ton per tahun menggunakan truk, untuk Rute 2 menghasilkan beban emisi sebesar 6 juta ton per tahun menggunakan truk dan 2 ribu ton per tahun menggunakan kapal roro, sedangkan untuk Rute 3 beban emisi yang dihasilkan sebesar 126 ton per tahun menggunakan kapal roro.

Setelah mengetahui jumlah beban emisi yang dihasilkan dari masing-masing moda dengan beberapa alternatif rute, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah biaya kerugian yang timbul akibat emisi dari setiap moda. Dimana jika volume kendaraan meningkat maka volume kemacetan juga bertambah. Volume kemacetan bertambah maka

tingkat emisi atau polusi udara juga tinggi sehingga nilai biaya emisi yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 5-25 Biaya Emisi Berdasarkan Jenis Emisi dalam Dollar per Ton

No	Jenis Emisi	Biaya Emisi	Satuan
1	Karbon Monoksida (CO)	205	\$/ton
2	Partikulat (PM ₁₀)	3,17	\$/ton
3	Karbon Dioksida (CO ₂)	205	\$/ton
4	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1000	\$/ton
5	Nitrogen Oksida (Nox)	934	\$/ton
6	Hidrokarbon	44	\$/ton

Tabel 5-25 merupakan data biaya emisi berdasarkan jenis emisi dengan satuan dollar per ton (\$/ton) yang diperoleh dari hasil riset yang dilakukan di Kanada tahun 2005 oleh Victoria Transport Policy Institute (2011). Biaya emisi yang digunakan adalah jenis emisi Karbon Dioksida (CO₂) dengan harga \$205 per ton.

Tabel 5-26 Biaya Emis dalam Rupiah per Ton per Tahun Tiap Moda Transportasi

Rute	Moda Transportasi	Biaya Emisi Rp/Ton	Biaya Emisi Rp /Ton/Km
Rute 1	Truk	73.706.712.619.761	133.768.988.421
Rute 2a	Truk	17.048.869.712.955	64.335..357..407
Rute 2b	Kapal Roro	4.258.233.847	8.611.469
Rute 3	Kapal Roro	528.155.737	2.396.481

Tabel 5-26 menunjukkan alternatif rute angkutan penyeberangan yang menghasilkan biaya emisi paling besar adalah Rute 1 sebesar 133 Milyar Rupiah per tahun kemudian Rute 2 sebesar 64 Milyar Rupiah per tahun , dan Rute 3 sebesar 2 Juta Rupiah per tahun.

5.8.2 Analisis Biaya Perbaikan Jalan

Pengalihan sebagian truk pengangkutan barang dari jalan menggunakan kapal feri roro akan menurunkan tingkat kerusakan jalan. Sehingga akan menghemat biaya perbaikan jalan . Berikut beban biaya perbaikan jalan untuk wilayah Jawa Timur, Bali, dan Lombok :

Tabel 5-27 Beban Biaya Perbaikan Jalan

Tahun	Total Jarak (Km)	Anggaran Biaya Perbaikan	Biaya Beban Jalan Rp/Ton/Km
2011	3196	Rp 344.569.291.463	70
2012	3196	Rp 354.906.370.206	83
2013	3196	Rp 365.553.561.313	86
2014	3196	Rp 376.520.168.152	77

Tahun	Total Jarak (Km)	Anggaran Biaya Perbaikan	Biaya Beban Jalan Rp/Ton/Km
2015	3265	Rp 396.209.503.703	90
2016	3427	Rp 428.365.788.631	104
2017	3427	Rp 441.216.762.290	118
2018	3427	Rp 454.453.265.159	133
2019	3427	Rp 468.086.863.114	148
2020	3500	Rp 492.452.347.842	164
2021	3500	Rp 507.225.918.277	179
2022	3500	Rp 522.442.695.826	194
2023	3500	Rp 538.115.976.701	207
2024	3675	Rp 581.991.079.665	219
2025	3753	Rp 612.147.338.970	228
2026	3753	Rp 630.511.759.139	235
2027	3753	Rp 649.427.111.913	238
2028	3753	Rp 668.909.925.270	237
2029	3753	Rp 688.977.223.029	233
2030	3836	Rp 725.263.887.167	225

Berdasarkan Tabel 5-27 biaya perbaikan jalan pada tahun 2018 untuk wilayah Jawa Timur, Bali, dan Lombok sebesar 454 Milyar Rupiah. Jika muatan pada tahun 2018 sebanyak 997 ribu ton maka biaya perbaikan jalan per ton sebesar Rp 455.779. Jika panjang jalan nasional pada tahun 2018 sebesar 3427 km beban biaya perbaikan jalan diperoleh sebesar Rp 133 per ton per kilometer. Berkurangnya tingkat kerusakan jalan berdampak pada pengurangan tingkat resiko kecelakaan dan keamanan yang sering terjadi pada jalur darat. Sehingga dapat menghemat biaya untuk pengembangan infrastruktur.

5.8.3 Analisis Opportunity Cost

Sebagai dampak adanya kemacetan dari masing-masing skenario, maka akan timbul hilangnya kesempatan untuk mendapatkan keuntungan. Dalam menghitung biaya opportunity dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya nilai barang/harga barang, lama penundaan atau keterlambatan serta nilai suku bunga bank. Dalam penelitian ini harga barang yang digunakan adalah variasi berdasarkan rata-rata harga satuan barang dipasaran pada penelitian sebelumnya. Adapun besaran nilai muatan tersebut dapat diketahui jumlah muatan yang diangkut dan besar nilai muatan dalam sekali jalan truk.

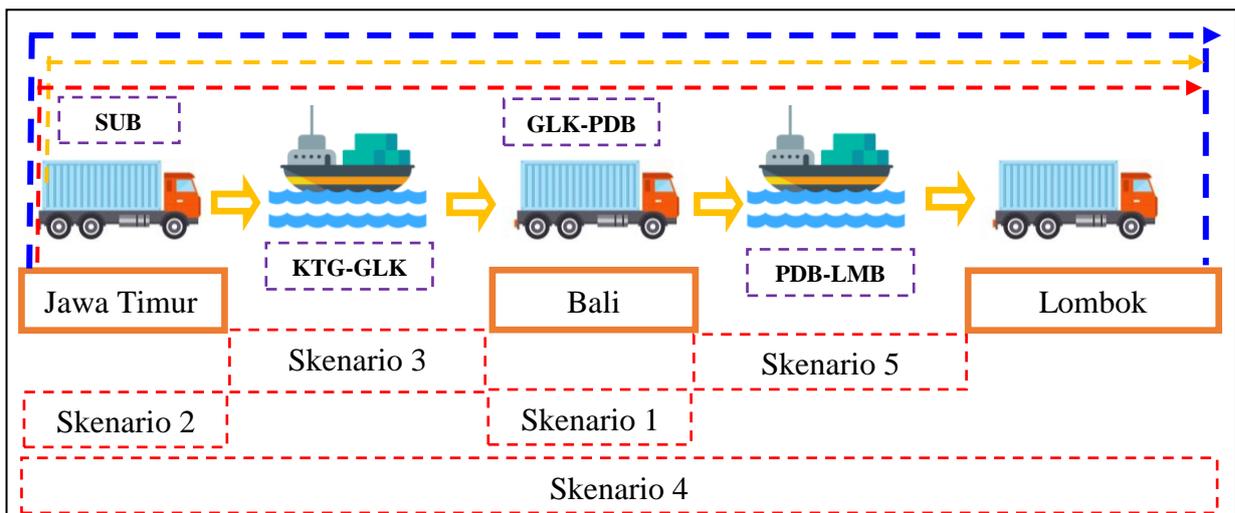
Tabel 5-28 Kisaran Nilai Komoditas Berdasarkan Jenis Muatan

Kisaran Nilai Komoditas Berdasarkan Jenis Muatan			
Nilai Rendah	Rp	800	Rp 40.000
Nilai Sedang	Rp	40.000	Rp 800.000
Nilai Tinggi	Rp	80.000	Rp 1.250.000

Untuk perhitungan opportunity cost digunakan rumus sebagai berikut :

Opportunity Cost (Rp) = Jumlah Barang x Harga Barang x Suku Bunga pinjaman per hari x Lama Penundaan barang (hari).

Perhitungan opportunity cost ini dilihat dari sisi pemilik barang yang melakukan pengiriman barang menggunakan truk dengan dua kali penyeberangan ke tujuan Lombok. Ada beberapa skenario kejadian antara lain skenario 1 ketika jalan rusak , skenario 2 ketika banjir porong, skenario 3 ketika hari besar nyepi , skenario 4 ketika pasang surut air laut, dan skenario 5 ketika dermaga rusak. Berikut ilustrasi skenario untuk masing-masing rute .



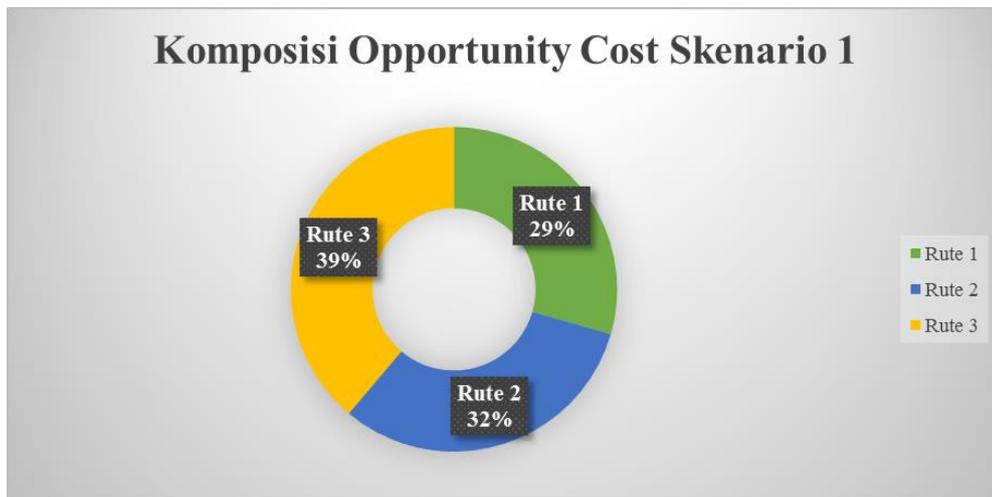
Gambar 5-11 Ilustrasi Skenario Route

Tabel 5-29 Keterangan Ilustrasi Skenario

Alternatif Route	Keterangan
Rute 1	--->
Rute 2	- - ->
Rute 3	- - ->

Pada skenario 1 saat kondisi jalan rusak diasumsikan menimbulkan kemacetan sepanjang 10 km pada ruas jalan dari Gilimanuk menuju Padangbai. Sehingga menambah

jarak tempuh menjadi 169 km pada ruas jalan gilimanuk menuju padangbai. Bertambahnya jarak tempuh sebanding dengan bertambahnya waktu perjalanan yang ditempuh truk tersebut.



Gambar 5-12 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 1

Gambar 5-12 menunjukkan besar biaya yang hilang untuk kesempatan mendapatkan keuntungan bagi pemilik barang pada skenario 1 adalah saat menggunakan Rute 2 dan Rute 3. Untuk mencegah risiko tersebut maka alternatif rute penyeberangan yang dapat dipilih adalah Rute 1 dengan 29% besar biaya kesempatan yang hilang bagi pemilik barang untuk mendapat keuntungan.

Pada skenario 2 ketika terjadi banjir di kawasan porong sidoarjo selama 4 hari menyebabkan waktu distribusi barang yang melewati jalur tersebut terhambat.



Gambar 5-13 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 2

Gambar 5-13 menunjukkan besar biaya yang hilang untuk kesempatan mendapatkan keuntungan bagi pemilik barang pada skenario 2 adalah saat menggunakan Rute 1 dan Rute 2. Untuk mencegah risiko tersebut maka alternatif rute penyeberangan yang dapat dipilih

adalah Rute 3 dengan 15% besar biaya kesempatan yang hilang bagi pemilik barang untuk mendapat keuntungan.

Pada skenario 3 ketika terjadi hari besar umat hindu yang merayakan hari Nyepi. Ketika hari besar tersebut penyeberangan selat bali yaitu Ketapang-Gilimanuk di tutup untuk sementara waktu selama sehari atau 24 jam. Ketika penyeberangan Ketapang-Gilimanuk ditutup maka tidak ada aktivitas kendaraan truk menyeberang. Hal ini mengakibatkan waktu distribusi atau pengiriman barang terhambat dan penurunan jumlah truk yang diangkut kapal pada hari tersebut.

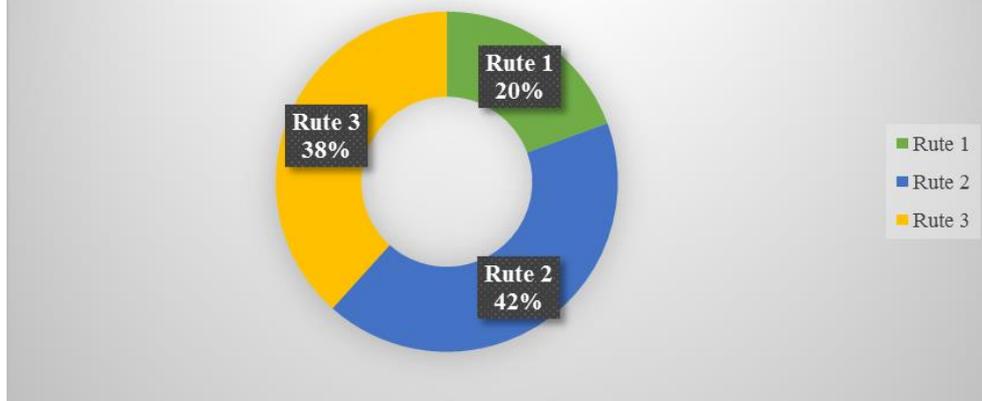


Gambar 5-14 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 3

Gambar 5-14 menunjukkan besar biaya yang hilang untuk kesempatan mendapatkan keuntungan bagi pemilik barang pada skenario 3 adalah saat menggunakan Rute 1 dan Rute 2. Untuk mencegah risiko tersebut maka alternatif rute penyeberangan yang dapat dipilih adalah Rute 3 dengan 20% besar biaya kesempatan yang hilang bagi pemilik barang untuk mendapat keuntungan.

Pada Skenario 4 ketika terjadi pasang surut air laut khususnya pada penyeberangan langsung maka waktu penyeberangan mengalami penundaan sampai dengan pelabuhan tujuan mengalami pasang dan kemudian kapal berangkat. Sehingga waktu menunggu di pelabuhan bertambah.

Komposisi Opportunity Cost Skenario 4

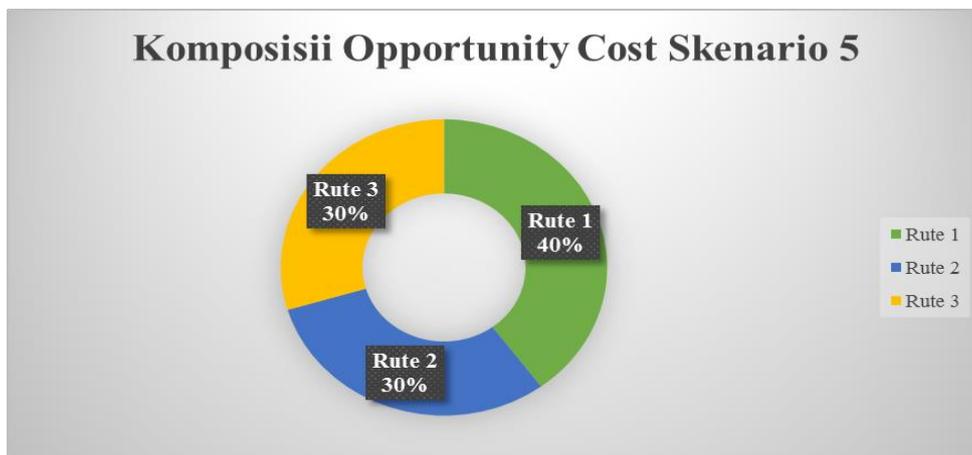


Gambar 5-15 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 4

Gambar 5-15 menunjukkan besar biaya yang hilang untuk kesempatan mendapatkan keuntungan bagi pemilik barang pada skenario 4 adalah saat menggunakan Rute 2 dan Rute 3. Untuk mencegah risiko tersebut maka alternatif rute penyeberangan yang dapat dipilih adalah Rute 1 dengan 20% besar biaya kesempatan yang hilang bagi pemilik barang untuk mendapat keuntungan.

Pada Skenario 5 ketika terjadi kerusakan dermaga pada Pelabuhan Penyeberang Padangbai-Lembar mengakibatkan lama antrian bongkar muat dan sandar dari Pelabuhan Padangbai atau sebaliknya.

Komposisi Opportunity Cost Skenario 5

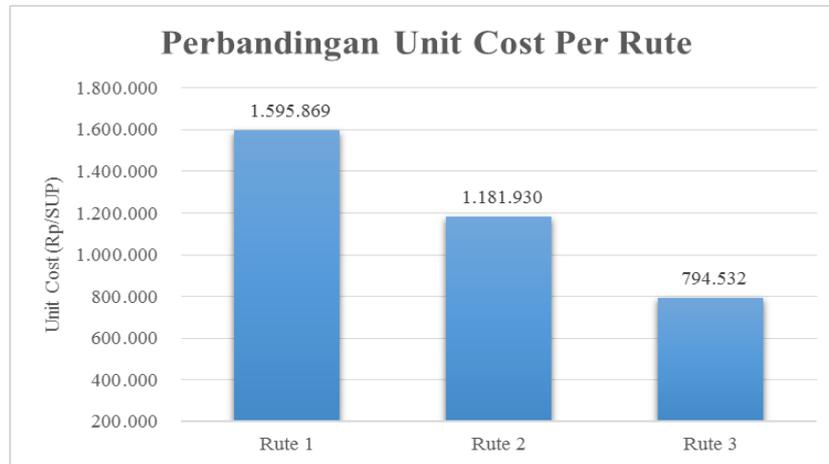


Gambar 5-16 Biaya Total Analisis Kehandalan Skenario 5

Gambar 5-16 menunjukkan besar biaya yang hilang untuk kesempatan mendapatkan keuntungan bagi pemilik barang pada skenario 5 adalah saat menggunakan Rute 1. Untuk mencegah risiko tersebut maka alternatif rute penyeberangan yang dapat dipilih adalah Rute 2 dan Rute 3 dengan 30 % besar biaya kesempatan yang hilang bagi pemilik barang untuk mendapat keuntungan.

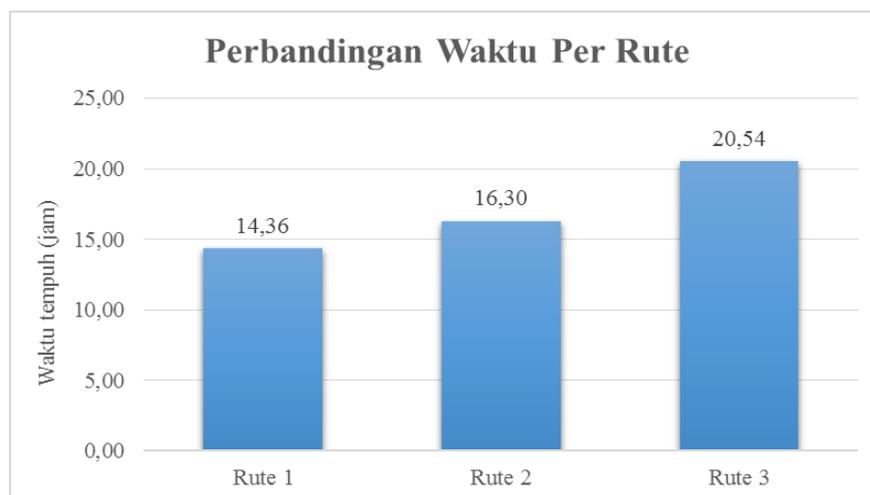
5.9 Perbandingan Alternatif Rute Angkutan Penyeberangan

Berdasarkan perhitungan analisis biaya transportasi dengan penjumlahan dari sisi darat dan laut yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya didapatkan data grafik perbandingan *unit cost* untuk masing-masing rute sebagai berikut :



Gambar 5-17 Perbandingan *Unit Cost* Per Alternatif Rute

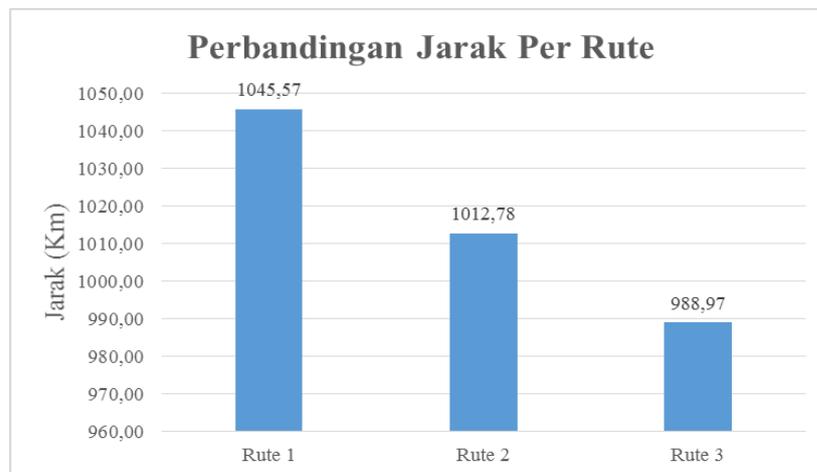
Gambar 5-17 menunjukkan biaya unit yang dihasilkan dari Rute 1 adalah sebesar 1,5 juta rupiah per SUP , Rute 2 adalah sebesar 1,1 juta rupiah per SUP dan Rute 3 adalah sebesar 794 ribu rupiah per SUP. Dari perbandingan biaya unit yang dihasilkan alternatif rute terbaik adalah Rute 3 karena memiliki biaya unit yang lebih murah jika dibandingkan dengan rute 1 dan rute 2. Rute 3 merupakan rute jarak jauh atau penyeberangan langsung menggunakan kapal ro-ro dari Surabaya menuju Lembar.



Gambar 5-18 Perbandingan Waktu Per Alternatif Rute

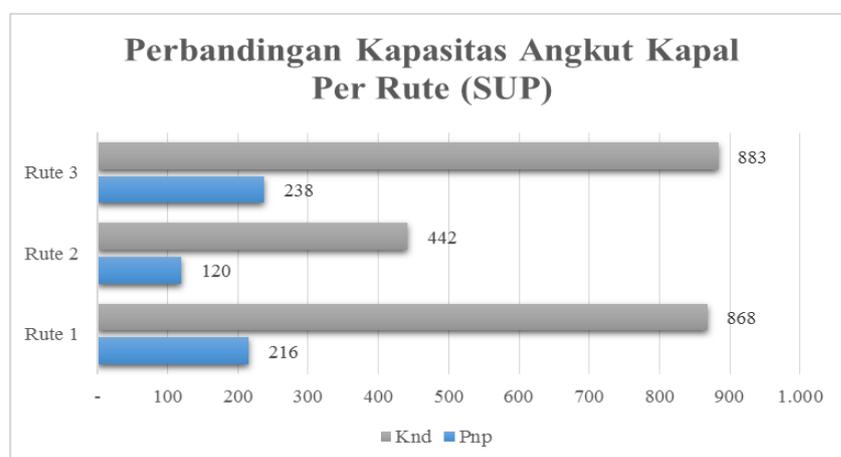
Gambar 5-18 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menempuh Rute 1 adalah sebesar 14,36 jam , Rute 2 adalah sebesar 16,30 jam , dan Rute 3 adalah 20,54 jam. Dari perbandingan waktu ini alternatif rute terbaik adalah Rute 1 karena memiliki waktu

tempuh yang lebih cepat jika dibandingkan dengan Rute 2 dan Rute 3. Rute 1 merupakan rute yang menggunakan jalur darat dan jalur laut.



Gambar 5-19 Perbandingan Jarak Per Alternatif Rute

Gambar 5-19 menunjukkan bahwa total jarak yang ditempuh selama *rountrip* untuk Rute 1 adalah sebesar 1045 kilometer, Rute 2 adalah sebesar 1012 kilometer, dan Rute 3 adalah sebesar 988 kilometer. Dari perbandingan jarak ini alternatif rute terbaik adalah Rute 3 karena memiliki jarak tempuh yang pendek jika dibandingkan dengan rute 1 dan 2. Rute 3 merupakan rute penyeberangan langsung atau rute dengan jarak jauh yang menggunakan kapal ro-ro.



Gambar 5-20 Perbandingan Kapasitas Angkut Kapal Per Alternatif Rute

Gambar 5-20 menunjukkan bahwa kapasitas angkut kapal untuk muatan penumpang dan kendaraan untuk Rute 1 rata-rata sebesar 216 SUP dan 868 SUP, Rute 2 adalah sebesar 120 SUP dan 442 SUP, dan Rute 3 adalah sebesar 238 SUP dan 883 SUP. Dari perbandingan kapasitas angkut kapal ini alternatif rute terbaik adalah Rute 3 karena memiliki kapasitas angkut penumpang dan kendaraan yang lebih besar jika dibandingkan dengan Rute 1 dan Rute

BAB VI

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka hasil dari proses penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi dari rute angkutan penyeberangan di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok pada saat ini permintaan penyeberangan kendaraan barang dari Jawa Timur menuju Lombok Pada tahun 2018 permintaan penyeberangan penumpang diperkirakan sebesar 154.661 orang dan permintaan penyeberangan kendaraan barang diperkirakan sebesar 276.904 kendaraan. Hingga 2030 permintaan penumpang diperkirakan sebesar 253.997 orang dan permintaan kendaraan diperkirakan sebesar 552.701 unit kendaraan.
2. Model perhitungan untuk analisis alternatif rute angkutan penyeberangan di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok didapatkan dari hasil penjumlahan biaya *port to port*. Berikut adalah hasil analisis unit biayanya yang minimal untuk masing-masing alternatif rute angkutan penyeberangan di Lintas Jawa Timur, Bali, dan Lombok :
 - a. Rute 1 : Surabaya-Ketapang-Gilimanuk-Padangabai-Lembar menghasilkan unit biaya minimal sebesar 1,5 juta rupiah per SUP
 - b. Rute 2 : Surabaya -Ketapang-Lembar menghasilkan unit biaya minimal sebesar 1,1 juta rupiah per SUP.
 - c. Rute 3 : Surabaya –Lembar menghasilkan unit biaya minimal sebesar 794 ribu rupiah per SUP
3. Berikut hasil analisis dampak dari penerapan alternatif rute penyeberangan langsung menggunakan layanan kapal ferry ro-ro terhadap rute angkutan penyeberangan yang berlaku pada saat ini antara lain :
 - a. Beban emisi yang dihasilkan Rute 1 dan Rute 2 menggunakan moda truk menghasilkan biaya emisi yang lebih besar jika dibandingkan dengan Rute 3 yang menggunakan moda kapal ro-ro.
 - b. Biaya Perbaikan Jalan pada tahun 2018 untuk wilayah Jawa Timur, Bali, Lombok adalah sebesar 454 Milyar Rupiah. Jika muatan pada tahun 2018 sebanyak 997 ribu ton barang maka biaya perbaikan jalan per ton diperoleh sebesar Rp 455.779.

Jika panjang jalan nasional pada tahun 2018 sepanjang 3427 km beban biaya perbaikan jalan diperoleh sebesar Rp 133 per ton per kilometer.

- c. Pada Skenario 1 rute yang terpilih sebagai alternatif adalah Rute 1 , Skenario 2 rute yang terpilih sebagai alternatif adalah Rute 3 , Skenario 3 rute yang terpilih sebagai alternatif adalah Rute 3, Skenario 4 rute yang terpilih sebagai alternatif adalah Rute 1, dan Skenario 5 rute yang terpilih sebagai alternatif adalah Rute 2 dan Rute 3.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini ,terdapat saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan meninjau bagaimana kondisi apabila dilakukan penambahan kapasitas kapal untuk rute penyeberangan jarak jauh dan bagaimana pola operasi yang optimum untuk rute tersebut.
2. Untuk menambah kapasitas terpasang kapal maka penambahan jumlah kapal harus diiringi dengan penambahan jumlah dermaga yang dioperasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal. (2014). *Studi Perbandingan Layanan Transportasi Laut*.
- Anantya. (2016). *Analisis Hubungan Ekonomi : Studi Kasus Ketapang-Gilimanuk*.
- Annur, F. (2016). *Model Transportasi Laut untuk mendukung manajemen rantai pasok : Studi Kasus Komoditas Ayam Beku dari Surabaya ke Indonesia Timur*.
- Badan Pusat Statistik Propinsi Bali. (2017).
- Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur . (2015).
- Badan Statistik Propinsi Nusa Tenggara Barat . (2017).
- Bahtiar, Y. (2016). *Studi Komporasi Antar Moda (Angkutan Darat dan Kapal Peti Kemas) : Studi Kasus Jawa Timur – Bali - Lombok*.
- Dirjen Hubla. (2005). *Buku I Statistik Perhubunga*.
- Dirjen Hubla. (2010). *Buku I Statistik Perhubungan*.
- Iqbal, H. (2012). *Analisis Fenomena Bottleneck Pada Pelabuhan Penyeberangan : Studi Kasus Pelabuhan Pnyeberangan Ketapang-Gilimanuk . Surabaya .*
- Kominfo, D. (2015). *Data Arus Barang dan Kendaraan Jembatan Timbang*.
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat nomor : SK.242/HK.104/DRDJ/2010.*
(t.thn.).
- Taha, H. A. (1992). *Operation Research*. McMillan: An Introduction.
- Wuryaningrum, P. (2015). *Port Connectivity Pelabuhan Kapal Petikemas di Indonesia*. Surabaya: ITS.
- Yuniasari, A. (2016). *Analisis Kombinasi Pola Opersional Kapal Penyeberangan : Studi Kasus Lintasan Merak-Bakeuheni*.
- .

LAMPIRAN

Berikut konten yang akan dijabarkan pada lampiran ini :

- A. Data Permintaan Penyeberangan Jawa Timur ke NTB
- B. Data PDRB Propinsi Tahun 2010-2016
- C. Proyeksi Permintaan Penyeberangan
- D. Tarif Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk ,Padangbai-Lembar,Surabaya-Lembar
- E. Perhitungan Jarak Per Rute
- F. Data Kapal Pembanding
- G. Data Spesifikasi Ukuran Utama KMP Legundi
- H. Perhitungan Optimasi Ukuran Utama Kapal Rute Surabaya-Lembar dan Biaya Transportasi Laut
- I. Perhitungan Optimasi Ukuran Utama Kapal Rute Ketapang-Lembar dan Biaya Transportasi Laut
- J. Perhitungan Biaya Transportasi Darat
- K. Rangkuman Optimasi Ukuran Utama Kapal Rute Baru
- L. Perhitungan Opportunity Cost

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Probolinggo, 25 September 1994. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Mohamamad Fauzi dan Wijjati . Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Taruna Dra.Zulaeha (1999-2000), SDN Taruna Dra.Zulaeha (2001-2007), SMP Taruna Dra. Zulaeha (2007-20010), SMAN 1 Negeri Probolinggo (2010-2013) dan pada tahun 2013, penulis diterima melalui jalur SNMPTN Undangan di Jurusan Transportasi Laut Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Bidang studi yang dipilih penulis ketika menjalani perkuliahan di Jurusan Transportasi Laut adalah Pelayaran. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain tercatat sebagai sekertaris Departemen Komunikasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan tahun ajaran 2014-2015. Selain BEM Fakultas penulis juga aktif sebagai staff UKM Basket ITS. Penulis terpilih sebagai penerima beasiswa dari ABS (*American Bureau of Shipping*) pada tahun 2015 . Motto penulis adalah “*Simple Made Better*”

Email: fanifitriaa11@gmail.com

LAMPIRAN A

Jenis Muatan	Satuan	Data Arus Muatan Penyeberangan Jawa Timur ke NTB					
		2011	2012	2013	2014	2015	2016
Penumpang	Orang	121.396	153.396	137.188	127.545	148.645	142.390
Kendaraan R2 dan R3	Unit	220.121	265.468	261.120	284.325	300.695	311.019
Kendaraan Pnp	Unit	55.441	58.666	63.140	64.623	63.810	61.742
Kendaraan Barang	Unit	185.883	207.519	230.458	238.858	239.679	246.776

Jenis Muatan	Satuan	Data Pertumbuhan Rata-Rata Permintaan Penyeberangan						Average
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Penumpang	Orang		26%	-11%	-7%	17%	-4%	4,22%
Kendaraan R2 dan R3	Unit		21%	-2%	9%	6%	3%	7,41%
Kendaraan Pnp	Unit		6%	8%	2%	-1%	-3%	2,26%
Kendaraan Barang	Unit		12%	11%	4%	0%	3%	5,93%

LAMPIRAN B

No	Lapangan Usaha PDRB	Tahun						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Pertanian, Kehutanan, dan	14939021.60	15691914.20	16407442.30	16946742.70	17702366.10	18924911.80	19295328.70
2	Pertambangan dan Pengg	20471115.40	14709393.10	10788742.10	11254503.20	11238697.90	23267235.10	24777079.10
3	Industri Pengolahan	3210934	3277041.20	3414873.50	3539536.80	3658662.10	3772631.60	3973396.40
4	Pengadaan Listrik dan Ga	34904.60	38398.20	43051.10	47750.60	66684.60	67276	74845.70
5	Pengadaan Air dan Penge	51748.80	54924.20	56861.60	59363	63614.60	66026.60	69258.20
6	Konstruksi	5715145.20	6139780.90	6366306.70	6696963.30	7219308.30	7744389.20	8413858
7	Perdagangan Besar dan E	7136897.80	7662943.90	8393103.30	9052663.50	9747295.60	10276453.20	11063417.60
8	Transportasi dan Perguda	4140342.20	4427515.90	4717941	4963982.70	5335371.40	5695385.50	6069958.50
9	Penyediaan Akomodasi da	988890	1065282.10	1143811.50	1242595.10	1328639.90	1403759.40	1550249.10
10	Informasi dan Komunika	1211820.50	1335853.40	1447895.10	1554874.80	1684952.80	1825487.20	1985875.30
11	Jasa Keuangan dan Asura	1490068	1702029.90	1928494.30	2106190.60	2268865.20	2480270.70	2785823.10
12	Real Estate	1695621.60	1813371.40	1934432.80	2086022.40	2205657.90	2356412.70	2501998.10
13	Jasa Perusahaan	97948.90	104931.40	114698.10	122637.30	131542.30	139118.50	148844.70
14	Administrasi Pemerintaha	3812956.70	3856519.40	3889688.60	4007372.50	4207046.30	4362398	4479756.10
15	Jasa Pendidikan	2643366.40	2846529.70	2961930.60	3140606	3351651.10	3595360	3788737.40
16	Jasa Kesehatan dan Kegia	1198736.40	1266469.80	1313480.90	1412878.40	1510643.80	1612979.80	1704974.70
17	Jasa Lainnya	1283208.20	1386241.70	1418058.90	1532031.40	1651964.30	1754482.70	1864805
	PDRB	70122726.10	67379140.60	66340812.40	69766714.40	73372963.80	89344577.90	94548205.90
	Total PDRB	70.122.726	67.379.140	66.340.812	69.766.714	73.372.963	89.344.577	94.548.205
	Pertumbuhan rata-rata		-4%	-2%	5%	5%	22%	6%

Sumber : <http://ntb.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/75> diakses pada tanggal 21 November 2017

No	Lapangan Usaha PDRB	Tahun						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Pertanian, Kehutanan, dan	16092721.60	16258738.60	16969879.80	17.343.285	18151208.60	18644987.50	19222786.40
2	Pertambangan dan Pengg	1.133.915	1.252.243	1444122.30	1555359.90	1546105.40	1440563.60	1502268.92
3	Industri Pengolahan	6562938.80	6.620.875	6966905.80	7565247.90	8237390.70	8824582.60	9112626.20
4	Pengadaan Listrik dan Ga	192097.30	209599.10	233479.60	251317.50	273862.90	278205.20	301329.81
5	Pengadaan Air, Pengelola	239294.30	240103.70	248157.90	261538.90	280903.10	286480.10	304643.98
6	Konstruksi	8321002.40	8887526.50	10608441.70	11239448.40	11441351.60	12.014.635	12886363.31
7	Perdagangan Besar dan E	8152933.40	8.622.156	9133153.20	9963180.60	10677992.30	11525812.50	12287981.15
8	Transportasi dan Perguda	6935672.50	7507294.60	7976191.20	8.512.259	9008992.80	9417814.20	10144969.24
9	Penyediaan Akomodasi da	17922994.70	19159713.50	20655906.20	22287903.50	23807924.80	25262524.40	26951644.68
10	Informasi dan Komunika	5879643.50	6408441.60	6925204.30	7325440.70	7853794.20	8634463.40	9376133.89
11	Jasa Keuangan dan Asura	3682864.80	3882631.80	4228341.40	4766723.60	5164468.50	5508292.10	5952195.64
12	Real Estat	4550508.50	4756874.60	5058972.20	5412280.70	5893508.70	6199904.70	6486946.04
13	Jasa Perusahaan	1060817.90	1096720.90	1121241.90	1222186.60	1313690.80	1405525.80	1501811.72
14	Administrasi Pemerintaha	5206208.80	6546413.90	6609958.70	6611212.30	7321793.70	7927616.80	8359096.49
15	Jasa Pendidikan	4480913.10	4978085.40	5012155.90	5687838.20	6289732.40	6852208.40	7462729.96
16	Jasa Kesehatan dan Kegia	1860018.50	1983351.70	2101867.60	2370858.60	2665509.50	2899103.70	3160013.92
17	Jasa lainnya	1474804.60	1580861.90	1657485.20	1727499.30	1859344.70	2007873.70	2178983.27
	PDRB	93749349.70	99991631.90	106.951.465	114103580.80	121787574.70	129130593.70	137192524.60
	Total PDRB	93.749.349	99.991.631	106.951.465	114.103.580	121.787.574	129.130.593	137.192.524
	Pertumbuhan rata-rata		7%	7%	7%	7%	6%	6%

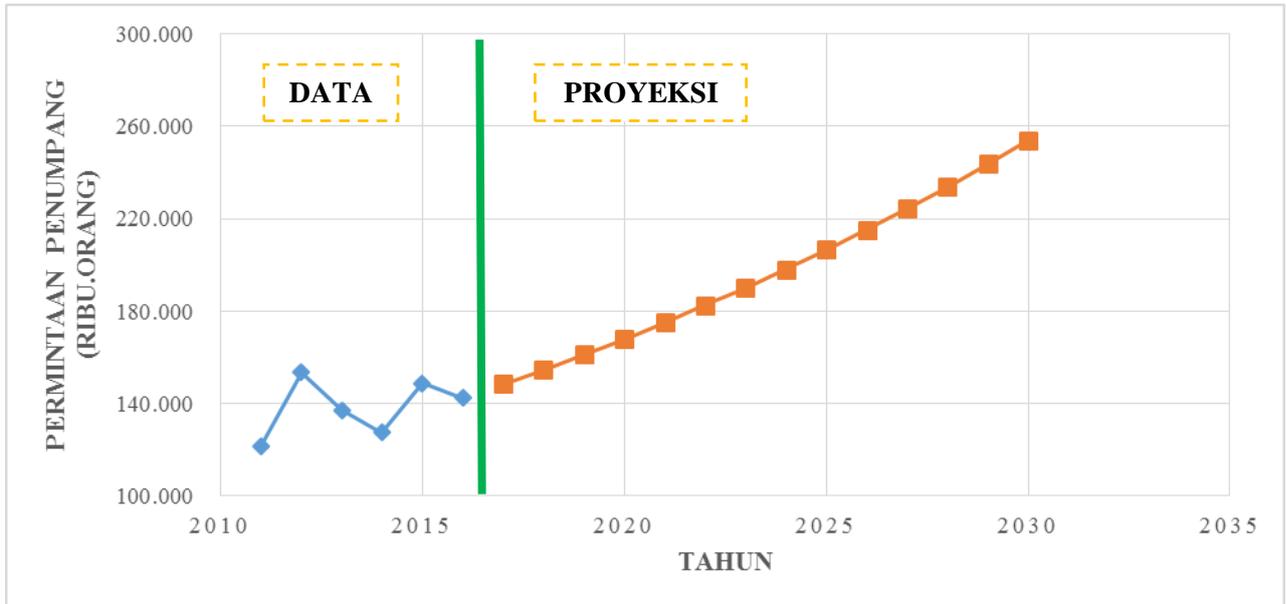
Sumber : <http://bali.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/75> diakses pada tanggal 21 November 2017

No	Lapangan Usaha PDRB	Tahun						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	133504.56	138870.09	146002.57	150463.72	155783.96	160907.33	164687.46
2	Pertambangan dan Penggalian	54020.53	58140.33	58287.95	59049.99	60862.35	65707.01	75024.89
3	Industri Pengolahant	292708.39	306072.36	326681.77	345794.56	372316.29	393272.95	411028.39
4	Pengadaan Listrik dan Gas	4491.98	4404.97	4259.04	4380.34	4545.12	4455.27	4483.93
5	Pengadaan Air, Pengelola	1075.88	1171.31	1182.01	1231.05	1234.13	1299.27	1366.77
6	Konstruksi	89693.03	95157.73	102250.92	110485.45	116498.23	120688.27	126802.99
7	Perdagangan Besar dan E	174755.50	190771.67	206433.67	219246.07	230225.81	243014.66	257126.66
8	Transportasi dan Pergudangan	27082.43	29399.87	31528.72	34241.21	36461.76	38896.63	41107.64
9	Penyediaan Akomodasi da	47096.42	51667.02	54601.23	57684.94	62807.80	67657.04	73398.14
10	Informasi dan Komunikasi	47548.21	51881.62	58299.18	65313.95	69155.10	73639.96	79216.96
11	Jasa Keuangan dan Asuransi	22070.51	24088.32	26668.02	30348.35	32399.64	34730.26	37158.62
12	Real Estate	16306.30	17737.71	19153.83	20565.06	21998.29	23092.64	24298.54
13	Jasa Perusahaan	7774.01	8156.66	8416.88	9044.15	9.815	10349.05	10884.70
14	Administrasi Pemerintah	26534.09	27823.81	28210.09	28564.75	28729.58	30236.25	31668.14
15	Jasa Pendidikan	24944.81	26494.05	28789.37	31265.46	33164.90	35330.67	37438.70
16	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	5408.94	6353.04	7033.06	7592.82	8212.85	8743.34	9245.38
17	Jasa lainnya	15633.25	16211.20	16666.33	17517.93	18473.70	19374.39	20298.20
PDRB		990648.84	1054401.77	1124464.64	1192789.80	1262684.50	1331394.99	1405236.11
Total PDRB		990.648	1.054.401	1.124.464	1.192.789	1.262.684	1.331.394	1.405.236
Pertumbuhan rata-rata			6%	7%	6%	6%	5%	6%

Sumber : <http://jatim.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/75> diakses pada tanggal 21 November 2017

LAMPIRAN C

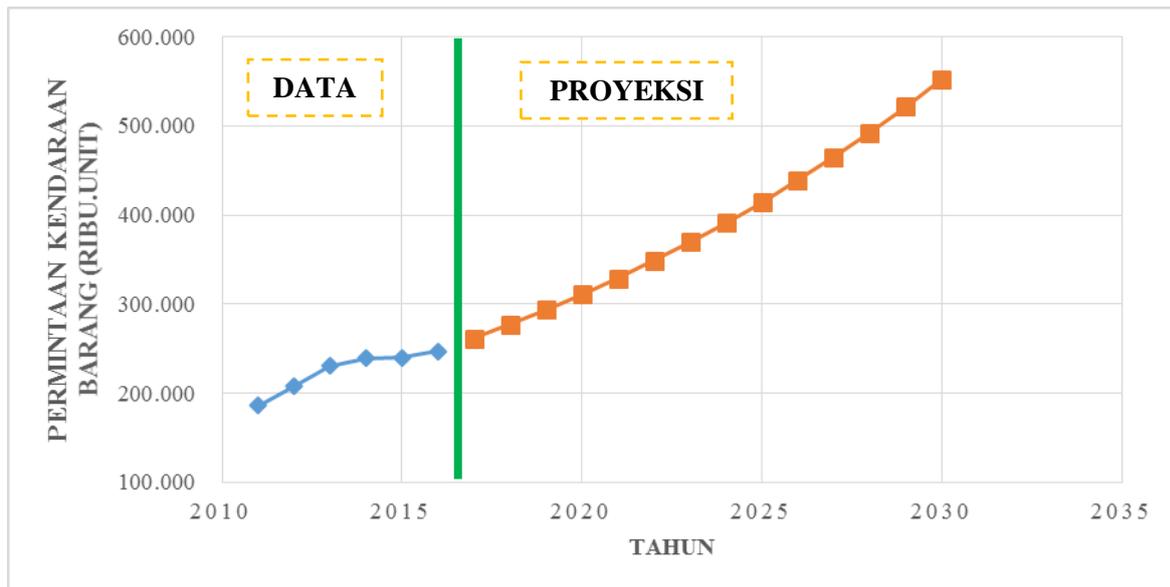
Tahun	Penumpang
2011	121.396
2012	153.396
2013	137.188
2014	127.545
2015	148.645
2016	142.390
2017	148.399
2018	154.661
2019	161.188
2020	167.990
2021	175.079
2022	182.468
2023	190.168
2024	198.193
2025	206.557
2026	215.273
2027	224.358
2028	233.826
2029	243.693
2030	253.977



Tahun	Kendaraan Barang
2011	185.883
2012	207.519
2013	230.458
2014	238.858
2015	239.679
2016	246.776
2017	261.406
2018	276.904
2019	293.321
2020	310.711
2021	329.132
2022	348.645
2023	369.315
2024	391.210
2025	414.403
2026	438.972
2027	464.997
2028	492.565
2029	521.767
2030	552.701

Tabel Permintaan 2018

Ditarget 30% Kendaraan di Alihkan ke Rute Alternatif = 30% x Permintaan 2018 **83.071**



LAMPIRAN D

Tarif Angkutan Penyeberangan Lintasan Ketapang-Gilimanuk Bulan Juli 2017

NO	KATEGORI	SATUAN	TARIF
A	PENUMPANG		
	DEWASA	per orang	Rp 6.500
	ANAK	per orang	Rp 4.500
B	KENDARAAN		
	GOL I	per unit	Rp 7.500
	GOL II	per unit	Rp 24.000
	GOL III	per unit	Rp 37.000
	GOL IV		
	GOL IV A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp 159.000
	GOLIV B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp 141.000
	GOL V		
	GOL V A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp 302.000
	GOL VB (Kendaraan Barang)	per unit	Rp 242.000
	GOL VI		
	GOL VI A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp 495.000
	GOL VI B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp 395.000
	GOL VII	per unit	Rp 505.000
	GOL VIII	per unit	Rp 732.000
	GOL IX	per unit	Rp 1.045.000

Tarif Angkutan Penyeberangan Lintasan Padangbai-Lembar Bulan Juli 2017

NO	KATEGORI	SATUAN	TARIF
A	PENUMPANG		
	DEWASA	per orang	Rp 46.000
	ANAK	per orang	Rp 29.000
B	KENDARAAN		
	GOL I	per unit	Rp 62.000
	GOL II	per unit	Rp 129.000
	GOL III	per unit	Rp 250.000

	GOL IV			
	GOL IV A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	917.000
	GOLIV B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	827.000
	GOL V			
	GOL V A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	1.780.000
	GOL VB (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	1.460.000
	GOL VI			
	GOL VI A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	3.010.000
	GOL VI B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	2.398.000
	GOL VII	per unit	Rp	3.060.000
	GOL VIII	per unit	Rp	4.538.000
	GOL IX	per unit	Rp	6.830.000

Tarif Angkutan Penyeberangan Lintasan Surabaya - Lombok Bulan Juli 2017

NO	KATEGORI	SATUAN	TARIF	
A	PENUMPANG			
	DEWASA	per orang	Rp	87.000,00
	ANAK	per orang	Rp	62.000,00
B	KENDARAAN			
	GOL I	per unit	Rp	132.000,00
	GOL II	per unit	Rp	225.000,00
	GOL III	per unit	Rp	420.000,00
	GOL IV			
	GOL IV A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	1.525.000,00
	GOLIV B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	1.392.000,00
	GOL V			
	GOL V A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	2.937.000,00
	GOL VB (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	2.474.000,00
	GOL VI			
	GOL VI A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	4.847.500,00
	GOL VI B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	3.966.500,00
	GOL VII	per unit	Rp	5.024.000,00
	GOL VIII	per unit	Rp	7.279.000,00
	GOL IX	per unit	Rp	11.434.000,00

Tarif Angkutan Penyeberangan Lintasan Lombok-Surabaya Bulan Juli 2017

NO	KATEGORI	SATUAN	TARIF	
A	PENUMPANG			
	DEWASA	per orang	Rp	80.500,00
	ANAK	per orang	Rp	55.500,00
B	KENDARAAN			
	GOL I	per unit	Rp	142.000,00
	GOL II	per unit	Rp	225.000,00
	GOL III	per unit	Rp	420.000,00
	GOL IV			
	GOL IV A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	1.525.000,00

GOLIV B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	1.392.000,00
GOL V			
GOL V A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	2.937.000,00
GOL VB (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	2.474.000,00
GOL VI			
GOL VI A (Kendaraan Penumpang)	per unit	Rp	4.847.000,00
GOL VI B (Kendaraan Barang)	per unit	Rp	3.966.000,00
GOL VII	per unit	Rp	5.024.000,00
GOL VIII	per unit	Rp	8.029.000,00
GOL IX	per unit	Rp	11.434.000,00

LAMPIRAN E

Jarak Antar Pelabuhan (Nm)					
Asal /Tujuan	SUB	KTG	GLK	PDB	LMB
SUB		137	145	218	267
KTG	137		4	106	119
GLK	145	4		101	123
PDB	218	106	101		38
LMB	267	119	123	38	

1 Nm = 1,852 Km

Jarak Antar Pelabuhan (konversi Nm ke Km)					
Asal /Tujuan	SUB	KTG	GLK	PDB	LMB
SUB		253,72	268,54	403,74	494,48
KTG	253,72		7,41	196,31	220,39
GLK	268,54	7,41		187,05	227,80
PDB	403,74	196,31	187,05		70,38
LMB	494,48	220,39	227,80	70,38	

Waktu Perjalanan* (Jam)					
Asal /Tujuan	SUB	KTG	GLK	PDB	LMB
SUB		8,46	8,95	13,46	16,48
KTG	8,46		0,25	6,54	7,35
GLK	8,95	0,25		6,24	7,59
PDB	13,46	6,54	6,24		2,35
LMB	16,48	7,35	7,59	2,35	

*dengan kecepatan rata-rata 30 km per jam

Jarak Antar Kota Jalur Darat (Km)					
Asal /Tujuan	SUB	KTG	GLK	PDB	LMB
SUB		292,90	294,90	448,20	526,30
KTG	292,90		20,80	175,20	252,30
GLK	294,90	20,80		158,90	236,00

PDB	448,20	175,20	158,90		77,60
LMB	526,30	252,30	236,00	77,60	

Harga Sewa Truk Vendor *					
Origin	Destination	Jarak (km)	Rate (per trip)	Moda	
SUB	DPN	417,4	37.000.000	Tronton 18T Self Loader	
SUB	DPN	417,4	4.500.000	Fusso 8T STD	
SUB	MTR	541	12.500.000	Fusso 8T STD	
SUB	MTR	541	4.500.000	Colt Diesel Bak	
SUB	MTR	541	35.000.000	Tronton 18T Self Loader	

**harga sewa satu kali perjalanan atau per trip*

sumber : data truk PT Cipda Krida Bahari

Alt. Route	Ruas Route				Total Jarak	
	Darat	Jarak (Km)	Laut	Jarak (Km)	Trip	Roundtrip
1	SUB-KTG	286	KTG-GLK	7,408	523	1.046
	GLK-PDB	159	PDB-LMB	70,376		
2	SUB-KTG	286	KTG-LMB	220,388	506	1.013
3			SUB-LMB	494,484	494	989

Lama Perjalanan Route 1 (jam)			
Sub -Ktg	Ktg-Glk	Glk-Pdb	Pdb-Lmb
7,15	0,31	3,98	2,92
Lama Perjalanan (hari)			
Sub -Ktg	Ktg-Glk	Glk-Pdb	Pdb-Lmb
0,30	0,01	0,17	0,12

Lama Perjalanan Route 2 (jam)	
Sub -Ktg	Ktg-Lmb
7,15	9,15
Lama Perjalanan (hari)	
Sub -Ktg	Ktg-Glk
0,30	0,38

Lama Perjalanan Route 3 (jam)
Sub -Ktg
20,54
Lama Perjalanan (hari)
Sub -Ktg
0,86

LAMPIRAN F

No.	Nama Kapal	Register Number	No. IMO	DWT	LOA	LBP	B	H	T	Vs	Kapasitas Angkut		ME	AE
											Pnp	Kend		
1	AGIA THEODORA	991F34	8822155	1046	76,5	73	15,2	5,1	3,94	15,3	1150	85	2000	750
3	FARINA NUSANTARA	8149	7116054	600	89,58	83,4	16	5,5	3,16				7000	840
4	KMP. Bahuga Pratama	9447	7353298	724	86,09	78	15	5,4	4,01		773	110	6290	900
5	KMP. Jatra 2	2277	7818638	818	90,79	81,84	15,6	5	4,2	14,3	1150	85		
6	KMP. Musthika Kencana	9150	9042881	820	97,69	90	16,2	5,2	4,2		684	100		
7	KMP. Jatra 1	2223	7818626	822	90,79	81	15,6	5	4	7,5	1063	84	4500	750
8	MS OUR LADY OF SACRED HEART		7718589	3.834	122,9	115	18	12,3	5,9		959	115	2100	874
9	KMP. Thalia	10110	8813556	850	95,7	84,3	15	5,4	4	19,5	1476	132	4000	980
18	MS SAN LORENZO RUIZ		7119862	1016	82,8	76,2	16,2	5,1	3,7				1571	450
10	KMP. Tunas Wisesa 3	12330	6828947	1054	91,66	84,4	15,6	5,8	4,2		880	150	2000	1180
11	KMP. Dharma Kencana	6461	7374541	1096	88,91	84	15,8	5,45	3,7		750	60		
12	KMP. Titian Murni	5342	6725523	1101	93,5	84	15,8	5,45	3,7	5,8	948	90	5200	1100
14	MS PRINCESS CAROL		6925707	1184	96,8	88	15,8	6,3	4,2				4650	845
15	KMP. BSP I	5744	7323308	1405	97,39	93,5	18	5,8	4,45	7,5	900	115		

16	KMP. Mufidah	4765	7352799	1427	101,88	93,5	18	5,8	4,2	6,3	873	110	1800	480
19	MS ROLAND		7370143	1477	94,93	86,9	16,03	5,41	3,877				2000	840
17	OCEAN DIAMOND	04581G	7325629	1575	124,19	114,61	16	8,3	4,8	15	975	125	2000	840
23	KMP. Nusa Jaya	4386	8703309	1800	105	97	18	5,25	3,75	14	637	150	1600	400
24	MS 7107 ISLANDS CRUISE		6816970	1871	106,9	98	16,3	6,9	5				2700	1006
20	KMP. Nusa Bahagia	5602	7206859	1810	98,53	87,15	15,7	3,9	3,25	15	759	90		
21	KMP. Rajabasa I	4124	8807076	1823	91	81,8	17,5	5	3,75	8,2	916	95		
22	KMP. Duta Banten	7763	7909061	1845	120,58	110	17,8	6,6	5,15	8,6	791	129		
2	STAR FIGHTER	03687K	7711139	2276	118,15	111,56	19,91	11,66	5,08	18,4	708	153		
25	MS ROLAND		7370143	1.477	94,93	86,9	16,03	5,41	4,877		600	120		
26	KMP. Tribuana	6280	8405206	2658	115,16	107	21	8	4,6	15,7	741	175		
13	ZADAR	38H854	9021485	2846	116	102,5	18,9	7,15	5,15	18,5			3000	600
27	KMP. Jagantara	12050	8324074	2857	127	115	20	9,55	5,4	9,2	650	183		
28	KMP. BSP II	6453	7116846	2550	108	100	20,4	6,2	4,65	18	1010	160		
29	KMP. Virgo 18	20329	8921755	3359	135	125,2	23	12,03	5,7	10	700	120		
30	KMP. Salvatore	19341		3359	128,966	121,78	20,5	9,6	4,95	9	730	100		

LAMPIRAN G

UKURAN UTAMA KAPAL			
NO	NAMA	UKURAN	SATUAN
1	LOA	109,40	m
2	LPP	99,20	m
3	B	19,60	m
4	H	5,60	m
5	T	4,10	m
6	Tahun Pembuatan	2012	
7	Payload		ton
8	Deadweight		ton
9	Gross Tonnage	5556	
10	Kecepatan	14	Knot
11	Motor Induk (Main Engine)	YANMAR/6N330-EW	
	Ukuran mesin	3500	HP
		2574	Kw
	Jumlah mesin	2	unit
12	Motor Bantu (Auxiliary Engine)	YANMAR 6AYL-WET	
	Ukuran Mesin	595	HP
		438	Kw
13	Jumlah Mesin	4	unit
14	Rasio Pemakaian BBM	0,000001	ton/Kw/jam
15	Rasio Pemakaian Pelumas	0,000003	ton/Kw/jam
16	Rasio Pemakaian Air Tawar		
	Untuk ABK	0,017	ton/orang/hari
17	Jumlah ABK	33	orang
18	Hari Operasi	330	hari
19	Sea Time	38,14	jam
		1,59	hari
20	Port Time	31,00	jam
		1,29	hari
	Estimasi Kapal masuk+sandar	24	jam
	Estimasi Waktu B/M Penumpang	2	jam
	Estimasi Waktu B/M Kendaraan	2	jam
	Estimasi Waktu pengurusan Surat Izin Berlayar	3	jam
	Roundtrip Time	69,14	jam
		3	hari
21	Frekuensi rata-rata per tahun	114	Trip
22	Jarak Lintasan	267	Nm
23	Kapasitas Muat		
	Penumpang	812	orang

		812	SUP
	Kendaraan	142	unit
		3071,46	SUP
24	Total Kapasitas	3883,46	SUP
25	Jasa Sandar	155	Rp/GT/Call

LAMPIRAN H

Rute : Surabaya-Lembar

Ukuran Utama :

Payload	=	1260	ton		
Payload	=	1135	SUP		
DWT	=	1999	ton	min	max
LPP	=	83,0	m	0	120
B	=	14,3	m	0	20
H	=	4,97	m	0	15
T	=	3,83	m	0	10
GT	=	2718	m ³		
Tmax	=	8	m	H-T	
Vs	=	13,0	Knot	1,1	
	=	6,6	m/s	1,1	1,5
S	=	267	Nm		

A. PERHITUNGAN KOEFISIEN

Koreksi Ukuran Utama				
Main Dimension Constraint				
L/B	5,79	4,67	7,16	OK
L/H	16,71	9,34	22,34	OK
B/H	2,89	2,76	4,02	OK
B/T	3,74	3,05	5,06	OK
<i>Ship Design for Efficient and Economy Schmeekluth Vol 2. hal 160</i>				
Perbandingan Ukuran Utama				
L/B	5,79	3,5	10	OK
L/T	21,65	10	30	OK
B/T	3,74	1,8	5	OK
<i>Principles of Naval Architecture Vol 2. hal 19</i>				
L/16	5,19	H > L/16		NOT OK
<i>BKI Vol 2 section 1 tahun 2006</i>				

REKAPAN							
Fn	LwL	Lpp (m)	B (m)	T (m)	H (m)	Cb	Cm
0,23	86,32	83,00	14,34	3,83	4,97	0,69	0,98
Cp	Cwp	LCB %	LCB (m) dr M	LCB (m) dr FP	Lwl	V. Disp. (m ³)	Disp. (ton)
0,70	0,78	0,11	0,09	41,41	86,32	3277,14	3359,07

Rincian Biaya Rute SUB-LMB			
Rincian	Satuan	Nilai	
Capital Cost	per tahun	Rp	1.926.627.806
Operational Cost	per tahun	Rp	3.187.965.025
Voyage Cost	per tahun	Rp	106.408.761
Total Cost	per tahun	Rp	5.221.001.593
Unit Cost	Rp/SUP	Rp	62.850

Resume Rute 3	Lpp (m)	B (m)	H(m)	T(m)	GT
	83,0	14,3	4,97	3,83	2718
SUB-LMB	Jarak (Nm)	Kec (knot)	Kapasitas PNP (Pax)	Kapasitas Kend.Camp (Unit)	Payload (ton)
	267	13,0	238	28	1.260

Kapasitas Kapal		1135,00	SUP
Penumpang		Kendaraan	
238	SUP	898	SUP
238	Orang	28	Kendaraan
Prosentase Truk		6	Gol VB
		15	Gol VI B
		7	Gol VII
		0	Gol VIII
		0	Gol IX

H. PERHITUNGAN CONSUMABLE & CREW

Input :			
L	=	83,00	m
B	=	14,34	m
H	=	4,97	m
T	=	3,83	m
V _s	=	13,00	Knot
	=	6,65	m/s
S	=	267,00	Nm
BHP	=	1274,97	kW
	=	1733,45	HP

14,83878 mil/jam

Perhitungan DWT :

1. Jumlah & Berat Crew

C_{st} = 1,33 ; Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)

C_{dk}	=	14,5	; Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)
C_{eng}	=	11	; Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)
cadet	=	2	; Umumnya 2 orang
Jumlah Crew (Z_c)	=	$C_{st} \cdot C_{dk} \cdot ((L_{pp} \cdot B \cdot H \cdot 35) / 10^5)^{1/6} + C_{eng} \cdot (BHP / [10]^5)^{1/3} + \text{cadet}$	
	=	26,6	orang
	=	27,0	orang

Modul TMK bab Consumable and Crew

$C_{C\&E}$	=	0,075	ton/orang	; Asumsi rata-rata berat manusia
$W_{C\&E}$	=	Berat Crew Total		
	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$		
	=	2,025	ton	

Parametric design chapter 11, hal. 11-25

Berat Penumpang

Jumlah Penumpang =	238	pax
Berat Penumpang =	0,125	ton/orang
Berat Total (W_{pnp}) =	29,75	ton

2. Fuel Oil

SFR	=	0,000195	
MCR	=	1274,97	ton/kW hr
Margin	=	10%	kW
$W_{FO'}$	=	$SFR \cdot MCR \cdot S / V_s \cdot (1 + \text{Margin})$	
	=	4,921	; (5% ~ 10%)

Parametric design chapter 11, hal. 11-24 ton

W_{FO}	=	$(W_{FO'} + 8\% \cdot W_{FO'}) / \pi$	
	=	5,594	
	=	6992,8	ton liter

3. Diesel Oil

SFR	=	0,000207	
MCR	=	318,74	ton/kW hr
Margin	=	10%	kW
$W_{FO'}$	=	$SFR \cdot MCR \cdot S / V_s \cdot (1 + \text{Margin})$	
	=	1,303	; (5% ~ 10%)
W_{DO}	=	$(W_{DO'} + 5\% \cdot W_{DO'}) / \pi$	
	=	3,2201	ton
	=	Penambahan 5% untuk koreksi	
	=	4025,2	ton liter
	=		dan $\pi = 0.85$

4. Lubricating Oil

$$\text{SFR} = 0,0008 \text{ ton/kW hr}$$

; dari data mesin (diambil yang terbesar)

$$\text{MCR} = 1274,97 \text{ kW}$$

$$\text{Margin} = 10\%$$

$$W_{LO'} = \text{SFR} \cdot \text{MCR} \cdot S / V_s \cdot (1 + \text{Margin})$$

$$= 20,188 \text{ ton}$$

$$W_{LO''} = (W_{LO'} + 8\% \cdot W_{LO'}) / \pi$$

$$= 24,226 \text{ ton}$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 4% untuk konstruksi dan 4% untuk ekspansi panas

dan masa jenis LO = 0.9 ton / m³

Perhitungan Tambahan Lubricating Oil System ($W_{LO''+}$)

$$\text{Lama Berlayar} = 17,99 \text{ jam}$$

$$\text{SFR}_+ = 0,0008 \text{ ton/jam}$$

$$W_{LO''+} = 0,014394712 \text{ ton}$$

$$W_{LO} = W_{LO''} + W_{LO''+}$$

$$= 24,240 \text{ ton}$$

; Ada penambahan dari Lubricating Oil system

5. Fresh Water

$$\text{range} = 267 \text{ mil laut}$$

$$V_s = 13,000 \text{ knot}$$

$$\text{day} = 0,86$$

Penumpang

$$W_{FW \text{ Tot}} = 0,01 \text{ ton/(person.day)}$$

$$= 2,036730769 \text{ ton}$$

$$\rho_{fw} = 1 \text{ ton/m}^3$$

ABK

$$W_{FW \text{ Tot}} = 0,2 \text{ ton/(person.day)}$$

$$= 4,621153846 \text{ ton}$$

$$\rho_{fw} = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$W_{FW} = W_{FW \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW \text{ total}}$$

$$= 2,129153846 \text{ ton}$$

$$= 2129,153846 \text{ liter}$$

6. Provision & Store

$$\begin{aligned} C_{PR} &= 5 \text{ kg/orang hari} \quad ; \text{ Koef. Provision \& Store} \\ W_{PR} &= 0,000208333 \text{ ton/ orang jam} \\ &= CP \cdot S / Vs \cdot Zc \\ &= 0,101 \text{ ton} \quad ; \text{ Berat Provision \& Store} \end{aligned}$$

Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})

$$\begin{aligned} &= W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO} \\ &= 35,28 \text{ ton} \end{aligned}$$

J. PERHITUNGAN BERAT & TITIK BERAT TOTAL

Perhitungan :

1. Light Weight Tonnes (LWT)

Steel Weight

$$\begin{aligned} W_{ST} &= 1005,6 \text{ ton} \\ KG_{ST} &= 6,2 \text{ m} \\ LCG_{ST} &= 41,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Equipment & Outfitting Weight

$$\begin{aligned} W_{E\&O} &= 163,4 \text{ ton} \\ KG_{E\&O} &= 9,6 \text{ m} \\ LCG_{E\&O} &= 55,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Machinery Weight

$$\begin{aligned} W_M &= 190,7 \text{ ton} \\ KG_M &= 2,4 \text{ m} \\ LCG_M &= 74,7 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Dead Weight Tonnes (DWT)

Consumable and Crew Weight

$$\begin{aligned} W_{cons} &= 35,3 \text{ ton} \\ KG_{cons} &= 6,3 \text{ m} \\ LCG_{cons} &= 67,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Payload

$$\begin{aligned} W_{payload} &= 1260 \text{ ton} \\ KG_{payload} &= (H - h_{DB}) \cdot 0,5 + h_{DB} \\ &= 3,0 \text{ m} \\ LCG_{payload} &= (0,5 \cdot L_{RM}) + L_{CH} \\ &= 40,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Berat LWT

$$\begin{aligned} LWT &= W_{ST} + W_{E\&O} + W_M \\ &= 1359,623 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat DWT

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= W_{\text{cons}} + W_{\text{payload}} \\ &= 1294,9 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat Total

$$\begin{aligned} W &= \text{LWT} + \text{DWT} \\ &= 2654,56 \text{ ton} \end{aligned}$$

Koreksi margin displacement (2-10%) :

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= L \times B \times T \times C_b \times \rho \\ &= 3359,07 \text{ ton} \\ \Delta 2 &= \text{Total LWT} + \text{Total DWT} + \text{Margin} \\ &= 2920,02 \text{ ton} \\ \text{Margin} &= \Delta 1 - (\text{Total LWT} + \text{Total DWT}) \\ &= 439,06 \text{ ton} \\ &= 13,07 \% \end{aligned}$$

Displacement muatan dan Displacement kapal (<10%)

Kondisi = Diterima

P. PERHITUNGAN BIAYA

1. CAPITAL COST

Input Data

W_{ST}	=	1005,6	Ton
$W_{E\&O}$	=	163,4	Ton
W_{ME}	=	190,7	Ton
Harga Baja	= \$	1.230,00	/ton
Umur Kapal	=	15	Tahun
Kurs	= Rp	13.543	

Perhitungan Biaya

1. Structural Cost

$$\begin{aligned} P_{ST} &= W_{ST} \cdot \text{Harga Baja} \\ &= \$ 1.236.860,32 \end{aligned}$$

2. Outfit Cost

$$\begin{aligned} P_{E\&O} &= W_{E\&O} \cdot C_{E\&O} \\ &= \$ 200.936,53 \end{aligned}$$

3. Machinery Cost

$$\begin{aligned} P_{ME} &= W_{ME} \cdot C_{ME} \\ &= \$ 234.539,12 \end{aligned}$$

4. Non-weight Cost

$$C_{NW} = 10\%$$

$$P_{NW} = C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$$

$$= \$ 167.233,60$$

$$\text{Biaya} = P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$$

$$= \$ 1.839.569,56$$

Perhitungan Harga

$$1. \text{Keuntungan} = 5\% \cdot \text{Biaya}$$

$$= \$ 91.978,48$$

$$2. \text{Inflasi} = 2\% \cdot \text{Biaya}$$

$$= \$ 36.791,39$$

$$3. \text{Pajak} = -9\% \cdot \text{Biaya}$$

$$= \$ 165.561,26$$

$$\text{Harga} = \text{Biaya} + \text{Keuntungan} + \text{Inflasi} + \text{Pajak}$$

$$= \$ 2.133.900,69$$

$$= \text{Rp } 28.899.417.090$$

$$\text{Capital Cost} = \text{Rp } 1.926.627.806 \quad /\text{Tahun}$$

2. OPERATIONAL COST

$$\text{Gaji Crew} = \text{Rp } 972.000.000 \quad /\text{Tahun}$$

$$\text{Jumlah Crew} = 27,0$$

$$\text{Gaji} = \text{Rp } 3.000.000$$

$$\text{Repair \& Maintenance} = 4\% \times \text{Harga Kapal}$$
$$\text{Rp } 1.155.976.684 \quad /\text{Tahun}$$

$$\text{Asuransi Kapal} = 2\% \times \text{Harga Kapal}$$
$$\text{Rp } 577.988.342 \quad /\text{Tahun}$$

$$\text{Supplies Crew} = \text{Rp } 50.000 \quad \text{orang/hari}$$
$$\text{Rp } 445.500.000 \quad /\text{Tahun}$$

$$\text{Dokumen \& administrasi} = \text{Rp } 100.000 \quad /\text{trip}$$

Rp 36.500.000

Total OC = Rp 3.187.965.025 /Tahun

3. VOYAGE COST

Main Engine = Consumable X Harga BBM
Rp 23.999.211 /Tahun

Auxiliary Engine = Consumable X Harga BBM
Rp 15.939.724 /Tahun

Fresh Water = Consumable X Harga Air tawar
Rp 16.862.898 /Tahun

Total VC = Rp 106.408.761 /Tahun

4. PORT CHARGES

Biaya Tambat = Rp 50 /GT
Rp 49.606.927 /Tahun

Total Cost = Rp 5.221.001.593 /Tahun

LAMPIRAN I

Rute : Ketapang-Lembar

Ukuran Utama :

Payload	=	635,66	ton		
Payload	=	573,00	SUP		
DWT	=	1008,99	ton	min	max
LPP	=	68,6	m	0	120
B	=	11,9	m	0	15
H	=	4,43	m	0	15
T	=	3,55	m	0	10
GT	=	1777,97	m ³		
Tmax	=	8	m	H-T	
Vs	=	13,0	Knot	0,9	
	=	6,6	m/s	1,1	1,5
S	=	119	Nm		

A. PERHITUNGAN KOEFISIEN

Koreksi Ukuran Utama				
Main Dimension Constraint				
L/B	5,79	4,67	9,16	OK
L/H	15,49	9,34	22,34	OK
B/H	2,68	2,76	4,02	OK
B/T	3,34	3,05	5,06	OK
<i>Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 160</i>				
Perbandingan Ukuran Utama				
L/B	5,79	3,5	10	OK
L/T	19,31	10	30	OK
B/T	3,34	1,8	5	OK
<i>Principles of Naval Architecture Vol 2. hal 19</i>				
L/16	4,29	H > L/16		OK
<i>BKI Vol 2 section 1 tahun 2006</i>				

Perhitungan Froude Number

F_n	$V_s/\sqrt{g \cdot L_{wl}}$; $g =$	9,81	m/s^2
	=	0,251	; $15 \leq F_n \leq 0,3$	
L_{wl}	=	$104\% \cdot L_{pp}$		
	=	71,358	m	

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama lainnya :

1. Koefisien Blok (Cb)

$$C_B = -4.22 + 27.8 \sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3$$

$$= 0,6299$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

2. Koefisien Luas Midship (Cm)

$$C_M = 0.977 + 0.085 (C_B - 0.60)$$

$$= 0,980$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

3. Koefisien Prismatic (Cp)

$$C_x = C_m$$

$$C_p = C_b/C_x$$

$$= 0,6430$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

4. Koefisien Bidang Garis Air (Cwp)

$$C_{WP} = 0.180 + 0.860 C_p \quad 0$$

$$= 0,733$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

5. Longitudinal Center of Bouyancy

a. LCB (%) = $-13,5 + 19,4 C_p$

$$= -1,03 \quad \% L_{pp}$$

b. LCB dari M = $-0,70$ m dari M

c. LCB dari FP = LCB = $0,5 \cdot L_{pp} - LCB_M$

$$= 35,01 \quad m \text{ dari FP}$$

6. Volume Displasemen (m3)

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

$$= 1893,87 \quad m^3$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

7. Displasemen (ton)

$$\rho = 1,025 \quad ton/m^3$$

$$\Delta = L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho$$

$$= 1941,22 \quad ton$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

REKAPAN

Fn	Lwl	Lpp (m)	B (m)	T (m)	H (m)	Cb	Cm
0,25	71,36	68,61	11,86	3,55	4,43	0,63	0,98

Cp	Cwp	LCB %	LCB (m) dr M	LCB (m) dr FP	Lwl	V. Disp. (m ³)	Disp. (ton)
0,64	0,73	-1,03	-0,70	35,01	71,36	1893,87	1941,22

B. PERHITUNGAN HAMBATAN

$$\text{Input} = 0$$

1. Viscous Resistance

>>C_{FO}

$$\begin{aligned} R_n &= \text{Reynolds Number} \\ &= (LWL \cdot V_s) / (1.18831 \times 10^{-6}) \\ &= 399.223.095 \end{aligned}$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

$$\begin{aligned} C_{Fo} &= \text{Koefisien tahanan gesek} \\ &= 0,075 / (\log R_n - 2)^2 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

$$\begin{aligned} >>1+k_1 &= 1 + (0.011 \cdot C_{stern}) \\ C &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= (1 - C_p + 0,06 \cdot C_p \cdot LCB) / (4 \cdot C_p - 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_R/L &= 1,09 \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L/L_R &= \\ &= L_{WL}^3 / (L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_b) \end{aligned}$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

$$L_{WL}^3/V = 191,86$$

$$\begin{aligned} &= 0,93 + 0,4871 C(B/L)^{1,0681} (T/L)^{0,4611} (L/L_R)^{0,1216} (L^3/V)^{0,3649} (1-C_p)^{-0,60} \end{aligned}$$

$$1+k_1 = 1,16$$

(Parametric Ship Design hal. 11-11)

2. Resistance Appendages

>> Wetted Surface

Area

$$\begin{aligned} A_{BT} &= 0 \quad ; \text{ tanpa bulb} \\ &= 0 \quad m^2 \end{aligned}$$

(Practical Ship Design Hal. 233)

$$\begin{aligned} S &= \text{Wetted Surface Area} \\ &= L(2T + B)C_m^{0,5} (0.453 + 0.4425 C_b - 0.2862 C_m - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{wp}) + 2.38 \end{aligned}$$

$$A_{BT}/C_b$$

$$= 951,92 \text{ m}^2$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

>> Wetted Surface Area of Appendages (S_{app})

$$S_{rudder} = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 (1,75 \cdot L \cdot T / 100)$$

$$= 8,87 \text{ m}^2$$

(*BKI Vol. II section 14 hal 1-2*)

$$S_{bilgekeel} = 4 \cdot (0,6 \cdot CB \cdot LPP) \cdot (0,18 / (CB - 0,2))$$

$$= 43,43 \text{ m}^2$$

Watson 1998, hal. 254

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilgekeel}$$

$$= 52,31 \text{ m}^2$$

$$S_{total} = S + S_{app}$$

$$= 1004,23 \text{ m}^2$$

>> 1 + k₂

$$= \text{Rentan } 1,3 - 1,5 \text{ (tabel 25)}$$

$$= (1,4 S_{rudder} + 1,4 S_{bilgekeel}) / (S_{rudder} + S_{bilgekeel})$$

$$= 1,4$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

>> 1 + K

$$= 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \cdot S_{app} / S_{tot}$$

$$= 1,17$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

3. Wave Making Resistance

>> C₁

$$B/LWL = 0,17$$

$$C_4 = 0,17 \text{ ; karena } 0,11 < B/LWL \leq 0,25$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

$$d = -0,9 \quad \text{Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92}$$

$$C_1 = 2223105 C_4^{3,7861} (T/B)^{1,0796} (90 - i_E)^{-1,3757}$$

$$= 2,02$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

>> m₁

$$C_5 = 8.0798 \cdot CP - 13.8673 \cdot CP^2 + 6.9844 \cdot CP^3$$

$$= 1,32$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

$$V^{1/3}/L = 0,17$$

$$m_1 = 0.01404 L/T - 1.7525V^{1/3}/L - 4.7932 B/L - C_5$$

$$= -2,14$$

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03 L/B \quad \text{untuk } L/B < 12$$

$$= 0,75$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

>> m2

$$L^3/\nabla = 191,86$$

$$C_6 = -1,69 \quad \text{untuk } L_{WL}^3/V \leq 512$$

$$m_2 = C_6 \cdot 0.4e^{-0.034Fn - 3.29}$$

$$= -0,03$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

>> C₂

$$A_{BT} = 0 \quad ; \text{ tanpa bulbous bow}$$

$$r_B = 0.56 \cdot \sqrt{A_{BT}}$$

$$= 0$$

$$h_B = 0$$

$$i = T_f - h_B - 0.4464 \cdot r_B$$

$$=$$

$$3,55$$

$$C_2 = 1$$

$$A_T = 0 \quad (\text{ tidak memiliki transom})$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

>> C₃

$$C_3 = 1 - 0.8 A_T / (B \cdot T \cdot CM)$$

$$= 1$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

>> R_w/W

$$RW/W = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{(m_1 Fn^d + m_2 \cos(\lambda \cdot Fn - 2))}$$

$$= 0,00$$

4. Air Resistance

>> C_A (Correlation Allowence)

$$\begin{aligned} T_f/L_{wl} &= 0,0498 \\ C_A &= 0,006 (LWL + 100)^{-0,16} - 0,00205 \\ &= 0,00058 \quad ; T_f/L_{wl} > 0,04 \end{aligned}$$

>> Buoyancy

$$\begin{aligned} W &= \text{Disp} \cdot g \\ &= 19043,33 \text{ N} \end{aligned}$$

>> Total Resistance

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S_{\text{tot}} [C_F(1 + k) + C_A] + RW/W \cdot W \\ &= 57138,84 \text{ N} \\ &= 57,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$R_{\text{total}} + 15\% R_{\text{total}} = 65,71 \text{ kN}$$

C. PERHITUNGAN PROPULSI

Input :

A_E/A_0	=	0,40		; Expanded Area Ratio
P/D	=	1,00		; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
D	=	1,07	m	; katalog mesin induk
z	=	4,00	blade	; Asumsi jumlah Blade
n_{rpm}	=	3600	rpm	
n_{rps}	=	60,00	rps	

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-29

$$\begin{aligned} \text{Koreksi MCR} &= 15\% \cdot P_{B0} \\ PB &= 115\% \cdot P_{B0} = \text{BHP} \\ \text{BHP} &= 885,10 \text{ Kw} \\ &= \text{BHP} \cdot 1.3596 \text{ HP} \\ &= 1203,38 \text{ HP} \end{aligned}$$

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-30

D. PEMILIHAN MESIN

MCR Mesin ME :

$$\text{BHP} = 885,10 \text{ Kw}$$

= 1203,38 HP

Mesin :

Merk = CATERPILLAR

Type = Jembores

Daya Mesin Yang Digunakan :

Daya = 1020 Kw

= 1387 HP

Konsumsi Bahan Bakar :

SFOC = 189 g/kW/hr

= 0,000189 ton/kw/hr

Dimensi :

= 1 m

L = 0,9 m

H = 0,7 m

B = 0,462 ton

Dry mass = 600 rpm

Rpm = 10 rps

Konsumsi Pelumas

(Oli) : = 0,8 g/kW/hr

Cylinder Oil

MCR Mesin AE :

BHP = 221,27 Kw

= 300,84 HP

Mesin :

Merk = CATERPILLAR

Type = C34

Daya Mesin Yang Digunakan :

Daya = 1700 Kw

= 2311,32 HP

Konsumsi Bahan Bakar :

SFOC = 206,6 g/kW/hr

= 0,000207 ton/kw/hr

Dimensi :

L = 0,9 m

H = 0,8 m

B = 0,65 m

Dry mass = 0,445 ton

Rpm = 1500 rpm

= 25 rps

Konsumsi Pelumas (Oli) :

Cylinder Oil = 1 g/kW/hr

E. PERHITUNGAN BERAT MESIN

Input :				
D	=	1,07	m	
n	=	3600	rpm	
Z	=	4	buah	
AE/AO	=	0,4		
DHP	=	739	kW	
BHP	=	1203	kW	

Electrical Units

$$W_{agg} = 0.001P (15 + 0.014P) ;$$

$$= 38,3 \text{ Ton} \quad P=BHP$$

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 176

Other Weight

$$W_{ot} = 0,04-0,07 P$$

$$= 84,24 \text{ Ton}$$

Ship Design for Efficient and Economy Schneekluth Vol 2. hal 177

$$\text{Weight Total} = W_e + W_{ae} + W_{gear} + M + W_{prop} + W_{agg} + W_{ot}$$

$$= 123,74 \text{ Ton}$$

Titik Berat Machinery

$$h_{db} = \text{Tinggi Double bottom}$$

$$= B/15$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

BKI Vol II. Bab 24 -3.3

$$KG = h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db})$$

$$= 2,1 \text{ m}$$

Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; page 11-25

J. PERHITUNGAN BERAT & TITIK BERAT TOTAL

Perhitungan :

1. Light Weight Tonnes (LWT)

Steel Weight

$$W_{ST} = 695,1 \text{ ton}$$

$$KG_{ST} = 6,2 \text{ m}$$

$$LCG_{ST} = 35,1 \text{ m} \quad ; \text{ dari FP}$$

Equipment & Outfitting Weight

$$W_{E\&O} = 113,3 \text{ ton}$$

$$KG_{E\&O} = 9,6 \text{ m}$$

$$LCG_{E\&O} = 45,2 \text{ m} \quad ; \text{ dari FP}$$

Machinery Weight

$$W_M = 123,7 \text{ ton}$$

$$KG_M = 2,1 \text{ m}$$

$$LCG_M = 60,9 \text{ m} \quad ; \text{ dari FP}$$

2. Dead Weight Tonnes (DWT)

Consumable and Crew Weight

$$W_{\text{cons}} = 10,7 \text{ ton}$$

$$KG_{\text{cons}} = 6,2 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{cons}} = 59,2 \text{ m} \quad ; \text{ dari FP}$$

Payload

$$W_{\text{payload}} = 636 \text{ ton}$$

$$KG_{\text{payload}} = (H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB} = 2,6 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{payload}} = (0.5 \cdot L_{RM}) + L_{CH} = 33,1 \text{ m} \quad ; \text{ dari FP}$$

Berat LWT

$$\begin{aligned} \text{LWT} &= W_{ST} + W_{E\&O} + W_M \\ &= 932 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat DWT

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= W_{\text{cons}} + W_{\text{payload}} \\ &= 646 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat Total

$$\begin{aligned} W &= \text{LWT} + \text{DWT} \\ &= 1579 \text{ ton} \end{aligned}$$

Koreksi margin displacement (2-10%) :

$$\begin{aligned} \Delta 1 &= L \times B \times T \times C_b \times \rho \\ &= 1941,22 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta 2 &= \text{Total LWT} + \text{Total DWT} + \text{Margin} \\ &= 1736,46 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Margin} &= \Delta 1 - (\text{Total LWT} + \text{Total DWT}) \\ &= 204,75 \text{ ton} \\ &= 10,55 \% \end{aligned}$$

Displacement muatan dan Displacement kapal (<10%)

Kondisi = Diterima

DATA PENDUKUNG :

JUMLAH HARI	=	365	hari
HARI KERJA	=	330	hari
Kecepatan Dinas	=	13	knot
Kecepatan Ballast	=	16	knot
Harga HFO	=	Rp 6.500	/liter
Harga MDO	=	Rp 7.500	/liter
kurs	=	Rp 13.400	
Harga Fresh Water	=	Rp 12.000	/ton

Rincian Biaya Rute KTG-LMB

Rincian	Satuan	Nilai
Capital Cost	per tahun	Rp 1.320.994.941
Operational Cost	per tahun	Rp 2.537.895.447
Voyage Cost	per tahun	Rp 48.503.853
Total Cost	per tahun	Rp 3.907.394.240
Unit Cost	Rp /Unit	Rp 47.037

Resume Rute 2	Lpp (m)	B (m)	H(m)	T(m)	GT
	68,6	11,9	4,43	3,55	1778
KTG-LMB	Jarak (Nm)	Kec (knot)	Kapasitas PNP (Pax)	Kapasitas Kend.Camp (Unit)	Payload (ton)
	119	13,0	120	14	636

Kapasitas Kapal	KTG-LMB		
Unit	Rp/Unit	Rp/SUP	Rp/Ton
1	47.037	1.484.006	705.550

Kapasitas Kapal		573,00	SUP
Penumpang		Kendaraan	
120	SUP	454	SUP
120	Orang	14	Kendaraan
Prosentase Truk		3	Gol VB
		8	Gol VI B
		4	Gol VII
		0	Gol VIII
		-	Gol IX

LAMPIRAN J

Perhitungan Cost Jalur Darat Eksisting		
Surabaya - Ketapang		
Jarak Sub - Ktg	286	km
Konsumsi BBM Rata-rata	3	Liter/Km
Konsumsi Oli Mesin Rata-rata	100	Liter/Km
Kec. Rata-Rata	40	km/jam
Waktu Perjalanan	7,15	jam
Jenis Kendaraan	VI B	
Biaya	Ketapang	Satuan
Konsumsi Bahan Bakar Minyak	95	Liter/Kendaraan
Konsumsi Oli	3	Liter/Kendaraan
Biaya Bahan Bakar Minyak	490.967	Rp/Kendaraan
Biaya Ganti Oli	514.800	Rp/Liter
Biaya Ganti Ban	9.900.000	Rp/Ban
Tarif Tol	18.000	Rp/Kendaraan
Tarif Parkir	10.000	Rp/Kendaraan
Retribusi	30.000	Rp/Kendaraan
Total	10.963.767	Rp/Kendaraan
Total Cost	Rp 10.963.767	
Perhitungan Cost Jalur Laut Eksisting		
Ketapang-Gilimanuk		
Jenis Kendaraan	VI B	
Tarif Penyeberangan	395.000	Rp/Kendaraan
Total Cost	Rp 395.000,00	

Perhitungan Cost Jalur Darat Eksisting		
Gilimanuk-Padangbai		
Jarak Sub - Ktg	159	km
Konsumsi BBM Rata-rata	3	Liter/Km
Konsumsi Oli Mesin Rata-rata	100	Liter/Km
Kec. Rata-Rata	40	km/jam
Waktu Perjalanan	3,975	jam
Jenis Kendaraan	VI B	
Biaya	Ketapang	Satuan
Konsumsi Bahan Bakar Minyak	53	Liter/Kendaraan
Konsumsi Oli	2	Liter/Kendaraan
Biaya Bahan Bakar Minyak	272.950	Rp/Kendaraan

Biaya Ganti Oli	286.200	Rp/Liter
Biaya Ganti Ban	9.900.000	Rp/Ban
Tarif Tol	-	Rp/Kendaraan
Tarif Parkir	10.000	Rp/Kendaraan
Retribusi	30.000	Rp/Kendaraan
Total	10.499.150	Per Kendaraan
Total Cost	Rp 10.499.150	
Perhitungan Cost Jalur Laut Eksisting		
Padangbai-Lembar		
Jenis Kendaraan	VI B	
Tarif Penyeberangan	2.398.000	Rp/Kendaraan
Total Cost	Rp 2.398.000,00	

Rincian Biaya		
Biaya Total Sub-Ktg	10.963.767	Rp/Trip
Biaya Total Glk-Pdb	10.499.150	Rp/Trip
Biaya Total Ktg-Glk	395.000	Rp/Trip
Biaya Total Pdb-Lmb	2.398.000	Rp/Trip
Gaji Supir	3.500.000	Rp/Trip
Gaji Kernet	1.500.000	Rp/Trip
Harga Sewa	12.500.000	Rp/Trip
Total Cost	41.755.917	Rp/Trip
	83.511.833	Rp/RT
	1.595.869	Rp/SUP

Perhitungan Cost Jalur Darat Eksisting		
Surabaya - Ketapang		
Jarak Sub - Ktg	286	km
Konsumsi BBM Rata-rata	3	Liter/Km
Konsumsi Oli Mesin Rata-rata	100	Liter/Km
Kec. Rata-Rata	40	km/jam
Waktu Perjalanan	7,15	jam
Jenis Kendaraan	VI B	
Biaya	Ketapang	Satuan
Konsumsi Bahan Bakar Minyak	95	Liter/Kendaraan
Konsumsi Oli	3	Liter/Kendaraan
Biaya Bahan Bakar Minyak	490.967	Rp/Kendaraan
Biaya Ganti Oli	514.800	Rp/Liter
Biaya Ganti Ban	9.900.000	Rp/Ban

Tarif Tol	18.000	Rp/Kendaraan
Tarif Parkir	10.000	Rp/Kendaraan
Retribusi	30.000	Rp/Kendaraan
Total	10.963.767	Rp/Kendaraan
Total Cost	Rp 10.963.767	
Perhitungan Cost Jalur Laut Eksisting		
Ketapang-Lembar		
Jenis Kendaraan	VI B	
Tarif Penyeberangan	2.461.427	Rp/Kendaraan
Total Cost	Rp 2.461.427	
Rincian Biaya		
Biaya Total Sub-Ktg	10.963.767	Rp/Trip
Biaya Total Ktg-Lmb	2.461.427	Rp/Trip
Gaji Supir	3.500.000	Rp/Trip
Gaji Kernet	1.500.000	Rp/Trip
Harga Sewa	12.500.000	Rp/Trip
Total Cost	30.925.194	Rp/Trip
	61.850.388	Rp/RT
	1.181.930	Rp/SUP

Perhitungan Cost Jalur Laut Eksisting		
Surabaya-Lembar		
Jenis Kendaraan	VI B	
Tarif Penyeberangan	3.288.922	
Total Cost	Rp 3.288.922	Rp/Kendaraan
Rincian Biaya		
Biaya Total Sub-Lmb	3.288.922	Rp/Trip
Gaji Supir	3.500.000	Rp/Trip
Gaji Kernet	1.500.000	Rp/Trip
Harga Sewa	12.500.000	Rp/Trip
Total Cost	20.788.922	Rp/Trip
	41.577.845	Rp/RT
	794.532	Rp/SUP

Rincian Biaya	Satuan	Rute Sub-Ktg	Rute Glk-Pdb
Biaya Tetap			
Biaya Supir	Rp/Trip	3.500.000	
Biaya Kernet	Rp/Trip	1.500.000	
Tarif Penyeberangan	Rp/Trip	395.000	2.398.000
Biaya Overhead	Rp/Trip	58.000	40.000
Parkir		10.000	10.000
Tarif Tol		18.000	-
Retribusi		30.000	30.000
Total Biaya Tetap		453.000	2.438.000
Rincian Biaya	Satuan	Rute Sub-Ktg	Rute Glk-Pdb
Biaya Tidak Tetap			
Biaya Sewa Kendaraan	Rp/Trip	12.500.000	
Biaya Bahan Bakar	Rp/Trip	490.967	272.950
Biaya Ganti Ban	Rp/Trip	9.900.000	9.900.000
Biaya Ganti Oli	Rp/Trip	514.800	286.200
Total Biaya Tidak Tetap	Rp/Trip	10.905.767	10.459.150
Total Biaya Pengiriman	Rp/Trip	11.358.767	12.897.150
Tanpa Penyeberangan	Rp/Trip	10.963.767	10.499.150
Rincian Biaya	Satuan	Rute 1	
Biaya Total Sub-Ktg-Glk	Rp/Trip	11.358.767	
Biaya Total Glk-Pdb-Lmb	Rp/Trip	12.897.150	
Gaji Supir	Rp/Trip	3.500.000	
Gaji Kernet	Rp/Trip	1.500.000	
Harga Sewa	Rp/Trip	12.500.000	
Total Cost	Rp/Trip	41.755.917	
	Rp/RT	83.511.833	
	Rp/SUP	1.595.869	

Rincian Biaya	Satuan	Rute 2
Biaya Total Sub-Ktg	Rp/Trip	10.963.767
Biaya Total Ktg-Lmb	Rp/Trip	2.461.427
Gaji Supir	Rp/Trip	3.500.000
Gaji Kernet	Rp/Trip	1.500.000
Harga Sewa	Rp/Trip	12.500.000
Total Cost	Rp/Trip	30.925.194
	Rp/RT	61.850.388

Rincian Biaya	Satuan	Rute 2
	Rp/SUP	1.181.930

Alternatif Rute	Satuan	Darat	Laut	Total Cost (Rp/RT)	Unit Cost (Rp/SUP)
Rute 1	Rp/Trip	38.962.917	2.793.000	83.511.833	1.595.869
Rute 2	Rp/Trip	28.463.767	2.461.427	61.850.388	1.181.930
Rute 3	Rp/Trip		3.288.922	41.577.845	794.532

Keterangan	Satuan	Nilai
Gaji Supir	Rp/Trip	3.500.000
Gaji Kernet	Rp/Trip	1.500.000
Tarif Parkir	Per Kendaraan	10.000
Tarif Tol	Rp/Trip	18.000
Tarif Retribusi	Rp/Trip	30.000
Harga Ban	Rp/Ban	1.650.000
Harga Oli	Rp/Liter	180.000
Harga Solar	Rp/Liter	5.150
Harga Sewa	Rp/Trip	12.500.000
Tarif Penyeberangan		
Ktg-Glk	Rp/Trip	395.000
Pdb-Lmb	Rp/Trip	2.398.000

LAMPIRAN K

Model Optimasi Kapal Roro Biaya Optimum				
No	Rincian	Satuan	Rute Penyeberangan Langsung	
			Rute Sub-Lmb	Rute Ktg-Lmb
	Jarak	Nm	267	119
		Km	494,484	220,388
	Waktu Berlayar	jam	21	9
	LPP	meter	83,00	68,61
	B	meter	14,34	11,86
	H	meter	4,97	4,43
	T	meter	3,83	3,55
	Payload	ton	1.260	636
	DWT		1.999	1.009
	GT		2.718	1.778
	Kecepatan	knot	13	13
	Jumlah Kapal	unit	1	1
	Kapasitas Angkut			
	Pnp	pax	238	120
	Knd	unit	28	14
	Volume Muatan	Unit/Tahun	83.071	83.071
	Harga Kapal	Milyar Rp	28.899.417.090	19.814.924.109
	Capital Cost	Rp/tahun	1.926.627.806	1.320.994.941
	Operational Cost	Rp/tahun	3.187.965.025	2.537.895.447
	Voyage Cost	Rp/tahun	106.408.761	48.503.853
	Total Cost	Rp/tahun	5.221.001.593	3.907.394.240
	Unit Cost	Rp/Unit	62.850	47.037
	Tarif Dasar	Rp/SUP	75.420	56.444

Rute Ketapang-Lembar							
Tarif Berlaku Yang Diusulkan Untuk Tiap Jenis Muatan							
No	Jenis Muatan		SUP	Tarif Evaluasi (Rp)	Pembulatan	Satuan	
1	Penumpang	=	1	Rp 47.037	Rp 47.100	per pax	
2	Kendaraan						
Gol I	Sepeda	=	1,6	Rp 75.259	Rp 75.300	per unit	
Gol II	Sepeda Motor	=	2,8	Rp 131.703	Rp 131.800	per unit	
Gol III	Kend. R-3	=	5,6	Rp 263.405	Rp 263.500	per unit	
Gol IVA	Sedan	=	21,63	Rp 1.017.403	Rp 1.017.500	per unit	
Gol IVB	Truk Kecil	=	17,98	Rp 845.719	Rp 845.800	per unit	
Gol VA	Bis Sedang	=	37,39	Rp 1.758.700	Rp 1.758.700	per unit	
Gol VB	Truk Sedang	=	31,55	Rp 1.484.006	Rp 1.484.100	per unit	
Gol VIA	Bis Besar	=	63,28	Rp 2.976.479	Rp 2.976.500	per unit	
Gol VIB	Truk Besar	=	52,33	Rp 2.461.427	Rp 2.461.500	per unit	
Gol VII	Tronton	=	66,03	Rp 3.105.829	Rp 3.105.900	per unit	
Gol VIII	Trailer	=	98,75	Rp 4.644.868	Rp 4.644.900	per unit	
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	148,13	Rp 6.967.537	Rp 6.967.600	per unit	

Rute Surabaya-Lembar							
Tarif Berlaku Yang Diusulkan Untuk Tiap Jenis Muatan							
No	Jenis Muatan		SUP	Tarif Evaluasi (Rp)	Pembulatan	Satuan	
1	Penumpang	=	1	Rp 62.850	Rp 62.900	per pax	
2	Kendaraan						
Gol I	Sepeda	=	1,6	Rp 100.559	Rp 100.600	per unit	
Gol II	Sepeda Motor	=	2,8	Rp 175.979	Rp 176.000	per unit	
Gol III	Kend. R-3	=	5,6	Rp 351.958	Rp 352.000	per unit	
Gol IVA	Sedan	=	21,63	Rp 1.359.438	Rp 1.359.500	per unit	
Gol IVB	Truk Kecil	=	17,98	Rp 1.130.037	Rp 1.130.100	per unit	
Gol VA	Bis Sedang	=	37,39	Rp 2.349.949	Rp 2.350.000	per unit	
Gol VB	Truk Sedang	=	31,55	Rp 1.982.907	Rp 1.983.000	per unit	
Gol VIA	Bis Besar	=	63,28	Rp 3.977.126	Rp 3.977.200	per unit	
Gol VIB	Truk Besar	=	52,33	Rp 3.288.922	Rp 3.289.000	per unit	
Gol VII	Tronton	=	66,03	Rp 4.149.963	Rp 4.150.000	per unit	
Gol VIII	Trailer	=	98,75	Rp 6.206.403	Rp 6.206.500	per unit	
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	148,13	Rp 9.309.919	Rp 9.310.000	per unit	

LAMPIRAN L

SKENARIO 1

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Gilimanuk	Satuan	Gilimanuk-Padangbai	Satuan	Padangbai-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	0,31	jam	3,98	jam	2,92	jam
Waktu Kemacetan	0,38	jam	0,38	jam	0,38	jam	0,38	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	7,53	jam	0,68	jam	4,35	jam	3,30	jam
Opportunity Cost	43.295	Rp/Ton	3.928	Rp/Ton	25.028	Rp/Ton	18.975	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	9,15	jam
Waktu Kemacetan	0,38	jam	0,38	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	7,53	jam	9,53	jam
Opportunity Cost	43.295	Rp/Ton	54.824	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	20,54	jam
Waktu Kemacetan	0,38	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton

Jumlah Barang	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari
Lama Penundaan	20,91	jam
Opportunity Cost	120.325	Rp/Ton

Skenario 1	Darat	Laut	Total (Rp/SUP)
Rute 1	3.575.317	1.198.527	4.773.845
Rute 2	2.265.622	2.868.939	5.134.561
Rute 3		6.296.611	6.296.611

SKENARIO 2

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Gilimanuk	Satuan	Gilimanuk-Padangbai	Satuan	Padangbai-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	0,31	jam	3,98	jam	2,92	jam
Waktu Kemacetan	144,00	jam	144,00	jam	144,00	jam	144,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	151,15	jam	144,31	jam	147,98	jam	146,92	jam
Opportunity Cost	869.638	Rp/Ton	830.271	Rp/Ton	851.370	Rp/Ton	845.318	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	9,15	jam
Waktu Kemacetan	144,00	jam	144,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	151,15	jam	153,15	jam

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Lembar	Satuan
Opportunity Cost	869.638	Rp/Ton	881.167	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	20,54	jam
Waktu Kemacetan	144,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari
Lama Penundaan	164,54	jam
Opportunity Cost	946.668	Rp/Ton

Skenario 2	Darat	Laut	Total (Rp/SUP)
Rute 1	90.060.360	87.683.570	177.743.929
Rute 2	45.508.143	46.111.460	91.619.603
Rute 3		49.539.133	49.539.133

SKENARIO 3

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Gilimanuk	Satuan	Gilimanuk-Padangbai	Satuan	Padangbai-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	0,31	jam	3,98	jam	2,92	jam
Waktu Kemacetan	24,00	jam	24,00	jam	24,00	jam	24,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	31,15	jam	24,31	jam	27,98	jam	26,92	jam

Opportunity Cost	179.221	Rp/Ton	139.854	Rp/Ton	160.953	Rp/Ton	154.901	Rp/Ton
-------------------------	----------------	--------	----------------	--------	----------------	--------	----------------	--------

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	9,15	jam
Waktu Kemacetan	24,00	jam	24,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	31,15	jam	33,15	jam
Opportunity Cost	179.221	Rp/Ton	190.750	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	20,54	jam
Waktu Kemacetan	24,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari
Lama Penundaan	44,54	jam
Opportunity Cost	256.251	Rp/Ton

Skenario 3	Darat	Laut	Total (Rp/SUP)
Rute 1	340.174	294.755	634.929
Rute 2	179.221	190.750	369.971
Rute 3		256.251	256.251

SKENARIO 4

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Gilimanuk	Satuan	Gilimanuk-Padangbai	Satuan	Padangbai-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	0,31	jam	3,98	jam	2,92	jam
Waktu Kemacetan	7,00	jam	7,00	jam	7,00	jam	7,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	0,15	jam	6,69	jam	3,03	jam	4,08	jam
Opportunity Cost	863	Rp/Ton	38.504	Rp/Ton	17.404	Rp/Ton	23.456	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	9,15	jam
Waktu Kemacetan	7,00	jam	7,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	14,15	jam	16,15	jam
Opportunity Cost	81.412	Rp/Ton	92.941	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	20,54	jam
Waktu Kemacetan	7,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton

Rincian	Surabaya-Lembar	Satuan
Suku Bunga	0,032877%	hari
Lama Penundaan	27,54	jam
Opportunity Cost	158.442	Rp/Ton

Skenario 4	Darat	Laut	Total (Rp/SUP)
Rute 1	955.927	3.242.393	4.198.320
Rute 2	4.260.273	4.863.589	9.123.862
Rute 3		8.291.262	8.291.262

SKENARIO 5

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Gilimanuk	Satuan	Gilimanuk-Padangbai	Satuan	Padangbai-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	0,31	jam	3,98	jam	2,92	jam
Waktu Kemacetan	5,00	jam	5,00	jam	5,00	jam	5,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	12,15	jam	5,31	jam	8,98	jam	7,92	jam
Opportunity Cost	69.905	Rp/Ton	30.538	Rp/Ton	51.637	Rp/Ton	45.585	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Ketapang	Satuan	Ketapang-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	7,15	jam	9,15	jam
Waktu Kemacetan	5,00	jam	5,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari	0,032877%	hari
Lama Penundaan	12,15	jam	14,15	jam
Opportunity Cost	69.905	Rp/Ton	81.434	Rp/Ton

Rincian	Surabaya-Lembar	Satuan
Waktu Tempuh Normal	20,54	jam
Waktu Kemacetan	5,00	jam
Harga Barang	1.250.000	Rp/Ton
Jumlah Barang	14	ton
Suku Bunga	0,032877%	hari
Lama Penundaan	25,54	jam
Opportunity Cost	146.935	Rp/Ton

Skenario 5	Darat	Laut	Total (Rp/SUP)
Rute 1	6.360.301	3.983.511	10.343.813
Rute 2	3.658.114	4.261.431	7.919.545
Rute 3		7.689.103	7.689.103

