TUGAS AKHIR – MS 141501

ANALISIS PERBANDINGAN PENGANGKUTAN PETI KEMAS DENGAN KAPAL RORO: STUDI KASUS LINTASAN SEMARANG - SAMPIT

ANA ARIYANTO
NRP. 0441144 000 7001

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018

TUGAS AKHIR – MS 141501

ANALISIS PERBANDINGAN PENGANGKUTAN PETI KEMAS DENGAN KAPAL RORO: STUDI KASUS LINTASAN SEMARANG - SAMPIT

ANA ARIYANTO
NRP. 0441144 000 7001

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018

FINAL PROJECT – MS 141501

COMPARISON ANALYSIS OF CONTAINER TRANSPORT USING RORO VESSEL : A CASE STUDY ON SEMARANG - SAMPIT LINE SERVICE

ANA ARIYANTO
NRP. 0441144 000 7001

Supervisor
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN PENGANGKUTAN PETI KEMAS DENGAN KAPAL RORO: STUDI KASUS LINTASAN SEMARANG - SAMPIT

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ANA ARIYANTO
NRP. 0441144 000 7001

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc	Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA
NIP. 196906101995121001	NIP. 198806052015041003

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS PERBANDINGAN PENGANGKUTAN PETI KEMAS DENGAN KAPAL RORO: STUDI KASUS LINTASAN SEMARANG - SAMPIT

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 18 Juli 2018

Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANA ARIYANTO

NRP. 0441144 000 7001

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M. Eng. .....
2. Christino Boyke S.P., S.T., M.T. .....
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc .....
2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA .....

SURABAYA, JULI 2018

Ku persembahkan untuk Ayah yang sekarang ada disisiNya. Terima Kasih Untuk Segalanya.

"Garis Tangan,

Buah Tangan,

Campur Tangan"

~ Mulia Santosa

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **"Analisis Perbandingan Pengangkutan Peti Kemas dengan Kapal Roro: Studi Kasus Lintasan Semarang - Sampit"** ini dapat terselesaikan dengan baik.

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

1. Allah Subhanahu Wata'ala, yang selalu ada, membatu, mendengarkan serta mengabulkan doa-doa yang selalu panjatkan oleh penulis.
2. Ibunda tersayang yang tidak pernah berhenti untuk mendoakan penulis dalam menjalankan kuliahnya.
3. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing I serta Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA., selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Transportasi Laut yang telah memberikan dukungan, motivasi serta fasilitas yang diberikan selama ini.
5. Christino Boyke Surya Permana, S.T., M.T selaku Dosen Wali selama menjalani Program Sarjana di Departemen Teknik Transportasi Laut serta menjadi Pembimbing Penelitian di Laboratorium Infrastruktur dan Pelabuhan.
6. Dosen Departemen Teknik Transportasi Laut, atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
7. Penghuni Laboratoruium Infrastruktur Pelabuhan, Pak Boyke, Pak Takim, Pak Hasan, dan Bu Arum yang telah menjadi keluarga baru bagi penulis.
8. PT. Dharma Lautan Utama dan PT. Pelindo III cabang Tanjung Emas dan Sampit yang telah memberikan bantuan finansial dan data untuk membantu pengerjaan penelitian ini.
9. Sheila Nurlindha yang telah senantiasa mendengarkan keluh kesah, suka duka bersama penulis.

10. Teman-teman Bangs*t NUSANTARA, yang selalu jadi penghibur dan kocak didalam dan diluar rumah.
11. Teman-teman DANFORTH, yang selalu memberikan dukungan baik saat masa perkuliahan maupun pengerjaan penelitian ini.
12. Adik-adik angkatan yang Unyu, 2015, 2016, dan 2017 yang selalu memberikan semangat.
13. Semua pihak yang telah membantu didalam penyelesaian Penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Surabaya, Juli 2018

Ana Ariyanto

ANALISIS PERBANDINGAN PENGANGKUTAN PETI KEMAS DENGAN KAPAL RORO: STUDI KASUS LINTASAN SEMARANG - SAMPIT

Nama Mahasiswa	: Ana Ariyanto
NRP	: 04411440007001
Departemen / Fakultas	: Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing	: 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
	2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

ABSTRAK

Moda kapal sebagai prasarana angkutan laut sangat dibutuhkan karena berfungsi sebagai jembatan komersial untuk mendukung kegiatan pendistribusian barang dari satu wilayah ke wilayah tertentu. Untuk mewujudkan transportasi yang efektif dan efisien, Pemerintah menerapkan kebijakan tentang konsep *chassis ro-ro* pada lintasan Jakarta – Surabaya dan Jakarta - Semarang. Kebijakan tersebut menyatakan bahwa pengiriman muatan peti kemas dengan ferry ro-ro hanya chassis-nya saja tanpa kepala truk dan akan dijemput dengan kepala truk lain ditujuan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis dampak penerapan kebijakan tersebut pada rute Semarang - Sampit terhadap waktu, biaya dan resiko, sehingga membutuhkan alokasi penataan chassis pada kapal ferry. Metode yang digunakan adalah membandingkan antara pengiriman menggunakan kapal peti kemas dan ferry ro-ro dengan proyeksi permintaan muatan, dan optimasi pembuatan kapal baru serta alokasi penataan chassis. Hasil analisis yang didapatkan adalah biaya saat ini pengiriman menggunakan kapal peti kemas Rp 10.833.054 /TEUs dan menggunakan ferry ro-ro Rp 12.566.812 /TEUs. Pada penerapan konsep *chassis ro-ro* biaya dengan kapal ferry sebesar Rp11.772.825 /chassis. Sedangkan hasil dari optimasi biaya pengiriman peti kemas dengan kapal baru Rp8.089.699 /chassis dengan ukuran kapal L = 90,0 meter, B = 19,8 meter, H = 7,0 meter, dan T = 5,2 meter dan alokasi penataan membutuhkan luasan deck 491,40 m^2 untuk 20 chassis peti kemas per tripnya dengan biaya total kapal baru Rp51.788,26 juta per tahun atau Rp81.921 /SUP.

Kata Kunci : Ferry Ro-Ro, Chassis Ro-Ro, Peti Kemas, Alokasi Tata Letak

COMPARISON ANALYSIS OF CONTAINER TRANSPORT USING RORO VESSEL : A CASE STUDY ON SEMARANG - SAMPIT LINE SERVICE

Author : Ana Ariyanto

ID No. : 04411440007001

Dept. /Faculty : Marine Transportation / Marine Technology

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

2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

ABSTRACT

Ship as a mode of sea transport is needed because it supports the distribution of goods to its destination. In order to make an effective and efficient sea transportation system, the government of Indonesia implements a policy about the use of Chassis Ro-Ro from Jakarta to Surabaya and Jakarta to Semarang. The policy states that the container will be shipped using Ro-Ro only with the chassis and will be carried by another head truck from the destination's port. The objective of this research was to analyze the impact of the implementation of that policy on Semarang - Sampit Route to its time in delivery, cost, and risks. Thus requiring the allocation of chassis arrangement on the ferry. The method used is comparing the use of Container and Ro-Ro vessel to deliver the container by projecting the demand, optimizing the new shipbuilding, and allocating the chassis arrangement. The results showed that by using Container Vessel, the freight gained Rp 10.833.054 /TEU and Rp 12.566.812 /TEU while using Ro-Ro Vessel. On the application of chassis Ro-Ro Policy, the freight was Rp11.772.825 /Chassis. The freight using new vessel was Rp8.089.699 /Chassis with size of L = 90,0 meters, B = 19,8 meters, H = 7,0 meters, and T = 5,2 meters. The allocation of arrangement required 491,40 m^2 of deck area for 20 chassis each trip with the total cost of Rp51.788,26 /Year and Rp81.921 /SUP.

Keywords: Ferry Ro-Ro, Container, Chassis Ro-Ro, Container, Layout Allocation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
LEMBAR REVISI ..... **ii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 2
1.3. Tujuan 3
1.4. Manfaat 3
1.5. Batasan Masalah 3
1.6. Hipotesis Awal 4
1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1. Perbandingan Penelitian Sebelumnya 7
2.2. Distribusi 7
2.3. Penyebrangan 8
2.4. Lintasan Penyebrangan 8
2.5. Moda Angkutan 9
2.6. Peti Kemas (*Container*) 12
2.7. Konsep Chassis Ro-Ro 19
2.8. Pelabuhan Penyebrangan 19
2.9. Biaya Transportasi Laut 20
2.10. Kapasitas Angkut Kapal Penyebrangan 25
2.11. Satuan Unit Produksi (SUP) 26
2.12. Desain Kapal 27
2.13. Peramalan 35
2.14. Regresi 38
2.15. Metode Optimasi 39

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....43
3.1. Tahap Pengerjaan 43
3.2. Diagram Alir Penelitian.....45
3.3. Model Matematis untuk Optimasi 46
BAB 4 GAMBARAN UMUM 51
4.1. Provinsi Jawa Tengah.....51
4.2. Provinsi Kalimantan Tengah 57
4.3. Armada Kapal.....62
4.4. Lintasan Semarang – Sampit 63
4.5. Analisis dan Proyeksi Pergerakan Barang.....66
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 73
5.1. Analisis Kondisi Eksisting 73
5.2. Analsisi Konsep Chassis Ro-Ro 89
5.3. Analisis Sensitivitas.....93
5.4. Model Optimasi Penentuan Ukuran Kapal Baru 94
5.5. Model Optimasi Alokasi Peletakan Chassis.....105
5.6. Hasil Optimasi 106
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....111
6.1. Kesimpulan.....111
6.2. Saran 111
DAFTAR PUSTAKA 113
LAMPIRAN.....115
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Kapal Peti kemas, KM. Meratus Borneo 10
Gambar 2-2. Kapal Ferry Ro-Ro, KM. Kirana II 10
Gambar 2-3 (kiri) Tronton; (kanan) Trailer 20 feet 12
Gambar 2-4. Peti Kemas 13
Gambar 2-5 Ukuran Peti Kemas 14
Gambar 2-6 Variasi Peti Kemas 16
Gambar 2-7 Tank Container 16
Gambar 2-8 Dry Bulk Container 17
Gambar 2-9 Fixed End Type 17
Gambar 2-10 Collapsible Type 18
Gambar 2-11 Platform Based Container 18
Gambar 2-12 *Cattle Container* 18
Gambar 2-13 *Car container* 19
Gambar 2-14. Chassis Peti Kemas Tanpa Kepala Truk 19
Gambar 2-15 Spirlai Design 27
Gambar 2-16 Contoh *Line Plan* Kapal 35
Gambar 3-1 Diagram alir penelitian 45
Gambar 4-1 Letak Administrasi Provinsi Jawa Tengah 51
Gambar 4-2 Lokasi Pelabuhan Tanjung Emas 54
Gambar 4-3 Letak Administrasi Provinsi Kalimantan Tengah 57
Gambar 4-4 Lokasi Pelabuhan Sampit 60
Gambar 4-5 Lintasan Semarang – Sampit 63
Gambar 4-6 Grafik Arus Penumpang Tahun 2010 – 2017 64
Gambar 4-7 Grafik Arus Peti kemas Tahun 2012-2017 65
Gambar 4-8 Grafik Arus Kendaraan Lain 2011-2017 66
Gambar 4-9 Grafik Regresi Pertumbuhan Penduduk dan Arus Penumpang 67
Gambar 4-10 Grafik Proyeksi Arus Penumpang Tahun 2018 – 2030 68
Gambar 4-11 Grafik Regresi PDRB Jawa Tengah dan Arus Peti kemas 69
Gambar 4-12 Grafik Proyeksi Arus Peti Kemas 2018-2030 69

Gambar 4-13 Grafik Regresi Pertumbuhan Kendaraan dan Arus Kendaraan 71
Gambar 4-14 Grafik Proyeksi Arus Kendaraan lain 2018-2030.....71
Gambar 5-1 Ilustrasi Pengiriman Peti Kemas Saat Ini.....73
Gambar 5-2 Ilustrasi Penataan Kenadaraan pada Kapal Ferry Ro-Ro.....74
Gambar 5-3 KM. Meratus Bontang (Peti Kemas) 74
Gambar 5-4 KM. Kirana I (Ferry RoRo) 75
Gambar 5-5 Grafik Trend Hubungan Harga Kapal Ferry Ro-Ro – Panjang Kapal (Loa).....80
Gambar 5-6 Grafik Trend Hubungan Kapal Peti kemas – Kapasitas Muatan (payload) 81
Gambar 5-7 Grafik Perbandingan Biaya Pengiriman Peti Kemas.....92
Gambar 5-8 Grafik Sensitivitas Demand Terhadap Unit Biaya Pengiriman 94
Gambar 5-9 Tampilan Menu Solver pada Ms. Excel.....95
Gambar 5-10 Rencana Garis Kapal.....100
Gambar 5-11 Rencana Umum Kapal Ferry Roro 101
Gambar 5-12 Komponen Biaya 101
Gambar 5-13 Menu Solver untuk Alokasi Penataan Chassis.....106
Gambar 5-14 Perbandingan Unit Biaya dengan Kapal Baru 108
Gambar 5-15 Hasil Solver Alokasi Penataan Chassis dalam Bentuk Grafik.....108
Gambar 5-16 Alokasi Penataan Hasil Model.....109
Gambar 5-17 Alokasi Penataan Tanpa Model 109

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Volume Impor Provinsi Kalimantan Tengah.....1
Tabel 2-1. Tinjauan Penelitian Terdahulu.....7
Tabel 2-2 Kapasitas Angkut Kapa Ferry (orang/unit) dan Nilainya setelah konversi ke SUP.....26
Tabel 2-3 Kapasitas Produksi Kapal Ferry per trip (orang/unit) dan Nilainya dikonversi ke SUP.....26
Tabel 4-1 PDRB Jawa Tengah Atas Dasar Harga Berlaku (M-Rp).....52
Tabel 4-2 PDRB Jawa Tengah Atas Dasar Harga Konstan 2012 (M-Rp).....53
Tabel 4-3 Dermaga Pelabuhan Tanjung Emas.....55
Tabel 4-4 Alur Pelayaran Pelabuhan Tanjung Emas 55
Tabel 4-5 Peralatan Bongkar Muat Pelabuhan Tanjung Emas 55
Tabel 4-6 PDRB Kalimantan Tengah Atas Dasar Harga Berlaku (M-Rp).....58
Tabel 4-7 PDRB Kalimantan Tengah Atas Dasar Harga Konstan 2010 (M-Rp) 59
Tabel 4-8 Dermaga Pelabuhan Sampit.....60
Tabel 4-9 Alur Pelayaran Pelabuhan Sampit 61
Tabel 4-10 Peralatan Bongkar Muat Pelabuhan Sampit 61
Tabel 4-11 Kapal Penumpang yang Melayani Pelabuhan Tanjung Emas 62
Tabel 4-12 Kapal Peti kemas yang Melayani Pelabuhan Sampit 62
Tabel 4-13 Arus Penumpang Tahun 2010 – 2017 64
Tabel 4-14 Arus Peti Kemas Tahun 2012-2017.....65
Tabel 4-15 Arus Kendaraan Lain.....66
Tabel 4-16 Proyeksi Arus Penumpang Tahun 2018 – 2030 68
Tabel 4-17 Proyeksi Arus Peti kemas 2018-2030.....70
Tabel 4-18 Proyeksi Arus Kendaraan lain 2018-2030.....72
Tabel 5-1 Spesifikasi KM Meratus Bontang.....75
Tabel 5-2 Spesifikasi KM. Kirana I 76
Tabel 5-3 Muatan Kapal Ferry Roro.....76
Tabel 5-4 Komponen Jarak dan Kecepatan 77
Tabel 5-5 Jumlah Muatan dan Total Waktu Tempuh 78
Tabel 5-6 Asumsi Biaya.....79

Tabel 5-7 Daftar Estimasi Harga Kapal Penyebrangan 80
Tabel 5-8 Estimasi Harga Kapal Peti kemas 82
Tabel 5-9 Biaya Asuransi 82
Tabel 5-10 Gaji dan Tunjangan Crew 83
Tabel 5-11 Biaya Administrasi dan Operasional Kantor 83
Tabel 5-12 Biaya *Repair and Maintenance* 83
Tabel 5-13 Kebutuhan dan Biaya Bahan Bakar 85
Tabel 5-14 Kebutuhan dan Biaya Pelumas 85
Tabel 5-15 Biaya Pelabuhan 86
Tabel 5-16 Kebutuhan dan Biaya Air Tawar 87
Tabel 5-17 Tabel Komponen Biaya Pengiriman Peti Kemas 87
Tabel 5-18 Unit Biaya Peti Kemas 88
Tabel 5-19 Komponen Biaya Inventory 88
Tabel 5-20 Komponen Biaya Setelah Biaya Inventory 89
Tabel 5-21 Unit Biaya Setelah Biaya Inventory 89
Tabel 5-22 Operasional Head Truck 90
Tabel 5-23 Kebutuhan dan Investasi Head Truck 90
Tabel 5-24 Komponen Biaya pada Konsep Chassis Ro-Ro 91
Tabel 5-25 Perbandingan Biaya Pengiriman Peti Kemas 92
Tabel 5-26 Sensitivitas Demand Terhadap Unit Biaya Pengiriman 93
Tabel 5-27 Muatan untuk Penentuan Kapal Baru 95
Tabel 5-28 *Decision Variable* Hasil Solver 96
Tabel 5-29 Katalog Mesin 97
Tabel 5-30 Komponen LWT 98
Tabel 5-31 Komponen DWT 98
Tabel 5-32 Hasil Perhitungan Tonasse Kapal 99
Tabel 5-33 Stabilitas Kapal 99
Tabel 5-34 Komponen Biaya Kapital 102
Tabel 5-35 Komponen Biaya Operasional 103
Tabel 5-36 Kompnen Biaya Pelayaran 104
Tabel 5-37 Komponen Biaya Darat 104

Tabel 5-38 Komponen Biaya Kapal Baru 105
Tabel 5-39 Koordinat Alokasi Penataam Chassis Hasil Solver 106
Tabel 5-40 Hasil Optimasi Pemilihan Ukuran Utama Kapal Baru 107

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan, dimana pelayaran memiliki peran yang sangat penting untuk menghubungkan transportasi antar pulau baik dalam kegiatan sosial, ekonomi, pemerintahan, pertahanan keamanan dan sebagainya. Moda kapal sebagai prasarana angkutan laut sangat dibutuhkan karena berfungsi sebagai jembatan komersial untuk mendukung kegiatan pendistribusian barang dari satu wilayah ke wilayah tertentu. Di propinsi Kalimantan Tengah terdapat beberapa kota salah satunya adalah Kotawaringin Timur dengan pusat kotanya yaitu Sampit. Kotawaringin Timur merupakan daerah dengan sumber daya alam yang cukup besar, memiliki potensi yang harus dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung perekonomian daerah, terutama dalam era otonomi daerah dan rencana pengembangan kawasan.

Dari data Badan Pusat Statistika Provinsi Kalimantan Timur, Ekspor impor barang di Provinsi Kalimantan Tengah tergolong tinggi, seperti pada Tabel 1-1

Tabel 1-1 Volume Impor Provinsi Kalimantan Tengah

Komuditi	Volume Impor (ton)		
	2014	2015	2016
Peternakan	58.485,87	59.743,79	57.227,95
Pertannian dan Kehutanan	1.312.964,71	1.325.336,59	1.300.592,82
Pertambangan dan Penggalian	351.715,36	525.175,24	178.255,47
Industri Makanan, Minuman dan Tembakau	356.127,93	414.968,32	297.287,53
Benan dan Industri Tekstil	486.104,61	448.166,20	524.043,01
Industri Kayu, Gabus dan Jerami	70.945,35	72.270,06	69.620,64
Kertas	66.683,47	11.230,20	122.136,74
Kulit	13.668,61	8.770,15	18.567,06
Kimia	462.089,33	438.591,40	485.587,25
BBM	11.442.160,17	12.075.802,35	10.808.517,99
Perlengkapan Pribadi	17.628,00	14.537,41	20.718,59
Mineral dan batuan	187.451,03	168.784,15	206.117,90
Logam	408.355,22	413.664,56	403.045,88
Mesin, Listrik dan Elektronik	290.554,34	281.297,44	299.811,23
Jumlah	**15.524.933,96**	**16.258.337,86**	**14.791.530,06**

Sumber : Provinsi Kalimantan Tengah Dalam Angka, 2017

terlihat dari jumlah impor pada tahun 2014 sejumlah 15.524.934 ton, meningkat pada tahun 2015 menjadi 16.258.338 ton dan ada penurunan pada 2016 menjadi 14.791.530 ton,

Angka perekonomian Kotawaringin Timur akan meningkat seiring dengan terselesaikannya jalan tol Kotim yang akan dibangun, yang dimana akan menghubungkan Jalan Jendral Sudirman dan Jalan HM Arsyad dari Kota Sampit ke Desa Bagendang dan sebalikinya. Muatan-muatan impor untuk menunjang perekonomian Kotawaringin Timur biasanya diangkut menggunakan dua jenis angkutan, yang pertama menggunakan Peti kemas dari pulau Jawa dengan kapal peti kemas, dan menggunakan truk langsung menyebrang dari Pulau Jawa dengan rute Semrang – Sampit menggunakan kapal ferry roro.

Berdasarkan hal di atas, maka peluang kebutuhan akan transportasi sebagai kebutuhan turunan akan meningkat pesat. Terjadinya peningkatan tersebut belum diiringi dengan penunjang alternatif transportasi yang lain, dalam hal ini adalah kapal yang akan mengakut truk bermuatan dari Semarang menuju Sampit yang baik.

Pemerintah sudah melakukan percobaan angkutan kapal ferry jarak jauh dengan menggunakan konsep *chassis roro*, yang rencannya akan dilakukan Asosiasi Pengusaha Truk Indonesia (Aptrindo) bersama dengan PT ASDP Indonesia Ferry dan pemilik barang. Dalam konsep *chassis roro* ini, kepala truk tidak ikut masuk ke dalam kapal Ferry. Adapun chassis tanpa kepala truk yang diangkut akan dijemput di daerah tujuan dengan kepala truk yang lain. Sementara pada mode yang selama ini ada, seluruh badan truk masuk ke dalam kapal Feri dan langsung keluar begitu sampai pada tujuan. (Surabaya, 2017) Dalam usaha mewujudkan sistem angkutan penyeberangan yang optimum tersebut tentunya diperlukan analisis perbandingan pengangkutan peti kemas pada penyebrangan dengan *liner shipping*. Dimana analisis tersebut dapat melayani permintaan secara optimal yang disesuaikan dengan keamanan dan keselamatan pemuatan pada kapal pasca chassis Ro-Ro diterapkan dilintasan Semarang – Sampit.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana kondisi eksisting pengangkutan peti kemas di lintasan Semarang – Sampit?

2. Bagaimana dampak penerapan konsep chassis Ro-Ro pada pengiriman peti kemas di lintasan Semarang – Sampit?
3. Bagaimana model alokasi penataan chassis pada kapal Ferry Ro-Ro?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting pengangkutan peti kemas di lintasan Semarang – Sampit.
2. Mengidentifikasi dampak penerapan konsep chassis Ro-Ro pada pengiriman peti kemas di lintasan Semarang – Sampit.
3. Membuat model alokasi penataan chassis pada kapal ferry ro-ro.

1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan masukan dalam penentuan kebijakan pengembangan sistem transportasi di lintasan Semarang – Sampit.
2. Mengetahui efisiensi yang dihasilkan pada penerapan konsep Chassis *Ro-Ro* dengan adanya penelitian pada transportasi di lintasan Semarang – Sampit.
3. Memberikan masukan bagi perusahaan untuk perencanaan pola operasi *Long Distance Ferry* (LDF).
4. Sebagai studi awal mengembangkan dan menciptakan konektivitas transportasi dalam studi selanjutnya.

1.5. Batasan Masalah

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

1. Perbandingan angkutan pelayaran yang digunakan untuk rute tersebut adalah angkutan kapal Ferry RoRo dengan kapal peti kemas.
2. Model untuk kapal Ferry RoRo menggunkan dua skenario, yaitu truk dengan *Head Truck* dan tanpa *Head Truck*.

3. Model untuk perhitungan kapal Ferry RoRo eksisting tidak memperhatikan tinggi *ramp door*.
4. Deman untuk kapal ferry roro hanya penumpang dan peti kemas.
5. Pada alokasi penataan chassis tidak meperhatikan stabilitas.
6. General umum kapal tidak memperhatikan konstruksi.

1.6. Hipotesis Awal

Dugaan awal dari Tugas Akhir ini adalah :

Penerapan konsep chassis roro pada *Long Distnance Ferry* (LDF) yang sedang dikembangkan oleh pemerintah mempunyai peran strategis dalam mendukung transportasi nasional, diantaranta biaya pengiriman peti kemas dapat bersaing dengan kapal peti kemas.

1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

LEMBAR JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
ABSTRAK
ABSTRACT
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan konsep penyusunan tugas akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesa, dan sistematika penulisan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelasakan dasar teori yang sesuai dengan penelitian yang dibahas dan dikerjakan dalam tugas akhir. Terdapat gambaran terhadap penelitian atau bahasan yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi metode yang digunakan, alur pengerjaan studi, alternatif yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap analisis kondisi saat ini hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan dan model matematis.

BAB 4 GAMBARAN UMUM

Bab ini berisikan sekilas mengenai keadaan pelabuha penyeberangan, spesifikasi moda angkutan penyeberangan untuk muatan ekspor, gambaran permintaan muatan ekspor dan analisis kondisi saat ini pola oprasional kegiatan pengangkutan muatan ekspor.

BAB 5 ANALISIS PERHITUNGAN

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis moda angkutan untuk muatan ekspor.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpuan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memeberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Terdapat 3 penelitian sebelumnya, yaitu pertama membandingkan tentang pengiriman muatan argoindustri. Data yang diolah merupakan jumlah muatan agroindustri yang diproduksi per tahun serta biaya pemilihan moda. Yang kedua membandingkan antar moda transportasi untuk distribusi sapi dari NTT – Jakarta. Sedangkan penelitan ketiga membandingkan antar moda transportasi untuk muatan ekspor dari Lampung - Jakarta. Tabel 2-1 dibawah ini menunjukan hal yang terkait di setiap penelitian.

Tabel 2-1. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Aspek Penelitian	Daud (2016)	Silvi (2016)	Stella (2017)	Ana (2018)
Muatan	Agroindustri	Sapi	Muatan Ekspor	Muatan Ekspor Impor Petikemas
Perencanaan Rute	Ya	Ya	Tidak	Tidak
Pola operasi	Ya	Ya	Ya	Ya
Analisis Konsep Baru	Tidak	Tidak	Tidak	Ya
Moda Pengiriman	Truk dan Kapal	Truk dan Kapal	Truk dan Kapal	Truk dan Kapal
Studi Kasus	Pulau Jawa - Indonesia Bagian Timur	NTT – Jakarta	Lampung - Jakarta	Semarang - Sampit

2.2. Distribusi

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

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

Tujuan distribusi adalah kelangsungan kegiatan produksi dapat terjamin, barang atau jasa hasil produksi dapat bermanfaat bagi konsumen, konsumen memperoleh barang dan jasa dengan muda. Dalam penelitian ini distribusi yang dimaksud adalah distribusi produk dari Semarang dapat tersampaikan ke konsumen di Sampit.

2.3. Penyebrangan

Penyeberangan merupakan salah satu penyelenggaraan transportasi, yaitu memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Angkutan penyeberangan adalah angkutan yang berfungsi sebagai jembatan bergerak yang menguhubungkan jaringan jalan atau jaringan jalur kereta api yang terputus karena adanya perairan.

Peran dan fungsi angkutan penyeberangan dalam sistem transportasi laut adalah sebagai bagian dari subsistem transportasi darat dalam sistranas (sistem transportasi nasional) untuk mendukung pertumbuhan dan pelayanan sektor lainnya (*Promoting and sevicing sector*) dan mendukung pembangunan daerah maupun pembangunan nasional secara keseluruhan. Layanan yang disediakan untuk mendukung integrasi transportasi multimoda pada angkutan penyeberangan berupa ketersediaan moda transportas lain (*delivery transport*) seperti truk, kereta api dan pesawat udara.

Fungsi angkutan penyeberangan sebagai jembatan bergerak menghubungkan daratan yang terpisah oleh lautan. Beberapa kebijakan umum di bidang penyeberangan yang dibuat oleh pemerintah untuk mendukung keterkaitan, keterpaduan antar moda dan keterisoliran suatu daerah yang terpencil untuk mendukung pertumbuhan kegiatan perekonomian disekitarnya. (Yuniasari, 2016)

2.4. Lintasan Penyebrangan

Lintasan penyeberangan adalah suatu alur perairan di laut, selat, teluk, sungai dan danau yang ditetapkan sebagai lintas penyeberangan yang berfungsi untuk menghubungkan suatu simpul pada jaringan jalan dan jaringan jalur kereta api. (Gunawan, 2014) Berdasarkan jarak perjalananya lintasan penyeberangan dibagi atas 4 golongan, yaitu:

1. Sangat pendek < 10 mil
2. Pendek 11 – 50 mil
3. Jauh 51- 100 mil
4. Sangat jauh >100 mil

2.5. Moda Angkutan

2.5.1. Moda Transportasi

Transportasi atau pengangkutan dapat didefinisikan sebagai suatu proses pergerakan atau perpindahan orang/barang dari sutu tempat ke tempat lain dengan menggunakan suatu teknik atau cara tertentu untuk maksud dan tujuan tertentu.

Transportasi merupkan faktor penunjang dan perangsang pembangunan (*the promoting sector*) serta pemberi jasa (*the servising sector*) bagi perkembangan ekonomi. Kenyetaan menunjukan bahwa adanya hubungan antara dari tingkatan pertumbuhan ekonomi dengan kebutuhan menyeluruh angkutan, dengan kata lain kalu aktivitas ekonomi meningkat maka kebutuhan angkutan meningkat pula. Untuk itu guna menunjang perkembangan ekonomi yang baik, perlu dicapainya keseimbanngan antara penyedia (*supplay*) dan permintaan (*demand*) jasa angkutan.

Suatu transportasi dikatakan baik apabila waktu perjalanan cukup cepat dan tidak mengalami kecelakaan, frekuensi pelayanan cukup, serta aman (bebas dari kemungkinan kecelakaan) dan kondisi pelayanan yang nyaman. Transportasi bukan tujuan akhir, tapi merupakan suatu alat untuk mencapai maksud lain dan sebagai akibat adanya pemenuhan kebutuhan (*devided demand*) karena keberadaan manusia dan timbul dari permintaan atas muatan tertentu.

2.5.2. Jenis Moda Angkutan

Jenis moda Transportasi yang digunakan untuk muatan Ekspor kemasan dari Lampung adalah:

a. Kapal Peti Kemas (*Container Ship*)

Kapal peti kemas atau *Container ship* adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut muatan peti kemas dalam ukuran standar. Kapal peti kemas mulai menjadi trend pengangkutan karena peti kemas cukup aman untuk menyimpan barang yang akan dikirim. Selain itu kemudahan dalam melakukan bongkar muat

dan penumpukan barang juga sangat berpengaruh terhadap meningkatnya trend penggunaan kapal peti kemas. Alat bongkar muat peti kemas yang digunakan pada pelabuhan biasanya adalah Container Crane dan selanjutnya dapat dimuat di berbagai moda lain seperti truk dan kereta api. Kapal peti kemas bisa mengangkut berbagai jenis muatan yang dipisah tergantung jenis dari komoditi yang diangkut dan dipisah sesuai dengan jenis peti kemas.

Gambar 2-1. Kapal Peti kemas, KM. Meratus Borneo

Sumber : (Line, 2018)

b. Kapal Ferry Ro-Ro (*Roll On – Roll Off*)

Kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggeraknya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal *roll on - roll off* atau disingkat Ro-Ro. Oleh karena itu, kapal ini dilengkapi dengan pintu rampa (*ramp door*) yang berfungsi sebagai jembatan penghubung antara dermaga dan kapal. (Septiadi, 2012)

Gambar 2-2. Kapal Ferry Ro-Ro, KM. Kirana II

Sumber : (Utama, 2018)

Bedasarkan keputusan menteri perhubungan (pasal 12 KM 58/2003), Kapal roro menggunakan pembagian golongan atau satuan unit produksi (SUP) untuk menentukan tarif per masing-masing kendaraan. Angkutan kendaraan ditetapkan berdasarkan pembagian golongan sebagai berikut:

1. Golongan I : Sepeda
2. Golongan II : Sepeda motor dibawah 500 cc dan gerobak dorong
3. Golongan III : Sepeda motor besar(> 500) dan kedaraan roda 3
4. Golongan IV : Kendaraan bermotor berupa mobil jeep, Sedan, Minicab, Minibus, Mikrolet, Pick up, Station wagon dengan panjang sampai dengan 5 meter dan sejenisnya:
5. Golongan V : Kendaraan bermotor berupa Mobil bus, Mobil barang (truk)/Tangkiukuran sedang dengan panjang sampai dengan 7 meter dan sejenisnya
6. Golongan VI : Kendaraan bermotor berupa Mobil bus, Mobil barang (truk)/tangki dengan ukuran panjang lebih dari 7 meter sampai dengan 10 meter dan sejenisnya, dan kereta penarik tanpa gandengan;
7. Golongan VII : Kendaraan bermotor berupa Mobil barang (truk tronton) / tangki, kereta penarik berikut gandengan serta kendaraan alat berat dengan panjang lebih dari 10 meter sampai dengan 12 meter dan sejenisnya;
8. Golongan VIII : Kendaraan bermotor berupa mobil barang (truk tronton) / tangki, kendaraan alat berat dan kereta penarik berikut gandengan dengan panjang lebih dari 12 meter dan sejenisnya;

Dan karena Tarif dasar dari kapal roro adalah besaran tarif yang dinyatakan dalam nilai rupiah per satuan unit produksi (SUP). Tarif dasar untuk penumpang, kendaraan penumpang dan kendaraan barang beserta muatannya dihitung dengan cara satuan unit produksi diperoleh berdasarkan satuan luas (m^2). Dimana, Satuan Unit Produksi setara dengan 0,73 m^2. Maka Besaran SUP masing-masing kendaraan adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan Golongan I : 1,6 SUP
2. Kendaraan Golongan II : 2,8 SUP
3. Kendaraan Golongan III : 5,6SUP
4. Kendaraan Golongan IV

a. Kendaraan penumpang beserta penumpangnya : 21,63 SUP
b. Kendaraan barang beserta muatannya : 17,98 SUP

5. Kendaraan Golongan V
   a. Kendaraan penumpang beserta penumpangnya : 37,39 SUP
   b. Kendaraan barang beserta muatannya : 31,55 SUP
6. Kendaraan Golongan VI
   a. Kendaraan penumpang beserta penumpangnya : 63,28 SUP
   b. Kendaraan barang beserta muatannya : 52,33 SUP
7. Kendaraan Golongan VII Kendaraan barang beserta muatannya : 66,03 SUP
8. Kendaraan Golongan VIII Kendaraan barang beserta muatannya : 98,75 SUP

2.5.3. Truk

Sebuah kendaraan bermotor yang digunakan untuk mengangkut barang. Jenis kendaraan ini biasa disebut juga sebagai mobil barang. Dalam penelitian ini ada 2 (dua) ukuran truk yaitu trailer 40 *feet* dan trailer 20 *feet*. (Prasetyo, 2013)

Gambar 2-3 (kiri) Tronton; (kanan) Trailer 20 feet

Sumber : (google, 2018), diolah

2.6. Peti Kemas (*Container*)

Peti kemas atau Container adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *Interatioal Organization for Standardization* (ISO) sebagai alat atau perangkat pengakutan barang yang bisa digunakan sebagi moda mulai dari moda jalan dengan trailer, kereta api dan kapal. (Gunawan, 2014)

Gambar 2-4. Peti Kemas

Sumber : (google, 2018)

Adapun beberapa keunggulan tersebut antara lain seperti:

a. Muat-bongkar dapat dilakukan dengan cepat dibandingkan dengan muat-bongkar barang-barang dengan pengepakan konvensional.
b. Menurunnya persentase kerusakan karena barang-barang disusun secara mantap di dalam peti kemas dan hanya disentuh pada saat pengisian dan pengosongan peti kemas tersebut saja.
c. Berkurangnya persentase barang-barang yang hilang karena dicuri (Thieft & Pilferage) karena barang-barang tertutup di dalam peti kemas dan logam itu.
d. Memudahkan pengawasan oleh pemilik barang (Shipper) yang menyimpan barangnya ke dalam Peti Kemas di arena pergudangan sendiri. Begitupun penerima dapat dengan mudah mengawasi pembongkaran di arena pergudangannya sendiri (Door to door service).
e. Dapat dihindarkan percampuran barang-barang yang sebenarnya tidak boleh bercampur satu sama lain.

Berat maksimum peti kemas muatan kering 20 *feet* adalah 24.000 kg, dan untuk 40 *feet* (termasuk high cube container), adalah 30.480 kg. Sehingga berat muatan bersih/payload yang bisa diangkut adalah 21.800 kg untuk 20 *feet* dan 26.680 kg

untuk 40 *feet*. Ukuran peti kemas standar yang digunakan ditampilkan dalam tabel berikut:

		Peti kemas 20 kaki		Peti kemas 40 kaki		Peti kemas 45 kaki	
		inggris	metrik	inggris	metrik	inggris	metrik
dimensi luar	panjang	19' 10½"	6.058 m	40' 0"	12.192 m	45' 0"	13.716 m
	lebar	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	tinggi	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m	9' 6"	2.896 m
dimensi dalam	panjang	18' 10 5/16"	5.758 m	39' 5 45/64"	12.032 m	44' 4"	13.556 m
	lebar	7' 8 19/32"	2.352 m	7' 8 19/32"	2.352 m	7' 8 19/32"	2.352 m
	tinggi	7' 9 57/64"	2.385 m	7' 9 57/64"	2.385 m	8' 9 15/16"	2.698 m
bukaan pintu	width	7' 8 ⅛"	2.343 m	7' 8 ⅛"	2.343 m	7' 8 ⅛"	2.343 m
	tinggi	7' 5 ¾"	2.280 m	7' 5 ¾"	2.280 m	8' 5 49/64"	2.585 m
volume		1,169 ft³	33.1 m³	2,385 ft³	67.5 m³	3,040 ft³	86.1 m³
berat kotor		52,910 lb	24,000 kg	67,200 lb	30,480 kg	67,200 lb	30,480 kg
berat kosong		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg	10,580 lb	4,800 kg
muatan bersih		48,060 lb	21,800 kg	58,820 lb	26,680 kg	56,620 lb	25,680 kg

Gambar 2-5 Ukuran Peti Kemas

2.6.1. Jenis Peti Kemas

Menurut bentuk dan penggunaannya, peti kemas dibagi dalam 6 kelompok, yaitu:

1. *General Cargo*

   Peti kemas yang dipakai untuk mengangkut muatan umum (general cargo). Peti kemas yang termasuk dalam kelompok ini adalah:

   a) *General Purpose Container*

   Peti kemas yang dipakai untuk mengangkut muatan umum (general cargo).

   b) *Open – side Container*

   Peti kemas yang bagian sampingnya dapat dibuka untuk memasukkan dan mengeluarkan barang yang karena ukuran atau beratnya lebih mudah dimasukkan atau dikeluarkan melalui samping peti kemas.

   c) *Open – top Container*

   Peti kemas yang bagian atasnya dapat dibuka agar barang dapat dimasukkan dan dikeluarkan melalui atas. Tipe peti kemas ini biasanya digunakan untuk mengangkut barang berat yang hanya dapat dimasukkan lewat atas menggunakan *crane* atau *loader*.

d) Ventilated Container

Peti kemas yang mempunyai ventilasi agar terjadi sirkulasi udara dalam peti kemas yang diperlukan oleh muatan tertentu, khususnya muatan yang mengandung kadar air tinggi.

2. Thermal

Thermal Container adalah peti kemas yang dilengkapi dengan pengatur suhu tertentu. Berdasarkan fungsinya, Thermal Container terbagi atas 3 jenis, yaitu:

a) Insulated Container

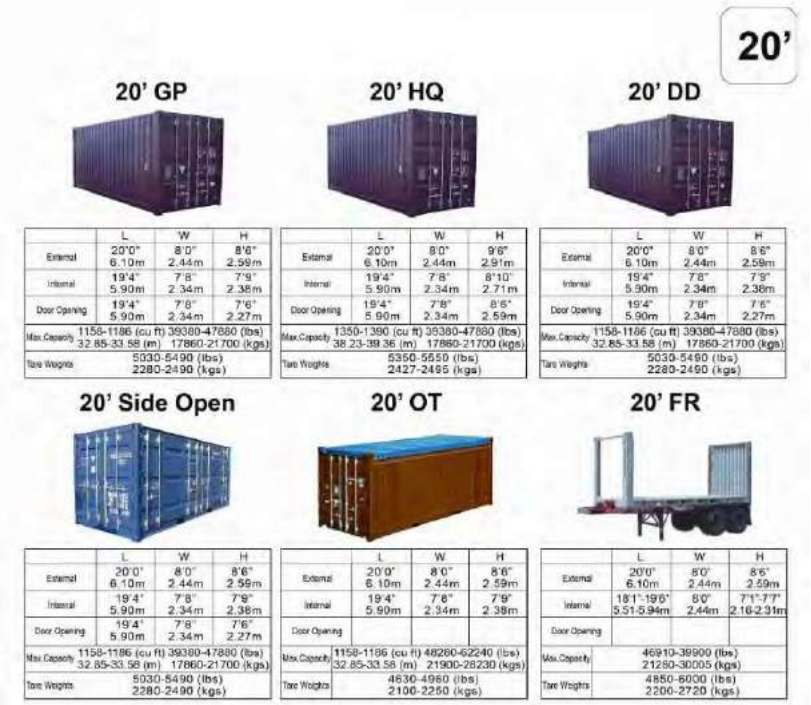
Insulated Container adalah peti kemas yang dinding bagian dalamnya diberi isolasi agar udara dingin di dalam peti kemas tidak merembes keluar.

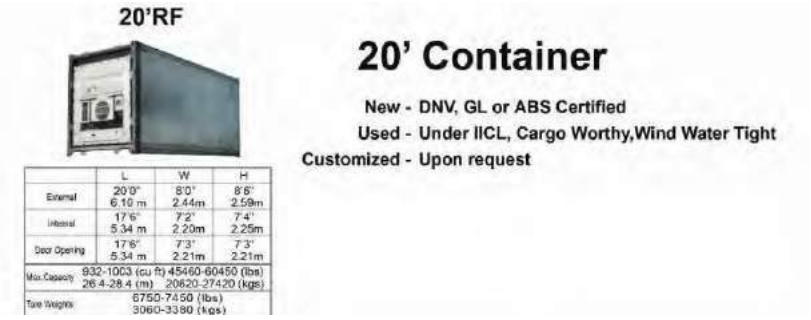
b) Reefer Container

Reefer Container adalah peti kemas yang dilengkapi dengan mesin pendingin untuk mendinginkan udara di dalam peti kemas sesuai dengan suhu yang diperlukan bagi barang-barang yang mudah busuk, seperti sayuran, daging, dan buah-buahan.

c) Heated Container

Heated Container adalah peti kemas yang dilengkapi dengan mesin pemanas agar udara di dalam peti kemas dapat diatur pada suhu panas yang dibutuhkan.





Gambar 2-6 Variasi Peti Kemas

Sumber : (Gunawan, 2014)

3. *Tank Container*

Tank Container adalah tanki yang ditempatkan dalam kerangka peti kemas yang dipergunakan untuk muatan cair (bulk liquid) maupun gas (bulk gas)

Gambar 2-7 Tank Container

4. *Dry Bulk Container*

Dry Bulk Container adalah general purpose container yang digunakan khusus untuk mengangkut muatan curah (bulk cargo). Untuk memasukkan atau mengeluarkan muata, tidak melalui pintu depan, tetapi melalui lubang di bagian atas untuk memasukkan muatan dan pintu di bagian bawah untuk mengeluarkan muatan (gravity discharge). Lubang di bagian atas dapat juga digunakan untuk membongkar muatan dengan cara dihisap.

Gambar 2-8 Dry Bulk Container

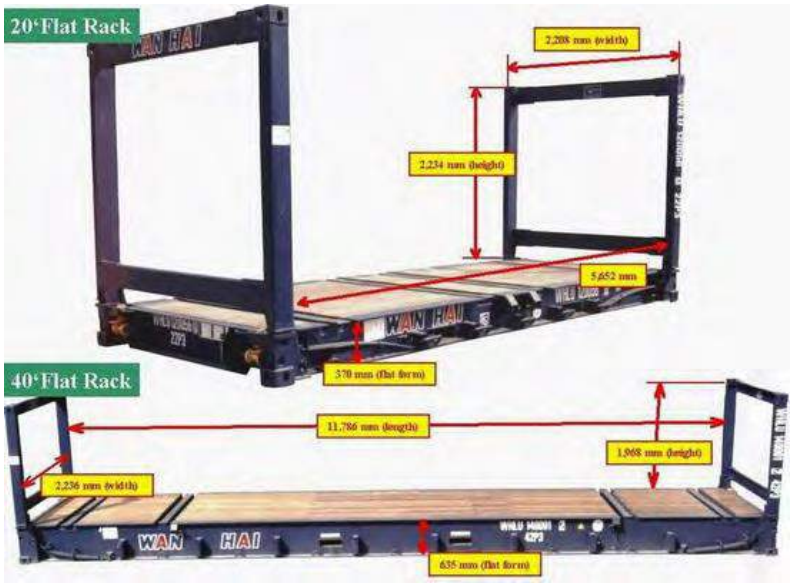
5. *Platform Container*

Platform Container adalah peti kemas yang terdiri dari lantai dasar. Berdasarkan bentuknya, peti kemas ini digolongkan menjadi:

a) *Flat rack container*

Flat rack container adalah peti kemas yang terdiri dari lantai dasar dengan dinding pada ujungnya. Flat Rack dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. *Fixed end type* : dinding pada ujungnya tidak dapat dibuka atau dilipat
2. *Collapsible type* : dinding pada ujungnya dapat dilipat, agar menghemat ruangan saat diangkut dalam keadaan kosong



Gambar 2-9 Fixed End Type

Gambar 2-10 Collapsible Type

b) Platform based container

Platform based container adalah peti kemas yang hanya terdiri dari lantai dasar saja. Biasanya digunakan untuk muatan yang mempunyai lebar atau tinggi melebihi ukuran peti kemas standar.

Gambar 2-11 Platform Based Container

6. Special Container

Special Container adalah peti kemas yang khusus dibuat untuk muatan tertentu, seperti untuk muatan ternak (*cattle container*), atau muatan kendaraan (*car container*).

Gambar 2-12 *Cattle Container*

Gambar 2-13 ***Car container***

2.7. Konsep Chassis Ro-Ro

Pada penerpanannya konsep *chassis RoRo* yaitu pengangkutan peti kemas pada kapal Ferry RoRo tanpa menggunakan kepala truk. Dimana pada dasarnya kepala truk tidak ikut masuk kedalam kapal Ferry dan kemudian akan dijemput oleh kepala truk yang lain di pelabuhan tujuan. Konsep ini digunakan untuk menghindari kelebihan muatan akibat kepala truk, sehingga muatan atau peti kemas yang terangkut lebih besar.

Gambar 2-14. Chassis Peti Kemas Tanpa Kepala Truk

2.8. Pelabuhan Penyebrangan

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 (Jinca, 2011). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 2001 tentang Kepelabuhanan, Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batasbatas 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.

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 roro untuk memuat dan membongkar muatan kendaraan secara roll on roll off ke dan dari kapal melalui pintu rampa (*ramp door*). Akses masuk penumpang atau kendaraan dari pelabuhan ke kapal adalah melalui dermaga. (Yuniasari, 2016) Dengan kata lain dermaga merupakan tempat kapal ditambatkan di pelabuhan untuk kegiatan bongkar muat barang dan orang dari dan keatas 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.

2.9. 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 :

3. Biaya modal (*capital cost*)
4. Biaya Operasional (*operational cost*)
5. Biaya pelayaran (*voyage cost*)
6. Biaya bongkar muat (*cargo handling cost*)

2.9.1. Biaya Modal (*Capital Cost*)

Capital cost adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan pelayaran untuk pengadaan armada. (Stopford, 1988) pengadaan kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya adalah:

a. Bangun 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/*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.

2.9.2. Biaya Operasional (*Operational 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.

$$\boldsymbol{OC = M + ST + MN + I + AD}$$

Dimana :

OC = *Operational Cost*

M = *Manning*

ST = *Stores*

MN = *Maintenance and repair*

I = *Insurance*

AD = *Administrasi*

1. *Mainning 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 pertanggungan 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.

2.9.3. 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.

$$VC = FC + PD$$

Dimana :

VC = *Voyage Cost*

PD = *Port Dues* (biaya pelabuhan)

FC = *Fuel Cost*

1. *Fuel Cost*

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentukdan 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 labuhdidasarkan 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 Pandu

   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 Tunda

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

2.9.4. 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*).

2.10. Kapasitas Angkut Kapal Penyebrangan

Kapasitas angkut adalah kemampuan maksimum kapal untuk mengangkut penumpang atau barang atau penumpang dan barang sesuai dengan perencanaan kapal. Kapasitas produksi adalah banyaknya jumlah muatan yang diangkut oleh kapal sesuai dengan keluaran persatuan waktu. (Marpaung, 2015) Sedangkan load faktor adalah suatu persentase jumlah muatan yang diangkut kapal.

Hubungan antara kapasitas angkut, kapasitas produksi dan load faktor dapat dituliskan sebagai berikut :

$$If = \left(\frac{Q_{pr}}{Q_a}\right).\%$$

Dimana :

If = Load faktor penumpang – kendaraan pertrip (%)

Q_{pr} = Kapasitas produksi kapal (SUP)

Q_a = Kapasitas angkut kapal pertrip (SUP)

2.11. Satuan Unit Produksi (SUP)

SUP adalah cara perhitungan untuk mengukur kapasitas suatu ruang muat yang satuan outputnya berbeda-beda. (Djlante, 2011) Sebagai gambaran metode ini dapat dilihat pada

Tabel 2-2 Kapasitas Angkut Kapa Ferry (orang/unit) dan Nilainya setelah konversi ke SUP

Jenis Produk Muatan Kapal Ferry	Kapasitas Angkut	Luasan (m2)	Nilai Penimpang Per Satuan Jenis Produk (SUP)	Kapasitas Angkut (SUP)
Kelas Utama	p (orang)	a/orang	a/c	ap/c
Kelas Ekonomi	q (orang)	b//orang	b/c	bq/c
Kelas Deck	r (orang)	c/orang	1	r
Kendaraan Campuran	s (unit)	d/unit	d/c	ds/c

Sumber : (Chairunnisa, 2011)

Tabel 2-3 Kapasitas Produksi Kapal Ferry per trip (orang/unit) dan Nilainya dikonversi ke SUP

Jenis Produk Muatan Kapal Ferry	Kapasitas Angkut	Nilai Penimpang Per Satuan Jenis Produk (SUP)	Kapasitas Angkut (SUP)
Kelas Utama	k (orang)	a/c	ak/c
Kelas Ekonomi	l (orang)	b/c	bl/c
Kelas Deck	m (orang)	1	m
Kendaraan Campuran	n (unit)	d/c	dn/c

Sumber : (Chairunnisa, 2011)

Kapasitas angkut kapal ferry (Q_a) adalah

$$Q_a = \frac{ap + bq + rc + ds}{c} (SUP)$$

Sedangkan kapasitas produksi kapal ferry (Q_{pr}) adalah

$$Q_{pr} = \frac{ak + bl + mc + dn}{c} (SUP)$$

Sehingga load faktor kapal ferry adalah

$$lf = \frac{Q_{pr}}{Q_a} \; x \; 100\%$$

Dimana :

a,b,c, dan d = tarif tiap jenis muatan kapal ferry (Rp/orang)

k,l,m, dan n = jumlah muatan / produksi kapal ferry (orang)

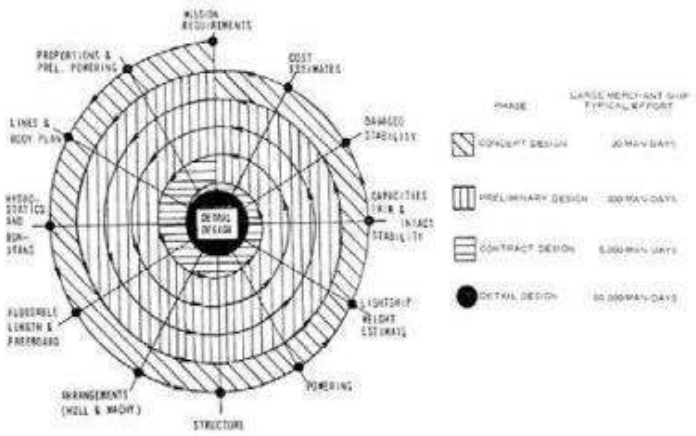
p,q,r, dan s = kapasitas angkut kapal (orang)

2.12. Desain Kapal

Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang-ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam proses pembangunan kapal baru terdapat beberapa tahapan desain, yaitu antara lain :

1. Concept design
2. Preliminary design
3. Contract design
4. Detail design

Empat tahap desain diatas dapat digambarkan dalam suatu desain spiral yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan-persyaratan yang diberikan oleh owner kapal hingga pembuatan detail desain yang siap digunaka dalam proses produksi.



Gambar 2-15 Spirlai Design

Sumber : (David, 1998)

1. Consept Design
   a. Proses menerjemahkan persyaratan-persyaratan owner requirement kedalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan.
   b. Dalam tahap ini diperlukan studi kelayakan untuk menentukan elemen-elemen dasar dari kapal yang di desain, seperti panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal, sarat, power mesin, dll. Yang memenuhi persyaratan-persyaratan kecepatan, jarak, volume muatan dan deadweight.

c. Hasil-hasil pada tahap concept design digunakan unutk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi.
d. Desain-desain alternative juga dihasilkan pada tahap ini.

2. Preliminary design
   a. Pada tahap ini dilakukan penentuan lebih jauh karakteristik-karakteristik utama kapal yang mempengaruhi perhitungan biaya-biaya awal dari pembuatan kapal dan performance kapal.
   b. Menghasilkan sebuah desain kapal yang lebih presisi yang akan memenuhi persyaratan-persyaratan pemesan.
   c. Hasil dari tahap ini merupakan dasar salam pengembangan contract design dan spesifikasi kapal.
3. Contract design

   Menghasilkan satu set plans dan spesifikasi yang akan digunakan untuk menyusun dokumen kontrak pembangunan kapal.
   a. Tahap desain ini terdiri dari satu, dua atau lebih putaran dari design spiral.
   b. Mendetailkan desain yang dihasilkan dari tahap preliminary design.
   c. Mengambarkan lebih persis profil-profil kapal, seperti bentuk badan kapal, daya yang dibutuhkan, karakteristik olah geraknya, detail konstruksi, dll.
   d. Rencana umum terakhir dibuat dalam tahap ini.
   e. Detail design
4. Detail design

   Merupakan tahap akhir dari design spiral yang mengembangkan gambar rencana kerja (production drawing) yang detail meliputi instruksi tentang instalasi dan konstruksi terhadap tukag pasang (fitters), las (welders), outfitting, pekerja bagian logam, vendor mesin dan permesinan kapal, tukang pipa, dll.

2.12.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal yang optimum bisa didapatkan melalui metode optimisasi dengan menggunakan ukuran utama awal (*initial value*) sebagai acuan untuk melakukan perhitungan awal. Ukuran utama awal ini diperoleh dari kapal pembanding. Adapun ukuran utama awal yang perlu diperhatikan pada kapal pembanding antara lain :

a. LPP (Length Between Perpendicular), yaitu panjang yang diukur antara dua garis tegak, yaitu jarak horizontal antara garis tegak buritan (AP) dengan garis tegak haluan (FP).
b. Loa (Length overall), merupakan panjang seluruhnya, jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
c. B (Breadth), yaitu lebar terbesar diukur pada bagian tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal. Khusus untuk kapal-kapal yang terbuat dari kayu, diukur pada sisi terluar kulit kapal.
d. H (Height), yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal.
e. T (Draught), yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai permukaan air.

2.12.2. Koefisien Kapal

Perhitungan koefisien utama kapal dilakukan dengan menggunakan harga dari *Froude Number* yang didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah diperoleh sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain : *Block Coefficient* (C_b), *Midship Coefficient* (C_m), *Waterplane Coefficient* (C_{wp}), *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB), *Prismatic Coefficient* (C_p), *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ). Sehingga untuk tiap set ukuran utama terdapat koefisien utama kapal. Berikut formulasi yang digunakan dalam menghitung koefisien utama kapal:

- Froude Number (F_n)

  Bilangan Froude adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda. Didapatkan Froud Number sebagai berikut:

  $$\mathrm{Fn} = \mathrm{Vs} / \sqrt{\mathrm{g \ x \ Lwl}}$$

  Dimana kecepatan dan panjang kapal sebagai factor utama penentu Fn.
- Block Coefficient (C_b)

  Block Coefficient adalah perbandingan volume kapal yang terendam air dengan volume suatu persegi yang panjangnya = Lwl, lebarnya = B dan tingginya = T

$$\text{Cb} = -4{,}22 + 27{,}8\sqrt{\text{Fn}} - 39{,}1\ \text{Fn} + 46{,}6\ \text{Fn}^2$$

Setelah diketahui nilai Fn, maka dapat dihitung nilai Cb kapal.

- Midship Coefficient (C_m)

  Midship Coefficient adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T

$$\text{Cm} = 0{,}977 + 0{,}085\ (\text{Cb} - 0{,}60)$$

- Waterplane Coefficient (C_{wp})

  Waterplane Coefficient adalah perbandingan antara luas penampang garis air kapal yang ada dibawah permukaan air dengan suatu penampang yang panjangnya = Lwl dan lebarnya = B

$$\text{Cwp} = 0{,}180 + 0{,}085\ \text{Cp}$$

- Volume Displacement (∇)

  Volume displacement adalah volume air yang dipindahkan badan kapal yang tercelup di dalam air

$$\nabla = L.B.T.C_b$$

- Displacement (Δ)

  Displacement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal di dalam air

$$\nabla = L.B.T.C_b.\rho$$

2.12.3. Hambatan Kapal

Untuk menghitung hambatan dan tahanan kapal menggunakan metode holtrop. Dimana hambatan dan tahanan kapal dipengaruhi oleh bentuk lambung, gelombang, angin dan viskositas. Diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$R_T = \frac{1}{2}\,\rho\, Vs^2\, S_{tot}\left[\, C_f(1+k) + C_A\right]\frac{R_w}{W}\, W$$

Dimana :

ρ = 1,000 kg/m3

2.12.4. Daya dan Propulsi Kapal

Penentuan power mesin dilakukan dengan melihat daya yang dibutuhkan (BHP), kemudian menyesuaikan daya mesin yang akan dipasang sesuai dengan

katalog mesin yang tesedia. Adapun rumus perhitungan Brake Horse Power dapat dilakukan sebagai berikut :

- EHP (*Effective Horse Power*)

  Effective Horse Power adalah daya yang dibutuhkan untuk menggerakan kapal sesuai kecepatan yang telah ditentukan.

  $$EHP = R_T \; x \; V_s$$

  Dimana:

  EHP = *Effective Horse Power* (kW)

  R_T = Hambatan total (kN)

  V_s = Kecepatan kapal (m/s)

- DHP (*Delivery Horse Power*)

  Delivery Horse Power adalah daya yang di serap oleh baling – baling kapal (propeller) guna menghasilkan Daya Dorong, atau dengan kata lain DHP merupakan daya yang di salurkan oleh motor penggerak ke baling – baling kapal yang kemudian dirubahnya menjadi gaya dorong kapal. Daya pada tabung poros baling - baling atau DHP dihitung dari perbandingan antara EHP dengan Koefisien Propulsif (ηD)

  $$DHP = EHP \; x \; \eta D$$

  Dimana:

  DHP = *Delivery Horse Power* (kW)

  ηD = Koefisien Propulsif (0,615)

- SHP (*Shaft Horse Power*)

  Shaft Horse Power adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (*stern tube*) dari sistem perporosan penggerak kapal, dengan *shaft efficiency* (ηS) bernilai 0,981 – 0,985.

  $$SHP = DHP \; x \; \eta S$$

- BHP (*Broke Horse Power*)

  Broke Horse Power adalah daya rem (*Brake Power*) atau daya yang diterima oleh poros transmisi sistem penggerak kapal, yang selanjutnya dioperasikan secara kontiyu untuk menggerakkan kapal pada kecepatan servisnya (Vs), dengan *Gear efficiency* (ηR) bernilai 0,98

  $$BHP = SHP \; x \; \eta R$$

Sementara itu penentuan kebutuhan power sebenarnya ditambahkan 10% dari BHP atau biasa disebut dengan BHP mcr.

$$BHP_{MCR} = \frac{BHP}{90\%}$$

2.12.5. Berat Kapal

Berat kapal terdiri dua komponen yaitu LWT (*Leight weight tonnage*) dan DWT (*Dead weight tonnage*).

- Komponen LWT kapal meliputi berat baja, berat permeseinan dan berat perlengkapan kapal. *Lightweight* merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat pelat, berat permesinan, dan berat perlengkapan kapal. Perhitungan berat pelat dilakukan dengan perkalian tebal pelat dan luas area menggunakan bantuan *software Maxsurf Modeler Advance* ataupun *Cad*. Perhitungan tebal pelat dalam penelitian ini menggunakan aturan yang berlaku dari BKI yaitu *Volume VII Rules For Small Vessel Up To 24 M 2013*. Perhitungan berat permesinan didapatkan dengan memastikan daya yang dibutuhkan kapal dan pemilihan mesin yang sesuai, sehingga berat permesinan dapat diperoleh. Sedangkan untuk perhitungan berat perlengkapan didapatkan dengan memastikan berat komponen-komponen terkait dan digabungkan.
- *Deadweight* merupakan berat mati kapal, yaitu berat dari jumlah penumpang dan kru, barang bawaan, bahan bakar, minyak lumas, dan air tawar, komponen DWT kapal terdiri dari berat penumpang dan barang bawaannya, berat crew kapal dan bawaannya, berat bahan bakar dan minyak pelumas, berat air tawar. Komponen berat DWT dapat dihitung secara langsung.

2.12.6. Tonassa Kapal

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

Untuk perhitungan dan pengecekan tonase kapal, digunakan referensi *"International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969".*

2.12.7. Freeboard Kapal

Lambung timbul (*freeboard*) merupakan salah satu jaminan keselamatan kapal selama melakukan perjalanan baik itu mengangkut muatan barang maupun penumpang. Secara sederhana pengertian lambung timbul adalah jarak tepi sisi geladak terhadap air yang diukur pada tengah kapal. Terdapat beberapa peraturan mengenai lambung timbul ini antara lain untuk kapal yang berlayar hanya diperairan Indonesia dapat mengacu rumusan PGMI (Peraturan Garis Muat Indonesia) tahun 1985. Selain itu, terdapat peraturan Internasional untuk lambung timbul yang dihasilkan dari konferensi Internasional yaitu ILLC (*International Load Line Convention*) tahun 1966 di kota London. Hasil dari konferensi ini ialah aturan lambung timbul minimum (*Freeboard standard*) sesuai dengan panjang dan jenis kapal. Peraturan ini juga dilengkapi dengan koreksi-koreksi penentuan freeboard dari nilai awal seperti koreksi panjang kapal, koefisien blok, tinggi kapal, bangunan atas, koreksi sheer, dan koreksi minimum *bow height*. Peraturan ini harus dipenuhi pada saat perencanaan kapal agar kapal mendapat pengakuan dari lembaga berwenang sekaligus mendapatkan ijin untuk beroperasi. Adapun langkah untuk menghitung freeboard berdasarkan load lines 1996 and protocol of 1998 sebagai berikut :

- Kapal Tipe A : tanker, LNG, carrier
  a. Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam curah
  b. Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang equivalent.
  c. Mempunyai premabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.
- Kapal tipe B : kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A

Freeboard standart yaitu freeboard yang tertera pada tabel strandart freeboard sesuai dengan tipe kapal.

2.12.8. Trim dan Stabilitas

Perhitungan trim merupakan syarat mutlak dalam desain sebuah kapal. Dalam hal ini, standar yang digunakan mengacu pada peraturan Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia. Untuk kapal non konvensi dengan $L \leq 45$ m, besar trim maksimum 0.3 m (Kementerian Perhubungan, Standar Kapal Non Konvensi Berbendera Indonesia Bab II, 2009). Selain besarnya trim, stabilitas kapal pun

dibatasi dalam persayaratan stabilitas. Pada Tugas Akhir ini dilakukan perhitungan stabilitas utuh (*intact stability*).

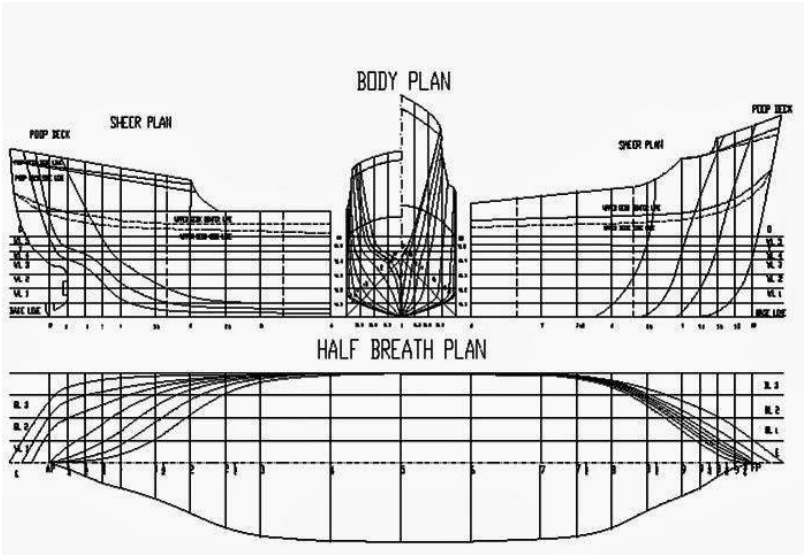
Definisi stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali pada kedudukan setimbang dalam kondisi air tenang ketika kapal mendapat gaya luar. Perhitungan stabilitas digunakan untuk mengetahui kemampuan kembalinya kapal pada kedudukan semula jika mendapat gaya luar.

Dalam hal ini, standar yang digunakan mengacu pada *Intact Stability* (IS) *Marine Guidance Note* (MGN) 280 Chapter 11 Section 3.7. Peraturan tersebut digunakan untuk kapal berukuran ≤ 24 m yang mengangkut penumpang, kargo, ataupun pilot boat. Berikut adalah kriteria-kriteria yang disyaratkan;

- Jika lengan GZ maksimum terjadi pada Θ = 15°, maka luas kurva di bawah lengan pengembali GZ ≥ 0.085 m.rad (4.870 m.deg). Jika lengan GZ maksimum terjadi pada Θ = 15-30○, maka luas kurva di bawah lengan pengembali GZ ≥ A = 0.055 + 0.002 (30-θ GZ Max) m.rad. Jika lengan GZ maksimum terjadi pada Θ = 30°, maka luas kurva di bawah lengan pengembali GZ ≥ 0.055 m.rad (3.151 m.deg).
- Luas kurva di bawah lengan pengembali GZ θ = 30° - 40° ≥ 0.03 m.rad (1.719 m.deg).
- Lengan pengembali GZ pada θ = 30° tidak boleh kurang dari 0.200 m.
- Lengan pengembali tidak boleh kurang dari 15°.
- Tinggi titik metacenter awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.35 m

2.12.9. Rencana Garis Kapal (*Line Plan*)

Pada proses desain kapal, lines plan adalah salah satu key plan yang sangat penting. Lines plan adalah gambar rencana bentuk lambung kapal. Gambar ini tersusun dari beberapa garis yang menggambarkan potongan lambung kapal secara memanjang, melintang dan horizontal. Dalam satu gambar lines plan terdiri dari 3 gambar, yaitu pandangan depan (*body plan*), pandangan samping (*sheer plan*) dan pandangan atas (*half breadth plan*).



Gambar 2-16 Contoh *Line Plan* Kapal

Lines plan merupakan suatu gambar desain kapal yang sangat penting, dimana dari gambar lines plan ini akan sangat berpengaruh terhadap gambar-gambar desain kapal lainnya seperti rencana umum (general arrangement), konstruksi profil (profil construction), konstruksi melintang (midship section), stabilitas (stability calculation) dan gambar-gambar lainnya. Yang lebih penting dari gambar lines plan ini adalah besarnya hambatan yang sangat bergantung pada bentuk lambung kapal. Dengan hambatan kapal yang kecil maka mesin kapal yang dibutuhkan juga akan semakin kecil, hal ini sangat sensitif dengan harga mesin yang akan dibeli serta biaya operasi selama kapal berlayar.

2.13. Peramalan

Peramalan (forecasting) adalah seni dan ilmu memprediksi peristiwa peristiwa masa depan. 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. Peramalan dikalompokkan menurut horison waktu masa depan yang mendasarinya 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

  Permalan jangka menengah biasanya berjangka tiga bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini sangat bermanfaat dalam perencanaan penjualan, perencanaan dan pengaggaran produksi, penggaran 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 dan penelitian serta pengembangan.

2.13.1. 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 ini 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 ditujukan para responden yang terpilih dan yang dituju. Sesuai kelompok yang memang diperkirakan akan menjadi sasaran pasar yang dituju oleh perusahaan.

Survey ini dilakukan untuk meramalkan variabel ekonomi yang memang berhubungan baik langsung maupun tidak langsung dengan permintaan konsumen atau pasar yang dituju. Variabel-variabel ekonomi yang disurvey ini misalnya variabel yang berhubungan dengan budget rumah tangga yang dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

2. Teknik Jejak 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

(subjektif) dari respondennya, sebaliknya teknik survey lebih bersifat objektif. Sebelum peluncuran produk baru, biasanya diadakan pre test dan jajak pendapat terhadap responden yang menjadi sampel.

Teknik pooling ini melibatkan berbagai media seperti media TV, telepon, koran, surat, SMS, email, atau internet untuk menyebarkan kuesioner atau daftar pertanyaan tentang berbagai informasi yang dibutuhkan perusahaan. Laporan atau pernyataan resmi dari suatu perusahaan atau pemerintah suatu negara dapat digunakan sebagai sumber data guna meramalkan kondisi ekonomi di masa yang akan datang, sekaligus dapat digunakan untuk membuat strategi bersaing dalam pasar bebas.

2.13.2. Peramalan Metode Kuantitatif

1. Teknik Deret Waktu

Metode Deret Waktu (Time Series) berhubungan dengan nilai-nilai suatu variabel yang diatur secara periodesasi sepanjang periode waktu dimana prakiraan permintaan diproyeksikan. Misalnya mingguan, bulanan, kwartalan, dan tahunan, tergantung keinginan dari pihak-pihak yang melakukan prakiraan permintaan ini.

Metode ini semata-mata mendasarkan diri pada data dan keadaan masa lampau. Jika keadaan di masa yang akan datang cukup stabil dalam arti tidakbanyak 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 terkadang dapat digambarkan 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:

$$\boldsymbol{Yt = a + bt}$$

Keterangan :

Yt = Data time series yang akan diperkirakan

t = Variabel waktu

a dan b = Konstata dan koefisien

2.14. Regresi

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

2.14.1. 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. Regresisi linier berganda dengan fungsi : Y = b0 + b1X1+.....+b pXp+e,

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

2.14.2. 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 pangkat 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 :

$Y = a + bX + cX^2$ (fungsi kuadaratik)

$Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ (fungsi kubik)

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

$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 + dX^4 + fX^5$ (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 :

   $1/Y = a + bX$ 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 ukuranutama kapal dan kapasitas kapal.

2.15. Metode Optimasi

Proses optimasi merupakan penerapan metode-metode ilmiah dalam masalah yang komplek dan suatu pengolahan sistem managen yang besar, baik menyangkut manusia, mesin, bahan dan uang dalam indutri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan. Pendekatan ini menggabungkan dan menerapkan metode ilmiah yang sangat komplek dalam suatu pengolahan mangemen dengan menggunakan faktor-faktor produksi yang ada dan digunakan secara efisien dan efektif untuk membantu pengambilan keputusan dalam kebijakan perusahaan. (Taha, 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 lan; 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, fun gsi atau persamaan dari suatu optimasi dapat dituliskan seperti berikut:

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

$Subject\ to$:

$$x_1 + x_2 \leq a$$

$$x_2 \leq b$$

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 memaksimalisasi 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. 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. Metodegrafik 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 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahap Pengerjaan

Prosedur dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

3.1.1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat adalah mengenai adanya kebijakan baru dalam pengiriman peti kemas dengan kapal RoRo, konsep bari yang dinamankan *Chassis RoRo*.

3.1.2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah distribusi, penyebrangan, lintasan penyebrangan, moda angkutan, metode optimasi, dan konsep *chassis roro*.

3.1.3. Tahap Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam proses pengerjaan tugas akhir, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini ke perusahaan pelayaran PT Dharma Lautan Utama di Semarang dan Sampit, dan PT Pelabuhan Indonesia III cabang Tanjung Emas Semarang. Data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan akan diolah lebih lanjut sehingga dapat digunkan untuk pembuatan model.

3.1.4. Identifikasi *Supply* dan *Demand*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi dari data permintaan penyeberangan (penumpang dan peti kemas) dari Jawa Tengah menuju Kalimantan Tengah dan sebaliknya. Identifikasi sarana dengan mengumpulkan data angkutan pengangkutan peti kemas di lintasan Semarang – Sampit dengan moda peti kemas dan kapal ferry roro. Sedangkan untuk prasarana yaitu karakterisitik dua pelabuhan Sampit dan

Tanjung Emas Semarang yang meliputi panjang dermaga, kedalaman dermaga dan kapasitas dermaga.

3.1.5. Tahap Analisi Proyeksi

Pada tahap ini dilakukan analisis proyek dari data history terhadap permintaan peti kemas dan penumpang yang kemungkinan terjadi kedepannya.

3.1.6. Tahap Perhitungan Biaya Angkut

Pada tahap ini dilakukan perhitungan biaya angkutan antara kapal Ferry dan kapal peti kemas sehingg dapat menjadi perbandingan unit biaya.

3.1.7. Tahap Pembuatan Model Optimisasi

Dalam penelitian ini dilakukan penentuan alternatif ukuran utuama kapal yang optimum untuk konsep *chassis RoRo*. Pada tahap pembuatan model optimisasi menggunakan metode optimisasi *Non Linear Programming* dengan hasil keluaran (*output*) berupa ukuran Lpp, B, H, T, dan GT dengan kriteria biaya minimal (*minimal total cost*) serta menghasilkan *unit cost* paling minimum. Dan pembuatan model alokasi penataan chassis pada kapal Ferry Ro-Ro, dengan hasil luaran titik kordinat posisi chassis pada deck kendaraan sehingga memerlukan ruang paling minimum.

3.1.8. Analisis dan Pembahasan

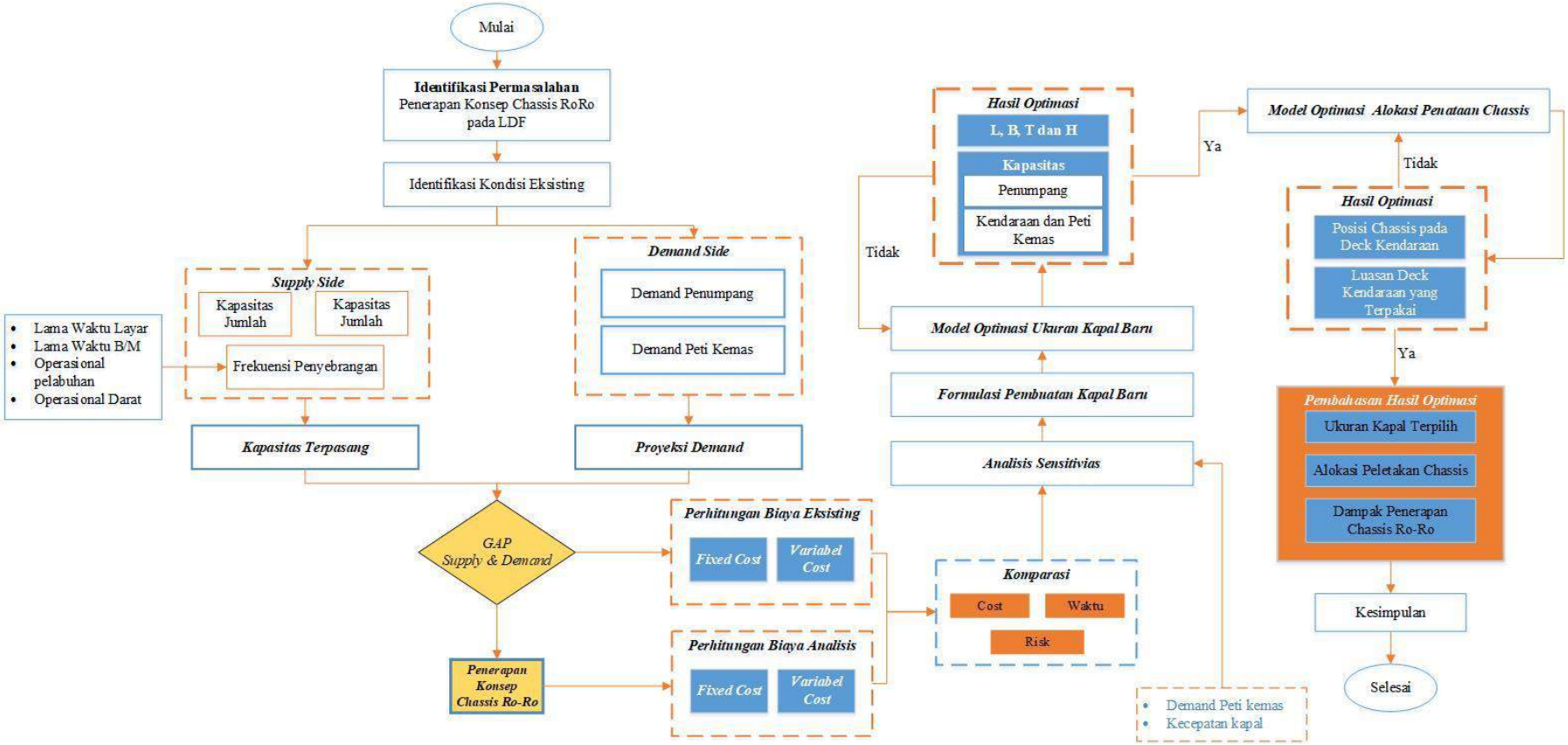
Pada tahap ini hasil dari perbandingan antar moda transportasi yang didapat akan dianalisis untuk mengetahui moda yang paling efesien untuk distribusi muatan ekspor Semarang – Pelabuhan Sampit. Serta menentukan ukuran utama kapal yang optimum untuk distribusi muatan ekspor peti kemas dengan konsep chassis RoRo berupa ukuran Lpp, B, H, T, GT dan titik koordinat posisi chassis pada deck kendaraan kapal dari Semarang – Sampit dan sebaliknya.

3.1.9. Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan terakhir ini dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang akan menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan juga penulisan saran dari pihak-pihak terkait sebagai suatu pertimbangan.

3.2. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3-1, sebagai berikut:



Gambar 3-1 Diagram alir penelitian

3.3. Model Matematis untuk Optimasi

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

3.3.1. Optimasi Ukuran Utama Baru

Untuk merencanakan pengiriman muatan, dibutuhkan perencanaan terhadap moda angkutan yang akan dipilih untuk melaksanaakan proses tersebut. Pada pendistribusiaan muatan ekspor impor peti kemas dari Semarang menuju Sampit, dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan moda angkutan yang terpilih sesuai dengan kretria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Dalam kasus masalah distribusi 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 darat (*door to door*) dari pabrik asal muatan ekspor menuju ke pelabuhan Tanjung Emas dan biaya transportasi laut yaitu dari pelabuhan Tanjung Emas menuju pelabuhan Sampit dibagi dengan muatan ekspor dari Semarang menuju Pelabuhan Sampit ditambah dengan muatan dari Pelabuhan Sampit menuju Pelabuhan Tanjung Emas. Berikut ini adalah model matematis yang digunakan pada penelitian ini.

1. **Sets**

   D = Demand

   Td = Sarat Dermaga

2. **Parameter**

   Ci = Biaya Transportasi (*Port to Port*) (Rupiah/TEUs)

   P = Muatan yang terangkut (SUP/tahun)

F	= Prekuensi pelayaran kapal	(kali/tahun)
C	= Kapasitas	(SUP)
Z	= *Minimum Cost*	(Rupiah/SUP)
Vr	= Volume Ruang Muat	(m^3)
Vr	= Volume Muatan	(m^3)
K	= Kriteria Ukuran Utama Kapal	
PSDu	= Kriteria Ukuran Utama Atas	
PSDd	= Kriteria Ukuran Utama Bawah	

3. Variabel Keputusan (*Decision Variable*)

L	= Panjang Kapal	(meter)
B	= Lebar Kapal	(meter)
H	= Tinggi Kapal	(meter)
Tk	= Sarat Kapal	(meter)

4. Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Minimum

$$\min Z = \frac{Ci}{F.P} \quad (1)$$

Fungsi (1) adalah unit biaya (*unit cost*) dalam pengangkutan peti kemas yang harus diminimasi. Biaya tersebut didapat dari biaya total transportasi (*Ci*) dibagi dengan total muatan yang diangkut (*P*).

5. Batasan (*Constraint*)

$$F.P \geq D \quad (2)$$

$$Tk < Td \quad (3)$$

$$Vm < Vr \quad (4)$$

$$PSDd < K < PSDu \quad (5)$$

$$L, B, H, T \geq L_{min}, B_{min}, H_{min}, T_{min} \quad (6)$$

$$L, B, H, T \leq L_{max}, B_{max}, H_{max}, T_{max} \quad (7)$$

$$St \geq IMO \quad (8)$$

Batasan (2) adalah untuk memastikan bahwa demand yang dibutuhkan dilokasi tujan terpenuhi. Batasan (3) memastikan sarat kapal terpenuhuhi untuk di dermaga asal dan dermaga tujuan. Batasan (4) memastikan volume ruang muat mencukupi volume muatan. Batasan (5) memastikan kriteria ukuran utama kapal memenuhui batasan kriteria ukuran utama atas dan bawah. Batasan (6) dan (7) menunjukan batasan untuk ukuran utama kapal. Sedangkan batasan (8) memastikan stabilitas kapal memenuhi kriteria IMO.

Penjelasan lebih lanjut terkait batasan akan dibahas pada BAB 5

3.3.2. Optimasi Alokasi Peletakan Chassis

Setelah melakukan optimasi pada ukuran baru kapal yang direncanakan, kemudian didapat ukura deck kendaraan, terkait perencanaan alokasi penataan chassis pada deck kendaraan kapal dan situasi perencanaan objek penelitian, pada bab ini akan dijelaskan model matematis yang digunakan untuk perencanaan alokasi penataan chassis. Berikut dipaparkan lima hal yang dibutuhkan dalam optimasi penelitian:

1. **Sets**

   N = Jumlah Chassis

2. **Parameter**

   L_D : Panjang deck kendaraan;

   B_D : Lebar deck kendaraan;

   t_i : Lebar chassis $i \in N$ (termasuk jarak aman);

   l_i : Panjang chassis $i \in N$ (termasuk jarak aman);

3. **Variabel Keputusan (*Decision Variable*)**

b_i : Posisi titik chassis pada sumbu X $i \in N$;

p_i : Posisi titik pada sumbu Y $i \in N$;

σ_{ij} : variabel biner terhadap panjang deck. Bernilai 1 jika chassis $j \in N$ berada tepat di sebelah kanan (Sumbu X) dari chassis $i \in N$ (tidak beririsan) yang ada pada diagram perencanaan. Sebaliknya, bernilai 0 jika beririsan secara panjang deck (Sumbu X);

θ_{ij} : variabel biner terhadap lebar deck. Bernilai 1 jika chassis $j \in N$ berada tepat di sebelah atas (Sumbu Y) dari chassis $i \in N$ (tidak beririsan) yang ada pada diagram perencanaan. Sebaliknya, bernilai 0 jika beririsan secara posisi lebar (Sumbu Y);

4. **Fungsi Tujuan (*Objective Function*)**

Minimum

$$\sum_{i \in N}\big((b_i + l_i) + (p_i + t_i)\big) \qquad (1)$$

Fungsi (1) adalah total luasan deck kendaraan yag digunakan pada kapal yang harus diminimasi. Luasan tersebut didapat dari menjumlahkan posisi awal chassis (b_i dan p_i) dengan panjang (l_i) dan lebar chassis (t_i)

5. **Batasan (*Constraint*)**

$$b_j - b_i - t_i - (\sigma_{ij} - 1)L_D \geq 0 \qquad \forall i, j \in N, i \neq j \qquad (2)$$

$$p_j - p_i - l_i - (\Theta_{ij} - 1)B_D \geq 0 \qquad \forall i, j \in N, i \neq j \qquad (3)$$

$$\sigma_{ij} + \sigma_{ji} \geq 1 \qquad \forall i, j \in N, i \neq j \qquad (4)$$

$$b_i \leq (L_D - l_i) \qquad \forall i \in N \qquad (5)$$

$$p_i \leq (B_D - t_i) \qquad \forall i \in N \qquad (6)$$

$$\sigma_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i, j \in N \qquad (7)$$

$$\theta_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i, j \in N \qquad (8)$$

Batasan (2) adalah untuk memastikan tidak ada chassis yang beririsan secara panjang deck dalam diagram perencanaan, Batasan (3) memastikan tidak ada chassis yang beririsan secara lebar deck dalam diagram perencanaan. Sedangkan batasan (4) membutuhkan setidaknya nilai 1 pada penjumlahan variabel-variabel tersebut, untuk memastikan tidak ada yang saling beririsan antar chassis pada sumbu X dan sumbu Y pada diagram perencanaan.

Batasan (5) memastikan pada model bahwa posisi awal panjang chassis (b_i) adalah pengurangan panjang deck perencanaan dengan panjang chassis $(L_D - l_i)$. Batasan (6) memastikan pada model bahwa posisi awal lebar chassis (p_i) adalah pengurangan lebar deck perencanaan dengan lebar chassis $(B_D - t_i)$. Sedangkan batasan (8) dan (9) menerangkan bahwa σ_{ij} dan θ_{ij} adalah batasan biner.

Penjelasan lanjut terkait batasan akan dibahas kemudian pada BAB 5

BAB 4
GAMBARAN UMUM

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

4.1. Provinsi Jawa Tengah

Provinsi Jawa Tengah secara geografis terletak pada koordinat 8º 30' - 5º 40' LS dan 108º 30' - 111º 30' BT dengan luasan wilayah sebesar 32. 544,12 km2. Wilayah Provinsi Jawa Tengah meliputi wilayah Jawa Tengah yang berada di pulau jawa dan kepulauan lepas pantai yaitu Kepulauan Karimun Jawa yang berada di utara Jawa Tengah dan Nusakambangan di barat daya Jawa Tengah. Jawa Tengah memiliki wilayah pesisir selatan dan wilayah pesisir utara. Jarak terjauh Jawa Tengah dari Barat ke Timur adalah 263 Km dan dari Utara ke Selatan 226 Km (tidak termasuk Pulau Karimunjawa). Total panjang Garis pantai Jawa Tengah sebesar 791,76 km, dengan panjang garis pantai utara 289,07 km dan 289,07 km garis pantai selatan.

Gambar 4-1 Letak Administrasi Provinsi Jawa Tengah

Sumber : (google, 2018)

Secara administratif wilayah Provinsi Jawa Tengah berbatasan Laut Jawa pada sebelah utara, Provinsi Jawa Timur di sebelah timur, Samudra Hindia & Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta di sebelah selatan, dan Provinsi Jawa Barat di bagian barat.

4.1.1. Perekonomian Jawa Tengah

Menurut badan pusat statistika provinsi Jawa Tengah, Angka PDRB Jawa Tengah atas dasar harga berlaku (ADHB) selama kurun waktu tiga tahun terakhir adalah masing-masing 764.959.151 juta rupiah (2014), 806.775.362 juta rupiah (2015) dan 849.383.565 juta rupiah (2016). Sementara, angka PDRB Jawa Tengah atas dasar harga konstan (ADHK) selama kurun waktu tiga tahun terakhir masing-masing 922.471.181 juta rupiah (2014), 1.011.850.969 juta rupiah (2015) dan 1.092.030.920 juta rupiah (2016), seperti yang dijelaskan pada Tabel 4-1 dan Tabel 4-2.

Tabel 4-1 PDRB Jawa Tengah Atas Dasar Harga Berlaku (M-Rp)

LAPANGAN USAHA	Tahun			
	2013	2014	2015	2016
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	108.832,11	107.793,38	113.826,30	116.250,93
Pertambangan dan Penggalian	14.594,16	15.566,65	16.040,77	19.044,53
Industri Pengolahan	254.694,12	271.526,77	284.575,77	296.227,40
Pengadaan Listrik dan Gas	813,61	866,49	887,58	954,81
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	549,04	567,98	577,26	589,81
Konstruksi	73.465,92	76.681,88	81.286,11	86.875,27
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	105.825,31	110.899,19	115.299,09	121.181,12
Transportasi dan Pergudangan	22.760,15	24.868,28	26.807,88	28.592,17
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	21.812,57	23.471,64	25.064,28	26.668,74
Informasi dan Komunikasi	26.663,58	30.130,16	33.001,27	35.742,56
Jasa Keuangan dan Asuransi	19.311,46	20.106,85	21.719,20	23.820,51
Real Estate	12.853,22	13.776,86	14.822,30	15.829,48
Jasa Perusahaan	2.340,12	2.526,62	2.741,14	3.032,33
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	20.912,83	21.075,65	22.194,70	22.720,44
Jasa Pendidikan	24.930,59	7.266,22	29.324,08	31.563,64
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	5.312,61	5.916,71	6.307,62	6.929,50
Jasa lainnya	10.983,73	11.917,82	12.300,03	13.360,35
PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO	**726.655,12**	**744.959,15**	**806.775,36**	**849.383,57**

Sumber : Jawa Tengah dalam angka, 2017

Tabel 4-2 PDRB Jawa Tengah Atas Dasar Harga Konstan 2012 (M-Rp)

LAPANGAN USAHA	Tahun			
	2013	2014	2015	2016
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	131.450,71	140.435,09	157.201,72	164.362,13
Pertambangan dan Penggalian	16.069,72	19.653,82	22.930,22	26.887,09
Industri Pengolahan	292.260,73	329.025,31	355.520,04	380.224,40
Pengadaan Listrik dan Gas	768,19	842,92	906,76	1.049,55
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	567,12	601,33	632,70	660,50
Konstruksi	83.050,23	93.449,79	103.406,45	112.256,14
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	115.983,88	124.942,79	134.953,30	146.221,63
Transportasi dan Pergudangan	23.658,24	27.668,16	31.820,37	33.958,40
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	24.487,54	27.787,79	30.968,36	34.778,50
Informasi dan Komunikasi	25.807,43	28.403,00	30.511,26	33.075,35
Jasa Keuangan dan Asuransi	23.426,20	25.534,86	28.846,47	32.596,00
Real Estate	13.319,14	15.037,14	16.749,47	18.172,33
Jasa Perusahaan	2.701,39	3.018,35	3.448,32	3.957,05
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	24.638,14	26.406,08	28.925,63	31.233,11
Jasa Pendidikan	33.525,59	38.446,23	41.989,36	46.622,92
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	6.489,26	7.537,88	8.404,01	9.317,20
Jasa lainnya	11.812,51	13.680,63	14.636,52	16.658,65
PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO	**830.016,02**	**922.471,18**	**1.011.850,97**	**1.092.030,92**

Sumber : Jawa Tengah dalam angka, 2017

Peranan sektoral terhadap pembentukan PDRB atas dasar harga berlaku pada tahun 2016, terbesar pada sektor industri pengolahan 34,9%, diikuti sektor perdagangan besar eceran, reparasi mobil dan sepeda motor sebesar 14,3% , kemudian di posisi ketiga sektor pembentuk PDRB adalah sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan 13,7% persen. Sedangkan peranan terkecil adalah sektor pengadaan air, pengelolaan sampah, limbah dan daur ulang yaitu sebesar 0,11% persen.

4.1.2. Pelabuhan Tanjung Emas

Provinsi Jawa Tengah memiliki 13 pelabuhan, yang terdiri dari Pelabuhan Umum dan Penyeberangan. Berdasarkan hierarki, pelabuhan di Jawa Tengah dibagi menjadi 4 (empat) kelompok, yaitu Pelabuhan Utama, Pelabuhan

Pengumpul, Pelabuhan Pengumpan Regional, dan Pelabuhan Pengumpan lokal. Pelabuhan Utama di Jawa Tengah adalah Pelabuhan Tanjung Emas.

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan yang terletak pada pesisir pantai utara Pulau Jawa bagian tengah yang secara administratif termasuk dalam wilayah Provinsi Jawa Tengah dan berjarak ±7 Km (jalan darat) dari Kota Semarang yang merupakan ibukota provinsi. Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan yang melayani kebutuhan transportasi laut dan turut mendukung pengembangan fungsi Kota Semarang sebagai Pusat Kegiatan Nasional (PKN), khususnya Kota Semarang dan wilayah Kabupaten di Jawa Tengah. Pelabuhan Tanjung Emas berlokasi di Kelurahan Tanjung Mas, Kecamatan Semarang Utara. Lokasi Pelabuhan Tanjung Emas dalam Peta Wilayah Provinsi Jawa Tengah dapat dilihat pada

Gambar 4-2 Lokasi Pelabuhan Tanjung Emas

Sumber : Google, 2018 (diolah)

Fasilitas eksisting pelabuhan terdiri dari fasilitas peruntukan wilayah daratan dan peruntukan wilayah perairan, dimana kedua fasilitas tersebut dibagi menjadi fasilitas pokok dan fasilitas penunjang yang pembagiannya berdasarkan kepentingan terhadap kegiatan pelabuhan. Fasilitas pokok pelabuhan terdiri dari alur pelayaran, penahan gelombang (*breakwater*), kolam pelabuhan, dan dermaga. Sedangkan fasilitas penunjang pelabuhan diantaranya adalah alat bongkar muat, gudang, lapangan penumpukan, terminal, dan jalan.

Tabel 4-3 Dermaga Pelabuhan Tanjung Emas

No	Nama Dermaga	Ukuran Dermaga (m)		Kedalaman Kolam (mLWS)
		Panjang	Lebar	
1	Dermaga Samudera	575	25	-10
2	Dermaga Nusantara	490	20	-7
3	Dermaga Pelabuhan Dalam Baru 1	285	25	-5
4	Dermaga Pelabuhan Dalam Baru 2	244	30	-5
5	Dermaga Pelabuhan Dalam Multipurpose	198	16	-6
6	Dermaga CPO	20	5	-3
7	Dermaga Curah Cair	16	8	-8
8	Dermaga TPKS	600	25	-10

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa Pelabuhan Tanjung Emas mempunyai 8 dermaga, dengan dermaga Samudera dan dermaga TPKS yang merupakan dermaga terbesar dengan panjang masing-masing 575 meter dan 600 meter, serta lebar dan kedalaman yang sama yaitu lebar 25 meter dan kedalaman 10 meter. Selain dermaga, pelabuhan Tanjung Emas juga mempunyai fasilitas alur pelayaran seperti pada

Tabel 4-4 Alur Pelayaran Pelabuhan Tanjung Emas

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Panjang Alur	Nm	2,5
2	Lebar Alur	meter	100
3	Kedalaman Alur	mLWS	-10

Sumber : Operasional Pelindo III Cabang Tanjung Emas

Tabel 4-4 menunjukan fasilitas alur pelayaran Pelabuhan Tanjung Emas dengan panjang alur 2,5 mil laut (nautical mile), lebar alur 100 meter, dan kedalaman alur 10 meter. Kemudian fasilitas lain seperti alat bongkar muat tercantum pada Tabel 4-5

Tabel 4-5 Peralatan Bongkar Muat Pelabuhan Tanjung Emas

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
Terminal Multipurpose			
1	Luffing Crane	Unit	2
2	Spreader	Unit	1
3	Wheel Loader	Unit	1
4	Excavator	Unit	2

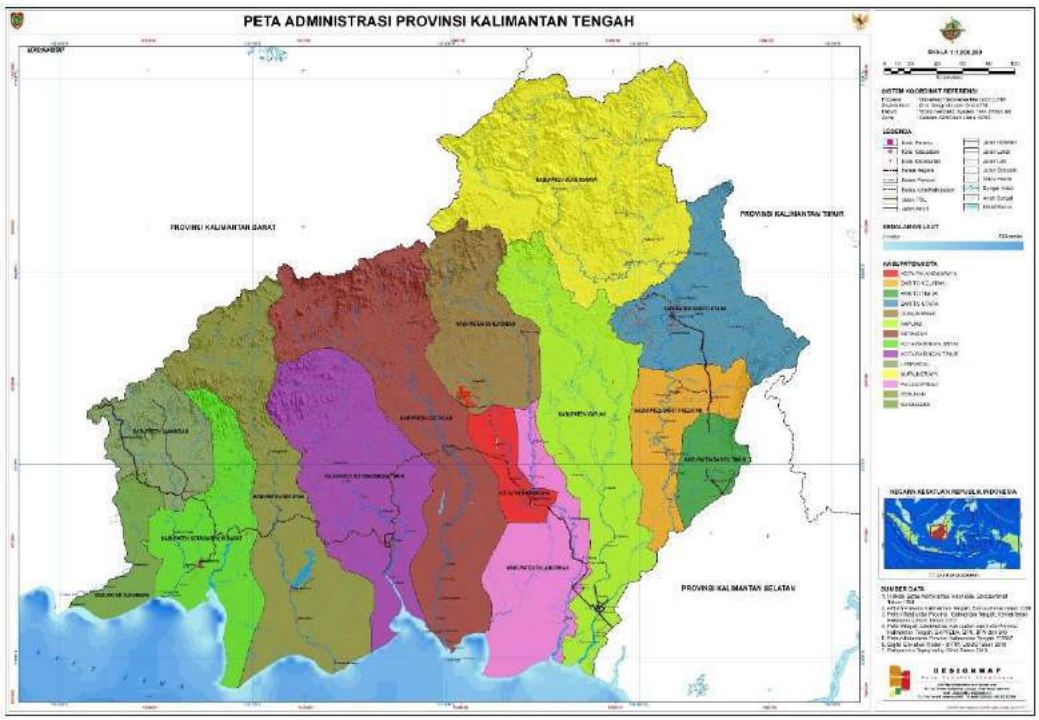
No.	Uraian	Satuan	Jumlah
5	Forklift	Unit	3
6	Timbangan	Unit	2
7	Grab	Unit	2
8	Hopper	Unit	2
9	Ramp Door	Unit	1
10	Peralatan Pemadam Kebakaran	Unit	1
11	Pipa (Curah Cair)	M'	293
Terminal Peti Kemas			
1	Head Truk	Unit	39
2	Top Loader	Unit	1
3	Chassis	Unit	39
4	Empty Handler	Unit	1
5	Side Loader	Unit	2
6	Rubber Tyred Gantry	Unit	12
7	Automatic Rubber Tyred Gantry	Unit	11
8	Reach Stacker	Unit	3
9	Electrical Forklift	Unit	7
10	Diesel Forklift	Unit	1
11	Container Crane	Unit	7

Sumber : Operasional Pelindo III Cabang Tanjung Emas

Fasilitas alat bongkar muat pelabuhan Tanjung Emas dibagi menjadi 2 dermaga besar, yaitu dermaga multipurpose dan dermaga TPKS atau peti kemas.peralatan yang terdapat pada dermaga multipurpose berupa *luffing crane*, spreader, *wheel loader*, *excavator*, *forklift*, timbangan, grab, *hopper*, pintu rampa, peralatan pemadam kebakaran serta pipa curah cair sepanjang 293 meter. Sedangkan peralatan yang ada di dermaga TPKS hanya penunjang bongkar muat peti kemas saja, seperti *head truck* dan chassis, *side handler*, *empty loader*, RTG, *reach stacker*, *forklift*, dan *container crane*.

4.2. Provinsi Kalimantan Tengah

Secara Geografis Provinsi Kalimantan Tengah terletak antara 0º45' Lintang Utara dan 3º30' Lintang Selatan dan 110º45' −115º51' Bujur Timur. Kalimantan tengah merupakan provinsi dengan luas wilayah terluas kedua di Indonesia setelah Provinsi Papua. Luas wilayah Kalimantan Tengah adalah 153.564 km2 atau 8,04 persen dari luas Indonesia, dengan jumlah penduduk menurut Sensus Penduduk tahun 2010 sebesar 2.212.089 jiwa dan kepadatan penduduk hanya 17 jiwa / km^2 Wilayah administrasinya dibagi menjadi tiga belas kabupaten dan satu kota.



Gambar 4-3 Letak Administrasi Provinsi Kalimantan Tengah

Sumber : Google, 2018

Provinsi Kalimantan Tengah Bagian utara berbatasan dengan Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur, bagian timur berbatasan dengan Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan, bagian selatan berbatasan dengan Laut Jawa, dan bagian barat berbatasan dengan Kalimantan Barat.

4.2.1. Perekonomian Kalimantan Tengah

Menurut badan pusat statistika provinsi Kalimantan Tengah, Angka PDRB Kalimantan Tengah atas dasar harga berlaku (ADHB) selama kurun waktu tiga tahun terakhir adalah masing-masing 89.889,9 miliar rupiah (2014), 100.217,7

miliar rupiah (2015) dan 12.441,3 miliar rupiah (2016). Sementara, angka PDRB Jawa Tengah atas dasar harga konstan (ADHK) selama kurun waktu tiga tahun terakhir masing-masing 73.724,5 miliar rupiah (2014), 78.890,9 miliar rupiah (2015) dan 83.909,6 miliar rupiah (2016), seperti yang dijelaskan pada Tabel 4-6 dan Tabel 4-7. Seperti pada Tabel 4-6

Tabel 4-6 PDRB Kalimantan Tengah Atas Dasar Harga Berlaku (M-Rp)

LAPANGAN USAHA	Tahun			
	2013	2014	2015	2016
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	18.568,9	21.181,4	23.047,5	24.665,4
Pertambangan dan Penggalian	15.410,4	11.830,1	10.855,4	12.165,2
Industri Pengolahan	11.216,1	14.308,1	16.120,1	18.359,1
Pengadaan Listrik dan Gas	31,7	41,6	72,9	82,4
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	66,3	84,8	96,0	104,6
Konstruksi	6.475,1	7.716,7	9.226,6	10.873,4
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	8.229,8	10.164,3	11.632,3	13.133,1
Transportasi dan Pergudangan	4.867,1	5.472,7	6.717,4	7.749,3
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	1.425,2	1.580,3	1.875,4	2.192,0
Informasi dan Komunikasi	795,3	926,1	1.015,9	1.096,8
Jasa Keuangan dan Asuransi	2.665,4	2.988,8	3.251,3	3.627,8
Real Estate	1.580,7	1.806,8	2.161,8	2.441,5
Jasa Perusahaan	29,8	33,9	38,4	42,5
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	4.893,9	5.317,1	6.410,0	7.018,6
Jasa Pendidikan	3.611,0	3.963,4	4.763,8	5.512,2
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	1.300,7	1.587,2	1.896,5	2.190,7
Jasa lainnya	789,7	886,6	1.036,4	1.186,7
PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO	**81.957,1**	**89.889,9**	**100.217,7**	**112.441,3**

Sumber : Kalimantan Tengah dalam angka, 2017

Peranan sektoral terhadap pembentukan PDRB atas dasar harga berlaku pada tahun 2016, terbesar pada sektor industri pertanian sebesar 20,95%, diikuti sektor pertambangan sebesar 16,21%, kemudian di posisi ketiga sektor pembentuk PDRB adalah sektor industri pengelohan sebesar 15,34%. Sedangkan peranan terkecil adalah sektor jasa perusahaan sebesar 0,04%.

Tabel 4-7 PDRB Kalimantan Tengah Atas Dasar Harga Konstan 2010 (M-Rp)

LAPANGAN USAHA	Tahun			
	2013	2014	2015	2016
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	15.028,4	16.080,2	16.940,5	17.579,7
Pertambangan dan Penggalian	12.819,0	12.421,5	12.654,6	13.605,3
Industri Pengolahan	10.011,8	11.244,0	11.973,9	12.869,1
Pengadaan Listrik dan Gas	38,3	47,4	61,9	68,3
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	60,3	63,0	65,1	67,2
Konstruksi	5.667,1	6.252,7	6.897,5	7.397,0
Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	7.404,7	7.978,7	8.639,0	9.216,1
Transportasi dan Pergudangan	4.130,9	4.223,9	4.793,4	5.302,7
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	1.125,4	1.217,8	1.318,6	1.428,5
Informasi dan Komunikasi	794,9	890,9	937,5	996,0
Jasa Keuangan dan Asuransi	2.295,9	2.438,7	2.492,0	2.678,8
Real Estate	1.375,7	1.473,5	1.599,6	1.696,6
Jasa Perusahaan	25,7	26,9	29,0	30,8
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	3.925,1	4.241,9	4.872,8	5.018,5
Jasa Pendidikan	2.906,1	3.162,1	3.478,6	3.693,8
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	1.155,5	1.257,9	1.380,3	1.452,8
Jasa lainnya	646,2	703,4	756,6	808,4
PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO	**69.411,0**	**73.724,5**	**78.890,9**	**83.909,6**

Sumber : Kalimantan Tengah dalam angka, 2017

4.2.2. Pelabuhan Sampit

Menurut KP No 432 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Pelabuhan Nasional, Provinsi Kalimantan Tengah mempunyai 13 pelabuhan yang terdiri dari 6 pelabuhan pengumpul, 5 pelabuhan pengumpan regional dan 2 pelabuhan pengumpan lokal. Berdasarkan hierarki tersebut Pelabuhan Sampit merupakan Pelabuhan pengumpul.

Pelabuhan Sampit merupakan pelabuhan yang terletak di sungai utara Pulau kalimantan bagian tengah yang secara administratif termasuk dalam wilayah Provinsi Kalimantan Tengah dan berada di Kabupaten Kotawaringin Timur. Pelabuhan Sampit merupakan pelabuhan yang melayani kebutuhan transportasi laut dan turut mendukung pengembangan fungsi Kota Sampit sebagai

Pusat Kegiatan Nasional (PKN), khususnya Kota Sampit dan wilayah Kabupaten di Kotawaringin Timur. Pelabuhan Sampit berlokasi di Kecamatan Baamang, Sampit. Lokasi Pelabuhan Sampit dalam Peta Wilayah Provinsi Kalimantan Tengah dapat dilihat pada

Gambar 4-4 Lokasi Pelabuhan Sampit

Sumber : Google, 2018 (diolah)

Fasilitas eksisting pelabuhan terdiri dari fasilitas peruntukan wilayah daratan dan peruntukan wilayah perairan, dimana kedua fasilitas tersebut dibagi menjadi fasilitas pokok dan fasilitas penunjang yang pembagiannya berdasarkan kepentingan terhadap kegiatan pelabuhan. Fasilitas pokok pelabuhan terdiri dari alur pelayaran, kolam pelabuhan, dan dermaga. Sedangkan fasilitas penunjang pelabuhan diantaranya adalah alat bongkar muat, gudang, lapangan penumpukan, terminal, dan jalan.

Tabel 4-8 Dermaga Pelabuhan Sampit

No	Nama Dermaga	Ukuran Dermaga (m)		Kedalaman Kolam (mLWS)
		Panjang	Lebar	
1	Dermaga Sampit	575	10	-5,5
2	Dermaga Multipurpose 1 Bagendang	120	25	-6,5
3	Dermaga Multipurpose 2 Bagendang	120	25	-6,5
4	Dermaga CPO 1 Bagendang	198	16	-6,5
5	Dermaga CPO 1 Bagendang	141,5	5	-6,5

Sumber : Operasional Pelindo III Cabang Sampit

Dari tabel diatas menunjukan bahwa Pelabuhan Sampit mempunyai 5 dermaga dengan dermaga terpanjang adalah dermaga Sampit dengan panjang 575 meter dan lebar 10 meter serta kedalman 5,5 meter. Selain dermaga terdapat jugas fasilitas alur pelayaran untuk menunjang operasional Pelabuhan Sampit

Tabel 4-9 Alur Pelayaran Pelabuhan Sampit

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Panjang Alur	Nm	42
2	Kedalaman Alur	mLWS	-6

Sumber : Operasional Pelindo III Cabang Sampit

Dari tabel diatas menejelaskan bahwa Pelabuhan Sampit mempunyai alur pelayaran dengan panjang 42 mil laut dan kedalaman 6 meter. Terdapat juga fasilitas penunjang bongkar muat di Pelabuhan Sampit seperti pada Tabel 4-10

Tabel 4-10 Peralatan Bongkar Muat Pelabuhan Sampit

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1	Container Crane	Unit	2
2	Mobile Crane	Unit	1
3	Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)	Unit	2
4	Reach Stacker	Unit	1
5	Forklift	Unit	2
6	Head Truk	Unit	6
7	Chassis	Unit	6
8	Lapangan Penumpukan	Ha	2,45
9	Gudang	M^2	2.616

Sumber : Operasional Pelindo III Cabang Sampit

Dari Tabel 4-10 diatas menunjukan peralatan yang terdapat pada pelabuhan sampit saat ini diantaranya container crane (CC) sebanyak 2 unit, mobile crane 1 unit, RTG sebanyak 2 unit, reach stacker 1 unit, forklift 2 unit, serta head truck dan chassis masing-masing 6 unit, juga terdapat lapangan penumpukan seluas 2,45 Ha dan gudang dengan luas 2.616 m^2.

4.3. Armada Kapal

Kapal saat ini yang melayani rute Semarang menuju Sampit ada dua jenis yaitu kapal ferry roro untuk penumpang, kendaran dan barang. Sedangkan untuk peti kemas dilayani oleh kapal peti kemas. Berikut adalah data kapal dari Perusahaan Pelayaran Nasional yang melayani rute dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju Pelabuhan Sampit.

Tabel 4-11 Kapal Penumpang yang Melayani Pelabuhan Tanjung Emas

No.	Nama Kapal	Loa (m)	GT	Rute
1	KM Dharma Ferry II	65,30	2.670	Tanjung Emas - Kumai
2	KM Kirana I	69,65	2.326	Tanjung Emas - Sampit
3	KM Kelimutu	99,80	6.022	Tanjung Emas - Kumai
4	KM Kelimutu	99,80	6.022	Tanjung Emas - Sampit
5	KM Kelimutu	99,80	6.022	Tanjung Emas - Sampit - Tanjung Perak

Sumber : Pelindo III cabang Tanjung Emas, 2018

Pada Tabel 4-11 menunjukan kapal ferry roro yang dilayani Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, diantaranya KM Dharma Ferry II dengan tujuan Pelabuhan Kumai, KM Kirana I tujuan Pelabuhan Sampit, serta KM Kelimutu dengan Rute Tanjung Emas – Sampit – Tanjung Emas – Kumai – Tanjung Emas – Sampit – Tanjung Perak.

Tabel 4-12 Kapal Peti kemas yang Melayani Pelabuhan Sampit

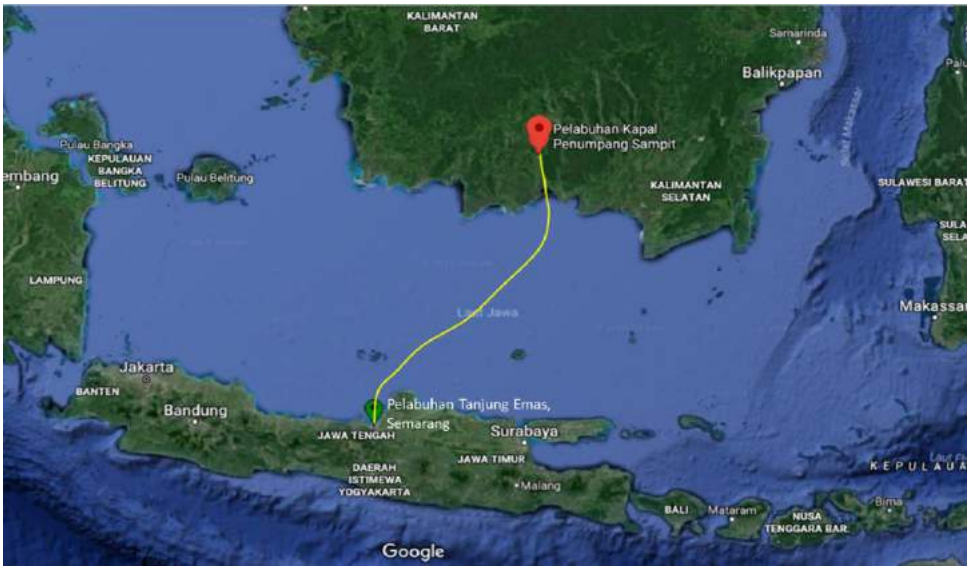
No.	Nama Kapal	Loa (m)	GT	Rute
1	KM Gulf Mas	144,00	8.647	Surabaya - Sampit
2	KM Bahar Mas	113,10	5.065	Sampit - Surabaya
3	KM Meratus Borneo	106,68	3.580	Semarang - Surabaya - Sampit
4	KM Meratus Bontang	106,68	3.668	Semarang - Surabaya - Sampit

Sumber : Pelindo III cabang Sampit, 2018

Pada Tabel 4-12 terdapat beberapa kapal peti kemas yang melayani rute Surabaya – Sampit yang dianatanya membawa muatan dari Semarang menuju Sampit, yaitu KM Gulf Mas rute dan KM Bahar Mas rute Surabaya – Sampit, serta KM Meratus Bontang dan KM Meratus Borneo dengan rute Senarang – Surabaya – Sampit.

4.4. Lintasan Semarang – Sampit

Rute angkutan penyeberangan di lintasan Jawa Kalimantan merupakan salah satu sektor transportasi terpenting di Indonesia yang menghubungkan dua pulau besar. Lintasan Semarang - Sampit merupakan lintasan yang menghubungkan pulau Jawa tepatnya Kota Semarang yaitu Pelabuhan Tanjung Emas dengan pulau Kalimantan tepatnya Kabupaten Kotawaringin Timur yaitu Pelabuhan Sampit. Untuk melalui rute tersebut, moda transportasi yang digunakan adalah moda transportasi laut yaitu kapal petikeas, kapal perintis, dan kapal Ferry Ro-Ro.



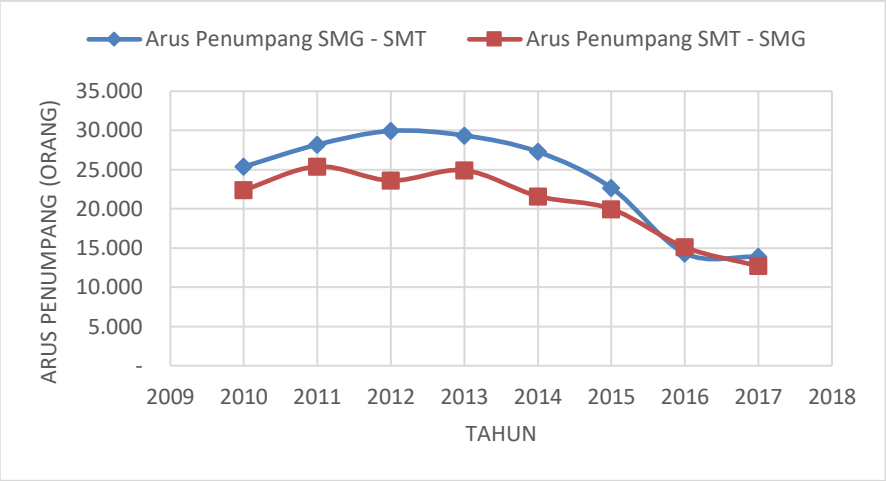
Gambar 4-5 Lintasan Semarang – Sampit

Sumber : Google, 2018 (diolah)

Jarak antara Pelabuhan Tanjung Emas dan Pelabuhan Sampit adalah 345,3 mil laut atau 639,5 kilometer. Waktu berlayar kapal ferry roro ditempuh selama 35 jam dengan kecepatan rata-rata kapal 10 knot.

4.4.1. Arus Penumpang

Pada dasarnya arus penumpang tahun 2010 sampai 2017 dari Semarang menuju Sampit maupun sebaliknya cenderung meningkat meskipun tidak setiap tahun mengalami peningkatan. Seperti terlihat pada Gambar 4-6



Gambar 4-6 Grafik Arus Penumpang Tahun 2010 – 2017

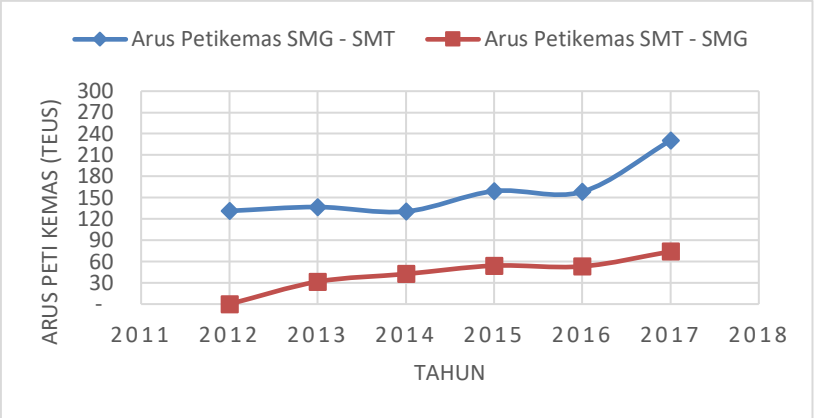
Gambar 4-6 menunjukkan permintaan penumpang penyeberangan dari Semarang menuju sampit dan sebaliknya selama rentang waktu 2010 hingga 2017, untuk arus dari Semarang menuju Sampit pada tahun 2011 mengalami kenaikan sebesar 11,07 % dan dan mengalami penurunan yang signifikat pada tahun 2016 sebesar 36.78 %. sedangkan arus Sampit menuju Semarang mengalami kenaikan pada tahun 2012 sebesar 13,33 % dan mengalami penurunan pada tahun 2016 sebesar 24,39 %. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4-13

Tabel 4-13 Arus Penumpang Tahun 2010 – 2017

Tahun	Penumpang	
	SMG - SMT	SMT - SMG
	orang	orang
2010	25.372	22.401
2011	28.181	25.386
2012	29.931	23.598
2013	29.347	24.907
2014	27.267	21.608
2015	22.666	19.977
2016	14.330	15.104
2017	13.891	12.709

4.4.2. Arus Peti kemas

Arus penumpang tahun 2010 sampai 2017 dari Semarang menuju Sampit maupun sebaliknya cenderung meningkat meskipun tidak setiap tahun mengalami peningkatan. Seperti terlihat pada Gambar 4-7



Gambar 4-7 Grafik Arus Peti kemas Tahun 2012-2017

Gambar 4-7 menunjukkan arus peti kemas untung pengiriman dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju Pelabuhan Sampit dan sebaliknya selama rentang waktu 2012 hingga 2017 rata-rata mengalami kenaikan, untuk arus dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju Pelabuhan Sampit mengalami kenaikan terbesar pada tahun 2017 sebesar 45,46%, mengalami penurunan pada tahun 2014 sebesar 4,59% dan rata-rata kenaikanya sebesar 13,34 %. Sedangkan arus dari Pelabuhan Sampit menuju Pelabuhan Tanjung Emas mengalami kenaikan terbesar pada tahun 2017 sebesar 39,31 %, penurunan pada tahun 2016 sebesar 1,86 %, dan kenaikan rata-rata sebesar 24,92 %.

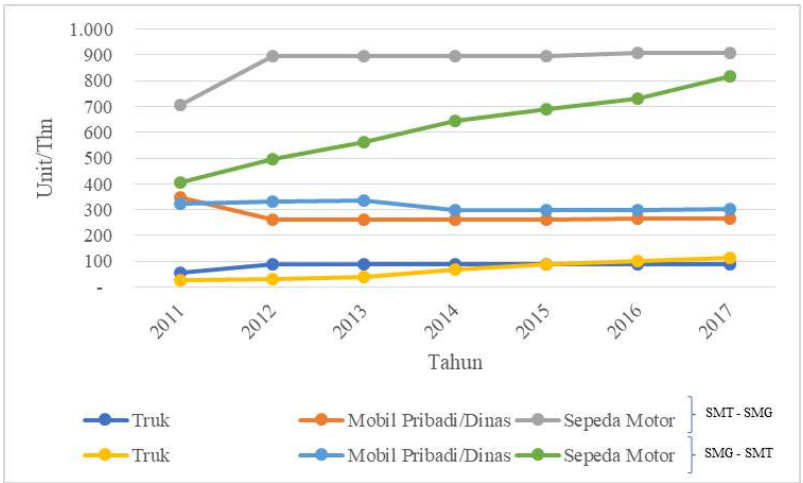
Tabel 4-14 Arus Peti Kemas Tahun 2012-2017

Tahun	Petikemas	
	SMG - SMT	SMT - SMG
	TEUs	TEUs
2012	131	-
2013	137	32
2014	130	42
2015	159	54
2016	158	53
2017	231	74

Sumber : Operasional Pelindo III

4.4.3. Arus Kendaraan Lain

Arus kendaraan lain seperti Truk *pick up*, Mobil pribadi atau dinas, dan sepeda motor cenderung meningkat pada lintasan Semarang menuju Sampit, begitu pun sebaliknya, seperti pada Gambar 4-8



Gambar 4-8 Grafik Arus Kendaraan Lain 2011-2017

Gambar 4-8 Menunjukan arus kendaraan lain pada lintasan Semarang menuju Sampit dan sebaliknya, pada rentang waktu 7 tahun yaitu pada 2017 sampai 2017 arus kendaraan lain cenderung meningkat rata-rata 8% pertahun. Namun arus sepeda motor dari Semarang menuju Sampit mengalami kenaikan yang signifikat dengan rata-rata kenaikan 13%. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4-15

Tabel 4-15 Arus Kendaraan Lain

Tahun	SMT - SMG			SMG - SMT		
	Truk	Mobil Pribadi/Dinas	Sepeda Motor	Truk	Mobil Pribadi/Dinas	Sepeda Motor
2011	54	350	705	28	325	405
2012	87	263	896	32	332	497
2013	87	263	896	40	336	563
2014	87	263	896	70	300	646
2015	87	263	896	87	300	690
2016	87	264	908	100	300	730
2017	87	264	908	115	303	817

4.5. Analisis dan Proyeksi Pergerakan Barang

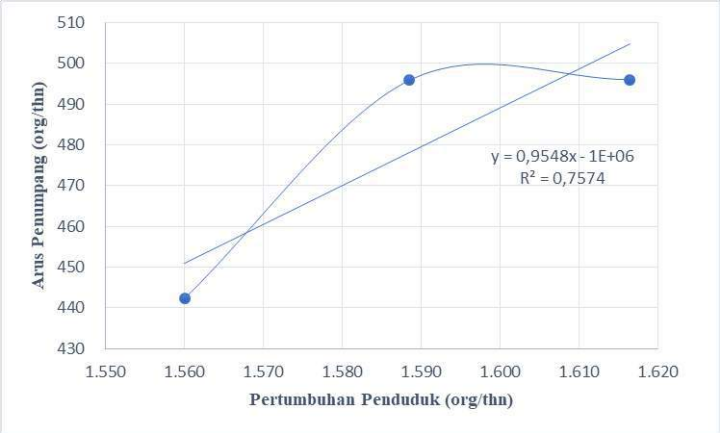
Analisis pertumbuhan ekonomi untuk data eksisting diperoleh dari data Badan Pusat Statistik yaitu dari data PDRB Provinsi Jawa Tengah dan PDRB Kalimantan Tengah menurut harga konstan pada tahun 2010 sampai tahun 2016, kemudian diproyeksi sampai dengan tahun 2030. Metode proyeksi ekonomi makro Provinsi Jawa Tengah dengan mengasumsikan kenaikan sebesar 5% pada tahun 2017 – 2030 sesuai dengan rata – rata kenaikan ekonomi makro selama 7 tahun terakhir.

Sedangkan, analisis pertumbuhan penduduk untuk data eksisting Badan Pusat Statistik yaitu dari data BPS Provinsi Jawa Tengah dan PDRB Kalimantan Tengah pada tahun 2010 sampai tahun 2016, kemudian diproyeksi sampai sampai tahun 2030. Metode proyeksi penduduk Provinsi Jawa Tengah dengan forecast dari data 5 tahun terakhir sehingga dapat diramalkan pada tahun 2017 – 2030.

Untuk memproyeksikan potensi arus barang peti kemas di Pelabuhan Tanjung Emas dan Pelabuhan Sampit, maka data pertumbuhan wilayah dapat menjadi patokan bagi pertumbuhan arus barang, dimana pergerakan barang dipelabuhan sangat dipengaruhi oleh kegiatan ekonomi di *hinterland*.

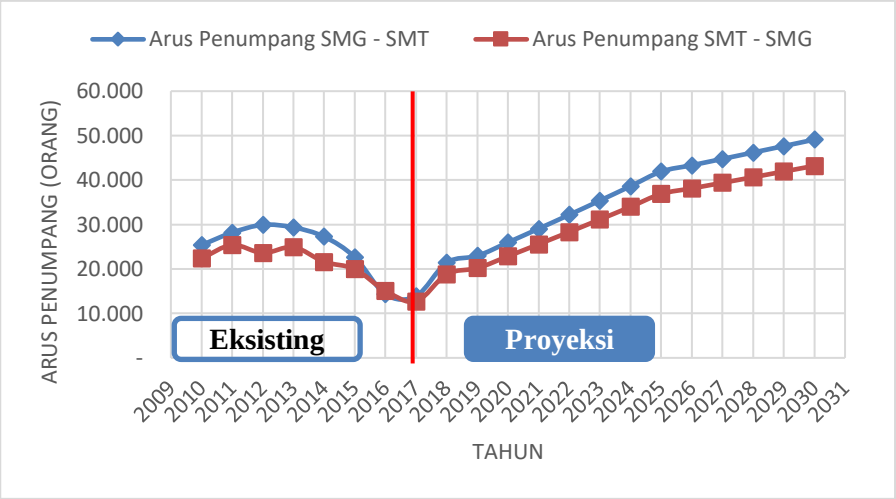
4.5.1. Proyeksi Arus Penumpang

Korelasi antara pertumbuhan penduduk dengan arus penumpang di diindakasikan oleh nilai R^2 = 0.7574 sehingga dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan penduduk dapat mewakili arus penumpang. Grafik Korelasi dapat dilihat Gambar 4-9, grafik regresi tersebut menghasilkan persamaan linier, hal ini menunjukkan bahwa arus penumpang tergantung dari pertumbuhan penduduk. Adapun persamaan yang dihasilkan adalah Y= 0,9548X – $1x10^6$, dimana Y merupakan jumlah dari arus penumpang sedangkan X berupa nilai pertumbuhan penduduk. Selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 4-9



Gambar 4-9 Grafik Regresi Pertumbuhan Penduduk dan Arus Penumpang

Proyeksi arus penumpang menggunakan metode yang telah dijelaskan di atas berikut adalah proyeksi dari tahun 2018 – 2030



Gambar 4-10 Grafik Proyeksi Arus Penumpang Tahun 2018 – 2030

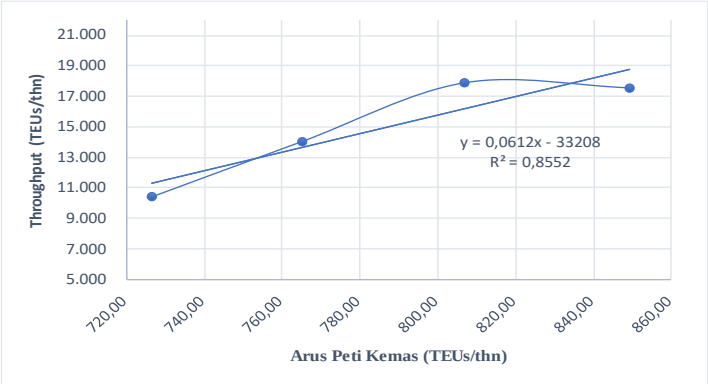
Proyeksi penumpang di Lintasan Semarang – Sampit diproyeksikan mengalami kenaikan rata-rata 7,22% per tahun. Pada tahun 2018 arus penumpang dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju Pelabuhan Sampit sebanyak 21.410 orang dan pada tahun 2030 sebanyak 49.101 orang. Sedangkan dari Pelabuhan Sampit menuju Pelabuhan Tanjung Emas pada tahun 2018 sebanyak 18.838 orang dan pada tahun 2030 sebanyk 43.202 orang. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4-16

Tabel 4-16 Proyeksi Arus Penumpang Tahun 2018 – 2030

Tahun		Penumpang	
		SMG - SMT	SMT - SMG
		orang	orang
Eksisting	2010	25.372	22.401
	2011	28.181	25.386
	2012	29.931	23.598
	2013	29.347	24.907
	2014	27.267	21.608
	2015	22.666	19.977
	2016	14.330	15.104
	2017	13.891	12.709
Proyeksi	2018	38.498	33.873
	2019	40.195	35.367
	2020	41.923	36.886
	2021	43.680	38.432
	2022	45.467	40.005
	2023	47.286	41.605
	2024	49.136	43.233
	2025	51.018	44.889
	2026	51.826	45.599
	2027	52.639	46.315
	2028	53.459	47.036
	2029	54.284	47.763
	2030	55.116	48.494

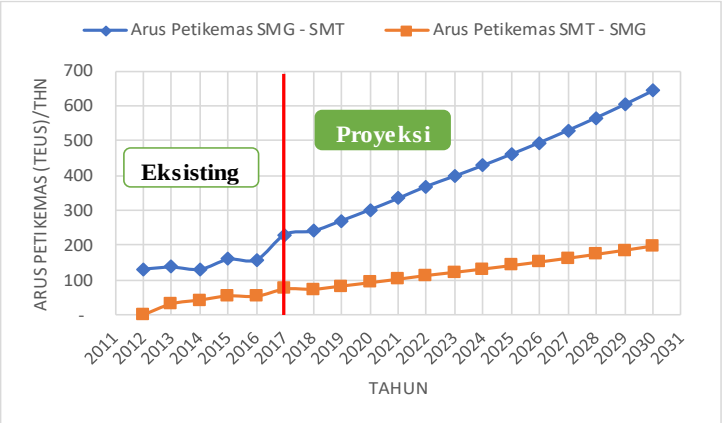
4.5.2. Proyeksi Arus Peti kemas

Korelasi antara PDRB dengan arus peti kemas di diindakasikan oleh nilai sehingga dapat disimpulkan bahwa PDRB dapat mewakili arus peti kemas. Grafik Korelasi dapat dilihat Gambar 4-11, grafik regresi tersebut menghasilkan persamaan linier, hal ini menunjukkan bahwa arus penumpang tergantung dari pertumbuhan penduduk. Adapun persamaan yang dihasilkan Y= 0,0612X – 33208, dimana Y merupakan jumlah dari arus peti kemas sedangkan X berupa nilai PDRB yakni dalam triliun rupiah.



Gambar 4-11 Grafik Regresi PDRB Jawa Tengah dan Arus Peti kemas

Proyeksi arus peti kemas menggunakan metode yang telah dijelaskan di atas, bahwa proyeksi dilakukan dengan data hisory arus peti kemas dan PDRB dari Jawa Tengah dan PDRB Kalimantan Tengah. Proyeksi dilakukan terpisah karena arus peti kemas Semarang – Sampit dan sebaliknya tidaklah seimbang. Proyeksi arus peetikemas di Lintasan Semarang – Sampit diproyeksikan mengalami kenaikan rata-rata 8,24% per tahun, selanjutnya pada Gambar 4-12



Gambar 4-12 Grafik Proyeksi Arus Peti Kemas 2018-2030

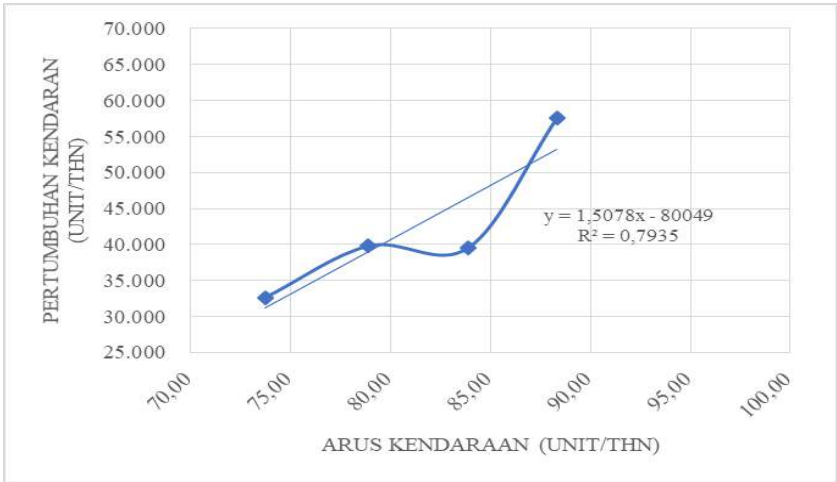
Pada tahun 2018 arus peti kemas dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju Pelabuhan Sampit sebanyak 241 TEUs dan pada tahun 2030 sebanyak 644 TEUs. Sedangkan dari Pelabuhan Sampit menuju Pelabuhan Tanjung Emas pada tahun 2018 sebanyak 73 TEUs dan pada tahun 2030 sebanyk 197 orang. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4-17

Tabel 4-17 Proyeksi Arus Peti kemas 2018-2030

Tahun		Petikemas	
		SMG - SMT	SMT - SMG
		TEUs	TEUs
Ekesisting	2012	131	-
	2013	137	32
	2014	130	42
	2015	159	54
	2016	158	53
	2017	231	74
Proyeksi	2018	241	73
	2019	270	82
	2020	302	92
	2021	334	102
	2022	369	113
	2023	398	122
	2024	429	131
	2025	461	141
	2026	495	152
	2027	530	162
	2028	566	174
	2029	604	185
	2030	644	197

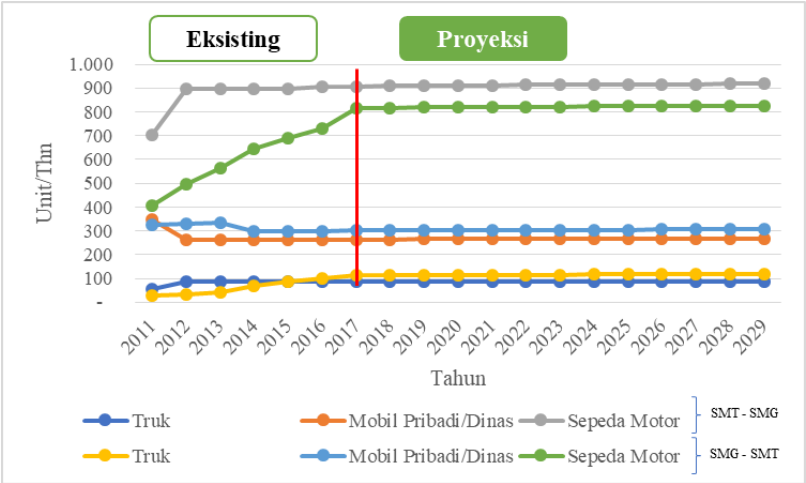
4.5.3. Proyeksi Kendaraan Lain

Korelasi antara pertumbuhan kendaraan dengan arus kendaraan di diindakasikan oleh nilai R^2 = 0.7935 sehingga dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan kendaraan dapat mewakili arus kendaraan lain. Grafik Korelasi dapat dilihat pada , grafik regresi tersebut menghasilkan persamaan linier, hal ini menunjukkan bahwa arus penumpang tergantung dari pertumbuhan penduduk. Adapun persamaan yang dihasilkan Y= 1,5078x - 80049 , dimana Y merupakan jumlah dari arus kendaraan sedangkan X berupa nilai pertumbuhan kendaraan yakni dalam unit per tahun



Gambar 4-13 Grafik Regresi Pertumbuhan Kendaraan dan Arus Kendaraan

Proyeksi arus kendaraan lain menggunakan metode yang telah dijelaskan di atas, bahwa proyeksi dilakukan dengan data hisory arus kendaraan lain dan pertumbuhan kendaraan dari Jawa Tengah dan Kalimantan Tengah. Proyeksi arus peetikemas di Lintasan Semarang – Sampit diproyeksikan mengalami kenaikan rata-rata 1% per tahun, selanjutnya pada Gambar 4-14



Gambar 4-14 Grafik Proyeksi Arus Kendaraan lain 2018-2030

Pada tahun 2018 arus kendaraan lain dari Pelabuhan Tanjung Emas menuju Pelabuhan Sampit untuk sepeda motor sebanyak 818 unit dan pada tahun 2030 sebanyak 827 TEUs. Sedangkan dari Pelabuhan Sampit menuju Pelabuhan Tanjung Emas pada tahun 2018 sebanyak 909 unit dan pada tahun 2030 sebanyk 919 unit. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4-18

Tabel 4-18 Proyeksi Arus Kendaraan lain 2018-2030

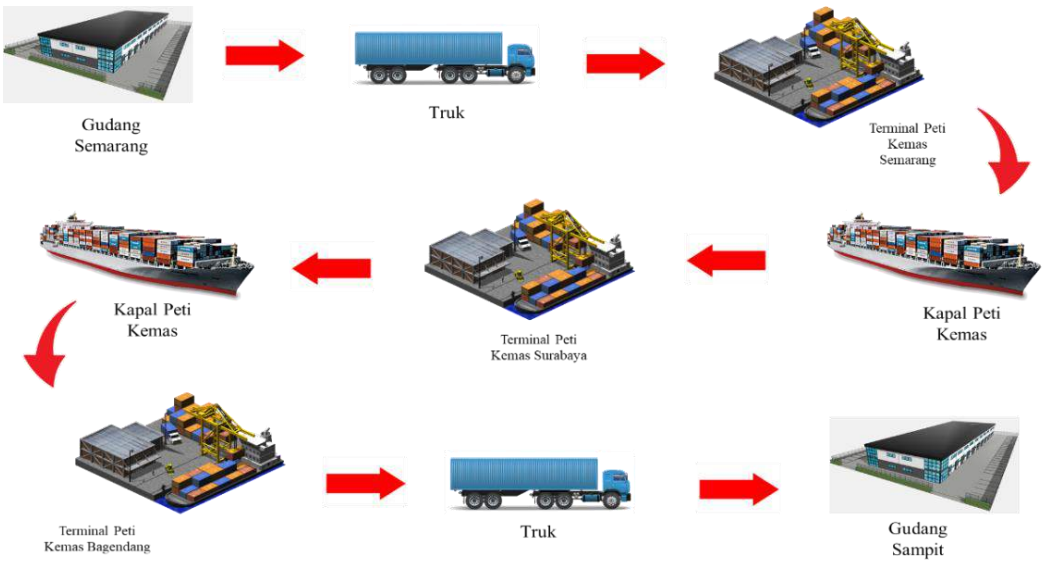
Tahun		SMT - SMG			SMG - SMT		
		Truk	Mobil Pribadi/Dinas	Sepeda Motor	Truk	Mobil Pribadi/Dinas	Sepeda Motor
Eksisting	2011	54	350	705	28	325	405
	2012	87	263	896	32	332	497
	2013	87	263	896	40	336	563
	2014	87	263	896	70	300	646
	2015	87	263	896	87	300	690
	2016	87	264	908	100	300	730
	2017	87	264	908	115	303	817
Proyeksi	2018	87	264	909	115	303	818
	2019	87	265	910	115	304	819
	2020	88	265	911	116	304	819
	2021	88	265	912	116	304	820
	2022	88	265	913	116	305	821
	2023	88	266	913	116	305	822
	2024	88	266	914	117	305	823
	2025	88	266	915	117	305	824
	2026	89	266	916	117	306	824
	2027	89	267	917	117	306	825
	2028	89	267	918	118	306	826
	2029	89	267	919	118	307	827

BAB 5
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan yang dilakukan pada bab ini adalah perbandingan biaya pengiriman peti kemas pada kapal peti kemas (*Container Ship*) dengan kapal Ferry Ro-Ro, kemudian perbandingkan saat konsep chassis roro diterapkan, selanjutnya analisis sensitivitas terhadap demand peti kemas. Penggunaan metode optimasi pada pemilihan ukuran kapal ferry roro baru serta pada alokasi peletakan chassis pada deck kendaraan. Adapun analisis yang dilakukan antara lain analisis perbandingan biaya, waktu dan resiko.

5.1. Analisis Kondisi Eksisting

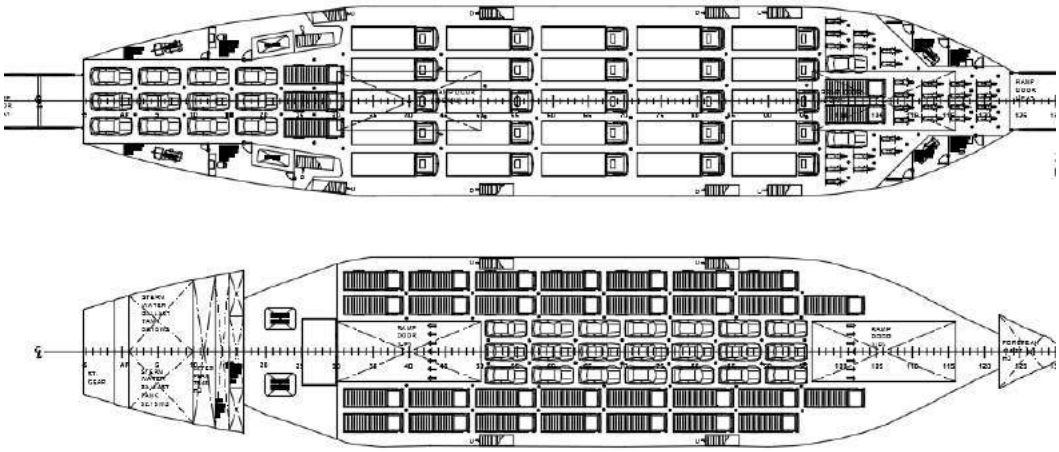
Pada kondisi saat ini pengangkutan peti kemas hanya di layani oleh kapal peti kemas, dengan dua kali pemberhentian atau transit di Terminal Peti kemas Surabaya. Kapal yang melayani saat ini adalah KM Meratus Borneo untuk rute Semarang – Surabaya dan KM Meratus Bontang untuk Rute Surabaya – Sampit. Kedua kapal tersebut merupakan kapal ukuran dan jenis yang sama (*sister ship*).



Gambar 5-1 Ilustrasi Pengiriman Peti Kemas Saat Ini

Dalam analisis ini pun akan di bahas ketika pengangkutan peti kemas menggunakan kapal Ferry Ro-Ro. Kapal yang akan digunakan yaitu kapal yang saat ini melayani lintasan Semarang – Sampit yaitu KM Kirana I. Selain waktu dan biaya yang akan dianalisa, terdapat analisa terhadap resiko muatan pada kapal Ferry ro-ro

diantaranya penataan muatan selain penumpang yaitu kendaraan, ilustrasi penataan eksisting seperti pada Gambar 5-2



Gambar 5-2 Ilustrasi Penataan Kenadaraan pada Kapal Ferry Ro-Ro

Pada Gambar 5-2 menjukan ilustrasi penataan kendaraan pada dua deck kapal ferry.

5.1.1. Spesifikasi Moda Transportrasi

1. Kapal Peti kemas

Moda transportasi laut yang akan menjadi bahan analisis adalah KM Meratus Bontang. Meratus Bontang mempunyai panjang total (Loa) 106,68 meter, lebar 20,60 meter, tinggi 5,80 meter dan mampu memuat 368 TEUs peti kemas, seperti yang tercantum pada tabel 5-1

Gambar 5-3 KM. Meratus Bontang (Peti Kemas)

Sumber : (Line, 2018)

Tabel 5-1 Spesifikasi KM Meratus Bontang

Nama Kapal	**MERATUS BONTANG**	
Imo No.	9408657	
Panjang (Loa)	106.68	*m*
Lebar (B)	20.60	*m*
Tinggi (H)	5.80	*m*
Sarat (T)	4.21	*m*
Kecepatan (V)	12	*knot*
Payload	368	*TEUs*
DWT	5,108	*ton*
GT	3,668	*GT*
Mesin Utama		
- Kuantiti	2	*unit*
- BHP	1946.277	*kW*
- SFOC	0.000194	*ton/kW.hr*
Mesin Bantu		
- Kuantiti	3	*unit*
- BHP	486	*kW*
- SFOC	0.000217	*ton/kW.hr*

2. Kapal Ferry Ro-Ro

Sedangkan kapal ferry roro yang menjadi bahan analisis yaitu KM Kirana I. Dimana Kirana I mempinyai panjang total (Loa) 108 meter, lebar 17,4 meter, tinggi 6,25 meter dan mampu membawa 650 penumpang dan maksimal 12 unit kendaraan Gol IX atau dengan panjang lebih dari 16 meter. Seperti yang tercantum pada Tabel 5-2

Gambar 5-4 KM. Kirana I (Ferry RoRo)

Sumber : (Utama, 2018)

Tabel 5-2 Spesifikasi KM. Kirana I

Nama Kapal	**KM. KIRANA I**	
Imo No.	8414350	
Panjang (Loa)	108.00	*m*
Lebar (B)	17.40	*m*
Tinggi (H)	6.25	*m*
Sarat (T)	4.15	*m*
Kecepatan (V)	10	*knot*
Payload		
- Kendaraan	12	*unit*
- Pax	650	*orang*
DWT	1,459	*ton*
GT	6292	*GT*
Mesin Utama		
- Kuantiti	1	*unit*
- BHP	4000	*kW*
- SFOC	0.000196	*ton/kW.hr*
Mesin Bantu		
- Kuantiti	3	*unit*
- BHP	611	*kW*
- SFOC	0.000215	*ton/kW.hr*

5.1.2. Operasional Kapal

Dalam operasional pelayaran kapal atau waktu tempuh pelayaran kapal dipengaruhi oleh 2 faktor waktu yaitu waktu pelayaran dilaut (*sea time*) dan waktu di pelabuhan (*port time*). *Sea time* diketahui dari jarak pelayaran dan kecepatan moda, sedangkan port time diketahui dari kecepatan bongkar muat dan bayaknya muatan yang diangkut. Selain itu dibutuhkan kapasitas dari masing-masing moda untuk diketahui jumlah *round trip* yang dibutuhkan.

Tabel 5-3 Muatan Kapal Ferry Roro

Muatan		Kapasitas	SUP
Penumpang		650	1
Gol I	Sepeda	-	1,6
Gol II	Sepeda Motor (<500 cc)	30	2,6
Gol III	Sepeda Motor (>=500 cc)	15	5,6
Gol IV A	Mobil (L<=5m) + penumpang	10	21,63
Gol IV B	Mobil (L<=5m) (kend barang dan muatan)	12	17,98
Gol V A	Bus, Truk (L<=7m) + penumpang	-	37,39
Gol V B	Bus, Truk (L<=7m) (kend barang dan muatan)	-	31,55
Gol VI A	Bus,Truk (L 7-10m) + penumpang	-	63,28
Gol VI B	Bus,Truk (L 7-10m) (kend barang dan muatan)	10	52,33
Gol VII	Truk Tronton(L 10-12m)	8	66,03
Gol VIII	Truk Tronton (L>12m)	6	98,75

Sumber : (Utama, 2018)

Tabel diatas menunjukan data muatan eksisting yang dibawa oleh kapal ferry roro dilintasan Semarang – Sampit, dengan 650 penumpang dan 85 unit kendaraan rata-rata muatan per tripnya.

Setelah diketahui muatan dari setiap kapal maka dapat ditentukan operasionalnya, seperti pada Tabel 5-4

Tabel 5-4 Komponen Jarak dan Kecepatan

No	Komponen	Satuan	Nilai
1	Kecepatan Truk	*Km/jam*	10,00
2	Kecepatan KM Kirana I	*Knot*	10,00
3	Kecepatan KM Meratus Bontang	*Knot*	12,00
4	Jarak gudang Semarang ke pelabuhan	*Km*	24,40
5	Jarak gudang Sampit ke pelabuhan	*Km*	30,00
6	Jarak pelabuhan Semarang - pelabuhan Sampit (kapal RoRo)	*Nm*	345,30
7	Jarak pelabuhan Semarang - pelabuhan Sampit (kapal peti kemas)	*Nm*	464,39
8	Waktu tempuh gudang Semarang - pelabuhan	*Jam*	2,44
9	Waktu tempuh gudang Sampit - pelabuhan	*Jam*	3,00
10	Waktu tempuh pelabuhan Semarang - pelabuhan Sampit (kapal RoRo)	*Jam*	43,16
11	Waktu tempuh pelabuhan Semarang - pelabuhan Sampit (kapal peti kemas)	*Jam*	48,37
12	Lama peti kemas di lapangan Semarang	*Hari*	3,00
13	Lama peti kemas di lapangan Surabaya	*Hari*	4,00
14	Lama peti kemas di lapangan Sampit	*Hari*	4,00

Dari Tabel 5-4 dapat diketahui jarak dan waktu tempuh dari kedua moda. Jarak gudang yang berada di Semarang menuju pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah 24,4 km, dengan kecepatan rata-rata truk 10 km maka waktu tempuhnya adalah 2,44 jam dan dari pelabuhan Sampit menuju gudang yang berjarak 30 km dapat ditempuh selama 3 jam. Jarak pelayaran untuk kapal peti kemas dari Semarang menuju pelabuhan Sampit adalah 464,39 Nm yang dapat ditempuh selama 48,37 jam dengan melewati dan berhenti di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, dan mengalami waktu penumpukan dilapangan Semarang selama 3 hari, Surabaya selama 4 hari dan lapangan Sampit selama 4 hari. Sedangkan untuk kapal Ro-Ro berjarak 345,30 Nm dan dapat ditempuh selama 43,16 jam. Kemudian untuk banyaknya muatan dan kecepatan bongkar muat dapat dilihat pada tabel 5-5

Tabel 5-5 Jumlah Muatan dan Total Waktu Tempuh

No	Komponen	Satuan	Nilai
1	Jumlah muatan peti kemas	*TEUs*	122
2	Jumlah muatan ferry ro-ro (minimal kendaraan roda 4)	*Unit*	26,00
3	Kecepatan bongkar muat peti kemas	*Box/jam*	20,00
4	Kecepatan bongkar muat kendaraan	*Unit/jam*	8,00
5	Waktu bongkar muat peti kemas	*jam*	6,10
6	Waktu bongkar muat kendaraan	*jam*	3,25
	Total Waktu Tempuh Kapal Peti Kemas	***Jam***	**13,50**
	Total Waktu Tempuh Kapal Ferry Ro-Ro	***Jam***	**2,16**

Tabel 5-5 tersebut menunjukan banyaknya muatan yang dapat diangkut oleh kapal, yang setiap jenis kapal mempunyai kapasitas angkutnya sendiri. Kapal peti kemas rata-rata angkutan sekali trip membawa 122 TEUs peti kemas, sedangkan kapa ro-ro rata-rata membawa 31 unit kendaraan, dengan 4 truk peti kemas dan 23 kendaraan lainya. Dengan waktu bongkar muat yang dicantumkan diatas, maka waktu bongkar muat untuk peti kemas membutuhkan 6,10 jam sehingga total waktu tempuh peti kemas sampai ke gudang tujuan (*door to door*) selama 13,50 hari atau 13 hari. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman peti kemas menggunakan kapal ro-ro hanya 2,16 hari atau 3 hari, dengan waktu bongkr muat selama 3,25 jam.

5.1.3. Analisis Biaya Transportasi Laut

Biaya transportasi laut digunakan dalam analisis ini untuk mengetahui unit biaya untuk pengiriman peti kemas (Rp/TEUs) dari kapal yang melalui lintasan Semarang – Sampit. Biaya total transportasi laut didapat dari penjumlahan beberapa komponen, yaitu biaya tetap (*fixed cost*) yang terdiri dari biaya deprisiasi, asuransi, gaji ABK dan tunjangan, administrasi dan operasional kantor, dan *repair and maintenance* dan biaya variabel (*variable cost*) yang terdiri dari biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya pelabuhan dan biaya air tawar. Dalam analisis ini terdapat beberapa asumsi biaya yang digunakan dianataranya pada tabel 5-6

Tabel 5-6 Asumsi Biaya

Deskripsi	Satuan	Nilai
Harga Baja	*$/Ton*	1,230
Kurs	*Rupiah*	13,760
Gaji Crew		
- Gaji pokok	*Rp/hari*	445,064
- Tunjangan	*Rp/hari*	20,000
- Kesehatan	*Rp/hari*	20,000
- Cucian	*Rp/minggu*	10,000
Perawatan & Perbaikan	*Rp/DWT.tahun*	1,000,000
Supplies Crew	*Rp/orang.hari*	50,000
Dokumen dan Administrasi	*% harga kapal*	1.5
Harga MFO	*Rp/Ton*	4,613,464
Harga HSD	*Rp/Ton*	7,896,262
Harga Pelumas	*Rp/liter*	20,000
Harga Fresh Water	*Rp/Ton*	40,000
Pengiriman Petikemas dg Truk	*Rp/TEUs*	400,000
Operaional kantor	*% harga kapal*	1.5

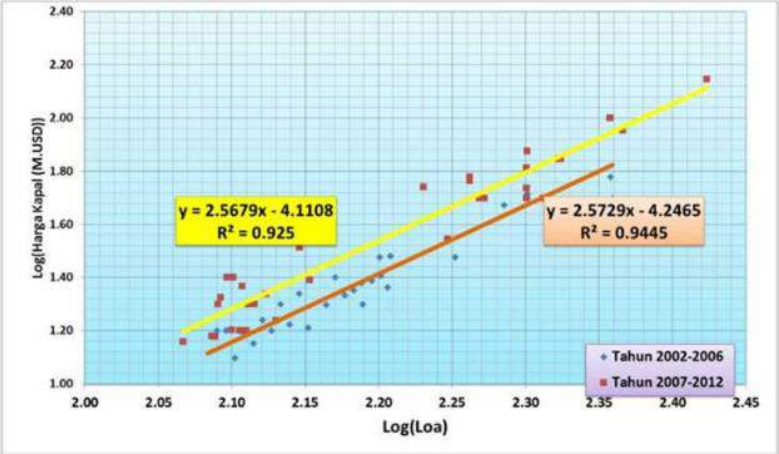
Formulasi perhitungan biaya pokok angkutan penyeberangan telah diatur di KM 58 Tahun 2003. Pada analisis biaya yang diperhitungkan dalam Tugas Akhir ini adalah komponen biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*).

A. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap atau *fixed cost* adalah biaya yang tetap dikeluarkan meskipun kapal tidak dalam kondisi berlayar. Komponen biaya tetap (*fixed cost*) yang dihitung dan masuk kedalam biaya tetap adalah biaya deprisiasi, asuransi, gaji ABK dan tunjangan, administrasi dan operasional kantor, dan *repair and maintenance*.

1. Biaya Deprisiasi

Sesuai dengan KM 58 Tahun 2003 mengenai Formulasi Tarif Angkutan Penyeberangan, biaya modal atau *capital cost* terdiri dari biaya depresiasi. Harga kapal roro diperoleh dari roro market yang menunjukan harga kapal dengan panjang kapal (Loa). Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5-5



Gambar 5-5 Grafik Trend Hubungan Harga Kapal Ferry Ro-Ro – Panjang Kapal (Loa)

Sumber : Hasil Kajian Lab. Transportasi Laut dan Logistik ITS

Gambar 5-5 menunjukan hubungan harga kapal dengan panjang kapal (Loa), semakin panjang kapal maka semakin mahal harganya. Pada grafik diatas terdapat 2 persaman, namun persamaan yang digunakan adalah Y = 2.5679x – 4.1108 dengan R^2 = 0.925. Persamaan tersebut dipilih menunjukan estimasi harga kapal tertinggi. Estimasi harga kapal dilakukan dengan melihat trend harga kapal pada shipping market. Berikut adalah estimasi harga kapal berdasarkan pendekatan diatas:

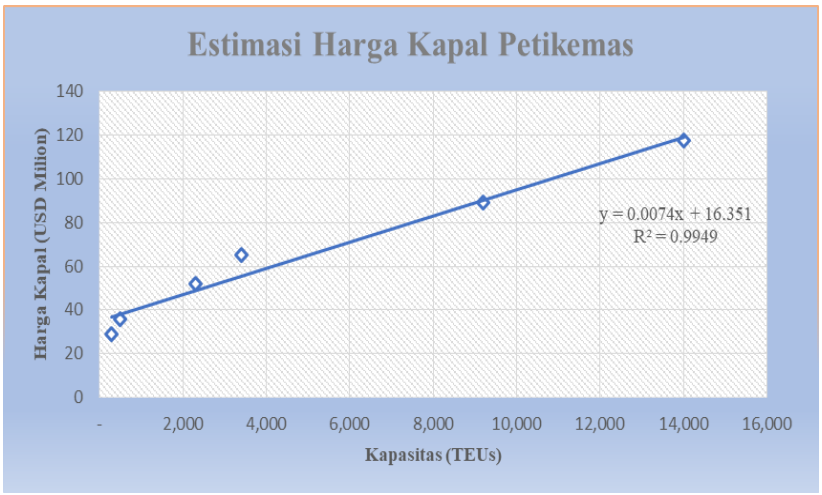
Tabel 5-7 Daftar Estimasi Harga Kapal Penyebrangan

No	Nama Kapal	GT	Loa	Estimasi Harga (M USD)	Estimasi Harga (Jt.Rp)
1	KMP Pottre Koneng	797	37,00	$ 824.490	Rp 11.167.712.284
2	KMP Tiga Anugerah	321	40,00	$ 1.007.233	Rp 13.642.968.019
3	KMP Satya Kencana	319	41,30	$ 1.093.448	Rp 14.810.753.265
4	KMP Edha	456	41,40	$ 1.100.260	Rp 14.903.016.605
5	KMP Prahitha IV	507	41,44	$ 1.102.992	Rp 14.940.019.936
6	KMP Gilimanuk I	733	41,44	$ 1.102.992	Rp 14.940.019.936
7	KMP Mutiara Alas III	376	44,00	$ 1.286.537	Rp 17.426.137.533
8	KMP Gilimanuk II	840	44,30	$ 1.309.182	Rp 17.732.874.397
9	KMP Agung Wilis I	447	44,85	$ 1.351.328	Rp 18.303.738.309
10	KMP Mutis	621	45,00	$ 1.362.964	Rp 18.461.348.620
11	KMP Trima Jaya 9	455	45,30	$ 1.386.419	Rp 18.779.048.445
12	KMP Niaga Ferry II	421	46,00	$ 1.442.102	Rp 19.533.265.150
13	KMP Nusa Dua	536	47,90	$ 1.600.050	Rp 21.672.677.787
14	KMP Nusa Makmur	497	47,90	$ 1.600.050	Rp 21.672.677.787
15	KMP Rajawali Nusantara	815	48,17	$ 1.623.313	Rp 21.987.768.684
16	KMP Citra Mandala Sakti	609	48,94	$ 1.690.784	Rp 22.901.667.505
17	KMP Sereia Do Mar	409	49,00	$ 1.696.112	Rp 22.973.836.358
18	KMP Reny II	456	49,12	$ 1.706.799	Rp 23.118.590.225
19	KMP Dharma Rucitra	468	49,60	$ 1.749.957	Rp 23.703.168.642
20	KMP Dharma Kosala	625	52,45	$ 2.019.921	Rp 27.359.834.099
21	KMP Raja Enggano	783	53,50	$ 2.125.395	Rp 28.788.476.752

No	Nama Kapal	GT	Loa	Estimasi Harga (M USD)	Estimasi Harga (Jt.Rp)
22	KMP. Bontang Ekspress II	2.257	53,76	$ 2.152.020	Rp 29.149.112.961
23	KMP Satria Nusantara	656	54,50	$ 2.228.910	Rp 30.190.589.114
24	KMP Marina Pratama	688	54,50	$ 2.228.910	Rp 30.190.589.114
25	KMP Sumber Berkat	726	56,00	$ 2.389.858	Rp 32.370.621.962
26	KMP Yunice	922	56,50	$ 2.445.036	Rp 33.118.008.900
27	KMP. Munic III	1.776	57,54	$ 2.562.280	Rp 34.706.083.441
28	KMP Trisila Bhakti I	585	60,00	$ 2.853.084	Rp 38.645.026.125
29	KMP Trisila Bhakti II	575	60,20	$ 2.877.570	Rp 38.976.679.618
30	KMP Cemerlang	553	62,00	$ 3.103.721	Rp 42.039.895.598
31	KMP Liberty I	2.040	67,62	$ 3.878.377	Rp 52.532.616.129
32	KMP Jambo VIII	1.216	68,00	$ 3.934.591	Rp 53.294.040.338
33	KMP Gerbang Samudera II	1.545	120,58	$17.128.005	Rp 231.998.832.660

Sumber : (Yuniasari, 2016)

Sedangkan harga kapal peti kemas diperoleh dari *container ship market* yang menunjukan harga kapal dengan dengan kapasitas muatan. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5-6



Gambar 5-6 Grafik Trend Hubungan Kapal Peti kemas – Kapasitas Muatan (payload)

Sumber : (Wuryaningrum, 2014)

Gambar 5-6 menunjukan hubungan harga kapal peti kemas dengan kapasitas muatan (Payload), semakin besar muatan kapalnya maka semakin mahal harganya. Pada grafik diatas persaman, $y = 0.0074x + 16.351$ dengan $R^2 = 0.9949$. Persamaan tersebut dipilih menunjukan estimasi harga kapal tertinggi. Estimasi harga kapal dilakukan dengan melihat trend harga kapal pada *shipping market*. Berikut adalah estimasi harga kapal berdasarkan pendekatan diatas:

Tabel 5-8 Estimasi Harga Kapal Peti kemas

Nama Kapal	GT	Payload	Estimasi Harga (M USD)	Estimasi Harga (Jt.Rp)
MULTI SPIRIT	2.826	256,00	$ 18.247.292	Rp 251.082.737.073
MATARAM EXPRESS	3.790	300,00	$ 18.573.245	Rp 255.567.858.075
MERATUS SIBOLGA	3.256	120,00	$ 17.239.799	Rp 237.219.635.794
MENTAYA RIVER	4.152	326,00	$ 18.765.854	Rp 258.218.156.848
MUSI RIVER	5.014	426,00	$ 19.506.658	Rp 268.411.613.671
RED ROVER	2.873	320,00	$ 18.721.406	Rp 257.606.549.439
MERATUS SANGAT	2.532	260,00	$ 18.276.924	Rp 251.490.475.346
LUMOSO BAHAGIA	2.830	276,00	$ 18.395.453	Rp 253.121.428.437
TANTO LANCAR	6.629	107,00	$ 17.143.495	Rp 235.894.486.408
TANTO SAKTI 1	6.361	143,00	$ 17.410.184	Rp 239.564.130.864
MERATUS BONTANG	3.668	368,00	$ 19.076.992	Rp 262.499.408.714

Dari Tabel 5-8 diketahui estimasi harga kapal KM Meratus Bontang yang didapat dari regresi hubungan kapasitas dengan harga kapal, sehingga estimasi harga KM Meratus Bontang adalah $19,08 juta atau sebesar Rp262.499 juta.

2. Biaya Asuransi

Biaya asuransi dikeuarkan perusahaan pelayaran sebagai cara untuk meminimalkan risiko apabila terjadi hal yang tidak diinginkan dan menimbulkan kerugian. Bersarnya biaya asuransi diasumsikan 1.25% dari harga kapal. Berikut adalah biaya asuransi dari masing-masing kapal:

Tabel 5-9 Biaya Asuransi

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Harga Kapal	*Jt-Rp*	Rp 262.499,41	Rp 116.045,22
2	Biaya Asuransi	*Jt-Rp/Tahun*	Rp 166.030,88	Rp 95.737,31

Pada Tabel 5-9 merupakan estimasi harga dan biayaasuransi masing-masing kapal, diantaranya kapal peti kemas seharga Rp262.499,41 juta per tahun dengan biaya asuransi sebesar Rp166.030,88 juta per tahun, sedangkan untuk kapal ferry roro harga kapal sebesar Rp116.045,22 juta per tahun dengan biaya asuransi Rp95.737,31 juta pertahun.

3. Gaji Crew dan Tunjangan

Cara perhitungan gaji crew dan komponen tunjangan telah diatur di PM No 2 Tahun 2017, besarnya gaji crew merupakan nilai rata-rata gaji crew kapal. Komponen tunjangan terdiri dari tunjangan premi layar, tunjangan kesehatan, uang makann, dan cucian. Berikut adalah perhitungan gaji crew dan tunjangan dari masingmasing kapal:

Tabel 5-10 Gaji dan Tunjangan Crew

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG		KM. KIRANA I	
1	Gaji Crew	*Jt-Rp/tahun*	Rp	3.818,65	Rp	6.075,12
2	Tunjangan	*Jt-Rp/tahun*	Rp	343,72	Rp	546,52

Pada tabel 5-9 menghasilkan perhitungan untuk total gaji dan tunjangan crew tiap kapal per tahunnya, diantaranya untuk kapal peti kemas gaji dan tunjungan masing-masing sebesar Rp3.818,65 juta dan Rp343,72 juta pertahunnya, sedangkan untuk gaji dan tunjangan crew pada ferry roro masing-masing Rp6.075,12 juta dan Rp546,52 juta pertahunnya.

4. Administrasi dan Operasional Kantor

Besarnya biaya operasional dan administrasi kantor pusat maupun kantor cabang dibebankan kepada kapal, karena kapal merupaka alat bergerak yang menghasilkan. pendapatan bagi perusahaan. Besarnya biaya administrasi dan operasional kantor per tahun diasumsikan sebesar 1.5% dari harga kapal. Berikut adalah perhitungan biaya administrasi dan operasional kantor per tahun dari masing-masing kapal:

Tabel 5-11 Biaya Administrasi dan Operasional Kantor

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG		KM. KIRANA I	
1	Administrasi dan Operasional Kantor	*Jt-Rp/tahun*	Rp	180.468,343	Rp	114.884,768

Pada tabel diatas perhitungan biaya administrasi kantor umum setiap operasional kapal didapat Rp180.468,343 juta pertahun untuk kapal peti kemas dan Rp114.884,768 juta per tahun untuk kapal ferry roro.

5. Biaya Perbaikan dan Perawatan (*repair and maintenance*)

Perawatan kapal dijadwalkan dalam bentuk survey tahunan atau *docking*. Besarnya biaya perbaikan dan perawatan kapal per tahun diasumsikan sebesar 5% dari harga kapal. Berikut adalah perhitungan biaya perbaikan dan perawatan per tahun dari masing-masing kapal:

Tabel 5-12 Biaya *Repair and Maintenance*

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG		KM. KIRANA I	
1	*Repair and Maintenance*	*Jt-Rp/tahun*	Rp	5.107,560	Rp	1.459,000

Berdasarkan tabel diatas yang merupakan hasil perhitungan biaya perawatan dan perbaikan masing-masing kapal sebesar Rp5.107,560 juta per tahun untuk kapal peti kemas dan Rp1.459,000 juta per tahun untuk kapal ferry roro.

B. Biaya Variabel (Variable Cost)

Biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Komponen biaya variabel yang dihitung dalam penelitian Tugas Akhir ini antara lain biaya bahan bakar (mesin induk dan mesin bantu), biaya pelabuhan, biaya pelumas (mesin induk dan mesin bantu) serta biaya air tawar.

1. Biaya Bahan Bakar

Kecepatan kapal dan waktu pelayaran mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar, semakin lama waktu pelayaran, maka semakin banyak konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Konsumsi bahan bakar dibedakan menjadi 2 yaitu konsumsi mesin utama (*main engine*) dan mesin bantu (*auxiliary engine*). Sesuai dengan KM 58 Tahun 2003 formulasi untuk menghitung kebutuhan bakar bakar sebagai berikut:

$$\boldsymbol{BBM = N.P.SFOC.t.NCR}$$

Keterangan:

N = Jumlah mesin (unit)

P = Daya mesin (kW)

SFOC = Konsumsi bahan bakar bakar mesin (ton/kW.h)

t = Waktu penggunaan mesin (jam)

NCR = Daya mesin yang digunakan (%)

Dengan formulasi diatas maka dapat dilihat pada tabel 5-12

Tabel 5-13 Kebutuhan dan Biaya Bahan Bakar

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	**Mesin Utama**			
	Jumlah mesin	*unit*	2	1
	Daya Mesin	*kW*	1.946	4.000
	SFOC	*ton/kW.h*	0,000194	0,000196
	NCR	*%*	80%	80%
	Waktu penggunaan	*jam*	96,75	86,33
	Kebutuhan	*ton*	58,45	54,14
	Biaya bahan bakar	*Jt-Rp/trip*	211,20	195,64
2	**Mesin Bantu**			
	Jumlah mesin	*unit*	3	3
	Daya Mesin	*kW*	486	611
	SFOC	*ton/kW.h*	0,000217	0,000215
	NCR	*%*	100%	100%
	Waktu penggunaan	*jam*	140,95	112,83
	Kebutuhan	*ton*	29,73	29,64
	Biaya bahan bakar	*Jt-Rp/trip*	205,02	204,42

Tabel 5-13 menunjukan kebutuhan bahan bakar dari kedua jenis kapal. Kebuthan bahan bakar kapal peti kemas per trip untuk mesin utama 58,45 ton MFO dengan biaya total Rp 211,20 juta atau setara Rp 11.615,941 juta per tahun, dan untuk mesin bantu membutuhkan 29,73 ton HSD dengan biaya Rp 205,02 juta atau setara Rp 11.276,157 juta per tahun. Sedangkan untuk kapal ferry ro-ro mesin utama membutuhkan 54,14 ton dengan biaya Rp 195,64 juta atau setara Rp 12.912,499 juta per tahun, dan untuk mesin bantu membutuhkan 29,64 ton dengan biaya Rp 204,42 juta atau setara dengan Rp 13.491,887 juta per tahun.

2. Biaya Minyak Pelumas

Kebutuhan minyak pelumas dipengaruhi lamanya pelayaran kapal, semakain lama pelayarannya maka semakin banyak kebutuhan pelumasnya. Formulasi untuk kebutuhan minyak pelumas sama hanya dengan formulasi bahan bakar, perbedaanya ada pada konsumsi pelumas. Maka dengan demikian kebutuhan pelumas dapat dilihat pada Tabel 5-14

Tabel 5-14 Kebutuhan dan Biaya Pelumas

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Kebutuhan ME	*liter*	334,752	306,933
2	Kebutuhan AE	*liter*	135,63	136,49
3	Biaya pelumas	*Jt-Rp/trip*	9,408	8,869
4	Biaya pelumas	*Jt-Rp/tahun*	517,42	585,32

Dari Tabel 5-14 diketahui kebutuhan dan biaya pelumas untuk kedua jenis kapal. Untuk mesin utama kapal peti kemas membutuhkan pelumas 334,752 liter per trip, dan mein bantu membutuhkan 135,63 liter per trip dengan biaya total untuk pelumas sebesar Rp 9,408 juta per trip atau sebesar Rp 517,42 juta per tahun. Sedangkan untuk mesin utama kapal ferry ro-ro membutuhkan 306,933 liter per trip, dan mesin bantu membutuhkan 136,49 liter dengan biaya total kebutuhan pelumas kapal ro-ro sebesar Rp 8,869 juta per trip atau Rp 585,32 juta per tahun.

3. Biaya Pelabuhan

Biaya pelabuhan (*port cost*) dipengaruhi oleh besarnya GT kapal, semakin besar GT kapal makan biaya pelabuhannya semakin tinggi. Komponen biaya pelabuhan dianataranya, jasa labuh, jasa tambat, jasa pandu, dan jasa tunda. Biaya pelabuhan untuk kedua jenis kapal dapat dilihat pada tabel 5-15

Tabel 5-15 Biaya Pelabuhan

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Labuh	*Rp/Trip*	462.168	-
2	Tambat	*Rp/Trip*	469.504	805.376
3	Pandu	*Rp/Trip*	932.736	905.592
4	Tunda	*Rp/Trip*	1.640.676	1.659.044
	Biaya Pelabuhan	***Rp/Trip***	**3.505.084**	**3.370.012**
	Biaya Pelabuhan	***Rp/Tahun***	**192.779.620**	**222.420.792**

Dari Tabel 5-15 diatas menunjukan bahwa bahwa kapal ro-ro lebih besar biaya pelabuhannya dibandingkan dengan kapal peti kemas, padahal table menunjukan bahwa kapal ro-ro tidak melakukan labuh. Biaya pelabuhan yang dibutuhkan kapal ro-ro adalah Rp 185.350.660 per tahun dan untuk kapal peti kemas sebesar Rp 164.738.948 per tahun.

4. Biaya Air Tawar

Kebutuhan air tawar dipengaruhi oleh berapa lama pelayaran kapal dan jumlah crew yang bertugas. Sesuai PM 2 tahun 2017 di kapal mempunyai tiga kebutuhan air tawar, yaitu penumpang, crew dan untuk cuci kapal.

- Untuk penumpang : 0.5 liter / orang.mil
- Untuk crew : 200 liter / hari
- Untuk kapal : 5 liter / GT.hari

Dari formasli tersebut maka kebutuhan air tawar dapat dilihat pada Tabel 5-16

Tabel 5-16 Kebutuhan dan Biaya Air Tawar

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
	Kebutuhan air tawar	*ton*	136,44	416,745
	Biaya air tawar	*Rp/trip*	5.457.600	16.669.800
	Biaya air tawar	***Jt-Rp/tahun***	**300,17**	**1.100,21**

Dari Tabel 5-16 menunjukan kebuthan air tawar untuk kedua kapal. Kapal peti kemas membutuhkan 136,44 ton air tawar per trip dengan biaya Rp 5.457.600 per trip atau Rp 300,17 juta per tahun. Sedangkan kapal ro-ro membutuhkan air tawar 416,745 ton per terip dengan biaya Rp 16.669.800 per trip atau Rp 1.100,21 juta per tahun.

Dari hasil analisi kondisi eksisting pengangkutan peti kemas dengan dua jenis moda, yaitu kapal peti kemas dan kapal ferry ro-ro menghasilkan biaya yang berbeda. Komponen biaya dapat dilihat pada Tabel 5-17

Tabel 5-17 Tabel Komponen Biaya Pengiriman Peti Kemas

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG		KM. KIRANA I	
			Nilai	%	Nilai	%
1	Capital Cost	*Jt-Rp/tahun*	8.749,98	0,14	3.868,17	0,09
2	Operating Cost	*Jt-Rp/tahun*	10.836,27	0,17	10.408,07	0,23
	Gaji Crew	*Jt-Rp/tahun*	4.173,29	0,07	6.639,32	0,15
	Asuransi Kapal	*Jt-Rp/tahun*	3.018,74	0,05	1.450,57	0,03
	Store & Consumable	*Jt-Rp/tahun*	363,00	0,01	577,50	0,01
	Administrasi Kantor	*Jt-Rp/tahun*	3.281,24	0,05	1.740,68	0,04
3	Maintenance & Repair	*Jt-Rp/tahun*	5.107,56	0,08	1.459,00	0,03
4	Voyage Cost	*Jt-Rp/tahun*	23.902,47	0,38	28.312,34	0,63
	Fuel Oil	*Jt-Rp/tahun*	22.892,10	0,36	26.404,39	0,58
	Lubricating Oil	*Jt-Rp/tahun*	517,42	0,01	585,32	0,01
	Fresh Water	*Jt-Rp/tahun*	300,17	0,00	1.100,21	0,02
	Pelabuhan	*Jt-Rp/tahun*	192,78	0,00	222,42	0,00
5	Biaya Darat	*Jt-Rp/tahun*	14.563,47	0,23	1.149,58	0,03
	Total Biaya	***Jt-Rp/tahun***	**63.159,75**	**1,00**	**45.197,15**	**1,00**

Dari Tabel 5-17 menunjukan bahwa komponen biaya terbesar adalah pada biaya bahan bakar, yaitu untuk peti kemas sebesar Rp 22.892,10 juta pertahun dengan persentasi 0,31%. Sedangkan untuk kapal ferry ro-ro sebesar Rp 26.404,39 juta per tahun dengan persentasi 0,58 % dari biaya total. Dengan jumlah kapasitas muatan yang dibawa oleh masing-masing kapal maka dapat diketahui unit biaya per peti kemas

Tabel 5-18 Unit Biaya Peti Kemas

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Unit Cost	*Rp/TEUs*	9.412.780	12.566.812

Tabel 5-18 diatas menunjukan unit biaya dari kapal peti kemas adalah sebsear Rp 9.412.780 per TEUs peti kemas. Sedangkan untuk kapal ro-ro sebesar Rp 12.566.812 per TEUs peti kemas. Namun untuk kapal peti kemas biaya tersebut belum termasuk biaya inventory, biaya lamanya penumpukan dilapangan atau biayanya keterlambatan jika dibandingkan dengan kapal ro-ro. Komponen biaya inventory dapat dilihat pada Tabel 5-19

Tabel 5-19 Komponen Biaya Inventory

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Nilai Barang	*Rp*	80.000.000	80.000.000
2	Bunga Bank	*%*	8%	8%
3	Lama dilapangan	*Hari*	11	-
4	Selisih dengan Kapal Ferry RoRo	*Hari*	100%	0%
5	Inventory Carrying Cost	*%/tahun*	25%	25%
		%/.day	0,068%	0,068%
6	Biaya Inventory	*Rp/box.day*	657.534	-
	Total Biaya Inventory	*Rp-Jt/tahun*	9.530	-

Biaya inventory dipengaruhi oleh lamanya peti kemas dilapangan. Selain itu inventory juga dipengaruhi oleh bunga bank dan persentase *inventory cost*. Besarnya inventory yaitu 25% pertahun dari nilai cargo atau setara 0,068% perhari. Maka dengan dikalikan jumlah muatan yang diangkut oleh kapal peti kemas biaya inventory sebesar Rp 657.534 per peti kemas per hari atau sebesar Rp 9.530 juta per tahun. Namun biaya inventory tidak berdampaku ntuk pengiriman peti kemas dengan kapal ferry roro, dikarenakan peti kemas tidak mengalami penumpukan, atau peti kemas yang diangkut setelah sampai tujuan langsung dikirim ke gudang tujuan. Maka, komponen biaya untuk unit biaya pengiriman peti kemas setelah ditambah dengan biaya inventory dapat diliat pada tabel 5-20

Tabel 5-20 Komponen Biaya Setelah Biaya Inventory

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG		KM. KIRANA I	
			Nilai	%	Nilai	%
1	Capital Cost	*Jt-Rp/tahun*	8.749,98	0,12	3.868,17	0,09
2	Operating Cost	*Jt-Rp/tahun*	10.836,27	0,15	10.408,07	0,23
	Gaji Crew	*Jt-Rp/tahun*	4.173,29	0,06	6.639,32	0,15
	Asuransi Kapal	*Jt-Rp/tahun*	3.018,74	0,04	1.450,57	0,03
	Store & Consumable	*Jt-Rp/tahun*	363,00	0,00	577,50	0,01
	Administrasi Kantor	*Jt-Rp/tahun*	3.281,24	0,05	1.740,68	0,04
3	Maintenance & Repair	*Jt-Rp/tahun*	5.107,56	0,07	1.459,00	0,03
4	Voyage Cost	*Jt-Rp/tahun*	23.902,47	0,33	28.312,34	0,63
	Fuel Oil	*Jt-Rp/tahun*	22.892,10	0,31	26.404,39	0,58
	Lubricating Oil	*Jt-Rp/tahun*	517,42	0,01	585,32	0,01
	Fresh Water	*Jt-Rp/tahun*	300,17	0,00	1.100,21	0,02
	Pelabuhan	*Jt-Rp/tahun*	192,78	0,00	222,42	0,00
5	Biaya Darat	*Jt-Rp/tahun*	14.563,47	0,20	1.149,58	0,03
6	Inventory	*Jt-Rp/tahun*	9.530,04	0,13	-	-
	Total Biaya	***Jt-Rp/tahun***	**72.689,79**	**1,00**	**45.197,15**	**1,00**

Dari Tabel 5-20 menunjukan komponen biaya dipengaruhi biaya inventory untuk kapal peti kemas sebesar Rp 9.530,04 juta atau 0,13 % dari biaya total. Sedangkan untuk kapal ro-ro tidak dipengaruhi oleh inventory dikarenakan tidak mengalami penumpukan dilapangan. Sehingga unit biaya per TEUs untuk peti kemas didapat

Tabel 5-21 Unit Biaya Setelah Biaya Inventory

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Unit Cost	*Rp/TEUs*	10.833.054	12.566.812

Maka setelah ditambahkan dengan biaya inventory unit biaya kapal ro-ro lebih murah dibandingkan dengan kapal peti kemas, yaitu sebesar Rp 10.833.054 per TEUs untuk kapal ro-ro dan sebesar Rp 12.566.812 per TEUs untuk kapal peti kemas.

5.2. Analsisi Konsep Chassis Ro-Ro

Pada alternatif ini, pengangkutan peti kemas dengan menggunakan konsep chassis ro-ro. Dimana peti kemas di angkut dengan menggunakan truk dan dinaikan ke atas kapal ro-ro, setelah itu kepala truk akan turun lagi dan hanya peti kemas dan chassis yang akan dikirim. Kemudian ketika sampainya di tujuan peti kemas akan dijemput oleh kepala truk yang lain. Perbedaannya dengan pembahasan 5.1 adalah pada invetasi kepala truk (*head truck*) pada pengangkutan kapal ro-ro. Namun, kapasitas angkut nya lebih banyak dibanding ketika kepala truk ikut diatas kapal.

Kebutuhan *head truck* dipengaruhi oleh banyaknya peti kemas yang diangkut oleh kapal ro-ro dan jarak dari pelabuhan menuju gudang asal dan tujuan. Formulasi kebutuhan *head truck*

$$HT = \frac{n}{jk \Big/ \left(\frac{s}{v}\right)}$$

Keterangan :

HT = Kebutuhan *head truck* (unit)

n = Jumlah peti kemas yang diangkut kapal ro-ro (unit chassis)

jk = Jam kerja truk (18 jam/hari)

s = Jarak (Km)

v = Kecepatan truk (Km/jam)

maka kebutuhan head truck dapat dilihat pada Tabel 5-22

Tabel 5-22 Operasional Head Truck

Jarak Pelabuhan Tanjung Mas ke Kawasan Industri	*KM*	24,4
Kecepatan Truk	*KM/jam*	10
Waktu Tempuh	*Jam*	4,88
Roundtrip Truk	*R.trip/day*	4
Kebutuhan *Head Truck*	*Unit*	2

2. Pelabuhan Sampit

Jarak Pelabuhan Sampit ke Kawasan Industri	*KM*	30
Kecepatan Truk	*KM/jam*	12
Waktu Tempuh	*Jam*	5
Roundtrip Truk	*R.trip/day*	4
Kebutuhan *Head Truck*	*Unit*	2

Dari Tabel 5-22 menunjukan operasional *head truck* yang dibutuhkan dari kedua pelabuhan, dimana kebutuhan *head truck* disetiap pelabuhan masing-masing hanya 4 unit. Hal ini dikarenakan operasional head truck mampu membawa atau mengantarkan 5 unit chassis per hari.

Tabel 5-23 Kebutuhan dan Investasi Head Truck

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG	KM. KIRANA I
1	Investasi	*unit*	-	4
2	Harga	*Rp/unit*	-	878.500.000
3	Capital Head Truck	*Rp/tahun*	-	466.290.289
4	Gaji Supir	*Rp/tahun*	-	95.040.000
5	Maintenance & Repair	*Rp/tahun*	-	18.651.612
	Total	***Rp/tahun***	**-**	**579.981.901**

Tabel 5-23 menunjukan kebuthan *head truck* untuk asal tujuan yaitu 4 unit head truck. Dengan total investas Rp 878.500.000 per unit untuk *head truck* baru, sehingga biaya capital per tahun dari semua *head truck* adalah sebesar Rp 466.290.289 per tahun. Gaji supir didapat dari gaji supir per trip dikalikan jumlah peti kemas yang di angkut, gaji supir per trip sebesar Rp 240.000 per chassis peti kemas. *Maintenance* dan *repair* truk sekitar 4% dari biaya capital. Sehingga biaya total pengadaan truk per tahunya sebesar Rp 579.981.901 . Sedangkan pada kapal peti kemas investasi dan operasional *head truck* nol, dikarenakan pada penggunaan kapal peti kemas tidak membutuhkan investasi *head truck.*

Tabel 5-24 Komponen Biaya pada Konsep Chassis Ro-Ro

No	Komponen	Satuan	MERATUS BONTANG		KM. KIRANA I	
			Nilai	%	Nilai	%
1	Capital Cost	*Jt-Rp/tahun*	8.749,98	0,139	3.868,17	0,087
2	Operating Cost	*Jt-Rp/tahun*	10.836,27	0,172	10.408,07	0,233
	Gaji Crew	*Jt-Rp/tahun*	4.173,29	0,066	6.639,32	0,149
	Asuransi Kapal	*Jt-Rp/tahun*	3.018,74	0,048	1.450,57	0,033
	Store & Consumable	*Jt-Rp/tahun*	363,00	0,006	577,50	0,013
	Administrasi Kantor	*Jt-Rp/tahun*	3.281,24	0,052	1.740,68	0,039
3	Maintenance & Repair	*Jt-Rp/tahun*	5.107,56	0,081	1.459,00	0,033
4	Voyage Cost	*Jt-Rp/tahun*	23.902,47	0,378	28.312,34	0,634
	Fuel Oil	*Jt-Rp/tahun*	22.892,10	0,362	26.404,39	0,592
	Lubricating Oil	*Jt-Rp/tahun*	517,42	0,008	585,32	0,013
	Fresh Water	*Jt-Rp/tahun*	300,17	0,005	1.100,21	0,025
	Pelabuhan	*Jt-Rp/tahun*	192,78	0,003	222,42	0,005
5	Biaya Darat	*Jt-Rp/tahun*	14.563,47	0,231	579,98	0,013
	Total Biaya	***Jt-Rp/tahun***	**63.159,75**	**1,000**	**44.627,56**	**1,000**
	Unit Cost	***Jt-Rp/TEUs***	**9,41**		**11,77**	
6	Inventory	*Jt-Rp/tahun*	9.530,04	0,13	-	-
	Total Biaya	***Jt-Rp/tahun***	**72.689,79**	**1,00**	**44.627,56**	**1,00**
	Unit Cost	***Jt-Rp/TEUs***	**10,83**		**11,77**	

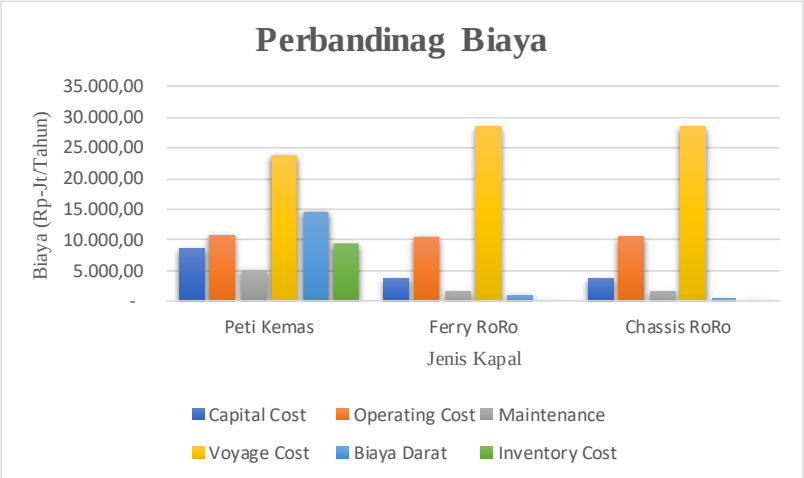
Dari Tabel 5-24 menunjukan komponen biaya dipengaruhi biaya pengadaan *head truck* untuk kapal ferry ro-ro sebesar Rp95.040.000 per tahun atau 0,013 % dari biaya total. Sedangkan untuk kapal peti kemas tidak dipengaruhi oleh pengadan *head truck*. Sehingga unit biaya per TEUs untuk peti kemas didapat unit biaya untuk pengiriman peti kemas dari Semarang menuju Sampit untuk kapal peti kemas yaitu Rp35.776.989.509 per TEUs danper TEUs ketika dipengaruhi inventory. Sedangkan pada kapal ferry ro-ro sebsesar per Chassis.

Dari anaslisi eksisting dan pada penerapan konsep chassis roro sudah diketahui unit biaya untuk pengiriman peti kemas, maka perbandingan seperti pada Tabel 5-25

Tabel 5-25 Perbandingan Biaya Pengiriman Peti Kemas

No	Komponen	Satuan	EKSISTING		Chassis RoRo
			Peti Kemas	Ferry RoRo	
1	Capital Cost	*Jt-Rp/tahun*	8.749,98	3.868,17	3.868,17
2	Operating Cost	*Jt-Rp/tahun*	10.836,27	10.408,07	10.408,07
	Gaji Crew	*Jt-Rp/tahun*	4.173,29	6.639,32	6.639,32
	Asuransi Kapal	*Jt-Rp/tahun*	3.018,74	1.450,57	1.450,57
	Store & Consumable	*Jt-Rp/tahun*	363,00	577,50	577,50
	Administrasi Kantor	*Jt-Rp/tahun*	3.281,24	1.740,68	1.740,68
3	Maintenance & Repair	*Jt-Rp/tahun*	5.107,56	1.459,00	1.459,00
4	Voyage Cost	*Jt-Rp/tahun*	23.902,47	28.312,34	28.312,34
	Fuel Oil	*Jt-Rp/tahun*	22.892,10	26.404,39	26.404,39
	Lubricating Oil	*Jt-Rp/tahun*	517,42	585,32	585,32
	Fresh Water	*Jt-Rp/tahun*	300,17	1.100,21	1.100,21
	Pelabuhan	*Jt-Rp/tahun*	192,78	222,42	222,42
5	Biaya Darat	*Jt-Rp/tahun*	14.563,47	1.149,58	579,98
6	Inventory	*Jt-Rp/tahun*	9.530,04	-	-
	Total Biaya	***Jt-Rp/tahun***	**72.689,79**	**45.197,15**	**44.627,56**
	Unit Cost	***Jt-Rp/TEUs***	**10,83**	**12,57**	**11,77**

Pada Tabel 5-25 didapat perbandingan pengiriman peti kemas antara pengiriman saat ini yaitu kapal peti kemas dan kapal ferry roro dengan penerpan konsep chassis roro pada kapal ferry, pada penerpan konsep chassis roro adanya penambahan biaya yaitu pada investasi dan operasional *head truck* sejumlah Rp 579,98 juta per tahun untuk 2 unit *head truck* di masing-masing pelabuhan. Selanjutnya seperti pada Gambar 5-7



Gambar 5-7 Grafik Perbandingan Biaya Pengiriman Peti Kemas

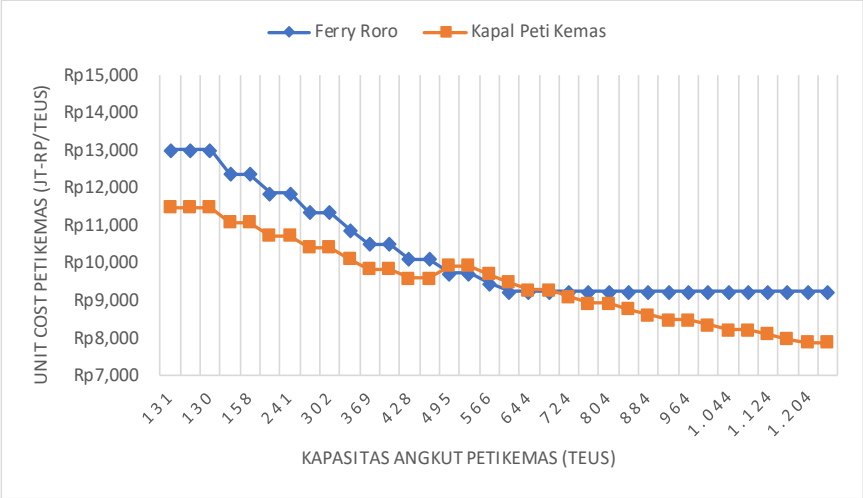
5.3. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan terhadap kenaikan/penurunan petei kemas yang diangkut oleh kapal ferry ro-ro. Analisis ini dilakukan untuk melihat seberapa besar unit biaya transportasi pengangkutan peti kemas dengan menggunakan konsep chassis ro-ro, seperti pada Tabel 5-26

Tabel 5-26 Sensitivitas Demand Terhadap Unit Biaya Pengiriman

Demand (ton/tahun)	Unit Biaya (Rp/TEUs)		Demand (ton/tahun)	Unit Biaya (Rp/TEUs)	
	Ferry RoRo	Peti Kemas		Ferry RoRo	Peti Kemas
131	Rp 13.005.461	Rp 11.466.534	604	Rp 9.226.961	Rp 9.473.873
137	Rp 13.005.461	Rp 11.466.534	644	Rp 9.226.961	Rp 9.275.730
130	Rp 13.005.461	Rp 11.466.534	684	Rp 9.226.961	Rp 9.275.730
159	Rp 12.365.865	Rp 11.073.562	724	Rp 9.226.961	Rp 9.090.945
158	Rp 12.365.865	Rp 11.073.562	764	Rp 9.226.961	Rp 8.918.211
231	Rp 11.854.683	Rp 10.718.619	804	Rp 9.226.961	Rp 8.918.211
241	Rp 11.854.683	Rp 10.718.619	844	Rp 9.226.961	Rp 8.756.387
270	Rp 11.333.636	Rp 10.396.439	884	Rp 9.226.961	Rp 8.604.470
302	Rp 11.333.636	Rp 10.396.439	924	Rp 9.226.961	Rp 8.461.578
334	Rp 10.861.062	Rp 10.102.688	964	Rp 9.226.961	Rp 8.461.578
369	Rp 10.484.932	Rp 9.833.760	1.004	Rp 9.226.961	Rp 8.326.930
398	Rp 10.484.932	Rp 9.833.760	1.044	Rp 9.226.961	Rp 8.199.832
428	Rp 10.088.700	Rp 9.586.638	1.084	Rp 9.226.961	Rp 8.199.832
461	Rp 10.088.700	Rp 9.586.638	1.124	Rp 9.226.961	Rp 8.079.667
495	Rp 9.724.817	Rp 9.916.478	1.164	Rp 9.226.961	Rp 7.965.883
530	Rp 9.724.817	Rp 9.916.478	1.204	Rp 9.226.961	Rp 7.857.983
566	Rp 9.437.504	Rp 9.686.876	1.244	Rp 9.226.961	Rp 7.857.983

Dari Tabel 5-26 menunjukan bahwa demand peti kemas sangat mempengaruhi unit biaya pengiriman dari Semarang menuju Sampit, saat ini yaitu 241 TEUs per tahun dengan unit biaya Rp11.854.683 per TEUs dengan kapal ferry roro sedangkan dengan kapal peti kemas sebesar Rp10.718.619 per TEUs. Pengangkutan dengan kapal peti kemas akan lebih mahal dibandingkan dengan kapal ferry roro apabila pengiriman langsung dari Semarang menuju Sampit dengan demand saat ini. Namun pada demand 495 unit biaya ferry roro dibawah unit biaya kapal peti kemas dikaranakan ada selisih waktu bongkar muat dalam pengangkutannya yang menyebabkan biaya inventory pada kapal peti kemas. Selanjutnya pada Gambar 5-8



Gambar 5-8 Grafik Sensitivitas Demand Terhadap Unit Biaya Pengiriman

Untuk dapat bersaing dengan kapal peti kemas, maka perlu adanya pembuatan kapal ferry roro baru yang mampu mengangkut demand saat ini dan hasil proyeksi sampai 2030. Penentuan ukuran kapal baru dengan menggunakan metode optimasi.

5.4. Model Optimasi Penentuan Ukuran Kapal Baru

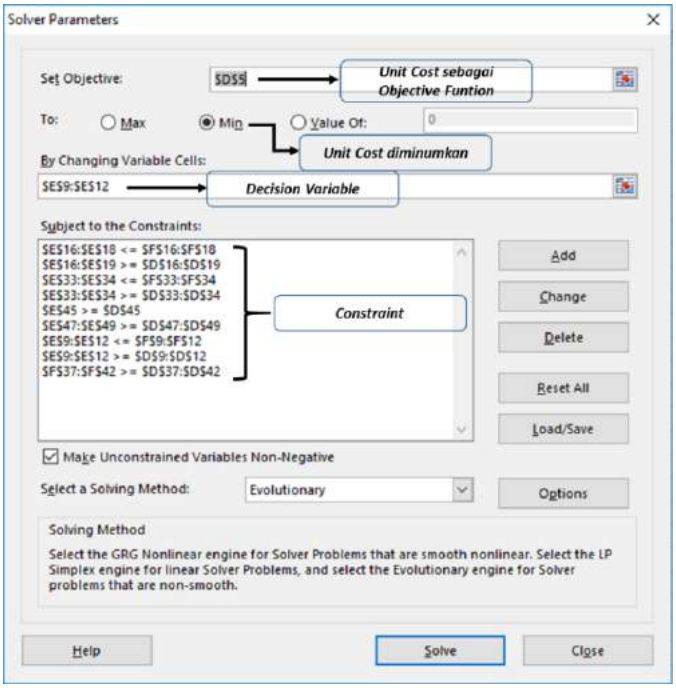
Dalam merencanakan proses pengiriman peti kemas dengan konsep chassis ro-ro, dibutuhkan perencanaan terhadap kapal dengan ukuran berapa yang akan dioperasikan untuk melaksanakan proses tersebut. Pada kasus pengiriman peti kemas dengan chassis ro-ro di lintasan Semarang - Sampit ini dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan ukuran kapal baru yang terpilih sesuai dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Kriteria biaya transportasi laut minimum ini digunakan karena hal ini secara langsung berkaitan dengan keputusan untuk memilih ukuran kapal baru.

Dalam optimasi terdapat tiga komponen utama yaitu, *Objective Function*, *Decision Variable* dan *Constraint*. Pada pengerjaan penelitian ini alat yang digunakan untuk optimasi adalah *software solver* Microsoft Excel, dimana untuk komponen- komponen optimasi adalah sebagai berikut:

- Objective function : *minimum unit cost*
- Decision variable : LPP, B, H dan T dimana ukursn utama sebagai decision variable adalah karena berpengaruh terhadap komponen-komponen lainnya.
- Constraint : batasan-batasan yang digunakan adalah LPP, B, H, dan T. LPP, B, H, dan T ini harus kurang dari atau sama dengan batas atas, dan lebih dari atau sama dengan batas bawah. Kemudian jumlah muatan yang di suplai

harus sama dengan permintaan, kriteria ukuran utama harus lebih besar atau sama dengan batasan kriteria ukuran utama atas dan bawah, ruang muat kapal harus lebih besar atau sama dengan volume muatan, serta sarat kapal harus lebih kecil sarat dermaga.

Tampilan solver pada Ms. Excel dapat dilihat pada Gambar 5-9



Gambar 5-9 Tampilan Menu Solver pada Ms. Excel

dengan data set yaitu demand atau muatan dan sarat disetiap pelabuhan, seperti pada Tabel 5-27

Tabel 5-27 Muatan untuk Penentuan Kapal Baru

Muatan		Jumlah			Jumlah SUP
	Penumpang		1 SUP	1002	800
Gol I	Sepeda	=	1,6 SUP	0	0
Gol II	Sepeda Motor (<500 cc)	=	2,8 SUP	40	112
Gol III	Sepeda Motor (>=500 cc)	=	5,6 SUP	0	0
Gol IV A	Mobil (L<=5m) + penumpang	=	21,63 SUP	30	648,9
Gol IV B	Mobil (L<=5m) (kend barang dan muatan)	=	17,98 SUP	35	629,3
Gol V A	Bus, Truk (L<=7m) + penumpang	=	37,39 SUP	15	560,85
Gol V B	Bus, Truk (L<=7m) (kend barang dan muatan)	=	31,55 SUP	5	157,75
Gol VI A	Bus,Truk (L 7-10m) + penumpang	=	63,28 SUP	0	0
Gol VI B	Bus,Truk (L 7-10m) (kend barang dan muatan)	=	52,33 SUP	20	1046,6
Gol VII	Truk Tronton(L 10-12m)	=	66,03 SUP	12	792,36
Gol VIII	Truk Tronton (L>12-16m)	=	98,75 SUP	16	1580
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	148,13 SUP	12	1777,56
Jumlah					**8.105,32**

Sehingga ukuran utama yang dihasilkan dari solver berdasarkan kriteria batasan-batasan yang telah ditentukan yaitu sebagai berikut:

Tabel 5-28 *Decision Variable* Hasil Solver

Ukuran Utama	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)
Nilai	90,0	19,8	7,0	5,2

Dari Tabel 5-28 menunjukan hasil solver dengan tujuan minimum unit biaya pada kapal ferry ro-ro ukuran utama yang terpilih adalah kapal dengan ukuran panjang (Lpp) 90,0 meter, lebar (B) 19,8 meter, tinggi (H) 7,0 meter, serta sarat kapal (T) sebesar 5,2 meter. Dari ukuran utama tersebut maka didapat nilai lain yang menjadi batasan kriteria kapal, diantaranya :

5.4.1. Desain Kapal Baru

1. Perhitungan Koefisien

- Froud Number (Fn)

  Bilangan Froude adalah sebuah bilangan tak bersatuan yang digunakan untuk mengukur resistensi dari sebuah benda yang bergerak melalui air, dan membandingkan benda-benda dengan ukuran yang berbeda-beda. Dimana kecepatan kapal nantinya sebesar 12 knot, dan gravitasi sebesar 9,81 m/s2. Sehingga hasil perhitungan dari froud number kapal nilainya adalah 0,204 .

- Koefisien Block

  Koefisien Block perbandingan volume kapal yang terendam air dengan volume suatu persegi yang panjangnya = Lwl, lebarnya = B dan tingginya = T Setelah diketahui nilai Fn kapal, dapat dihitung nilai Cb kapal yaitu 0,757.

- Koefisien Bidang Midship

  Koefisien Midship adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T. Didapat nilai Cm kapal yaitu 0,990 .

- Koefisien Bidang Garis Air

  Koefisien water plan adalah perbandingan antara luas penampang garis air kapal yang ada dibawah permukaan air dengan suatu penampang yang panjangnya = Lwl dan lebarnya = B. Maka hasilnya Cwp kapal adalah 0,837 .

- Volume Displasement

  Volume displasement adalah volume air yang dipindahkan badan kapal yang tercelup di dalam air. Hasil perhitungan volume displasement kapal adalah 7.331,87 m^3.

- Displasement

  Displasement adalah berat air yang dipindahkan oleh badan kapal di dalam air. Maka hasil perhitungan displasement kapal didapat 7.515,16 ton.

2. Perhitungan Hambatan Kapal

   Metode yang digunakan dalam menghitung hambatan kapal adalah holtrop. Dengan perhitungan sebagai berikut:

   Dimana kecepatan kapal sebesar 12 knot, jarak yang harus ditempuh untuk satu kali rooundtrip sebesar 691 Nm dan massa jenis perairan adalah 1.025 kg/m3. Diperoleh hasil perhitungan hambatan kapal yaitu sebesar 108,59 kN.

3. Perhitungan Daya Mesin

   Dari hambatan total yang telah dihitung kemudian dapat dilakukan perhitungan propulsi dan daya mesin. Dari langkah langkah perhitungan kebutuhan daya mesin, diperoleh kebutuhan daya mesin kapal membutuhkan daya 1.248,81 kW.

Tabel 5-29 Katalog Mesin

No.	Merk	Type	Eng. [kW]
1	MAN B&W	12 V32/44CR	7.000
2	MAN B&W	12 V32/40	6.000
3	MAN B&W	10 L32/44CR	5.600
4	MAN B&W	9 L32/44CR	5.040
5	MAN B&W	9 L32/40	4.500
6	MAN B&W	8 L32/44CR	4.480
7	MAN B&W	8 L32/40	4.000
8	MAN B&W	7 L32/44CR	3.920
9	MAN B&W	7 L32/40	3.500
10	MAN B&W	6 L32/44CR	3.360
11	MAN B&W	9 L27/38	3.060
12	MAN B&W	6 L32/40	3.000
13	MAN B&W	8 L27/38	2.720
14	MAN B&W	7 L27/38	2.380
15	MAN B&W	6 L27/38	2.040
16	MAN B&W	9 L21/31	1.935

Sumber : (MAN B&W, 2014)

Dari perhitungan kebutuhan daya mesin dicari pada katalog mesin yang tersedia di pasaran, untuk memilih mesin mana pas untuk dipasang pada kapal. Dari perhitungan daya dan katalog mesin yang tersedia dipilih mesin merek MAN B&W tipe 9 L21/31 dengan daya 1.935 kW.

4. Perhitungan Berat Kapal

   Berat kapal terdiri dua komponen yaitu LWT (*leight weight tonnage*) dan DWT (*dead weight tonnage*). Perhitungan LWT meliputi berat baja, permesinan dan perlengkapan sementara untuk DWT meliputi payload, crew, dan consumable.

- Lightweight (LWT)

Lightweight merupakan berat kapal kosong yang terdiri dari berat pelat, berat permesinan, dan berat perlengkapan kapal. Sehingga hasil perhitungan setiap komponen LWT dapat dilihat pada tabel 5-30

Tabel 5-30 Komponen LWT

Jenis	Satuan	Nilai
Konstruksi	*Ton*	2.006,0
Permesinan	*Ton*	47,8
Perlengkapan	*Ton*	1.998,1
LWT Total	***Ton***	**4.051,9**

Tabel 5-27 menunjukan hasil perhitungan untuk komponen LWT diantaranya berat plat baja untuk konstruksi kapal sebanyak 2.006,0 ton, berat permesinan pada kapal sebesar 47,8 ton, serta berat perlengkapan lainya sebesar 1.998,1 ton, dengan total LWT 4.051,9 ton.

- Deadweight (DWT)

  Deadweight merupakan berat mati kapal, yaitu berat dari jumlah penumpang dan kru, barang bawaan, bahan bakar, minyak lumas, dan air tawar. Sehingga hasil perhitungan komponen DWT kapal dapat dilihat pada

  Tabel 5-31

Tabel 5-31 Komponen DWT

Jenis	Satuan	Nilai
Perbekalan & Crew	*Ton*	1.029,2
Payload	*Ton*	1.414,6
DWT Total	*Ton*	**2.443,8**

Tabel 5-27 menunjukan hasil dari perhitungan DWT, dengan berat perbekalan dan crew kapal sebesar 1.029,2 ton, berat total payload sebesar 1.414,6 ton, serta total dari DWT sebesar 2.443,8 ton.

Perhitungan berat selengkapnya dapat dilihat di Lampiran, pada sub bab ini hanya akan ditampilkan rekapitulasi berat DWT kapal.

5. Perhitungan Tonasse Kapal

Tonase kapal dibagi menjadi dua yaitu *Net Tonnage* (NT) dan *Gross Tonnage* (GT). NT digunakan dalam menentukan pajak pelabuhan untuk kapal-kapal berbagai ukuran. Sedangkan GT digunakan untuk menentukan persyaratan-persyaratan regulasi. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5-32 Hasil Perhitungan Tonasse Kapal

Jenis	GT	NT
Tonasse	7.630,7	3.847,2

Dari Tabel 5-32 menunjukan hasil perhitungan tonasse dari kapal baru, dengan GT sebesar 7.630,7 ton dan NT sebesar 3.847,2 ton.

6. Stabilitas Kapal

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruh oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Dan hasilnya sebagai berikut ini :

Tabel 5-33 Stabilitas Kapal

No	Deskripsi	Kriteria IMO	Stabilitas Kapal
1	$e_{0.30}^{o}$	0,055	0,549
2	$e_{0.40}^{o}$	0,09	0,466
3	$e_{30,40}^{o}$	0,03	0,084
4	h_{30}^{o}	0,2	3,2
5	ϕmax	25	39,5
6	GM^{0}	0,15	6,5

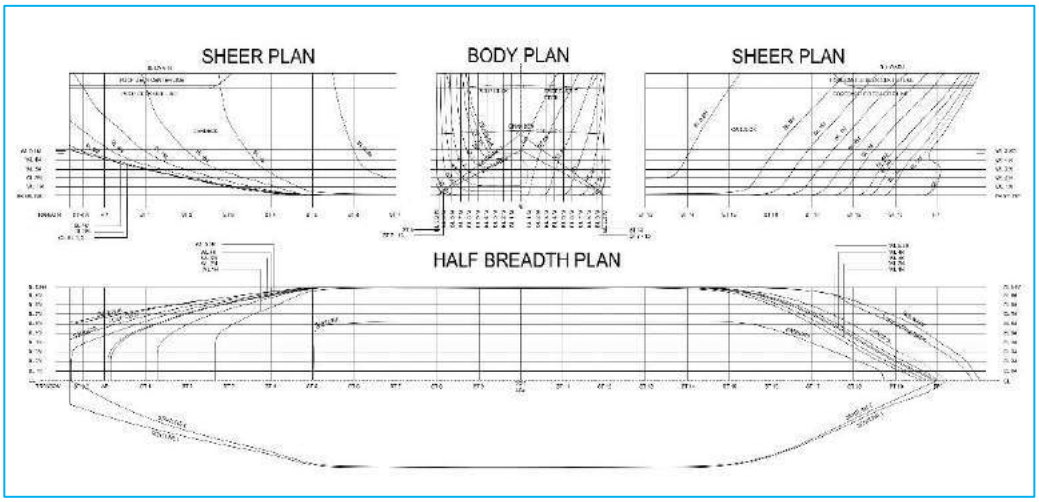
Pada Tabel 5-33 diketahui hasil dari perhitungan stabilitas pada lengan GZ pada 30° adalah 0,552 m.rad, lengan GZ pada 40° sebesar 0,468 m.rad, lengan GZ pada 30°-40° sebesar 0,083 m.rad, lengan pengembali GZ pada 30° sebesar 3,2

m, lengan pengembali sebesar 39,5^{o}, dan tinggi titik metacenter (GM) sebesar 6,5 m.

7. Rencana Garis Kapal (Line Plan)

Setelah didapat hasil perhitungan ukuran utama kapal beserta kompoonen lainnya, maka dilanjutkan dengan pembuatan rencana garis (*lines plan*). *Lines plan* merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan body kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *sheer plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (dilihat dari atas).

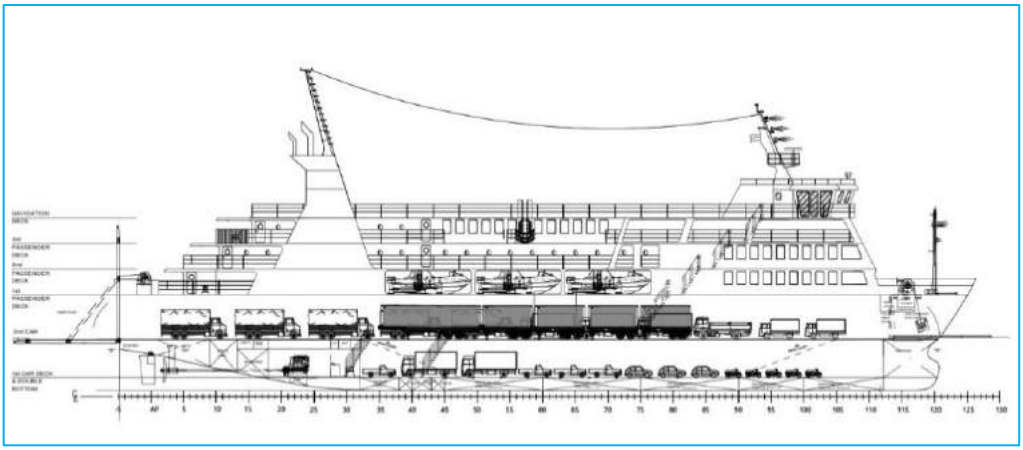
Ada berbagai cara membuat *lines plan*. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, kini telah hadir software khusus yang biasa digunakan untuk menggambar lines plan dalam waktu yang singkat. Software dimaksud adalah Maxsurf. Dengan maxsurf sebagai awalnya dan dengan Auto Cad sebagai penyempurna, maka kita tidak perlu lagi menghabiskan banyak waktu untuk membuat lines plan.



Gambar 5-10 Rencana Garis Kapal

8. Gambar Kapal (*General Arrangement*)

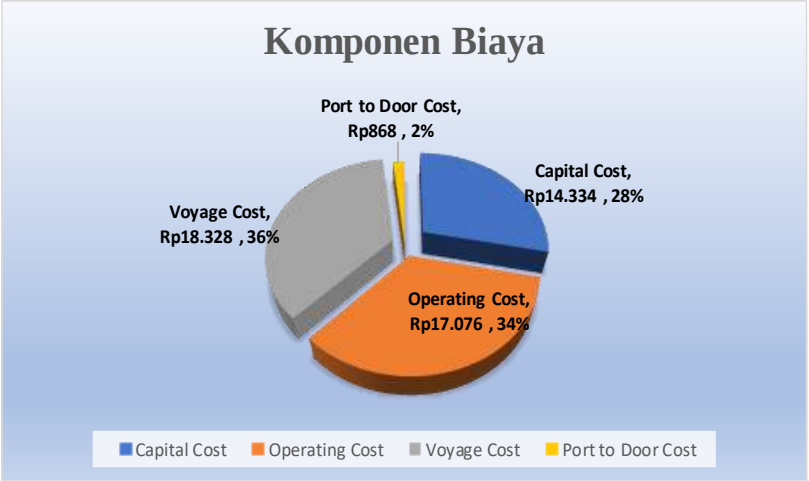
Rencana Umum atau *General Arrangement* dalam *"Ship Design and Cosntruction, Bab III"* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan-ruangan tersebut misalnya: ruang muat, ruang akomodasi, ruang mesin, dll. Disamping itu, juga meliputi perencanaan penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya. Berikut gambar rencana umum seperti pada Gambar 5-11



Gambar 5-11 Rencana Umum Kapal Ferry Roro

5.4.2. Analisis Biaya Revitalisasi Kapal

Dalam subbab ini akan dibahas analisa pembiayaan untuk merevitalisasi kapal yang digunakan pedagang besar. Tetapi sebelum membahas biaya untuk revitalisasi akan dijelaskan lebih dahulu tentang struktur biaya yang ada pada saat ini.



Gambar 5-12 Komponen Biaya

Dari Gambar 5-12 menunjukan biaya terbesar dari komponen biaya yaitu biaya operasional kapal sebesar 33% dari biaya total atau sebesar Rp17.076 juta dalam setahun, Voyage cost sebesar 35% dari biaya total atau sebesar Rp18.328 juta per tahun, biaya modal atau pembuatan kapal sebesar 28% dari biaya total atau sebesar Rp14.334 juta per tahun, sedangkan biaya darat hanya 2% dari toal biaya atau sebesar Rp868 juta per tahun. Selanjutnya dibagi menjadi 4 kmponen yaitu :

1. Biaya Kapital (Capital Cost)

   Capital Cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan armada, dalam hal ini pengadaan kapal dengan membangun baru. Komponen bangun kapal baru yaitu plat untuk konstruksi, permesinan dan peralatan. Sehingga biaya yang dibutuhkan seperti pada

Tabel 5-34 Komponen Biaya Kapital

Komponen	Nilai	Satuan
Berat Plat	2.005,95	*ton*
Berat Peralatan	1.998,10	*ton*
Berat Permesinan	47,84	*ton*
Harga Plat	2.301,00	*$/ton*
Harga Peralatan	6.202,17	*$/ton*
Harga Permesinan	11.290,69	*$/ton*
Biaya Plat	4.615.698,81	*$*
Biaya Peralatan	12.392.538,92	*$*
Biaya Permesinan	540.169,65	*$*
Biaya Non Berat	10,00	*% daril biaya*
	1.754.840,74	*$*
Kurs Dollar	13.660,00	*/$*
Total Biaya	20.986.491,4	*$*
	286.675,47	*Jt-Rp*
Umur Ekonomis	20	*Tahun*
Deprisiasi	14.333,77	*Jt-Rp/tahun*

   Dari Tabel 5-34 menujukan biaya kapital untuk pembuatan kapal baru, dimana berat plat untuk konstruksi sebesar 2.005,95 ton dengan harga $2.301 perton sehingga biaya untuk plat sebesar $ 4.615.698,81 , berat peralatan (*outfit*) sebesar 1.998,10 ton dengan harga $6.202,17 per ton sehingga biaya peralatan sebesar $, sedangkan berat permesinan sebesar 47,84 ton dengan estimasi biaya permesinan $11.290,69 per ton sehingga biaya permesinan sebesar $ 540.169,65 . Maka biaya total untuk kapital $ 20.986.491,4 atau sebesar Rp 286.675,47 juta, dengan umur ekonomis 20 tahun maka didapat deprisiasi atau penyusutan untuk biaya kapital sebesar Rp 14.333,77 juta per tahun.

2. Biaya Operasional (Operational Cost)

   Operational cost adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Komponen dari biaya operasional yaitu gaji crew, perbekalan dan minyak pelumas, air tawar, perbaikan dan perawatan, asuransi, dan biaya kantor. Selantunya dapat dilihat pada Tabel 5-35

Tabel 5-35 Komponen Biaya Operasional

Komponen	Nilai	Satuan
Gaji Crew	**6.128,61**	***Jt-Rp/tahun***
Jumlah Crew	35	*orang*
Gaji Crew	14.591.920	*Rp/bulan.org*
Perbekalan	**1.155**	***Jt-Rp/tahun***
Perbekalan	100.000	*Rp/orng.hari*
Minyak Pelumas	**597,83**	***Jt-Rp/tahun***
Konsumsi Pelumas	21.739	*liter/tahun*
Harga Pelumas	5.500.000	*/200 liter*
Air Tawar	**1.836,92**	***Jt-Rp/tahun***
Kebutuhan air tawar	45.923	*ton/tahun*
Harga air tawar	40.000	*Rp/ton*
Perbaikan & Perawatan	**2.444**	***Jt-Rp/tahun***
DWT kapal	2.444	*ton*
Biaya perbaikan dan perawatan	1.000.000	*Rp/DWT.thn*
Asuransi	**3.583,44**	***Jt-Rp/tahun***
Asumsi Asuransi	1	*% dari harga kapal*
Biaya Kantor Umum	**1.330,18**	***Jt-Rp/tahun***
Asumsi kebutuhan	10	*% dari operasional*
Total Biaya Operasional	**17.075,76**	***Jt-Rp/tahun***

Pada Tabel 5-35 komponen biaya operasional dalam pembuatan kapal baru yang dimana untuk gaji crew dengan jumlah crew 35 orang sebesar Rp 6.128,61 juta per tahun, biaya perbekalan crew dengan asumsi Rp 100.000 per orang dalam sehari maka didapat sebesar Rp 1.155 juta per tahun, biaya pelumas Rp 597,83 juta per tahun, untuk biaya kebutuhan air tawar sebesar Rp 1.836,92 juta per tahun, biaya asuransi kapal dengan asumsi 1,25% dari harga kapalmaka didapat sebesar Rp 3.583,44 juta per tahun, serta biaya umum kantor dengan asumsi 10% dari biaya total operasional maka didapat sebesar Rp 1.330,18 juta per tahun. Sehingga biaya total operasional dari beberapa komponen didapat sebesar Rp 17.075,76 juta per tahun.

3. Biaya Perjalanan (Voyage Cost)

   Biaya pelayaran (Voyage cost) adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen yang termasuk biaya pelayaran yaitu bahan bakar dan biaya pelabuhan. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5-36

Tabel 5-36 Kompnen Biaya Pelayaran

Komponen	Nilai	Satuan
Bahan Bakar	**3.362,41**	***Jt-Rp/tahun***
Kebutuhan HSD	640,04	*ton/thn*
Kebutuhan MFO	152,21	*ton/thn*
Harga HSD	6.896.262,00	*Rp/ton*
Harga MFO	3.613.464	*Rp/ton*
Biaya HSD	1.049.655.519,36	*Rp/tahun*
Biaya MFO	2.312.751.704	*Rp/tahun*
Pelabuhan	**234,95**	***Jt-Rp/tahun***
Ukuran kapal	7.631	*GT*
Biaya pandu	1.138.797,50	*Rp/R.trip*
Biaya tunda	2.156.307,21	*Rp/R.trip*
Biaya labuh	-	*Rp/R.trip*
Biaya tambat	976.732,30	*Rp/R.trip*
Total Biaya Operasiona;	**3.597,36**	***Jt-Rp/tahun***

Pada Tabel 5-36 menunjukan komponen biaya pelayaran untuk kapal baru yaitu untuk biaya bahan bakar sebesar Rp 3.362,41 juta per tahun dan biaya pelabuhan sebesar Rp 234,95 juta pertahun, dengan demikian biaya pelayaran didapat sebesar Rp 3.597,36 juta pertahun.

4. Biaya Darat (Land Cost) atau Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost)

   Biaya darat dalam pembuatan kapal baru ini yaitu biaya investasi dan operasional kepala truk (*head truck*), seperti pada Tabel 5-37

Tabel 5-37 Komponen Biaya Darat

Komponen	Nilai	Satuan
Kebutuhan *Head Truck*	4	*unit*
Umur ekonomis	25	*tahun*
Maintenance	5	*%*
Harga Head Truck	875.000.000	*Rp/unit*
Capital Cost Head Truck	35.000.000	*Rp/tahun*
Biaya Maintenance dan Repair	43.750.000	*Rp/tahun*
Biaya Sewa Peti Kemas	216.000.000	*Rp/tahun*
Fee Supir	13.200.000	*Rp/day.orang*
Biaya Total Head Truck	**1.182,95**	***Jt-Rp/tahun***

Pada Tabel 5-37 menunjukan komponen biaya darat atau investasi dan operasional kepala truk pada masing-masing pelabuhan, dimana membutuhkan 2 unit kepala truk dimasing-masing pelabuhan dengan biaya Rp 1.182,95 Juta per tahun. Dari komponen-komponen biaya diatas selanjunta dapat dilihat pada Tabel 5-38

Tabel 5-38 Komponen Biaya Kapal Baru

No	Komponen	Satuan	Kapal Baru	
			Nilai	%
1	Capital Cost	*Jt-Rp/tahun*	14.333,77	0,270
2	Operating Cost	*Jt-Rp/tahun*	17.075,76	0,322
	Gaji Crew	*Jt-Rp/tahun*	6.128,61	0,116
	Asuransi Kapal	*Jt-Rp/tahun*	3.583,44	0,068
	Store & Consumable	*Jt-Rp/tahun*	1.155,00	0,022
	Administrasi Kantor	*Jt-Rp/tahun*	1.330,18	0,025
	Maint. & Repair	*Jt-Rp/tahun*	2.443,78	0,046
3	Voyage Cost	*Jt-Rp/tahun*	18.327,55	0,345
	Fuel Oil	*Jt-Rp/tahun*	6.113,47	0,115
	Lubricating Oil	*Jt-Rp/tahun*	597,83	0,011
	Fresh Water	*Jt-Rp/tahun*	1.836,92	0,035
	Pelabuhan	*Jt-Rp/tahun*	234,95	0,004
4	Biaya Darat	*Jt-Rp/tahun*	868,24	0,016
	Total Biaya	***Jt-Rp/tahun***	**51.788,26**	**1,000**
Unit Cost		***Rp/SUP***	**81.921**	
		Rp/TEUs	**8.089.698,75**	

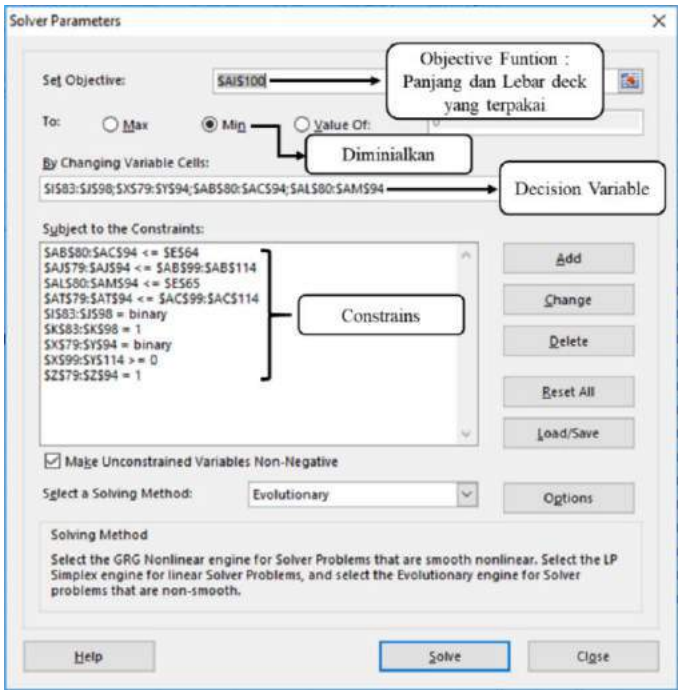
Dengan biaya total pengadaan dan operasional pembangunan kapal baru yaitu sebesar Rp 51.788,26 juta per tahun dengan unit biaya Rp 81.921 per SUP atau Rp 8.089.699 per chassis.

5.5. Model Optimasi Alokasi Peletakan Chassis

Tahap selanjutnya setelah setelah ukuran deck kendaraan didapat dari pemilihan ukuran utama kapal baru, maka untuk model alokasi peletakaan chassis dilakukan sesuai komponen optimasi, yaitu :

- Objective Function : panjang dan lebar deck kendaraan yang digunkan oleh chassis.
- Decision Variable : titik koordinat pada panjang sumbu X (b_i), alokasi chassis. Titik koordinat pada lebar sumbu Y (p_i), serta bilangan biner (σ_{ij} dan θ_{ji}).
- Constraint : posisi chassis dipastikan tidak ada yang beririsan, semua jumlah bilangan biner harus sama dengan 1, posisi titik koordinat awal sumbu X (b_i) harus lebih kecil dari panjang deck dikurangi panjang chassis, posisi titik koordinat awal sumbu Y (p_i) harus lebih kecil dari lebar deck dikurangi lebar chassis, serta σ_{ij} dan θ_{ji} mewakili bilangan biner (1 atau 0).

Selanjutnya dapat dilihat dari menu solver Ms. Excel pada Gambar 5-13



Gambar 5-13 Menu Solver untuk Alokasi Penataan Chassis

Dengan data set jumlah chassis yang akan diangkut yaitu sejumlah 20 unit dengan 15 unti chassis 20 *feet* dan 5 unit chassis 20 *feet*. Sehingga koordinat yang dihasilkan dari solver berdasarkan kriteria batasan - batasan yang telah ditentukan, dan dengan panjang deck kendaraan meter serta lebar meter, maka didapat sebagai berikut:

Tabel 5-39 Koordinat Alokasi Penataam Chassis Hasil Solver

Koor dinat	Chassis																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	8,0	8,0	22,0	8,0	16,0	16,0	30,0	22,0	24,0	24,0	38,0	30,0	38,0	32,0	32,0
X2	7,6	7,6	7,6	7,6	21,6	15,6	15,6	29,6	21,6	23,6	23,6	37,6	29,6	31,6	31,6	51,6	37,6	45,6	45,6	45,6
X3	7,6	7,6	7,6	7,6	21,6	15,6	15,6	29,6	21,6	23,6	23,6	37,6	29,6	31,6	31,6	51,6	37,6	45,6	45,6	45,6
X4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	8,0	8,0	22,0	8,0	16,0	16,0	30,0	22,0	24,0	24,0	38,0	30,0	38,0	32,0	32,0
Y1	0,0	3,4	6,8	10,2	0,0	6,8	10,2	0,0	3,4	6,8	10,2	0,0	3,4	6,8	10,2	0,0	3,4	3,4	6,8	10,2
Y2	3,1	6,5	9,9	13,3	3,1	9,9	13,3	3,1	6,5	9,9	13,3	3,1	6,5	9,9	13,3	3,1	6,5	6,5	9,9	13,3
Y3	0,0	3,4	6,8	10,2	0,0	6,8	10,2	0,0	3,4	6,8	10,2	0,0	3,4	6,8	10,2	0,0	3,4	3,4	6,8	10,2
Y4	3,1	6,5	9,9	13,3	3,1	9,9	13,3	3,1	6,5	9,9	13,3	3,1	6,5	9,9	13,3	3,1	6,5	6,5	9,9	13,3

Pada Tabel 5-39 menunjukan hasil solver untuk alokasi penataan chassis pada deck kendaraan dalam koordinat grafik, koordinat tersebut dibagi menjadi 4 titik berdasarkan sudut persegi pada chassis.

5.6. Hasil Optimasi

Dari hasil *running solver* pada subbab sebelunya yang telah memenuhi kriteria dan batasan yang telah ditentukan, maka hasil yang didapat sebagai berikut

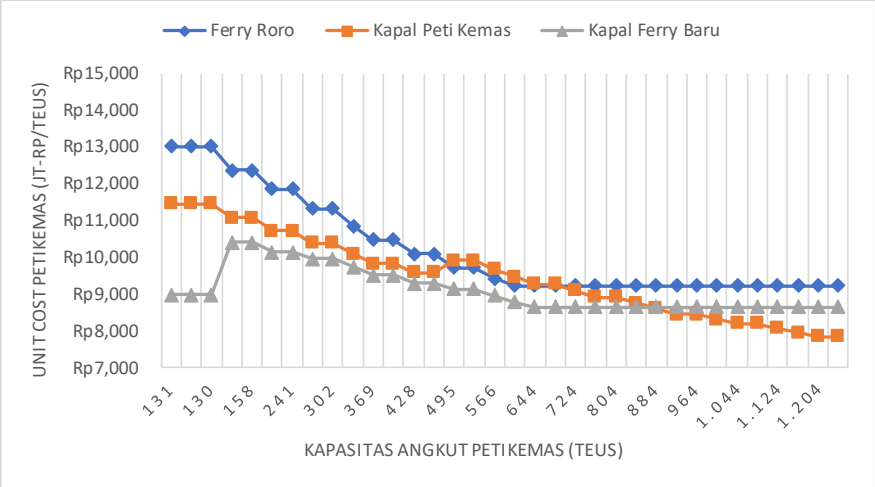
5.6.1. Ukuran Utama Kapal Baru

Pada ukuran utama yang didapat dari hasil optimisasi solver berupa panjang (L), Lebar (B), Tinggi (H), serta Garis Air (T) kapal. Hasil ukuran uatama tersebut memenuhi semua batasan seperti batasan koreksi ukuran utama, demand, koreksi kapasitas kapal, stabilitas dan lambun timbul. Ukuran utama yang didapatkan dari hasil optimasi solver dapat dilihat pada tabel 5-32

Tabel 5-40 Hasil Optimasi Pemilihan Ukuran Utama Kapal Baru

No	Deskripsi	Batas Bawah	*Nilai*	Batas Atas	Satuan	Ket.
1	**Ukuran Utama**					
	Lpp	90,00	*90,00*	160,00	*m*	**Acc**
	B	10,00	*19,78*	30,00	*m*	**Acc**
	H	7,00	*7,00*	10,00	*m*	**Acc**
	T	1,00	*5,23*	6,00	*m*	**Acc**
2	**Koreksi Ukuran Utama**					
	L/B	3,50	*4,55*	10,00		**Acc**
	B/T	1,80	*3,78*	5,00		**Acc**
	L/T	10,00	*17,20*	30,00		**Acc**
	T/H	0,60	*0,75*	-		**Acc**
3	**Demand**					
	Penumpang	49.101	*49.101*	-	*orang*	**Acc**
	Peti kemas	841	*660*	-	*TEUs*	**No**
4	**Koreksi Kapasitas Kapal**					
	Disp dan berat kapal	2%	*15,7%*	12%		**No**
	Ruang muat dan volume muatan	0,02	*0,15*	0,15		**Acc**
5	**Stabilitas**					
	$e_{0.30}^{o}$	0,06	*0,55*	-		**Acc**
	$e_{0.40}^{o}$	0,09	*0,47*	-		**Acc**
	$e_{30,40}^{o}$	0,03	*0,08*	-		**Acc**
	h_{30}^{o}	0,20	*3,19*	-		**Acc**
	ϕmax	25,00	*39,50*	-		**Acc**
	GM^{0}	0,15	*6,46*	-		**Acc**
6	**Freeboard**					
	H-T	1,08	*1,77*	-		**Acc**
	Biaya					
	Total biaya	Rp		51.788,26	*Jt-Rp/tahun*	
	Unit biaya	Rp		81.921	*Rp/SP*	
	Unit biaya	Rp		8.089.699	*Rp/Chasssis*	

Pada tabel 5-32 menjukan hasil optimasi pemilhan ukuran utama baru, semua batasan terpenuhi dengan biaya total Rp51.788,26 juta per tahun, untuk unit satuan produksi atau SUP didapat Rp81.921 serta Rp8.089.699 untuk chassis peti kemas. Maka jika dibandingkan dengan kapal saat ini, unit biaya dengan kapal baru tersebut lebih murah. Selanjutnya pada Gambar 5-14

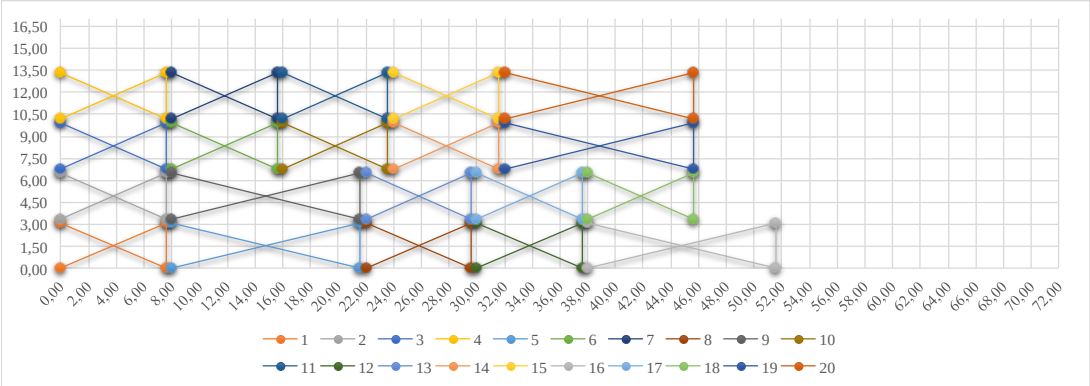


Gambar 5-14 Perbandingan Unit Biaya dengan Kapal Baru

Pada Gambar 5-14 menunjukan perbandingan unit biaya untuk kapal baru dengan kapal saat ini, dimana dengan menggunakan kapal baru unit biaya pengiriman peti kemas dari Semarang menuju Sampit bias bersaing dengan pengiriman kapal peti kemas dengan rata perbedaan unit biaya 6%.

5.6.2. Alokasi Penataan Chassis

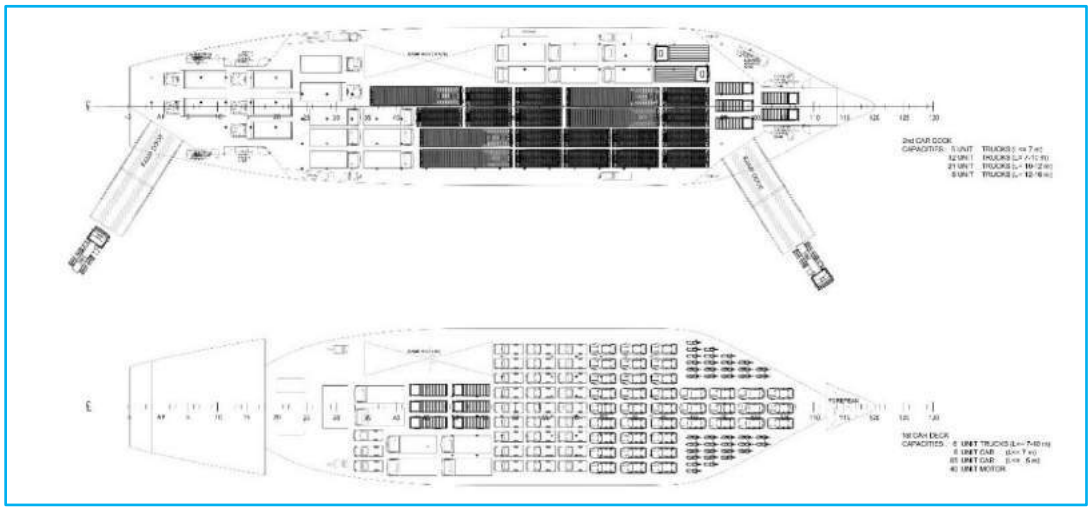
Hasil optimisasi oleh solver untuk alokasi penataan chassis selanjunya dinyatakan dalam bentuk gambar pada deck kendaraan, sehingaa dapat dibandingkan dengan kondisi ilustrasi gambar penataan saat ini. Penggunaan model alokasi penataan hanya digunakan pada deck kedua kendaraan pada kapal atau hanya pada deck kendaraan dengan panjang diatas 10 meter. Alokasi penataan chassis yang didapatkan dari hasil optimasi solver dapat dilihat pada Gambar 5-16



Gambar 5-15 Hasil Solver Alokasi Penataan Chassis dalam Bentuk Grafik

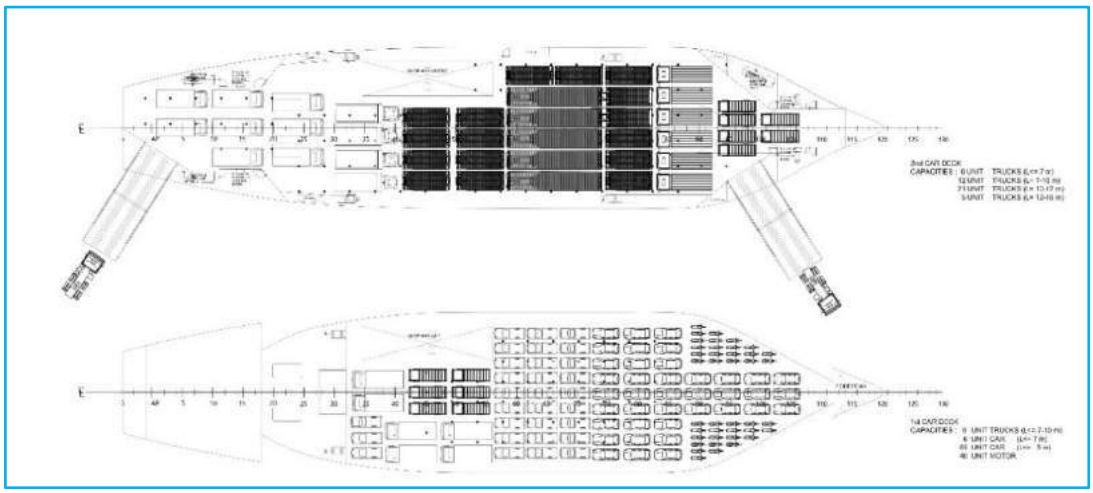
Dari gambar diatas menjelaskan letak alokasi chassis pada deck kendaraan dengan satu chassis diwakili oleh 4 titik koordinat pada grafik diatas, salah satunya chassis 40 *feet* atau chassis 5 dengan koordinat X_1 24,00 dari titik nol, Y_1 3,40, dan X_2 29,60

dari titik nol atau titik X_1 ditambah panjang chassis, sedangkan Y2 6,50 meter dari titik nol atau titik Y_1 ditambah lebar chassis. Selanjutnya pada rencana umum dapat dilihat pada gambar Gambar 5-16



Gambar 5-16 Alokasi Penataan Hasil Model

Gambar 5-16 menunjukan hasil model alokasi penataan chassis pada deck kendaraan kapal ferry roro dalam bentuk gambar dengan bantuan *software* AutoCad. Sedangkan tanpa menggunakan model alokasi dapat dilihat pada Gambar 5-17



Gambar 5-17 Alokasi Penataan Tanpa Model

Diantara kedua alokasi penataan diatas, ada sedikit perbedaan dimana pada gambar dengan menggunakan model (gambar 5-13) terdapat 20 chassis peti kemas dengan proporsi 5 unit chassis 40 *feet* dan 15 chassis 20 *feet*, ditambah 6 unit truk dengan panjang kurang dari 7 meter, 9 unit truk dengan panjang antara 7 sampai 10 meter, dan 21 truk dengan panjang 10 sampai 12 meter. Sedangkan pada alokasi penataan

tanpa model mampu mengangkut 5 unit chassis peti kemas 40 *feet* dan 15 chassis peti kemas 20 *feet*, ditambah 6 unit truk panjang 7 meter, 12 unit truk panjang antara 7 sampai 10 meter, dan 20 unit truk dengan panjang 10 sampai 12 meter.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian tugas akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kondisi saat ini pengangkutan peti kemas hanya dilayani oleh kapal peti kemas mengalami transit di Terminal Peti kemas Surabaya dengan rute Semarang – Surabaya dan Surabaya – Sampit. Hasil analisis dan perbandingan dengan kapal Ferry Ro-Ro, yaitu dalam segi waktu pengiriman dengan kapal peti kemas selama 14 hari sdan dengan kapal ferry roro selama 3 hari. Sedangkan dari segi biaya pengiriman peti kemas didapat unit biaya sebesar Rp 10.833.054 per TEUs dengan kapal peti kemas dan Rp 12.566.812 per TEUs untuk kapal ferry ro-ro.
2. Pada penerapan konsep chassis ro-ro adanya penambahan biaya pengadaan pada pengiriman kapal ferry ro-ro sebanyak sejumlah 4 unit masing pelabuhan dengan biaya Rp 579,98 juta. Sehingga unit biaya dengan menggunakan kapal ferry ro-ro sebesar Rp11.772.825 per TEUs atau per chassis.
3. Hasil proyeksi muatan sampai tahun 2030 pada lintasan Semarang – Sampit dan sebaliknya membutuhkan kapal baru untuk dapat bersaing dengan pengangkutan saat ini, yaitu dengan optimasi didapat kapal berukuran L = 90,0 meter, B = 19,8 meter, H = 7,0 meter, serta T = 5,2 meter dengan biaya total Rp51.788,26 / tahun dan unit biaya Rp81.921 /SUP atau Rp 9.408.110 /chassis peti kemas. Serta Hasil optimasi alokasi penataan chassis pada deck kendaraan untuk 20 chassis peti kemas membutuhkan 491,40 m^2.

6.2. Saran

Berdarkan hasil penelitian ini, terdapat saran yang dapat diberikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut terkait model alokasi penataan chassis dengan menambahkan kriteria operasional.

2. Diperlukan pendalaman model solver untuk menggabungkan model penentuan ukuran utama dan model alokasi penataan dalam penilitian ini menjadi satu.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait peninjauan kapasitas terpasang kapal ferry roro.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kemungkinan adanya *reefer container* (peti kemas berpendingin) dalam ferry ro-ro.
5. Penelitian ini dapat diterapkan pada alokasi penataan dengan luasan.
6. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait alokasi penataan chassis dengan stabilitas kapal.

DAFTAR PUSTAKA

Chairunnisa, H. (2011). Analisa Kinerja Penyebrangan Lembar - Padangbai. *Jurnal Unhas*, Volume 5 No. 1.

David, W. (1998). *Principal Ship Design.* Oxford.

Djlante, A. H. (2011). Analisis Kelayakan Tarif Kapal Ferry Ro-Ro KMP Awuawu Lintasan Barru - Batulicin. *Hasil Penelitian Fakultas Teknik, Prisding*, 1-8.

google. (2018, juli 06). *google*. Retrieved from http://www.google.com

Gunawan, H. (2014). *Pengantar Transportasi dan Logistik.* Jakarta: Rajawali Pers.

Jinca, M. Y. (2011). *Transportasi Laut Indonesia.* Surabaya: Brilian Internasional.

Lazuardy, A. (2014). *Studi Perbandingan Layanan Transportasi Laut : Studi Kasus Pelayaran Nasional dan Pelayaran Rakyat.* Surabaya: ITS.

Line, M. (2018). *Gallery*. Retrieved from MERATUS: http://www.meratusline.com/eng/news-amp-event-gallery/

Marpaung, N. (2015). Evasluasi Kinerja Eksisiting Lintasan Penyebrangan Telaga Pungkur - Tanjung Uban di Kepulauan Riau . *The 18th FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung*, 1-10.

Perhubungan, K. (2003). *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 58 Tahun 2003.* Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.

Prasetyo, A. E. (2013). *Analisis Pemindahan Moda Angkutan Barang di Jalan Raya Pantura Pulau Jawa: Studi Kasus Koridor Surabaya - Jakarta.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Septiadi, A. (2012). Analisa Kekuatan Konstruksi Side Ramp Door Sistem Steel Wire Rope pada KM. Dharma Kencana II Akibat Beban Statis dengan Metode Elemen Hingga.

Stopford, M. (1988). *Maritime Economics.* New York: Allen and Unwin.

Surabaya, K. (2017, May 15). *Konsep Chassis Roro akan Diuji Coba untuk Angkutan Feri Jarak Jauh*. Retrieved from Kabar Surabaya:

http://kabarsurabaya.com/2017/05/15/konsep-chassis-roro-akan-diuji-coba-untuk-angkutan-feri-jarak-jauh/

Taha, H. A. (1992). *Operation Research.* McMillan: An Introduction.

Tengah, B. P. (2017). *Jawa Tengah Dalam Angka 2017.* Semarang: BPS.

Utama, D. L. (2018). *Gallery*. Retrieved from PT. Dharma Lautan Utuama: http://dlu.co.id/

Wuryaningrum, P. (2014). *Cost - Benefit Analisis Penerpan Short Sea Shipping di Pantura Jawa dalam Rangka Pengurangan Beban Jalan.* Surabaya: Jurnal ITS.

Yuniasari, A. (2016). Pelayaran. *Analisis Kombinasi Pola Operasional Kapal Penyeberangan: Studi Kasus Lintasan Merak - Bakauheni*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Volume Impor Jawa Tengah dan Kalimantan Tengah

Lampiran 2 Arus dan Proyeksi Muatan

Lampiran 3 Daftar Kapal yang Menjadi Studi

Lampiran 4 Muatan KM. Kirana I Tahun 2017

Lampiran 5 Spesifikasi Truk dan Peti Kemas

Lampiran 6 Estimasi Harga Kapal Peti Kemas

Lampiran 7 Estimasi Harga Kapal Ferry Ro-Ro

Lampiran 8 Asumsi Perhitungan

Lampiran 9 Perhitungan Pengangkutan Eksisting

Lampiran 10 Perhitungan dengan Konsep Chassis Ro-Ro

Lampiran 11 Hasil Analisis Sensitivitas

Lampiran 12 Perhitungan Kapal Baru

Lampiran 13 Hasil Solver Ukuran Utama

Lampiran 14 Iterasi Running Solver Ukuran Utama

Lampiran 15 Hasil Solver Alokasi Penataan Chassis

Lampiran 16 Penataan Chassis Tanpa Model

Lampiran 17 Penataan Chassis dengan Model

Lampiran 18 Rencana Garis Kapal

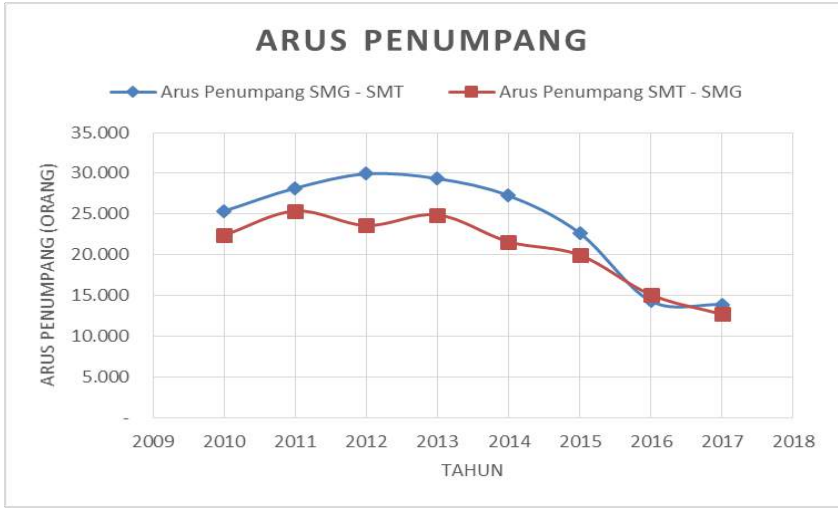
Lampiran 19 Rencana Umum Kapal Ferry RoRo

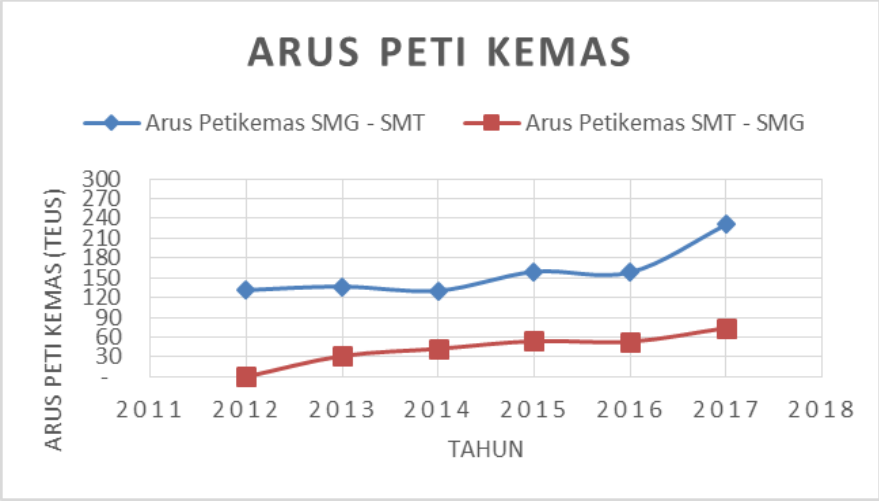
Lampiran 1 Volume Impor Jawa Tengah dan Kalimantan Tengah

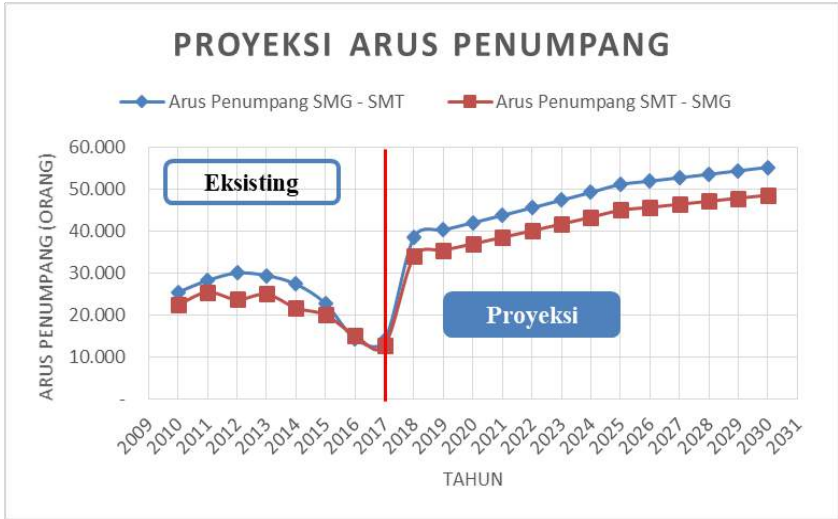
Komuditi	Volume Impor Jawa tengah (ton)			
	2014	2015	2016	2017
Peternakan	58.485,87	59.743,79	57.227,95	57.227,95
Pertannian dan Kehutanan	1.312.964,71	1.325.336,59	1.300.592,82	1.300.592,82
Pertambangan dan Penggalian	351.715,36	525.175,24	178.255,47	178.255,47
Industri Makanan, Minuman dan Tembakau	356.127,93	414.968,32	297.287,53	297.287,53
Benan dan Industri Tekstil	486.104,61	448.166,20	524.043,01	524.043,01
Industri Kayu, Gabus dan Jerami	70.945,35	72.270,06	69.620,64	69.620,64
Kertas	66.683,47	11.230,20	122.136,74	122.136,74
Kulit	13.668,61	8.770,15	18.567,06	18.567,06
Kimia	462.089,33	438.591,40	485.587,25	485.587,25
BBM	11.442.160,17	12.075.802,35	10.808.517,99	10.808.517,99
Perlengkapan Pribadi	17.628,00	14.537,41	20.718,59	20.718,59
Mineral dan batuan	187.451,03	168.784,15	206.117,90	206.117,90
Logam	408.355,22	413.664,56	403.045,88	403.045,88
Mesin, Listrik dan Elektronik	290.554,34	281.297,44	299.811,23	299.811,23
Jumlah	**15.524.934**	**16.258.338**	**14.791.530**	**14.791.530**

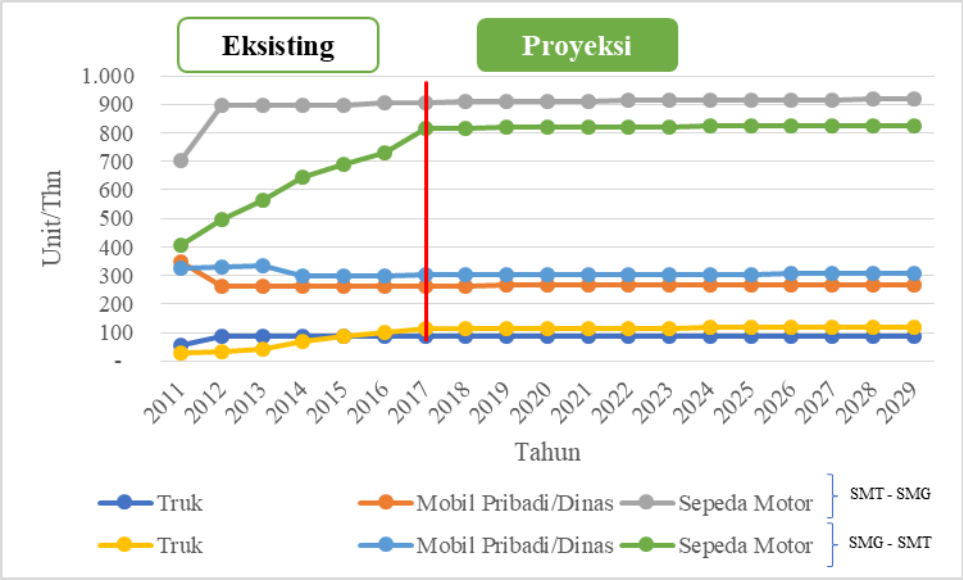
Komuditi	Volume Ekspor Kalimantan Tengah (ton)			
	2014	2015	2016	2017
Peternakan	24.437,92	21.721,98	27.153,86	27.153,86
Pertannian dan Kehutanan	122.445.370,00	264.370,99	244.626.369,00	244.626.369,00
Pertambangan dan Penggalian	539.727,54	397.263,21	682.191,86	682.191,86
Industri Makanan, Minuman dan Tembakau	130.243,47	145.970,31	114.516,62	114.516,62
Benang dan Industri Tekstil	450.712,34	459.290,45	442.134,23	442.134,23
Industri Kayu, Gabus dan Jerami	1.006.415,51	1.017.587,71	995.243,31	995.243,31
Kertas	24.471,27	23.550,69	25.391,84	25.391,84
Kulit	1.529,04	1.589,35	1.468,73	1.468,73
Kimia	139.363,47	142.456,96	136.269,97	136.269,97
BBM	369.014,84	343.562,16	394.467,51	394.467,51
Perlengkapan Pribadi	3.705,68	3.326,85	4.084,51	4.084,51
Mineral dan batuan	69.731,01	92.713,37	46.748,65	46.748,65
Logam	10.494,98	8.854,16	12.135,79	12.135,79
Mesin, Listrik dan Elektronik	23.689,19	24.356,24	23.022,14	23.022,14
Jumlah	**125.238.906**	**2.946.614**	**247.531.198**	**247.531.198**

Lampiran 2 Arus dan Proyeksi Muatan









Tahun		SMT - SMG			SMG - SMT		
		Truk	Mobil Pribadi/Dinas	Sepeda Motor	Truk	Mobil Pribadi/Dinas	Sepeda Motor
Eksisting	2011	54	350	705	28	325	405
	2012	87	263	896	32	332	497
	2013	87	263	896	40	336	563
	2014	87	263	896	70	300	646
	2015	87	263	896	87	300	690
	2016	87	264	908	100	300	730
	2017	87	264	908	115	303	817
Proyeksi	2018	87	264	909	115	303	818
	2019	87	265	910	115	304	819
	2020	88	265	911	116	304	819
	2021	88	265	912	116	304	820
	2022	88	265	913	116	305	821
	2023	88	266	913	116	305	822
	2024	88	266	914	117	305	823
	2025	88	266	915	117	305	824
	2026	89	266	916	117	306	824
	2027	89	267	917	117	306	825
	2028	89	267	918	118	306	826
	2029	89	267	919	118	307	827

Lampiran 3 Daftar Kapal yang Menjadi Studi

Daftar Kapal Milik PT Meratus Line

No.	Nama Kapal	Imo No.	Loa	Lpp	B	H	T	V	Payload	DWT	GT	Mesin Utama			
												Jumlah	BHP (kW)	SFOC (ton/HP.jam)	SLOC (gr/Kw.jam)
1	MULTI SPIRIT	8812887	91,00	84,00	14,70	7,60	5,00	12,00	256 TEUs	3.180	2.826	1	1.715	0,000194	1,0
2	MATARAM EXPRESS	8419518	97,08	89,95	17,20	7,85	5,41	12,00	300 TEUs	5.058	3.790	1	2.163	0,000194	1,0
3	MERATUS SIBOLGA	9018244	98,00	92,80	16,50	7,80	5,40	14,32	120 TEUs	3.650	3.256	1	1.529	0,000190	0,7
4	MENTAYA RIVER	7928237	101,30	92,60	17,00	9,00	5,35	12,50	326 TEUs	4.380	4.152	1	2.737	0,000185	0,9
5	MUSI RIVER	8131178	115,50	105,60	17,00	9,00	5,37	13,50	426 TEUs	5.223	5.014	1	2.839	0,000196	1,0
6	RED ROVER	8912900	105,00	97,60	16,20	9,00	5,30	12,00	320 TEUs	3.100	2.873	1	3.569	0,000183	0,5
7	MERATUS SANGAT	9116797	87,90	81,00	12,80	7,10	5,50	13,00	260 TEUs	3.447	2.532	1	1.490	0,000194	1,0
8	LUMOSO BAHAGIA	9491642	106,41	99,10	20,60	5,80	4,18	12,00	276 TEUs	3.187	2.830	2	1.939	0,000195	0,8
9	TANTO LANCAR	9786592	119,90	115,00	21,80	7,30	5,47	13,00	107 TEUs	6.730	6.629	1	2.597	0,000185	0,9
10	TANTO SAKTI 1	9240940	125,30	11,20	20,60	8,70	5,90	18,00	143 TEUs	6.420	6.361	1	6.057	0,000183	0,5
11	MERATUS BONTANG	9408657	106,68	99,11	20,60	5,80	4,21	12,00	368 TEUs	5.108	3.668	2	1.946	0,000194	1,0

Daftar Kapal Milik PT Dharma Lutan Utama

No.	Nama Kapal	Imo No.	Loa	Lpp	B	H	T	V	Payload		DWT	GT	Mesin Utama			
									Kend	PAX			Jumlah	BHP (kW)	SFOC (ton/HP.jam)	SLOC (gr/Kw.jam)
1	MS ROLAND	7370143	94,93	86,90	16,03	5,41	4,88	14,00	120	600	1.477	4.987	2	4.500	0,000179	0,5
2	OCEAN DIAMOND	7325629	124,19	114,61	16,00	8,30	4,80	15,00	125	975	1.575	8.282	1	4.000	0,000183	0,5
3	KMP. Mufidah	7352799	101,88	93,50	18,00	5,80	4,20	12,30	110	875	1.427	5.584	4	2.000	0,000194	1,0
4	KMP. Musthika Kencana	9042881	97,69	90,00	16,20	5,20	4,20	15,50	100	685	820	2.980	2	3.000	0,000194	1,0
5	KMP. Nusa Jaya	8703309	105,00	97,00	18,00	5,25	3,75	14,00	150	640	1.800	5.234	2	1.800	0,000195	0,8
6	KMP. Dharma Kencana	7374541	88,91	84,00	15,80	5,45	3,70	13,00	60	750	1.096	3.626	4	1.340	0,000195	0,8
7	KMP. Titian Murni	6725523	93,50	84,00	15,80	5,45	3,70	11,80	90	948	1.101	3.614	2	2.310	0,000189	0,7
8	KMP. Rajabasa I	8807076	91,00	81,80	17,50	5,00	3,75	8,20	16	916	1.823	4.611	2	1.571	0,000191	0,6
9	KMP. BSP II	7116846	108,00	100,00	20,40	6,20	4,65	18,00	160	1.010	2.550	5.227	2	4.000	0,000192	0,7
10	KMP. Duta Banten	7909061	120,58	110,00	17,80	6,60	5,15	8,60	129	790	1.845	8.011	2	7.000	0,000179	0,5
11	KM. KIRANA I	8414350	108,00	100,00	17,40	6,25	4,15	10,00	40	650	1.459	6.292	1	4.000	0,000196	1,0

Lampiran 4 Muatan KM. Kirana I Tahun 2017

Bulan	Penumpang	Kendaraan				
		Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5	Gol. 6
January 2017	238	16	5	1	1	-
	352	19	5	2	4	1
	419	19	2	1	1	1
	413	20	5	1	2	1
February 2017	370	16	2	-	1	1
	280	11	7	4	1	2
	104	6	8	2	1	-
	354	23	7	2	3	1
March 2017	95	5	3	-	1	1
	82	11	2	1	1	-
	191	21	8	-	2	-
	237	23	4	2	5	-
April 2017	155	9	2	-	2	2
	176	9	4	1	1	-
	124	10	4	1	1	-
	242	13	7	1	4	-
May 2017	129	10	4	-	1	1
	127	11	1	1	1	-
	20	1	4	4	5	-
	126	8	4	-	3	-
June 2017	38	1	3	2	2	-
	44	3	3	4	1	-
	41	9	2	3	1	-
July 2017	178	10	2	-	-	-
	418	25	10	-	-	-
	485	24	16	-	2	-
	483	36	10	1	1	-
	496	17	13	1	2	-
	550	20	10	2	3	-
	524	29	10	1	2	-
	516	21	11	1	3	-
August 2017	423	32	12	-	4	-
	403	25	12	1	5	-
	178	13	4	2	6	-
	427	22	7	8	3	-
September 2017	257	14	3	4	2	-
	229	22	4	3	4	-
	407	14	4	6	2	1
	250	23	10	7	2	-
October 2017	155	9	2	-	2	2
	176	9	4	-	2	1
	178	13	4	2	6	-
	427	22	7	5	3	1
November 2017	238	16	5	1	1	-
	352	19	3	4	4	1
	44	3	3	4	1	2
	41	9	2	3	1	1
December 2017	129	10	4	-	2	1
	127	11	1	1	-	1
	403	25	12	1	2	2
	524	29	10	1	2	2
	516	21	11	1	3	2

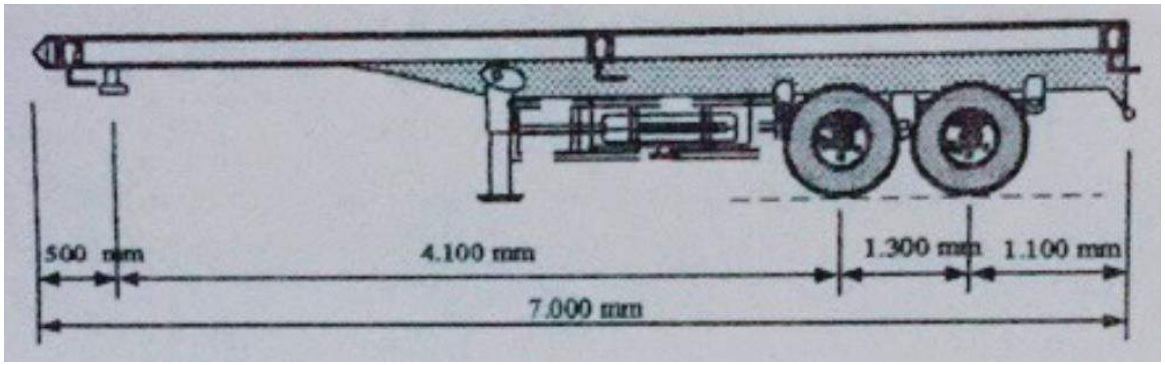
Sumber : PT. Dharma Lautan Utama, 2017

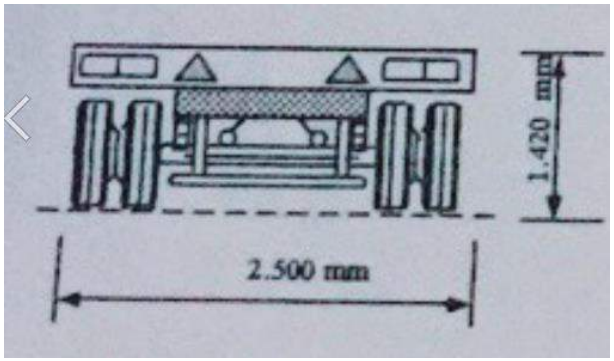
Lampiran 5 Spesifikasi Truk dan Peti Kemas

Chassis	Dimensi Luar (m)			Netto	
	L	B	H	Kg	Ton
20 feet	7,000	2,500	1,420	25.000	25,00
40 feet	13,000	2,500	1,420	30.000	30,00
Head Truck	4,000	2,300	2,600	2.000	2,00

Harga Investasi *Head Truck*				
Baru	=	Rp	878.500.000	*http://ktbfuso.co.id/product/fz-4928*
Bekas	=	Rp	390.000.000	*2012; umur 5 tahun*

Petikemas	Dimensi Luar (m)			Dimensi Dalam (m)			Volume	Berat Kosong (ton)	Netto Maks	
	L	B	H	L	B	H			kg	ton
20 feet	6,058	2,438	2,591	5,758	2,352	2,385	32,300	2,200	21.800	21,80
40 feet	12,192	2,438	2,591	12,032	2,385	2,343	67,235	3,800	26.680	26,68



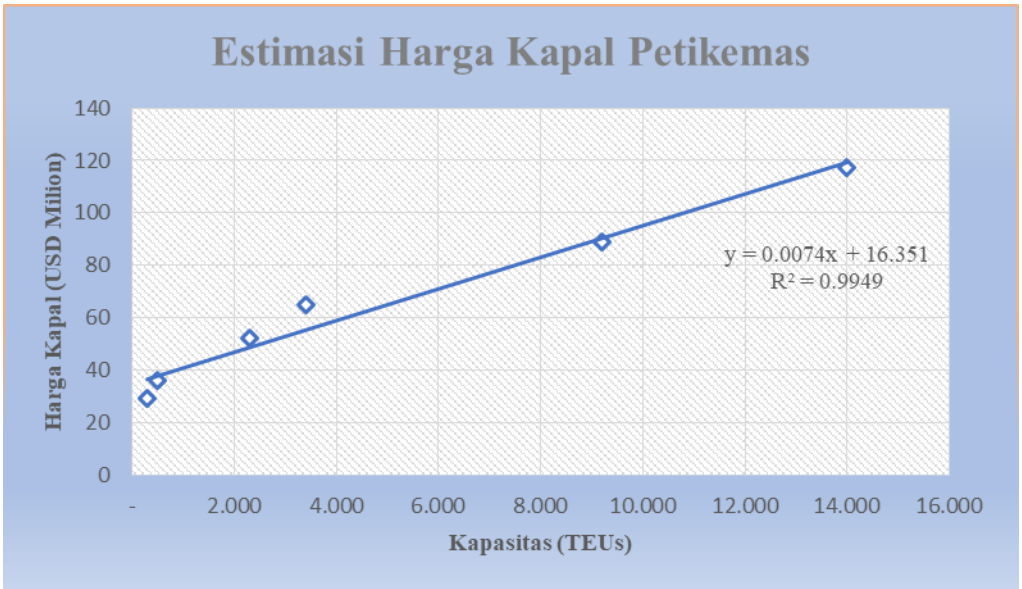


Lampiran 6 Estimasi Harga Kapal Peti Kemas

TEUs	PRICE (MUSD) Min	PRICE (MUSD) Max	PRICE (MUSD) Aver
299	28	30	29
500	35	37	36
2.300	51	53	52
3.400	64	66	65
9.200	88	90	89
14.000	115	120	117,5

Sumber : http://www.soefart.dk/app/doc/Container_Market.pdf

Nama Kapal	GT	Payload	Estimasi Harga (M USD)	Estimasi Harga (Jt.Rp)
MULTI SPIRIT	2.826	256,00	$ 18.247.292	Rp 251.082.737.073
MATARAM EXPRESS	3.790	300,00	$ 18.573.245	Rp 255.567.858.075
MERATUS SIBOLGA	3.256	120,00	$ 17.239.799	Rp 237.219.635.794
MENTAYA RIVER	4.152	326,00	$ 18.765.854	Rp 258.218.156.848
MUSI RIVER	5.014	426,00	$ 19.506.658	Rp 268.411.613.671
RED ROVER	2.873	320,00	$ 18.721.406	Rp 257.606.549.439
MERATUS SANGAT	2.532	260,00	$ 18.276.924	Rp 251.490.475.346
LUMOSO BAHAGIA	2.830	276,00	$ 18.395.453	Rp 253.121.428.437
TANTO LANCAR	6.629	107,00	$ 17.143.495	Rp 235.894.486.408
TANTO SAKTI 1	6.361	143,00	$ 17.410.184	Rp 239.564.130.864
MERATUS BONTANG	3.668	368,00	$ 19.076.992	Rp 262.499.408.714



Lampiran 7 Estimasi Harga Kapal Ferry Ro-Ro

No	Nama Kapal	GT	Loa	Estimasi Harga (M USD)		Estimasi Harga (Jt.Rp)	
1	KMP Pottre Koneng	797	37,00	$	824.490	Rp	11.167.712.284
2	KMP Tiga Anugerah	321	40,00	$	1.007.233	Rp	13.642.968.019
3	KMP Satya Kencana	319	41,30	$	1.093.448	Rp	14.810.753.265
4	KMP Edha	456	41,40	$	1.100.260	Rp	14.903.016.605
5	KMP Prahitha IV	507	41,44	$	1.102.992	Rp	14.940.019.936
6	KMP Gilimanuk I	733	41,44	$	1.102.992	Rp	14.940.019.936
7	KMP Mutiara Alas III	376	44,00	$	1.286.537	Rp	17.426.137.533
8	KMP Gilimanuk II	840	44,30	$	1.309.182	Rp	17.732.874.397
9	KMP Agung Wilis I	447	44,85	$	1.351.328	Rp	18.303.738.309
10	KMP Mutis	621	45,00	$	1.362.964	Rp	18.461.348.620
11	KMP Trima Jaya 9	455	45,30	$	1.386.419	Rp	18.779.048.445
12	KMP Niaga Ferry II	421	46,00	$	1.442.102	Rp	19.533.265.150
13	KMP Nusa Dua	536	47,90	$	1.600.050	Rp	21.672.677.787
14	KMP Nusa Makmur	497	47,90	$	1.600.050	Rp	21.672.677.787
15	KMP Rajawali Nusantara	815	48,17	$	1.623.313	Rp	21.987.768.684
16	KMP Citra Mandala Sakti	609	48,94	$	1.690.784	Rp	22.901.667.505
17	KMP Sereia Do Mar	409	49,00	$	1.696.112	Rp	22.973.836.358
18	KMP Reny II	456	49,12	$	1.706.799	Rp	23.118.590.225
19	KMP Dharma Rucitra	468	49,60	$	1.749.957	Rp	23.703.168.642
20	KMP Dharma Kosala	625	52,45	$	2.019.921	Rp	27.359.834.099
21	KMP Raja Enggano	783	53,50	$	2.125.395	Rp	28.788.476.752
22	KMP. Bontang Ekspress II	2.257	53,76	$	2.152.020	Rp	29.149.112.961
23	KMP Satria Nusantara	656	54,50	$	2.228.910	Rp	30.190.589.114
24	KMP Marina Pratama	688	54,50	$	2.228.910	Rp	30.190.589.114
25	KMP Sumber Berkat	726	56,00	$	2.389.858	Rp	32.370.621.962
26	KMP Yunice	922	56,50	$	2.445.036	Rp	33.118.008.900
27	KMP. Munic III	1.776	57,54	$	2.562.280	Rp	34.706.083.441
28	KMP Trisila Bhakti I	585	60,00	$	2.853.084	Rp	38.645.026.125
29	KMP Trisila Bhakti II	575	60,20	$	2.877.570	Rp	38.976.679.618
30	KMP Cemerlang	553	62,00	$	3.103.721	Rp	42.039.895.598
31	KMP Liberty I	2.040	67,62	$	3.878.377	Rp	52.532.616.129
32	KMP Jambo VIII	1.216	68,00	$	3.934.591	Rp	53.294.040.338
33	KMP Gerbang Samudera II	1.545	120,58	$	17.128.005	Rp	231.998.832.660

ESTIMASI HARGA KAPAL FERRY RORO LINTASAN SEMARANG - SAMPIT							
No	Nama Kapal	GT	Loa	Estimasi Harga (M USD)		Estimasi Harga (Jt.Rp)	
1	KM. KIRANA I	6.292	108,00	$	8.433.519	Rp	116.045.220.443

Lampiran 8 Asumsi Perhitungan

Harga - harga				
MFO	*Rp./MT*	Rp	4.613.464	*; Pertamina*
HSD	*Rp./MT*	Rp	7.896.262	*; Pertamina*
Pelumas	*Rp./Liter*	Rp	20.000	*; Pertamina*
Fresh Water	*Rp./ton*	Rp	40.000	*; PDAM*

Load Factor	%		50%	
Reduksi Kecepatan	%		80%	
Kebutuhan air tawar penumpang	*liter/orang.Nm.trip*		0,5	*; KM 58 tahun 2001*
Kebutuhan air tawar ABK	*liter/orang.day*		200	*; KM 58 tahun 2002*
Kebutuhan air tawar Kapal	*liter/GT.day*		5	*; KM 58 tahun 2003*
Gaji dan Tunjangan ABK				
a. Gaji Pokok	*Rp/crew.day*	Rp	445.064	
b. Tunjangan	*Rp/crew.day*	Rp	20.000	
c. Kesehatan	*Rp/crew.day*	Rp	20.000	*; PM No. 2 tahun 2017*
d. Cucian	*Rp/crew.week*	Rp	10.000	
Total	***Rp/crew.month***	**Rp**	**14.591.920**	
Biaya Perawatan *(runing repair)*	*Rp/DWT.tahun*	Rp	1.000.000	*; PM No. 2 tahun 2017*
Lama Petikemas di Lapangan				
TPKS	*Hari*		3	
TPS	*Hari*		4	
TPKB	*Hari*		4	

Lampiran 9 Perhitungan Pengangkutan Eksisting

DETAIL	SATUAN	KAPAL PETIKEMAS	KAPAL RO-RO
Ukuaran Utama			
LOA	*meter*	106,68	108,00
Lpp	*meter*	99,11	100,00
B	*meter*	20,60	17,40
H	*meter*	5,80	6,25
T	*meter*	4,21	4,15
Kecepatan	*knot*	12,00	10,00
Kapasitas Maksimal		*368,00 TEUs*	*650 Pax*
Jumlah Crew	*orang*	22	35
Kapasitas			
DWT	*DWT*	5.107,56	1.459,00
GT	*GT*	3.668,00	6.292,00
Container	*TEUs*	122,00	8,00
Kendaraan	*unit*	-	18,00
Penumpang	*pax*	-	650,00
Operasional			
Kecepatan Rata-rata	*knot*	9,60	8,00
Kec. B/M	*box/jam*	20,00	8,00
NCR	*%*	*80%*	*80%*
BHP mesin Utama	*kW*	1.557	3.200
Kuantitas	*unit*	2,00	1,00
Cons. BBM	*ton/kW.h*	0,00019	0,00020
Cons. Pelumas	*gr/kW.h*	1,0	1,0
NCR	*%*	*100%*	*100%*
BHP mesin Bantu	*kW*	486	611
Kuantitas	*unit*	3,00	3,00
Cons. BBM	*ton/kW.h*	0,000217	0,000215
Cons. Pelumas	*gr/kW.h*	1,1	1,1

Operasional

Rute		Tanjung Emas - Sampit	
Jarak	*Nm*	928,78	690,60
Kec B/M	*Box/jam*	20,00	8,00
Port Time	*jam*	12,20	6,50
Sea Time	*jam*	96,75	86,33
Idle Time	*jam*	8,00	8,00
Waiting Time	*jam*	8,00	2,00
Total Time	*jam*	140,95	112,83
Trip Days	*hari*	6,00	5,00
Comm Days	*hari*	330,00	330,00
Jumlah trip dalam setahun	*trip*	55,00	66,00

Konsumsi BBM					
MFO	*ton/trip*		58,45		54,14
HSD	*ton/trip*		29,73		29,64
Konsumsi Pelumas					
ME	*liter/trip*		334,75		306,93
AE	*liter/trip*		135,63		136,49
Air Tawar					
Kebutuhan air tawar	*ton/trip*		136,44		416,75
Gaji Crew	*Rp/Bulan*	Rp	14.591.920	Rp	14.591.920
a. Gaji	*Rp/Tahun*	Rp	3.818.649.120	Rp	6.075.123.600
b. Tunjangan	*Rp/Tahun*	Rp	343.720.000	Rp	546.520.000
Asumsi Store cost	*Rp/orang.day*	Rp	50.000	Rp	50.000
THC + LOLO	*Rp/TEU's*	Rp	1.807.000	Rp	1.807.000
Sewa Peti Kemas	*Rp/TEU's.thn*	Rp	1.500.000	Rp	1.500.000

Capital

Harga Kapal	*Rp*	Rp	262.499.408.714	Rp	116.045.220.443
	Rp/tahun	**Rp**	**8.749.980.290**	**Rp**	**3.868.174.015**

Port Charges

Labuh	*Rp/trip*	Rp	462.168	Rp	-
Tambat	*Rp/trip*	Rp	469.504	Rp	805.376
Pandu	*Rp/trip*	Rp	932.736	Rp	905.592
Tunda	*Rp/trip*	Rp	1.640.676	Rp	1.659.044
TOTAL	*Rp/trip*	Rp	3.505.084	Rp	3.370.012
	Rp/tahun	**Rp**	**192.779.620**	**Rp**	**222.420.792**

Biaya per Round Trip

Biaya Tetap					
Gaji Crew + Insentif	*Rp/trip*	Rp	75.877.984	Rp	100.595.812
Fresh Water	*Rp/trip*	Rp	5.457.600	Rp	16.669.800
Store Cost	*Rp/trip*	Rp	6.600.000	Rp	8.750.000
Total	***Rp/trip***	**Rp**	**87.935.584**	**Rp**	**126.015.612**
Dokumen/Sertifikat	*Rp/tahun*	Rp	3.281.242.609	Rp	1.740.678.307
Asuransi	*Rp/tahun*	Rp	3.018.743.200	Rp	1.450.565.256
Perawatan dan Perbaikan	*Rp/tahun*	Rp	5.107.560.000	Rp	1.459.000.000
Sewa Peti Kemas	*Rp/tahun*	Rp	2.196.000.000	Rp	144.000.000
Total	***Rp/tahun***	**Rp**	**18.440.002.929**	**Rp**	**13.111.273.962**

Biaya Variabel					
Bahan Bakar MFO	*Rp/trip*	Rp	211.198.932	Rp	195.643.926
Bahan Bakar HSD	*Rp/trip*	Rp	205.021.031	Rp	204.422.531
Container Handling Charge	*Rp/trip*	Rp	220.454.000	Rp	14.456.000
Asuransi Cargo	*Rp/trip*	Rp	4.409.080	Rp	780.000
pelumas	*Rp/trip*	Rp	9.407.676	Rp	8.868.535
Total	***Rp/tahun***	**Rp**	**35.776.989.509**	**Rp**	**27.995.285.468**
TOTAL COST	*Rp/tahun*	Rp	63.159.752.349	Rp	45.197.154.237
Unit Cost Container	***Rp/Box***	**Rp**	**9.412.780**	**Rp**	**12.566.812**

Biaya Inventory					
Nilai Barang	*Rp*	Rp	80.000.000	Rp	80.000.000
Bunga Bank	*%*		8%		8%
Lama dilapangan	*day*		11		-
Selisih dengan Kapal Ferry Rc	*day*		1		-
Inventory Carrying Cost	*%/tahun*		25%		25%
	%/day		0,068%		0,068%
Total Biaya Inventory	*Rp/box.day*	Rp	657.534	Rp	-
Total	*Rp/trip*	Rp	160.438.356	Rp	-
	Rp/tahun	**Rp**	**9.530.038.356**	**Rp**	-

Dengan Inventory

TOTAL COST	***Rp/tahun***	Rp	72.689.790.705	Rp	45.197.154.237
Unit Cost Container	***Rp/Box***	**Rp**	**10.833.054**	**Rp**	**12.566.812**

Lampiran 10 Perhitungan dengan Konsep Chassis Ro-Ro

DETAIL	SATUAN	KAPAL PETIKEMAS	KAPAL RO-RO
Ukuaran Utama			
LOA	*meter*	106,68	108,00
Lpp	*meter*	99,11	100,00
B	*meter*	20,60	17,40
H	*meter*	5,80	6,25
T	*meter*	4,21	4,15
Kecepatan Desain	*knot*	12,00	10,00
Kapasitas Maksimal		*368,00 TEUs*	*650 Pax*
Jumlah Crew	*orang*	22	35
Kapasitas			
DWT	*DWT*	5.107,56	1.459,00
GT	*GT*	3.668,00	6.292,00
Container	*TEUs*	122,00	6,00
Kendaraan	*unit*	-	18,00
Penumpang	*pax*	-	650,00
Operasional			
Kecepatan Rata-rata	*knot*	9,60	8,00
Kec. B/M	*box/jam*	20,00	5,00
NCR	*%*	*80%*	*80%*
BHP mesin Utama	*kW*	1.557,02	3.200,00
Kuantitas	*unit*	2,00	1,00
Cons. BBM	*ton/kW.h*	0,00019	0,00020
Cons. Pelumas	*gr/kW.h*	1,0	1,0
NCR	*%*	*100%*	*100%*
BHP mesin Bantu	*kW*	486,00	611,00
Kuantitas	*unit*	3,00	3,00
Cons. BBM	*ton/kW.h*	0,000217	0,000215
Cons. Pelumas	*gr/kW.h*	1,1	1,1

Operasional

Rute		Tanjung Emas - Sampit	
Jarak	*Nm*	928,78	690,60
Kec B/M	*Box/jam*	20,00	4,00
Port Time	*jam*	12,20	12,00
Sea Time	*jam*	96,75	86,33
Idle Time	*jam*	8,00	8,00
Waiting Time	*jam*	8,00	2,00
Total Time	*jam*	140,95	118,33
Trip Days	*hari*	6,00	5,00
Comm Days	*hari*	330,00	330,00
Jumlah trip dalam setahun	*trip*	55,00	66,00

Operational Truck

1. Tanjung Emas, Semarang

Jarak Pelabuhan Tanjung Mas ke Kawasan Industri	*KM*	24,4
Kecepatan Truk	*KM/jam*	10
Waktu Tempuh	*Jam*	4,88
Roundtrip Truk	*R.trip/day*	4
Kebutuhan *Head Truck*	*Unit*	2

2. Pelabuhan Sampit

Jarak Pelabuhan Sampit ke Kawasan Industri	*KM*	30
Kecepatan Truk	*KM/jam*	12
Waktu Tempuh	*Jam*	5
Roundtrip Truk	*R.trip/day*	4
Kebutuhan *Head Truck*	*Unit*	2

Lama Petikemas di Lapangan

TPKS	*Hari*	3
TPS	*Hari*	4
TPKB	*Hari*	4

DETAIL	SATUAN	KAPAL PETIKEMAS		KAPAL RO-RO	
Konsumsi BBM					
MFO	*ton/trip*		58,45		54,14
HSD	*ton/trip*		29,73		31,09
Konsumsi Pelumas					
ME	*liter/trip*		334,75		306,93
AE	*liter/trip*		135,63		143,15
Air Tawar					
Kebutuhan air tawar	*ton/trip*		136,44		416,75
Gaji Crew	*Rp/Bulan*	Rp	14.591.920	Rp	14.591.920
a. Gaji	*Rp/Tahun*	Rp	3.818.649.120	Rp	6.075.123.600
b. Tunjangan	*Rp/Tahun*	Rp	343.720.000	Rp	546.520.000
Asumsi Store cost	*Rp/orang.day*	Rp	50.000	Rp	50.000
THC + LOLO	*Rp/TEU's*	Rp	1.807.000	Rp	-
Sewa Peti Kemas	*Rp/TEU's.bulan*	Rp	1.500.000	Rp	1.500.000

Capital

Charter Hire	*Rp*	Rp	262.499.408.714	Rp	116.045.220.443
	Rp/tahun	**Rp**	**8.749.980.290**	**Rp**	**3.868.174.015**

Port Charges

Uang Labuh	*Rp/trip*	Rp	462.168	Rp	-
Uang Tambat	*Rp/trip*	Rp	469.504	Rp	805.376
Uang Pandu	*Rp/trip*	Rp	932.736	Rp	905.592
Uang Tunda	*Rp/trip*	Rp	1.640.676	Rp	1.659.044
TOTAL	*Rp/trip*	Rp	3.505.084	Rp	3.370.012
	Rp/tahun	**Rp**	**192.779.620**	**Rp**	**222.420.792**

Biaya per Round Trip

Biaya Tetap					
Gaji Crew + Insentif	*Rp/trip*	Rp	75.877.984	Rp	100.595.812
Fresh Water	*Rp/trip*	Rp	5.457.600	Rp	16.669.800
Store Cost	*Rp/trip*	Rp	6.600.000	Rp	8.750.000
Total	***Rp/trip***	**Rp**	**87.935.584**	**Rp**	**126.015.612**
Asuransi	*Rp/tahun*	Rp	3.281.242.609	Rp	1.740.678.307
Dokumen/Sertifikat	*Rp/tahun*	Rp	3.018.743.200	Rp	1.450.565.256
Perawatan dan Perbaikan	*Rp/tahun*	Rp	5.107.560.000	Rp	1.459.000.000
Biaya Sewa Peti Kemas	*Rp/tahun*	Rp	2.196.000.000	Rp	108.000.000
Total	***Rp/tahun***	**Rp**	**18.440.002.929**	**Rp**	**13.075.273.962**

Capital Head Truck

Investasi Truk					
Investasi	*unit*		0		4,0
Harga	*Rp*	Rp	-	Rp	878.500.000
Capital Head Truck	*Rp/tahun*	Rp	-	Rp	466.290.289
Gaji Supir	*Rp/tahun*	Rp	-	Rp	95.040.000
Maintenance & Repair	*Rp/tahun*	Rp	-	Rp	18.651.612
Total	***Rp/tahun***	**Rp**	-	**Rp**	**579.981.901**

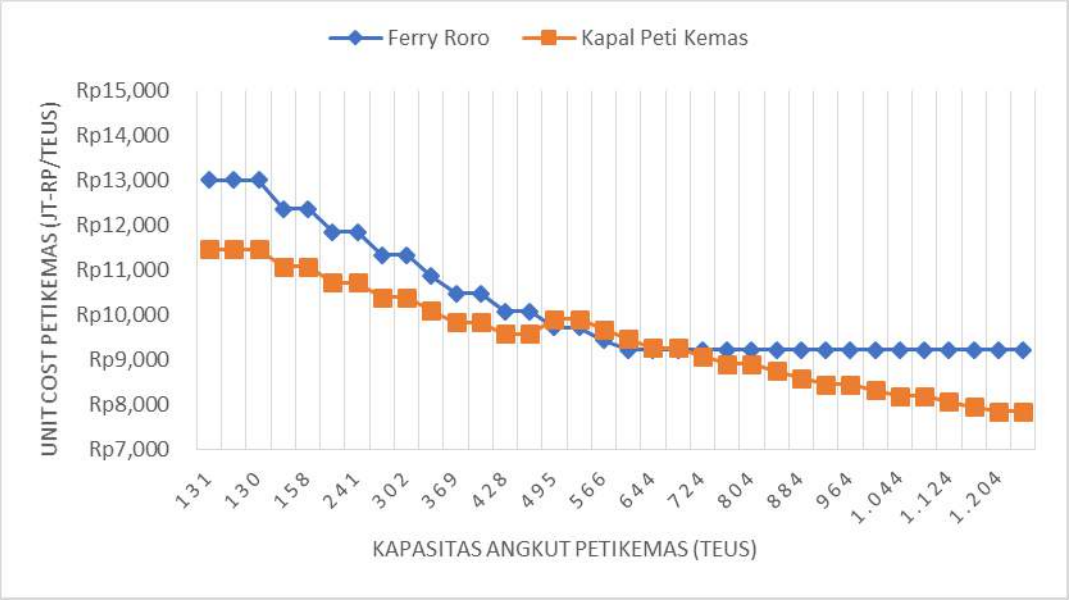
Biaya Variabel					
Bahan Bakar MFO	*Rp/trip*	Rp	211.198.932	Rp	195.643.926
Bahan Bakar HSD	*Rp/trip*	Rp	205.021.031	Rp	214.387.733
Container Handling Charge	*Rp/trip*	Rp	220.454.000	Rp	-
Asuransi Cargo	*Rp/trip*	Rp	4.409.080	Rp	720.000
Pelumas	*Rp/trip*	Rp	9.407.676	Rp	9.001.611
Total	***Rp/tahun***	**Rp**	**35.776.989.509**	**Rp**	**27.703.715.805**
TOTAL COST	*Rp/tahun*	Rp	63.159.752.349	Rp	45.449.566.475
Unit Cost Container	***Rp/Box***	**Rp**	**9.412.780**	**Rp**	**11.772.825**

Biaya Inventory					
Nilai Barang	*Rp*	Rp	80.000.000	Rp	80.000.000
Bunga Bank	*%*		8%		8%
Lama Cargo dilapangan	*day*		11		0
Selisih dengan Kapal Ferry RoRo	*day*		1		-
Inventory Carrying Cost	*%/tahun*		25%		25%
	%/day		0,068%		0,068%
Total Biaya Inventory	*Rp/box.day*	Rp	657.534	Rp	-
Total	*Rp/trip*	Rp	160.438.356	Rp	-
	Rp/tahun	**Rp**	**9.530.038.356**	**Rp**	-

TOTAL COST	***Rp/tahun***	Rp	72.689.790.705	Rp	45.449.566.475
Unit Cost Container	***Rp/Box***	**Rp**	**10.833.054**	**Rp**	**11.772.825**

Lampiran 11 Hasil Analisis Sensitivitas

	Ferry Roro		Kapal Peti Kemas	
	Rp	11,855	Rp	10,719
131	**Rp**	**13,005**	Rp	11,467
137	**Rp**	**13,005**	Rp	11,467
130	**Rp**	**13,005**	Rp	11,467
159	**Rp**	**12,366**	Rp	11,074
158	**Rp**	**12,366**	Rp	11,074
231	**Rp**	**11,855**	Rp	10,719
241	**Rp**	**11,855**	Rp	10,719
270	**Rp**	**11,334**	Rp	10,396
302	**Rp**	**11,334**	Rp	10,396
334	**Rp**	**10,861**	Rp	10,103
369	**Rp**	**10,485**	Rp	9,834
398	**Rp**	**10,485**	Rp	9,834
428	**Rp**	**10,089**	Rp	9,587
461	**Rp**	**10,089**	Rp	9,587
495	**Rp**	**9,725**	Rp	9,916
530	**Rp**	**9,725**	Rp	9,916
566	**Rp**	**9,438**	Rp	9,687
604	**Rp**	**9,227**	Rp	9,474
644	**Rp**	**9,227**	Rp	9,276
684	**Rp**	**9,227**	Rp	9,276
724	**Rp**	**9,227**	Rp	9,091
764	**Rp**	**9,227**	Rp	8,918
804	**Rp**	**9,227**	Rp	8,918
844	**Rp**	**9,227**	Rp	8,756
884	**Rp**	**9,227**	Rp	8,604
924	**Rp**	**9,227**	Rp	8,462
964	**Rp**	**9,227**	Rp	8,462
1.004	**Rp**	**9,227**	Rp	8,327
1.044	**Rp**	**9,227**	Rp	8,200
1.084	**Rp**	**9,227**	Rp	8,200
1.124	**Rp**	**9,227**	Rp	8,080
1.164	**Rp**	**9,227**	Rp	7,966
1.204	**Rp**	**9,227**	Rp	7,858
1.244	**Rp**	**9,227**	Rp	7,858


Ferry Roro
Kapal Peti Kemas
UNIT COST PETIKEMAS (JT-RP/TEUS)
Rp15,000
Rp14,000
Rp13,000
Rp12,000
Rp11,000
Rp10,000
Rp9,000
Rp8,000
Rp7,000
131
130
158
241
302
369
428
495
566
644
724
804
884
964
1.044
1.124
1.204
KAPASITAS ANGKUT PETIKEMAS (TEUS)

Lampiran 12 Perhitungan Kapal Baru

Muatan		Jumlah			Jumlah SUP
	Penumpang		1 SUP	1002	1.002
Gol I	Sepeda	=	1,6 SUP	0	0
Gol II	Sepeda Motor (<500 cc)	=	2,8 SUP	40	112
Gol III	Sepeda Motor (>=500 cc)	=	5,6 SUP	0	0
Gol IV A	Mobil (L<=5m) + penumpang	=	21,63 SUP	30	648,9
Gol IV B	Mobil (L<=5m) (kend barang dan muatan)	=	17,98 SUP	35	629,3
Gol V A	Bus, Truk (L<=7m) + penumpang	=	37,39 SUP	15	560,85
Gol V B	Bus, Truk (L<=7m) (kend barang dan muatan)	=	31,55 SUP	5	157,75
Gol VI A	Bus,Truk (L 7-10m) + penumpang	=	63,28 SUP	0	0
Gol VI B	Bus,Truk (L 7-10m) (kend barang dan muatan)	=	52,33 SUP	20	1046,6
Gol VII	Truk Tronton(L 10-12m)	=	66,03 SUP	12	792,36
Gol VIII	Truk Tronton (L>12-16m)	=	98,75 SUP	16	1580
Gol IX	Truk Tronton (L>16m)	=	148,13 SUP	18	2666,34
Jumlah					**9.196,20**

OPERATIONAL ASSUMPTION		
Ports of call		Semarang - Sampit
Vs	*knot*	12
Payload	*TEUs*	12
Jarak	*Nm*	345,3
Total Distance	***Nm***	**691**
Iddle Time	*hrs/ R.trip*	10
Waiting Time	*hrs/ R.trip*	4
Sea Time	*hrs/ R.trip*	57,55
Total Port Time	*hrs/ R.trip*	50,86
TOTAL TIME	***hrs/ R.trip***	**122,41**
	days/R.trip	**6**
Annual Docking	*day*	35
Comission days	*day*	365
Total Rtrip per year	*R.Trips*	55
Total TEUs per year	***Ton/year***	**660**

STEVEDORING PRODUCTIVITY		
Origin	*unit/hr*	*7*
Destination	*unit/hr*	*7*

ASSUMPTION			
Fresh Water	*Rp/ton*	*Rp*	*40.000*
Lub. Oil	*Rp/drum*	*Rp*	*5.500.000*
MFO	*Rp/ton*	*Rp*	*3.613.464*
HSD	*Rp/ton*	*Rp*	*6.896.262*

PERHITUNGAN KOEFISIEN

Formula Perhitungan Coeffisient - Coeffisient pada Kapal :

1. Froude Number

Fn Froude number = V/√(gL), nondimensional

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g.L}}$$

g.Lwl = 918,22

Fn = 0,204

2. Perhitungan Rasio Ukuran Utama :

L/B = 4,55

B/T = 3,78

L/T = 17,20

Ratio of length to breadth = L/B Approx. range 3.5 to 10.
Ratio of length to draft = L/T Approx. range 10 to 30.
Ratio of breadth to draft = B/T Approx. range 1.8 to 5.

Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19

T/H = 0,75 *Practical Ship Design halaman 71*

3. Block Coeffisien (Watson & Gilfillan)

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

Parametric design chapter 11, p11-11

Cb = – 4.22 + 27.8 √Fn – 39.1 Fn + 46.6 Fn^3 untuk 0,15<= Fn <=0,3

Cb = 0,757

4. Midship Section Coeffisien (Serius 60')

$$C_M = 0.977 + 0.085\,(C_B - 0.60) \qquad [16]$$

$$C_M = 1.006 - 0.0056\,C_B^{-3.56} \qquad [17]$$

$$C_M = (1 + (1 - C_B)^{3.5})^{-1} \qquad [18]$$

Parametric Design chapter 11, p11-12

Cm = 0.977+0.085(Cb-0.60)

Cm = 0,990

5. Waterplan Coefficient

Parametric Design chapter 11, p11-16

Cwp = 0,180 + 0,860 Cp

Cwp = 0,837

6. Prismatic Coeffisien

Cp = Cb/Cm

Parametric Design chapter 11

Cp = 0,764

7. Longitudinal Center of Bouyency LCB

$$LCB = 8.80 - 38.9\,Fn \qquad [32]$$

$$LCB = -13.5 + 19.4\,C_p \qquad [33]$$

Parametric Design chapter 11, p11-19

LCB = 8,80 - 38,9 Fn *dalam %*

LCB = 0,882 *%Lpp*

LCB = 44,206 *m dari FP*

LCB = 45,794 *m dari AP*

8. Lwl

Lwl = 104%*Lpp

Lwl = 93,600

9. Volume Displasemen *(m^3)*

Volume Displasemen = L.B.T.Cb

Volume Displasemen = 7.331,87 *m^3*

10. Displasemen *(ton)*

Displasemen = L.B.T.Cb.ρ

Displasemen = 7.515,16 *ton*

Fn	0,204
Lpp (m)	90,00
B (m)	19,78
T (m)	5,23
H (m)	7,00
Cb	0,757
Cm	0,990
Vol Displ (m^3)	7.331,87

Cwp	0,837
Cp	0,764
LCB %	0,882
LCB (m)	0,980
LCB dari FP (m)	44,206
Lwl (m)	93,60
Displ (ton)	7.515,16

Resistance Calculation

[Holtrop & Mennen Method]

Choice No.	C_{stern}	Used for
1	-25	Pram with Gondola
2	-10	V - Shaped Sections
3	0	Normal Sectional Shape
4	10	U - Shaped Section With Hogner Stern

Perhitungan :

Viscos Resistance *Principle of Naval Architec*

Lwl = 104%.Lpp = **93,600** m

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g.L}} = \mathbf{0,204}$$

v = *Kinematika viscosity*
$v = 1,18831 \cdot 10^6\ m/s^2$

- **C_{F0} (Friction Coefficient - ITTC 1957)**

$$R_n = L_{wl}.\frac{Vs}{v}$$ v = **1188310,00**

= **0,000**

C_{F0} = friction coefficient according to the ITTC-1957 friction line according to the formula

$$C_{F0} = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$C_{F0} = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

= **0,003**

$$R_n = L_{wl}.\frac{Vs}{v}$$ v = $1.18831.10^{-6}$

= **0,000**

$$Rn = v \cdot \frac{LWL}{v}$$

- **Harga 1 + k_1**

$$1 + k_1 = 0,93 + 0,487.c\left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681}.\left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611}.\left(\frac{L}{L_R}\right)^{0.1216}.\left(\frac{L^3}{V}\right)^{0.3649}(1-C_p)^{-0.6042}$$

= **1,065268361**

c = 1+ 0.011 c_{stern} c_{stern} = 0, karena bentuk Afterbody normal

= 1

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_p + \frac{0.06\,C_p.LCB}{(4C_p - 1)}$$

= **0,258**

Lwl^3 / V = **111,845**

$$S = L(2T+B)C_M^{0.5}(0.4530+0.4425C_B - 0.2862C_M - 0.003467\frac{B}{T} + 0.3696C_{WP}) + 2.38\frac{A_{BT}}{C_B}$$

= **1.348,6632**

$$R_V = \tfrac{1}{2}\rho V^2 C_{FO}(1+k_1)S \quad (67)$$

R_V = 1/2.ρ.v2.CFO.(1+k1).S

= **74,412** kN

Resistance of Appendages

Principle of Naval Architec

- **Wetted Surface Area**

A_{BT} = cross sectional area of bulb in FP

= 10%.B.T.Cm

= **10,2529**

$$S = L(2T + B)C_M^{0.5}(0.4530 + 0.4425\,C_B - 0.2862\,C_M - 0.003467\,B/T + 0.3696\,C_{WP}) + 2.38\,A_{BT}/C_B$$

S_{Rudder} = $C_1 . C_2 . C_3 . C_4 . \frac{1.75 \quad . L . T}{100}$

= **16,486**

$S_{Bilge\ Keel}$ = $L_{Keel} . H_{Keel} . 4$ $\quad L_{Keel}$ = 0.6 . Cb . L $\quad H_{Keel}$ = 1.8 / (Cb- 0.2)

= **54,965** $\quad$ = **42,49036** $\quad$ = **0,323**

S_{app} = total wetted surface of appendages

= $S_{Rudder} + S_{Bilge\ Keel}$

= **71,451**

S_{tot} = wetted surface of bare hull and appendages

= $S + S_{app}$

= **1420,114**

- **Harga 1 + k2**

$$(1 + k_2)_{effective} = \frac{\Sigma S_i\,(1 + k_2)_i}{\Sigma s_i}$$

$(1+k_2)_{effective}$ = $\frac{\sum S_i\,(1+k_2)i}{\sum s_i}$

= **1,4**

Harga $(1+k_2)$ = 1.3 -1.5 → rudder of single screw ship

= 1,4 → for Bilge Keel

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

= **1,082**

(Practical Ship Design - W

R_{APP} = $1/2.\rho.v^2.C_{FO}.(1+k_2).S_{APP}$

= **5,181** *kN*

$$R_{app} = 1/2 \cdot C_f \cdot r \cdot S_{app} \cdot V^2 \cdot (1 + K_2)$$

Wave Making Resistance

Principle of Naval Architecture Vol II hl. 92-93

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

= **0,253**

C_4 = B/L → 0.11 ≤ B/L ≤ 0.25 $\quad$ B/L = **0,074787**

= **0,075**

Even Keel → Ta = T

Tf = T

i_E = $12567\frac{B}{L}-16225C_p^{\ 2}+23432C_p^{\ 3}+0.1551\left(LCB+\frac{6.8(T_o-T)}{T}\right)^3$

= **19,339**

- **Harga m_1**

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

= **-1,664**

C_5 = 8.03798 Cp - 13.8673 Cp^2 + 6.9844 Cp → $C_p \leq 0.8$

= **1,193**

- **Harga m_2**

$$m_2 = C_6 \, 0.4 \, e^{-0.034 \, F_n^{-3.29}}$$

$F_n^{-3.29}$ = 0,00432

= 0,0017

= **-0,0011**

C_6 = -1,69385 → $\frac{L^3}{\nabla} \leq 512$ $\frac{L^3}{\nabla}$ **99,430**

- **Harga λ**

λ = 1.446 Cp - 0.03 L/B → L/B ≤ 12

= **0,7036**

- **Harga C_2**

$$C_2 = e^{-1,89} \cdot \frac{A_{BT} \cdot \gamma_B}{B \cdot T \cdot (\gamma_B + i)}$$

d = **-0,9**

$$\gamma B = 0,56 \cdot A_{BT}^{0,5}$$

= **1,7931**

i = Tf - hb - (0,4464.γB)

Tf = Moulded draft at FP = T

= **1,4581**

hb = 85%.D/2

= **2,9751**

C_2 = **1,9212**

- **Harga C_3**

C_3 = 1- 0.8 A_T/ (B.T.C_M)

= **1,0**

A_T = 0

A_T = the immersed area of the transom at zero speed

Saat V = 0 , Transom tidak tercelup air

- **Harga Rw/w**

$$\frac{R_W}{W} = C_1 . C_2 . C_3 . e^{\left\{m_i . F_n^{\,d} + m_2 \cos\left(\lambda F_n^{\,-2}\right)\right\}}$$

= **0,0008**

- **C_A (Correlation Allowance)**

C_A = 0.006 (Lwl + 100)-0.16 - 0.00205 → Tf/Lwl ≥ 0.04 Tf/Lwl = **0,056**

= **0,0005**

- **W (gaya berat)**

$$W = \rho \cdot g \cdot \nabla$$

$$= \mathbf{73723{,}7491} \text{ N}$$

- **R_{total}**

$$R_T = \frac{1}{2}\rho V^2 S_{tot}\left[C_F(1+k)+C_A\right]+\frac{R_W}{W}W$$

$$= \mathbf{94429{,}328}\ N$$

$$= \mathbf{94{,}429}\ kN$$

- **R_{total}+15%(margin)**

$$= \mathbf{108{,}59}\ \boldsymbol{kN}$$

$$= \mathbf{108593{,}727}\ \boldsymbol{N}$$

Propulsion & Power Calculation

Input Data :

R_T =	108,594 *kN*	D =	3,402	
P/D =	0,95	Z =	4	*asumsi daun propeler*
n (rpm) =	130	AE/AO =	0,4	
n (rps) =	2,17	PE (kW) =	**669,8061**	*EHP*
Fn =	0,204	ρ =	1,025	
C0.75R =		Rn propeler =	0,000	

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

Perhitungan :

ω (Wake Friction)

$C_V = (1+k).C_{FO} + C_A$

= **0,000001534**

$\omega = 0{,}3\, C_B + 10\, C_V.C_B - 0{,}1$ → t = 0,1 dan η_R = 0,98

= **0,127**

Thrust and Torque Coefficient *THP*

$$P_T = TV_A / 1000 \text{ (kW)}$$

$$V_A = V(1 - w)$$

$$T = R_T / (1 - t)$$

$$\eta_P = \eta_o \eta_r$$

$P_T = PE\,(1 - \omega)/(1 - t)$

parametric design chapter 11

t = 0,1

(for single screw ship with op

P_T = **649,7199**

Propulsive Coefficient (ηD)

$J = \frac{V_A}{nD}$ = **0,731**

$\omega_F = \frac{V - V_A}{V_A}$ = **0,1455**

$V_A = V\,(1-\omega)$ = **5,385**

$\eta_0 = \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q}$ = **0,55** → berdasarkan pengalaman

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - \omega}$$

= **1,031**

η_R = **0,99** →

Principle of Naval Architecture Vol II hlm.163

$$\eta_D = \frac{P_E}{P_D}$$

$P_E = R_T.Vs$

= **669,806**

= **0,561**

Perhitungan PD

DHP

$$PD = \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r}$$

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

= **1193,24** *kW*

Perhitungan PS

SHP

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

parametric design chapter 11, hlm 11-29

$\eta_B\ \eta_S$= **0,98** → *Parametric Design Hlm. 31*

Ps = **1217,593** *kW*

Perhitungan PB kondisi service continous rate

η_t = 0,975 *parametric design chapter 11, hlm 11-29*

$P_B = P_S/\eta_t$

$$P_{B\ scr} = \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r \eta_s \eta_b \eta_t}$$

$P_B = P_E/(\eta_h\eta_o\eta_r\eta_s\eta_b\eta_t)$

= **1.248,81** *kW*

BHP

Perhitungan PB kondisi maximun continous rate

PB scr =	85%	PB mcr
PB mcr =	1469,192	
Sea Margin =	10%	
PB mcr tot =	**1616,112**	kW
PB mcr tot =	2167,206	HP
24% PB mcr tot =	387,867	kW

Pemilihan Mesin Induk

Jenis =	MAN B&W	
Tipe =	9 L21/31	
Daya =	1.935	*kW*
speed =	1.000	*rpm*
L =	5.290	*mm*
W =	1820	*mm*
H =	3269	*mm*
Dry mass =	20,5	*t*
SFRfuel =	190	*g/kWh*
SFRlub =	0,8	*g/kWh*
Bore x Piston =	210	*mm*
MEP =	24,1	*bar*
Quantity =	1	*unit*
Fuell acc =	HFO up to 700 cSt/50 C	

Pemilihan Genset

Jenis =	CATERPILLAR	
Tipe =	C18	
Daya =	404	*kW*
Speed =	310	*rpm*
L =	210	*mm*
W =	125	*mm*
H =	170	*mm*
Quantiy =	2	*unit*
Dry mass =	4	*ton*
Fuell acc =	HFO, MGO, and MDO up to 700 cSt/50 C	

KATALOG MAIN ENGINE

No	Merek	Tipe	Daya (kW)	SFOC (g/kW/hr)	SLOC (g/kW/hr)	Berat Mesin
						(ton)
				0	1	2
1	CUMMINS	NTA855-M400	298	103	1	1,4
2	CATERPILLAR	3208	325	235	1	2
3	UMMINS KTT	19-M3	447	184	1	1,83
4	YUCHAI	YC6C670L	492	195	0,8	4,8
5	YUCHAI	YC6C700L	515	195	0,8	4,8
6	YUCHAI	YC6C730L	536	195	0,8	4,7
7	YUCHAI	YC6C865L	636	195	0,8	4,8
8	YUCHAI	YC6C925L	680	195	0,8	4,8
9	YUCHAI	YC6C960L	706	195	0,8	4,4
10	YUCHAI	YC6CL1035L	760	195	0,8	5,38
11	MAN B&W	6L23/30A-E	800	188	1	15
12	MAN B&W	6L23/30A	960	194	1,0	2
1	CATERPILLAR	6M20C	1020	189	0,6	2
2	CATERPILLAR	6M20C	1080	191	0,6	2
3	CATERPILLAR	6M20C	1140	190	0,6	2
4	CATERPILLAR	6M20C	1200	192	0,7	2
5	MAN B&W	8L23/30A	1280	194	1,0	2
6	MAN B&W	6L21/31	1290	195	0,8	2
7	CATERPILLAR	8M20C	1360	189	0,7	2
8	CATERPILLAR	8M20C	1440	191	0,7	2
9	MAN B&W	6L28/32A	1470	194	1,0	2
10	MAN B&W	5L27/38	1500	194	1,0	2
11	MAN B&W	7L21/31	1505	195	0,8	2
12	CATERPILLAR	8M20C	1520	190	0,7	2
13	CATERPILLAR	9M20C	1530	189	0,7	2
14	CATERPILLAR	8M20C	1600	192	0,7	2
15	MAN B&W	5L27/38	1600	194	1,0	2
16	CATERPILLAR	9M20C	1620	191	0,8	2
17	CATERPILLAR	9M20C	1710	190	0,8	2
18	MAN B&W	7L28/32A	1715	194	1,0	2
19	MAN B&W	8L21/31	1720	195	0,8	2
20	CATERPILLAR	9M20C	1800	192	0,8	2
21	MAN B&W	9L21/31	1935	195	0,8	2
22	MAN B&W	8L28/32A	1960	194	1,0	2
23	MAN B&W	6L27/38	1980	194	1,0	2
24	CATERPILLAR	6M25C	2000	188	0,8	2
25	MAN B&W	9L28/32A	2205	194	1,0	2
26	MAN B&W	7L27/38	2310	196	1,0	2
27	CATERPILLAR	8M25C	2320	185	0,8	2
28	CATERPILLAR	8M25C	2400	185	0,8	2
29	CATERPILLAR	9M25C	2610	185	0,9	2
30	MAN B&W	8L27/38	2640	196	1,0	2

AUXILARY ENGINE						
No	Merek	Tipe	Daya (kW)	SFOC (g/kW	SLOC (g/kW/hr)	Berat Mesin
			Batas Atas			(ton)
4			0	0	0	0
1	CATERPILLAR	C9	217	212,1	1,1	0,5
5	CATERPILLAR	C9	253	228,8	1,1	0,5
6	CATERPILLAR	C9	253	209	1,0	0,5
2	CATERPILLAR	C9	288	206,6	1,0	0,5
3	CATERPILLAR	C9	311	229,5	1,1	0,5
9	CATERPILLAR	C9	361	211,7	1,1	0,5
13	CATERPILLAR	C18	404	210	1,1	0,5
10	CATERPILLAR	C18	499	217	1,1	0,5
7	CATERPILLAR	C18	514	209	1,0	0,5
8	CATERPILLAR	C15	536	218,8	1,1	0,5
11	CATERPILLAR	C15	540	218,8	1,1	0,5
14	CATERPILLAR	C18	587	208	1,0	0,5
12	CATERPILLAR	C18	624	215	1,1	0,5
15	CATERPILLAR	C18	660	209	1,0	0,5
18	CATERPILLAR	C32	791	203,8	1,0	0,5
16	CATERPILLAR	C32	916	210,8	1,1	0,5
19	CATERPILLAR	C32	923	203	1,0	0,5
17	CATERPILLAR	C32	1.047	210,4	1,1	0,5
20	CATERPILLAR	C32	1.172	207	1,0	0,5
21	CATERPILLAR	C32	1.333	207,2	1,0	0,5
22	CATERPILLAR	C33	1.500	209	1,0	0,5
23	CATERPILLAR	C34	1.700	206,6	1,0	0,5
24	CATERPILLAR	C35	2.153	218,8	1,1	0,5
25	CATERPILLAR	C36	2.337	218,8	1,1	0,5
26	CATERPILLAR	C37	2.745	210	1,1	0,5
27	CATERPILLAR	C38	3.000	209	1,0	0,5
28	CATERPILLAR	C39	3.254	208	1,0	0,5
29	CATERPILLAR	C40	3.559	209	1,0	0,5
30	CATERPILLAR	C41	3.749	217	1,1	0,5
31	CATERPILLAR	C42	4.000	215	1,1	0,5

Crew List

Ship's Main Dimension		
L_{pp} (m)	=	90,00
L_{wl} (m)	=	93,60
B (m)	=	19,78
D (m)	=	7,00
T (m)	=	5,23
Vs (m/s)	=	6,17

C_{st}	*(Coef steward dept 1,2 - 1.33)*
C_{dk}	*(Coef deck dept. 11,5 - 14,5)*
C_{eng}	*(Coef engine dept 8,5 - 11,0 diesel)*

Input Data		
P_B (kW)	=	1616,11
P_B (HP)	=	2167,21

Chapter 11 Parametric Design : Michael G. Parsons (page 24-26)

Crew Total

C_{st}	=	1,33
C_{dk}	=	14,50
C_{eng}	=	11,00
cadet	=	2,00
Pelayan	=	5,00
Z_c	=	$C_{st} \cdot C_{dk} (L \cdot B \cdot H \cdot 35/10^5)^{1/6} + C_{eng} \cdot (BHP/10^5)^{1/3}$ + cadet
Z_c	=	35,00

Ruang			Crew
Main			
	Chief Cook	=	1
	Assistant Cook	=	1
	Sea Man	=	3
	Oiler	=	3
	Wiper	=	1
	Foreman	=	1
	Fitter	=	1
	Fireman	=	1
	Cadet	=	2
	Steward	=	5
	Total	**=**	**19**
Layer 2			
	second Officer	=	1
	Second Engineer	=	1
	Quarter Master	=	3
	Boatsman	=	1
	Third Officer	=	1
	Third Engineer	=	1
	Electrician	=	1
	Total	**=**	**9**
Layer 3			
	Chief Officer	=	1
	Master/Captain	=	1
	Chief Engineer	=	1
	Total	**=**	**3**
	Jumlah Crew	=	**35**

BERAT PERMESINAN

Main Engine

Wme = **20,5** *ton*

Auxilary Engine

Wae = **8,0** *ton* peraux eng. = **4** *ton*

Shafting

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 175)

$Ws = lp.0.081(PD/n)^{2/3}$ *(asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm^2)*

2,13 *ton* ds = 0,400 *m*

n (rpm)= 130 lp = 6 *(asumsi panjang shaft 6 m)*

Gearbox

Wgr = 0.37(PB/n) n= 130 *(asumsi rpm propeller)*

3,55 *ton*

Propeller

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 175)

$Wp = D^3.K$ *(asumsi material berbahan 'manganese bronze')*

2,047 *ton* z = 4 *(asumsi menggunakan 4 daun)*

D = 3,40

A_E/A_0 = 0,4 *(PNA vol II ; page 166)*

K = 0,052 *(Ship Design for Efficiency & Economy; page 176)*

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 177)

M = (0.04~0.07)P C = 0,15 *(Ship Design for Efficiency & Economy; page 175)*

77,4 *ton* P = 1935 *kW*

W_{other} = M.C

12 *ton*

47,842 ***ton***

EQUIPMENT & OUTFI

Group I (Accommodation)

(Ship Design for Efficiency & Economy; page 171-172)

Wa = Ca.Acommodation Vol

		Ca =	60 kg/m^3
Wsuperstructure =	829.680	Vol Superstructure =	13828,00 m^3
Wlayer -I =	241.979	Vol Layer -I =	4032,99
Wlayer I =	256.377	Vol Layer I =	4272,94
Wlayer II =	199423,0713	Vol Layer II =	3323,718 m^3
Wlayer III =	188344,0118	Vol Layer III =	3139,067 m^3
Wlayer IV =	177264,9523	Vol Layer IV =	2954,416 m^3
Wwheelhouse =	8271,05	Vol Wheelhouse =	137,851 m^3

Wa = **1901,33886** ton

Group II (Miscellaneous)

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172)

C = 0,18 ton/m^2

($0.18\ ton/m^2 < C < 0.26\ ton/m^2$)

$Wm = (LBD)^{2/3}.C =$ **96,7580942** *ton*

E & O WEIGHT TOTAL = 1998,097 ton

Outfit Weight Center Estimation

Parametric Design chapter 11 hlm. 25

D_A = 15,287

VCG_O = D+1,25

= 8,250 m

$VCG_0 = D + 1.25,\quad L \leq 125\ m$

$= D + 1.25 + 0.01(L-125),\quad 125 < L \leq 250\ m$

$= D + 2.50,\quad 250\ m < L$ [53]

1. LCG_1 (25% $W_{E\&O}$ at LCG_M)

Parametric Design chapter 11, p11-25

5% $W_{E\&O}$ = 499,524 ton

LCG_M = 37,300 m dari AP

Ruang muat kendaraan utama

$L_{DH\ I}$ = 4272,944 m

$W_{DH\ I}$ = 19,782 m

LCG_I = 2.136 m dari AP

Ruang muat kendaraan bawah

$L_{DH\ 0}$	=	54,000	m	
$W_{DH\ 0}$	=	17,782	m	
LCG 0	=	4.245,9	m	dari AP

Layer II

$L_{DH\ II}$	=	81,000	m	
$W_{DH\ II}$	=	15,782	m	
LCG_{II}	=	4.232,4	m	dari AP

Layer III

$L_{DH\ III}$	=	76,500	m	
$W_{DH\ III}$	=	15,782	m	
LCG_{III}	=	4.234,7	m	dari AP

Layer IV

$L_{DH\ IV}$	=	72,000	m	
$W_{DH\ IV}$	=	15,782	m	
LCG_{IV}	=	18,000	m	dari AP

Wheelhouse

L_{WH}	=	4,500	m	
W_{WH}	=	11,782	ton	
LCG_{WH}	=	4232,444	m	dari AP

2. LCG_2 (37,5% $W_{E\&O}$ at LCG_{DH})

5% $W_{E\&O}$	=	749,2864	ton	
LCG_{dh}	=	21,78636	m	dari AP

3. LCG_3 (37,5% $W_{E\&O}$ at amidships)

5% $W_{E\&O}$	=	749,286	ton	
amidships	=	45,00014	m	dari AP

$LCG_{E\&O}$	=	34,36997	m	dari AP
$LCG_{E\&O}$	=	55,63	m	dari FP

LWT

HULL WEIGHT (LWT)

L =	90,00 *m*	T =	5,23 *m*
B =	19,78 *m*	C_B =	0,76
H =	7,00 *m*	C_M =	0,99

Volume Deckhouse

- **Car Deck A (Layer -I)**

panjang (L_{D2}) = 60%.L

= 54,00 *m*

lebar (B_{D2}) = B - 2m → Gangway

= 17,78 *m*

820,6711761 tinggi (h_{D2}) = asumsi 4,2 m

= 4,20 *m*

$V_{DH \cdot layer\ II}$ = $L_{D2}.B_{D2}.h_{D2}$

= 4032,99 m^3

- **Car Deck B (Layer I)**

panjang (L_{D3}) = 80%.L

= 72,00 *m*

lebar (B_{D3}) = B

= 19,78 *m*

tinggi (h_{D3}) = asumsi 3 m

= 3,00 *m*

$V_{DH \cdot layer\ III}$ = $L_{D3}.B_{D3}.h_{D3}$

= 4272,94 m^3

- **R. Akomodasi (Layer II)**

panjang (L_{D4}) = 90%.L

= 81,00 *m*

lebar (B_{D4}) = B - 4m

= 15,78 *m*

tinggi (h_{D4}) = asumsi 2,5 m

= 2,60 *m*

$V_{DH \cdot layer\ IV}$ = $L_{D4}.B_{D4}.h_{D4}$

= 3323,72 m^3

Volume Superstructure

- **Volume Forecastle**

panjang (L_F) = 12%.L

= 10,800 *m*

lebar (B_F) = selebar kapal

= 19,782 *m*

tinggi (h_F) = asumsi 2,5 m

= 2,60 m *m*

$V_{Forecastle}$ = $0,5.L_F.B_F.H_F$

= 555,482739 m^3

- **Volume Poop**

panjang (L_p) = 8%.L

= 7,20 *m*

lebar (B_p) = selebar kapal

= 19,782 *m*

tinggi (h_p) = asumsi 2,5 m

= 2,6 *m*

V_{Poop} = $L_p.B_p.h_p$

= 370,321826 m^3

- **R. Akomodasi (Layer III)**

panjang (L_{D4}) = 85%.L

= 76,50 *m*

lebar (B_{D4}) = B - 4m

= 15,78 *m*

tinggi (h_{D4}) = asumsi 2,5 m

= 2,60 *m*

$V_{DH \cdot layer\ IV}$ = $L_{D4}.B_{D4}.h_{D4}$

= 3139,07 m^3

• **Volume wheel house**			• **R. Akomodasi (Layer IV)**		
panjang (L_{WH}) =	5%.L		panjang (L_{D4}) =	80%.L	
=	4,50	*m*	=	72,00	*m*
lebar (B_{WH}) =	B - 8m		lebar (B_{D4}) =	B - 4m	
=	11,78	*m*	=	15,78	*m*
tinggi (h_{WH}) =	asumsi 2,5 m		tinggi (h_{D4}) =	asumsi 2,5 m	
=	2,60	*m*	=	2,60	*m*
$V_{DH \cdot wheel\ house}$ =	$L_{WH}.B_{WH}.h_{WH}$		$V_{DH \cdot layer\ IV}$ =	$L_{D4}.B_{D4}.h_{D4}$	
=	137,85	m^3	=	2954,42	m^3

Sehingga :

V Layer -I =	4032,99	m^2
V Layer I =	4272,94	m^3
V Layer II =	3323,72	m^3
V Layer III =	3139,07	m^3
V Layer IV =	2954,42	m^4
V Wheelhouse =	137,85	m^3
V Total (deckhouse) =	13828,00	m^3
h camber =	0,40	*m*
C3 =	0,55	*(Ship Design for Efficiency & Economy; page 156)*

Steel Weight

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156)

dengan

Cso =	0,06	t/m^3	
Δ =	7515,16	*ton*	
u =	1,88		$-(0.5*u+0.1*u^{2.45})$ = -1,40504
Cs =	0,07		$DA = H + \frac{V_A+V_{DH}}{L_{PP} \cdot B}$
DA =	15,29		
V superstucture =	925,80	m^3	
V deckhouse =	13828,00	m^3	
Cbd =	0,78		
C1 =	0,10		

Vu = Vd + Vs + Vb + V1

V deck = 9736,58 m^3

Wst = L . B. DA . Cs

Wst = **2005,95** ***ton***

LWT TOTAL		
MACHINERY WEIGHT =	47,84	*ton*
EQ & OUTFIT WEIGHT =	1998,097	*ton*
STEEL WEIGHT =	2005,954	*ton*

LWT TOTAL =	***4051,893*** **ton**

Koreksi Displasemen			
LWT + DWT	**Displasemen**	***Hasil Koreksi***	**STATUS**
6.626,36	**7.515,16**	***13,413*** **%**	**YES**

Referensi

Schneecluth Hal. 154

No.	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,070
2	Cargo ship (1 deck)	0,070
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,066
7	Reefers	0,061
8	Rescue vessel	0,023
9	Support vessels	0,097
10	Tanker	0,075
11	Train ferries	0,650
12	Tugs	0,089
13	VLCC	0,065

Koefisien titik berat

No.	Type kapal	C_{KG}
1	Passanger ship	0.67 – 0.72
2	Large cargo ship	0.58 – 0.64
3	Small cargo ship	0.60 – 0.80
4	Bulk carrier	0.55 – 0.58
5	Tankers	0.52 – 0.54

DWT

Jumlah Kru Kapal = 35,00 orang

CONSUMABLE ITEM WEIGHT (DWT)

Crew and Luggage

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-25)

$W_{C\&E}$ = 0.17 ton/person

$W_{C\&E}$ = **176,31** *ton*

Main Engine Fuel Oil

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-24)

W_{FO} = SFOC.MCR.range/speed.margin

Vf = W_{FO} / ρ_{FO} + koreksi

dengan :

SFOC = 0,00019 *ton / kW hr* *(Diesel Consumption)*

MCR = 1935 *kWh*

Sea T. = 28,78 *jam*

margin = 10% *(5% - 10%)*

ρ_{FO} = 0,95 *ton / m*^{3}

koreksi = 0,423

uk SFOC.MCR.range/speed (W_{FO}') = 10,579 *ton*

W_{FO} = 11,637 *ton*

untuk W_{FO} / ρ_{FO} = 12,250 *m*^{3}

V_{FO} = 12,673 *m*^{3}

Auxilary Engine Fuel Oil

WDO = SFOC.MCR.range/speed.margin

$V_{DO} = W_{DO} / \rho_{DO}$+ koreksi

dengan :

SFOC = 0,00019 *ton / kW hr*

MCR = 404 *kWh*

tal Time = 32,78 *jam*

margin = 10% *(5% - 10%)*

ρ_{FO} = 0,95 *ton / m³*

koreksi = 0,101

ık SFOC.MCR.range/speed (WD_O') = 2,516 *ton* untuk W_{DO} / ρ_{DO} = 2,648 m^3

WD_O = 2,767 *ton* V_{DO} = 2,749 m^3

Lubricating Oil

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-24)

W_{LO} = 20 *ton*

$V_{LO} = W_{LO} / \rho_{LO}$ + koreksi

dengan :

ρ_{LO} = 0,9 *ton / m³*

koreksi = 0,889

untuk W_{LO} / ρ_{LO} = 22,222 m^3

V_{LO} = 23,122 m^3

Fresh Water

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-24)

W_{FW} = 0.15 ton / (person.day) *; PM No. 15 tahun 2017*

W_{FW} = 933,393 *ton*

$V_{FW} = W_{FW} / \rho_{FW}$ + koreksi

dengan :

ρ_{FW} = 1,000 *ton / m³*

day = 6,00 *hari*

koreksi = 18,6679 *ton*

untuk W_{FW} / ρ_{FW} = 933,3926 m^3

V_{FW} 952,060 m^3

Provision and Store

(Chapter 11 Parametric Design - M.G. Parson ; Page 11-25)

W_{PR} = 0.01 ton / person.day

W_{PR}= 2,10 *ton*

$V_{PR} = W_{PR} / \rho_{PR}$ + koreksi

dengan :

ρ_{PR} = 0,756 ton / m^3

day = 6,000

koreksi = 0,111

untuk W_{PR} / ρ_{PR} = 2,778 m^3

V_{PR} = 2,889 m^3

DWT total = 2574,467 *ton*

HOLD VOLUME

h_{DB} = 1,10 m

L_{RM} = 76,50 m

L_{KM} = 11,29 m

L_{CF} = 1,20 m

Perhitungan

1. Chamber

C = $\frac{1}{50} \cdot B$

= 0,396 m

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

= 0,264 m

2. Sheer

kapal tidak menggunakan sheer

Sa = 0 m

Sf = 0 m

Sm = 0 m

3. D' *; IGM Santosa hal. 58*

D' = H + Cm + Sm

= 7,264 m

4. C_B Deck

Section = Normal Section

c = 0

C_B Deck = $C_B + c \cdot (\frac{H}{T} - 1) \cdot (1 - C_B)$

= 0,757

5. Volume Dibawah Upperdeck Diantara L_{PP}

Vh = C_B Deck $\cdot L_{PP} \cdot B \cdot D'$

= 9784,6958 m^3

Koreksi

1. Double Bottom

ℓ_{DB} = ℓ_{RM}

= 76,500 m

b_{DB} = B

= 19,782 m

h_{DB} = 1,100 m

V_{DB} = $\ell_{DB} \cdot b_{DB} \cdot h_{DB}$

= 1.664,67 m^3

2. Koferdam

V_{CF} = $\ell_{CF} \cdot b_{CF} \cdot h_{CF}$

= 0,000 m^3

Tidak Menggunakan Koferdam

3. Double skin

Lds = 76,500 m

Bds = 0

Hds = H-Hdb

= 5,9 m

Vds = Lds . Bds . Hds

= 0 m3

Volume Ruang Muat

Vr' = **Vr - (V_{DB} + V_{DS} + V_{CF})**

= **13.681,9 m^3**

9. Ceruk Buritan

ℓ_{CB} = 5% . Lpp

= 4,5000143 m

b_{CB} = 50% · B

9,8910429 m

h_{CB} = H

= 7,000 m

V_{CB} = $0.5 \cdot \ell_{CB} \cdot b_{CB} \cdot h_{CB}$

= 155,78736 m^3

10. Ceruk Haluan

ℓ_{CH} = 7,5% . Lpp

= 6,7500215 m

b_{CH} = 50% · B

= 9,8910429 m

h_{CH} = H

= 7,000 m

V_{CH} = $0.5 \cdot \ell_{CH} \cdot b_{CH} \cdot h_{CH}$

= 233,68104 m^3

6. Volume Muatan Diatas Geladak

Vu = 6800,00 m^3

7. Konstanta Deduction

s = 0,02

8. Kamar Mesin

ℓ_{KM} = 11,290 m

b_{KM} = 65% · B

12,858356 m

h_{KM} = H

= 7,000 m

V_{KM} = ℓKM · bKM · hKM

= 1016,215 m^3

Batasan Ruang Muat

Massa Jenis = 0,84 kg/m^3

SV = 1,19

Payload = 1428,3 ton

Vol. Muatan = Total Volume Cardeck + Deckhouse

= 11629,65 m^3

Δ Vol. Ruang Muat dan Vol. Muatan

= 2052,273 m^3

= 15,0%

Δ Vol. Ruang Muat dan Vol. Muatan < 15%

Kondisi = **Accepted**

11. Vm = $V_{KM} + V_{CB} + V_{CH}$

= 1405,6834 m^3

12. Vr = (Vh - Vm) · (1 + s) + Vu

= 15346,593 m^3

Perhitungan Tonase

International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of 1988

Zc	=	35,00 *orang*	
N_1	=	2 *orang*	*; asumsi jumlah penumpang dalam kabi*
N_2	=	33 *orang*	

Gross Tonnage

V_U	$= \Delta \cdot \left(\left(1.25 \cdot \frac{H}{T}\right) - 0.115\right)$		*; Volume dibawah geladak cuaca*
			; Volume ruang tertutup
	=	11700,433 m^3	*diatas geladak cuaca*
V_H	=	$V_{PO} + V_{FC} + V_{DH}$	
	=	14.753,80 m^3	
V	=	$V_U + V_H$	
	=	26.454,23 m^3	
K_1	=		
	=	0,29	
GT	=	$V \cdot K_1$	
	=	**7.631** *GT*	

Net Tonnage

$V_{r'}$	=	13681,925	*Total Volume ruang muat*
K_2	=	$0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_C$	
	=	0,282722944	
K_3	=	$1.25^{\frac{GT+10000}{10000}}$	
	=	1,482038005	
a	$= K_2 \cdot V_{r'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H}\right)^2$		
	=	3.844	
	0.25 · GT =	1.908	
jadi,	**a**	**≥ 0.25 · GT**	

Kondisi

= OK

$NT = a + K_3 * [N_1 + (N_1/10)]$

= **3.847**

$0.30 \cdot GT =$ 2289

jadi, **$NT \geq 0.30 \cdot GT$**

Kondisi

= OK

Perhitungan Lambung Timbul

Input Data

H	=	7,00	m	
d	=	0.85 · H		
	=	5,95	m	
$L_{1\ (1)}$	=	96% · $LWL_{0.85D}$		
	=	89,86		
$L_{1\ (2)}$	=	L_{PP}		
	=	93,60	m	
L_1	=	93,60	m	*; L_1 diambil yang terbesar*
B	=	19,78	m	
C_B	=	$\nabla/(L_1 \cdot B \cdot d)$		
	=	0,76		
ℓ_{FC}	=	10,80	m	*; panjang forecastle*
ℓ_{PO}	=	7,20	m	*; panjang poop*

Tipe Kapal

International Convention on Load Line 1996

as modified 1998 and 2003 - Regulation 27 Type of Ship

Tipe = b

Lambung Timbul Standar (F_b)

International Convention on Load Line 1996

as modified 1998 and 2003 - Table 28.2

L_1 (m)	⇨	F_b (mm)
93	⇨	1135
94	⇨	1154
interpolasi		
93,60	⇨	1.146,41 mm
	⇨	1,146 m

Koreksi

1. L *; $24 < L_{PP} < 100$*

   tidak ada koreksi; $L_{PP} > 100$

2. C_B ; $C_B > 0.68$

F_{b2} = F_b·(C_B+0.68)/1.36

= 1,21

= 1.210,97 mm

3. Depth (D)

L/15 = 6,24

untuk L < 120m ; R = L/0.48

untuk L > 120m ; R = 250

R = 195,00

jika, D < L/15 ; tidak ada koreksi

jika, D > L/15 ; $Fb_3 = Fb_2 + (R(H-(L/15)))$

F_{b3} = 1.210,97 mm

Koreksi Bangunan Atas

1. Forecastle

L_1 (m)	⇨	h_{st} (m)
75	⇨	1,8
125	⇨	2,3

interpolasi

93,60	⇨	1,99 m

t_{FC} = 2,60 m

karena $t_{FC} > h_{st}$ maka

E_{FC} = S_{FC}

= 10,80 m

= 0,12 · L

2. Poop

L_1 (m)	⇨	h_{st} (m)
75	⇨	1,8
125	⇨	2,3

interpolasi

93,60	⇨	1,99 m

t_{PO} = 2,6 m

karena $t_{PO} > h_{st}$ maka

E_{PO} = S_{PO}

= 7,20 m

Total Panjang Efektif

E	=	$E_{FC} + E_{PO}$
	=	18,00 m
	=	0,2 · L

3. Pengurangan Akibat Bangunan Atas

L_1 (m)	⇨	h_{st} (m)	
85	⇨	860	*; regulation 37*
122	⇨	1070	

Interpolasi

93,60	⇨	908,81

Pengurangan

	=	14% · hst *; regulation 37 table 37.1*
	=	127,23 mm

Total Lambung Timbul

F_b'	=	F_{b3} - Pengurangan
	=	1.083,74 mm
	=	1,084 m

Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})

$C_{B\ min}$	=	0,69
C_B	=	0,76
B_{WM}	=	
	=	4229,29 mm
	=	4,23 m

Batasan

1. Lambung Timbul Sebenarnya

F_{ba}	=	H - T
	=	1,77 m

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Kondisi = Accepted

2. Ketinggian Bow

Bow Heigh	=	$F_{ba} + S_{FC} + T_{FC}$
	=	6,366 m

Ketinggian Bow harus lebih besar dari Ketinggian Bow Minimum

Kondisi = Accepted

TITIK BERAT

LWT

1. Machinery Plant *(Parametric Design Page 11-25)*

h_{db}	=	350 + 45B	
	=	1,40	*m*
KG	=	$h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db})$	
	=	3,360046183	m
LCB	=	Panjang Ceruk Buritan	
	=	$5\% \cdot L_{PP}$	
	=	4,50001434	m
LCG_{FP}	=	L_{WL} - LCB - 5	
	=	84,10	m
LCG_M	=	$-(LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{PP})$	
	=	-37,30	m

Ship's Main Dimension		
L_{pp} (m)	90,00	*m*
L_{wl} (m)	93,60	*m*
B (m)	19,78	*m*
H (m)	7,00	*m*
T (m)	5,23	*m*
Vs (m/s)	6,17	*m/s*

2. Steel

C_{KG}	=	Koefisien KG Baja	
	=	0,67	
KG	=	DA * C_{KG}	
	=	10,242	m
$LCG_{(\%)}$	=	-0,15 + LCB(%)	
	=	0,732	% L
LCG_M	=	$LCG(\%) \cdot L_{PP}$	
	=	0,659	m
LCG_{FP}	=	$0.5 \cdot L_{PP} + LCG_M$	
	=	45,659	m

3. Equipment & Outfiting

$W_{E\&O}$	=	1998,097	ton	
$KG_{E\&O}$	=	8,250	m	
$LCG_{E\&O}$	=	34,370	m	*; dari FP*

DWT

1. Crew & luggage

Crew	=	35,00	
Weight/cr	=	170,00	*kg*
	=	0,17	*ton/crew*

Total Wei	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$	*ton*
	=	5,95	*ton*
KG_{Crew}	=	(W.KG)/total weight	
	=	16,10	*m*
LCG_{Crew}	=	(W.LCG)/total weight	
	=	48,49	*m*

2. Fresh Water

W_{FW}	=	933,39	*ton*
V_{FW}	=	952,06	m^3
H_{FW}	=	H-T	
	=	1,77	*m*
L_{FW}	=	0,55	*m*
B_{FW}	=	12,86	*m*
KG_{FW}	=	$H - T + (0.5 . H_{FW})$	
	=	2,65	*m*
$LCG_{FW\ (d}$	=	$66 + 0.5 \cdot LFW$	
	=	68,77	*m*

3. Lubricating Oil

W_{LO}	=	20,00	*ton*
V_{LO}	=	23,12	m^3
H_{LO} (H_{DB})	=	1,10	*m*
L_{LO}	=	2,13	*m*
B_{LO}	=	9,89	*m*
KG_{LO}	=	$0.5(H_{LO})$	*m*
	=	0,55	*m*
$LCG_{LO\ (da}$	=	$5\%\ lpp + L_{KM} + 0.5\ L_{LO}$	
	=	16,85	*m*

5. Fuel Oil

W_{FO}	=	2,77	*ton*
V_{FO}	=	2,75	m^3
H_{FO}	=	4,41	*m*
B_{FO}	=	15,83	*m*
L_{FO}	=	0,04	*m*
KG_{FO}	=	$0.5(H_{FO})$	*m*
	=	2,21	*m*
$LCG_{FO\ (da}$	=	5% lpp + L_{KM} + L_{LO} + L_{DO} + 0.5 L_{FO}	
	=	18,16	*m*

4. Diesel Oil

W_{DO}	=	11,64	*ton*
V_{DO}	=	12,67	m^3
H_{DO}	=	4,41	*m*
L_{DO}	=	0,22	*m*
B_{DO}	=	12,86	*m*
KG_{DO}	=	$0.5(H_{DO})$	*m*
	=	2,21	*m*
DO (dari AP)	=	5% lpp + L_{KM} + L_{LO} + 0.5 L_{DO} m	
	=	18,03	*m*

6. Payload

$W_{payload}$	=	1428,263	
$KG_{payload}$	=	$(H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$	
	=	4,050 m	
LCG_{payloa}	=	$(0.5 \cdot L_{RM}) + (0.5 \cdot \text{koferdam}) + L_{CH}$	
	=	38,850 m	*; dari FP*

TOTAL CENTER ESTIMATION

LWT

Machinery

W_M	=	47,84	*ton*
KG_M	=	3,36	*m*
LCG_M	=	84,10	*m dari FP*

Steel

W_S	=	2005,95	*ton*
KG_S	=	10,24	*m*
LCG_S	=	45,66	*m dari FP*

Equipment & Outfitting

$W_{E\&O}$	=	1998,10	*ton*	
$KG_{E\&O}$	=	8,25	*m*	
$LCG_{E\&O}$	=	34,37	*m dari FP*	

DWT

Payload

$W_{payload}$	=	1428	*ton*	
$KG_{payload}$	=	4,05	*m*	
$LCG_{payload}$	=	38,85	*m*	

Crew & Consumable

$W_{C\&C}$	=	2574,47	*ton*	
$KG_{C\&C}$	=	2,68	*m*	
$LCG_{C\&C}$	=	23,22	*m*	

DWT + LWT

$W_{(DWT+LW}$	=	6626,36	*ton*	
$KG_{(DWT+}$	=	7,53	*m*	
$LCG_{(DWT}$	=	42,19	*m*	*; Dari FP*
$LCG_{(DWT}$	=	47,81	*m*	*; Dari AP*

Cost & Price Calculation

Referensi : Practical Ship Design , David G. M. Watson

Input Data :

W_{ST} =	2005,95	*ton*
$W_{E\&O}$ =	1998,10	*ton*
W_{ME} =	47,84	*ton*
Kurs $ =	Rp 13.660,0	

Sumber : http://www.bi.go.id (pada 29 Oktober 2017)

Perhitungan :

Perhitungan Biaya (Cost)

- **Structural Cost**

C_{ST} =	2301,00
P_{ST} =	$4.615.698,81

- **Outfit Cost**

$C_{E\&O}$ =	6202,17
$P_{E\&O}$ =	$12.392.538,92

- **Machinery Cost**

C_{ME} =	11290,69
P_{ME} =	$540.169,65

- **Non Weight Cost**

C_{NW} = 10%

(ditentukan 10% untuk kapal dengan galangan besar)

P_{NW}=CNW*(PST+PE&O+PME) = $1.754.840,74

- **Total Cost**

Total Cost=P_{ST}+$P_{E\&O}$+P_{ME}+P_{NW}= **$37.263.527,78**

Rp 509.019.789.450,14

Perhitungan Harga (Price)

Profiti =	15,00	%
Nilai Inflasi =	3,72	*% (BI Oktober 2016)*
Government=	10,00	%

• **Koreksi :**

Profit =	$	5.589.529,17
Inflasi =	$	1.386.203,23
Government=	$	-3.726.352,78
• **Price =**	**$**	**40.512.907,40**
	Rp	**553.406.315.090,19**

Operational Trcuk

1. Tanjung Mas, Semarang

Jarak Pelabuhan Tanjung Mas ke Kawasan Industri	*KM*		24,4
Kecepatan Truk	*KM/jam*		10
Waktu Tempuh	*Jam*		4,88
Roundtrip Truk	*R.trip/day*		5,00
Kebutuhan *Head Truck*	*Unit*		2,0

2. Pelabuhan Sampit

Jarak Pelabuhan Sampit ke Kawasan Industri	*KM*		25
Kecepatan Truk	*KM/jam*		10
Waktu Tempuh	*Jam*		5
Roundtrip Truk	*R.trip/day*		5,00
Kebutuhan *Head Truck*	*Unit*		2,0
Umur ekonomis truk	*tahun*		25
Maintenance	*%*		5%
Harga *Head Truck*	*Rp/unit*	Rp	875.000.000
Capital Cost Head Truck	*Rp/tahun*	Rp	35.000.000
Biaya Maintenance dan Repair	*Rp/tahun*	Rp	43.750.000
Biaya Sewa Peti Kemas	*Rp/tahun*	Rp	216.000.000
Fee Supir	*Rp/day.orang*	Rp	13.200.000
Biaya Total *Head Truck*	*Rp/tahun*	Rp	1.182.950.000

Shipping Cost

1. Capital Cost

Umur Ekonomis =		20	*tahun*
Anual Cap. Cost =	**Rp**	**14.333.773.597**	***/tahun***

2. Operating Cost

• Gaji Crew

Jumlah Cew =		35,00	*orng*
Gaji =	Rp	14.591.920	*/bulan*
Total =	Rp	6.128.606.400,00	*/tahun*

• Perbekalan dan Minyak pelumas

Perbekalan :

Jumlah Crew =		35,00	
Biaya Perbekalan =	Rp	100.000	*/orang-hari*
Biaya Perbekalan Total =	Rp	1.155.000.000,00	

Minyak Pelumas :

Konsumsi Minyak Pelumas =		20	*Ton/tahun*
Konsumsi Minyak Pelumas =		21739,13043	*Liter/Tahun*
Biaya minyak pelumas=	Rp	597.826.087	*Rp/Tahun*
Total Biaya =	Rp	1.752.826.086,96	

• Fresh water

Kebutuhan =		834,965	*Ton/R.trip*
biaya =	Rp	1.836.922.477,919	*/tahun*

• Docking & Rrepair

Asumsi kebutuhan =	Rp	1.000.000	*/DWT.thn*
Biaya =	Rp	2.443.777.089	*/tahun*

• Asuransi

Asumsi kebutuhan =		1,25	*% ; dari harga kapal*
Biaya =	Rp	3.583.443.399,14	*/tahun*

• Administrasi

Asumsi kebutuhan =		10	*% ; dari Opertaing cost*
Biaya =	Rp	1.330.179.836,402	*/tahun*

Total Operating Cost =	**Rp**	**17.075.755.289,07**	*/tahun*

3. Voyage Cost

• Bahan bakar

MFO :

Konsumsi =		11,637	*Ton/R.trip*
Biaya =	Rp	42.050.031	*Rp/tahun*

HSD :

Konsumsi =		2,767	*Ton/R.trip*
Biaya =	Rp	19.084.646	*Rp/tahun*

• Kepelabuhan

Ukuran kapal =		7630,721	*GT*

Jasa Pandu

Tanjung mas =	Rp	578.921,63	*/R.trip*
Sampit =	Rp	559.875,86	*/R.trip*

Jasa Tunda

Tanjung mas =	Rp	1.180.522,88	*/R.trip*
Sampit =	Rp	975.784,33	*/R.trip*

Jasa Labuh

Tanjung mas =	Rp	-	*; kapal tidak labuh*
Sampit =	Rp	-	

Jasa Tambat

Tanjung mas =	Rp	457.843,26	*/R.trip*
Sampit =	Rp	518.889,03	*/R.trip*

• Perbekalan Penumpang

Perbekalan =	Rp	50.000,00	*/Day.orang*
Biaya Perbekalan =	Rp	267.821.588	

Total Voyage Cost =	**Rp**	**18.327.545.574**	***/tahun***

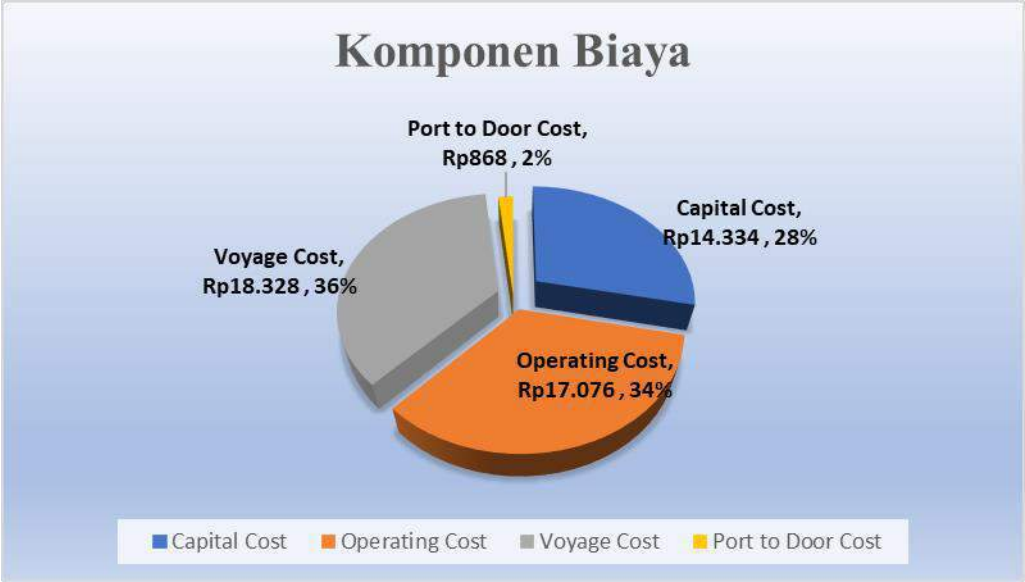
4. CH Cost

Investasi Truk =		4,0	*unit*
Total Harga =	Rp	3.514.000.000	
Capital Cost Truck =	Rp	410.539.021	*/Tahun*
Maintenance & Repair =	Rp	175.700.000	*/Tahun*
Fee Supir =	Rp	66.000.000	*/Tahun*
Sewa Peti kemas =	Rp	216.000.000	*/Tahun*
Total CHC =	**Rp**	**868.239.021**	***/Tahun***

4. Total Cost

Total Cost =	**Rp**	**51.788.263.481**	***Rp/tahun***

Cost per tahun	Rp	51.788.263.480,89		
Trip		55		
Cost per trip	Rp	941.604.790,56		
	Rp	470.802.395,28		
Profit (%)		10%		
Harga per trip	Rp	517.882.634,81		
Unit Cost/SUP			**Rp/SUP**	**81.921**
Unit Cost Chassis			**Rp/Chassis**	**8.089.699**



Lampiran 13 Hasil Solver Ukuran Utama

1. Decision Variable

Total Cost	*Rp/tahun*	Rp	51.788.263.481	Rp	51.788,26
Unit Cost (SUP)	*Rp/SUP*	Rp	81.921		
Unit Cost Chassis	*Rp/Chassis*	Rp	8.089.699		

2. Variabel

		Batas bawah	nilai	Batas Atas
Lpp	*m*	90	90,00	160
B	*m*	10	19,78	30
H	*m*	7	7,00	10
T	*m*	1	5,23	6

3. Contraint

		Batas bawah	nilai	Batas Atas	Keterangan
L/B		3,50	4,55	10,00	**OK**
B/T		1,80	3,78	5,00	**OK**
L/T		10,00	17,20	30,00	**OK**
T/H		0,60	0,75	-	**OK**
T max	*-mLWS*		5,23	5,40	

4. Demand

Penumpang	*orang*	49.101	49.101
Peti kemas	*TEUs*	660	841

4. Hold Capcity

Volume muatan	*m3*		2.052,27	
Luas Deck Kendaraan	*m2*			
Luas Kebutuhan Deck Kendaraan	*m2*			
Berat Kapal	*Ton*		6.495,67	
Displasemen	*Ton*		7.515,16	
Selisih Disp dan Berat Kapal	*%*	2%	15,69%	12%
Ruang Muat dan Volume Muatan	*%*	2%	15,00%	15%

5. Stabilitas

		Aku	
$e_{0.30}^{o}$	0,055	0,549	**Accepted**
$e_{0.40}^{o}$	0,09	0,466	**Accepted**
$e_{30,40}^{o}$	0,03	0,084	**Accepted**
h_{30}^{o}	0,2	3,2	**Accepted**
ϕmax	25	39,5	**Accepted**
GM^{0}	0,15	6,46	**Accepted**

6. Freebord

H-T	1,08	1,77	**Accepted**

Lampiran 14 Iterasi Running Solver Ukuran Utama

Iterasi			1		2		3
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	63.404.843.391	Rp	63.271.586.847	Rp	61.835.192.429
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	103.352	Rp	98.384	Rp	96.150
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	10.206.010	Rp	9.715.420	Rp	9.494.813
L	*m*		102,67		101,88		90,18
B	*m*		18,99		19,01		19,81
H	*m*		7,01		7,00		7,00
T	*m*		4,36		4,78		4,77

Iterasi			4		5		6
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	61.750.825.131	Rp	62.856.581.400	Rp	61.763.606.390
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	96.019	Rp	97.739	Rp	96.039
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.481.876	Rp	9.651.726	Rp	9.483.851
L	*m*		90,00		94,30		90,00
B	*m*		19,79		20,08		19,80
H	*m*		7,00		7,14		7,00
T	*m*		5,16		4,64		5,17

Iterasi			7		8		9
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	61.934.971.278	Rp	62.087.537.037	Rp	61.775.447.810
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	96.306	Rp	96.543	Rp	96.058
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.510.218	Rp	9.533.621	Rp	9.485.728
L	*m*		99,20		90,71		90,02
B	*m*		18,43		19,97		19,78
H	*m*		6,70		7,06		7,00
T	*m*		4,55		4,83		4,82

Iterasi			10		11		12
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	63.561.920.596	Rp	63.390.042.306	Rp	63.318.642.647
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	98.835	Rp	98.568	Rp	98.457
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.759.956	Rp	9.733.590	Rp	9.722.629
L	*m*		104,58		102,88		102,13
B	*m*		18,86		18,95		19,00
H	*m*		7,00		7,00		7,00
T	*m*		4,42		4,43		4,46

Iterasi			13		14		15
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	62.967.987.173	Rp	62.936.080.565	Rp	62.746.239.856
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	97.912	Rp	97.862	Rp	97.567
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.668.810	Rp	9.663.873	Rp	9.634.741
L	*m*		100,64		100,66		98,74
B	*m*		19,13		19,10		19,22
H	*m*		7,01		7,00		7,00
T	*m*		4,47		4,49		4,54

Iterasi			16		17		18
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	62.692.689.328	Rp	62.610.811.938	Rp	63.657.088.030
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	97.484	Rp	97.356	Rp	98.983
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.626.545	Rp	9.613.905	Rp	9.774.571
L	*m*		98,21		97,56		103,99
B	*m*		19,26		19,29		19,03
H	*m*		7,00		7,00		7,03
T	*m*		4,54		4,65		4,38

Iterasi			19		20		21
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	62.082.293.268	Rp	61.754.124.434	Rp	61.763.928.563
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	96.535	Rp	96.024	Rp	96.040
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.532.831	Rp	9.482.370	Rp	9.483.950
L	*m*		90,00		90,00		90,00
B	*m*		20,12		19,78		19,78
H	*m*		7,01		7,00		7,00
T	*m*		4,92		5,08		4,89

Iterasi			22		23		24
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	87.495.335.657	Rp	61.741.831.128	Rp	61.741.831.128
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	95.143	Rp	96.005	Rp	96.005
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.395.371	Rp	9.480.494	Rp	9.480.494
L	*m*		90,00		90,00		90,00
B	*m*		19,78		19,78		19,78
H	*m*		7,00		7,00		7,00
T	*m*		5,24		5,24		5,24

Iterasi			25		26		27
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	64.089.070.305	Rp	63.463.081.042	Rp	61.792.359.689
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	99.655	Rp	98.682	Rp	96.084
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.840.931	Rp	9.744.848	Rp	9.488.295
L	*m*		108,09		103,60		90,00
B	*m*		18,62		18,91		19,81
H	*m*		7,00		7,00		7,00
T	*m*		4,33		4,42		4,81

Iterasi			28		29		30
Total Cost	*Rp/Tahun*	Rp	61.756.483.972	Rp	61.756.483.972	Rp	61.742.312.843
Unit Cost	*Rp/SUP*	Rp	96.028	Rp	96.028	Rp	96.006
Unit Cost Petikemas	*RP/Chassis*	Rp	9.482.765	Rp	9.482.765	Rp	9.480.593
L	*m*		90,00		90,00		90,00
B	*m*		19,80		19,80		19,78
H	*m*		7,00		7,00		7,00
T	*m*		5,24		5,24		5,23

Lampiran 15 Hasil Solver Alokasi Penataan Chassis

	Ukuran Chassis		Ket	Potret	Landscape	
	P	L				
1	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
2	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
3	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
4	7,6	3,10	20'	1	0	1,00
5	13,6	3,10	40'	0	1	1,00
6	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
7	7,6	3,10	20'	1	0	1,00
8	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
9	13,6	3,10	40'	0	1	1,00
10	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
11	7,6	3,10	20'	1	0	1,00
12	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
13	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
14	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
15	7,6	3,10	20'	1	0	1,00
16	13,6	3,10	40'	0	1	1,00
17	7,6	3,10	20'	1	0	1,00
18	7,6	3,10	20'	0	1	1,00
19	13,6	3,10	40'	0	1	1,00
20	13,6	3,10	40'	1	0	1,00

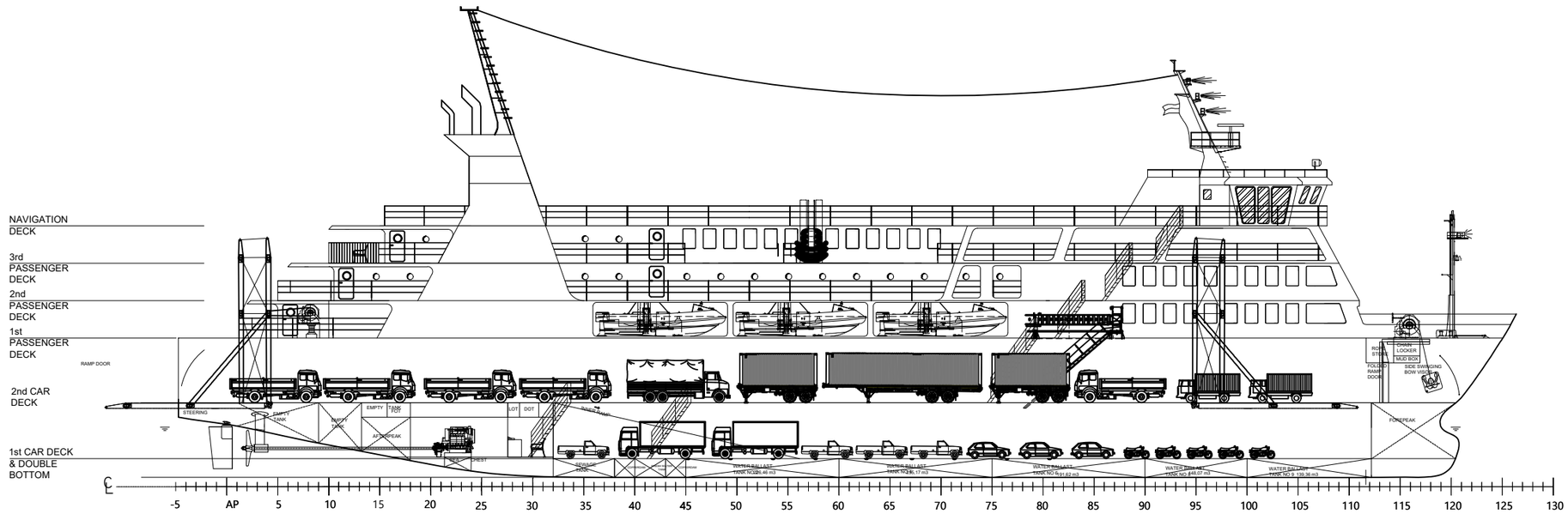
e1	363,60
d1	127,80
Total	**491,40**

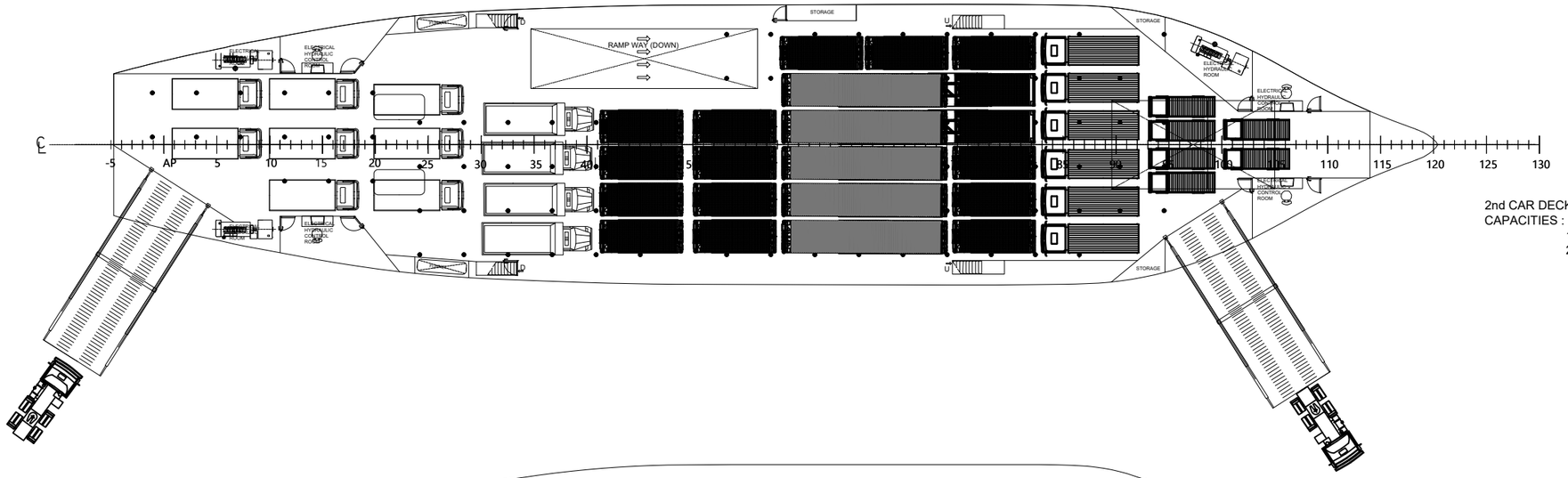
Sumbu X		Sumbu Y	
X1	X2	Y1	Y2
0,00	7,60	0,00	3,10
0,00	7,60	3,40	6,50
0,00	7,60	6,80	9,90
0,00	7,60	10,20	13,30
8,00	21,60	0,00	3,10
8,00	15,60	6,80	9,90
8,00	15,60	10,20	13,30
22,00	29,60	0,00	3,10
8,00	21,60	3,40	6,50
16,00	23,60	6,80	9,90
16,00	23,60	10,20	13,30
30,00	37,60	0,00	3,10
22,00	29,60	3,40	6,50
24,00	31,60	6,80	9,90
24,00	31,60	10,20	13,30
38,00	51,60	0,00	3,10
30,00	37,60	3,40	6,50
38,00	45,60	3,40	6,50
32,00	45,60	6,80	9,90
32,00	45,60	10,20	13,30

Sumbu X				Sumbu Y			
1	2	3	4	1	2	3	4
0,00	7,60	7,60	0,00	0,00	3,10	0,00	3,10
0,00	7,60	7,60	0,00	3,40	6,50	3,40	6,50
0,00	7,60	7,60	0,00	6,80	9,90	6,80	9,90
0,00	7,60	7,60	0,00	10,20	13,30	10,20	13,30
8,00	21,60	21,60	8,00	0,00	3,10	0,00	3,10
8,00	15,60	15,60	8,00	6,80	9,90	6,80	9,90
8,00	15,60	15,60	8,00	10,20	13,30	10,20	13,30
22,00	29,60	29,60	22,00	0,00	3,10	0,00	3,10
8,00	21,60	21,60	8,00	3,40	6,50	3,40	6,50
16,00	23,60	23,60	16,00	6,80	9,90	6,80	9,90
16,00	23,60	23,60	16,00	10,20	13,30	10,20	13,30
30,00	37,60	37,60	30,00	0,00	3,10	0,00	3,10
22,00	29,60	29,60	22,00	3,40	6,50	3,40	6,50
24,00	31,60	31,60	24,00	6,80	9,90	6,80	9,90
24,00	31,60	31,60	24,00	10,20	13,30	10,20	13,30
38,00	51,60	51,60	38,00	0,00	3,10	0,00	3,10
30,00	37,60	37,60	30,00	3,40	6,50	3,40	6,50
38,00	45,60	45,60	38,00	3,40	6,50	3,40	6,50
32,00	45,60	45,60	32,00	6,80	9,90	6,80	9,90
32,00	45,60	45,60	32,00	10,20	13,30	10,20	13,30

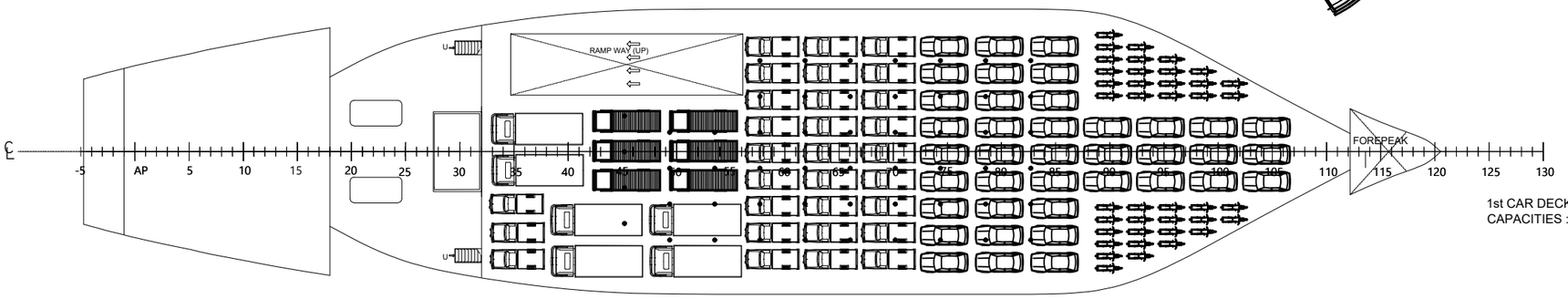
	X	Y	T-t1	A-l1
1	64,40	0,30	64,40	14,68
2	64,40	0,30	64,40	14,68
3	64,40	0,30	64,40	14,68
4	0,40	4,48	64,40	14,68
5	58,40	3,70	58,40	14,68
6	64,40	0,30	64,40	14,68
7	6,40	4,48	64,40	14,68
8	50,40	0,30	64,40	14,68
9	66,40	0,30	58,40	14,68
10	64,40	0,30	64,40	14,68
11	6,40	4,48	64,40	14,68
12	56,40	0,30	64,40	14,68
13	66,40	0,30	64,40	14,68
14	64,40	0,30	64,40	14,68
15	6,40	4,48	64,40	14,68
16	50,40	0,30	58,40	14,68
17	0,40	14,68	64,40	14,68
18	58,40	0,30	64,40	14,68
19	58,40	0,30	58,40	14,68
20	18,80	19,16	58,40	14,68

Tanpa Model Alokasi



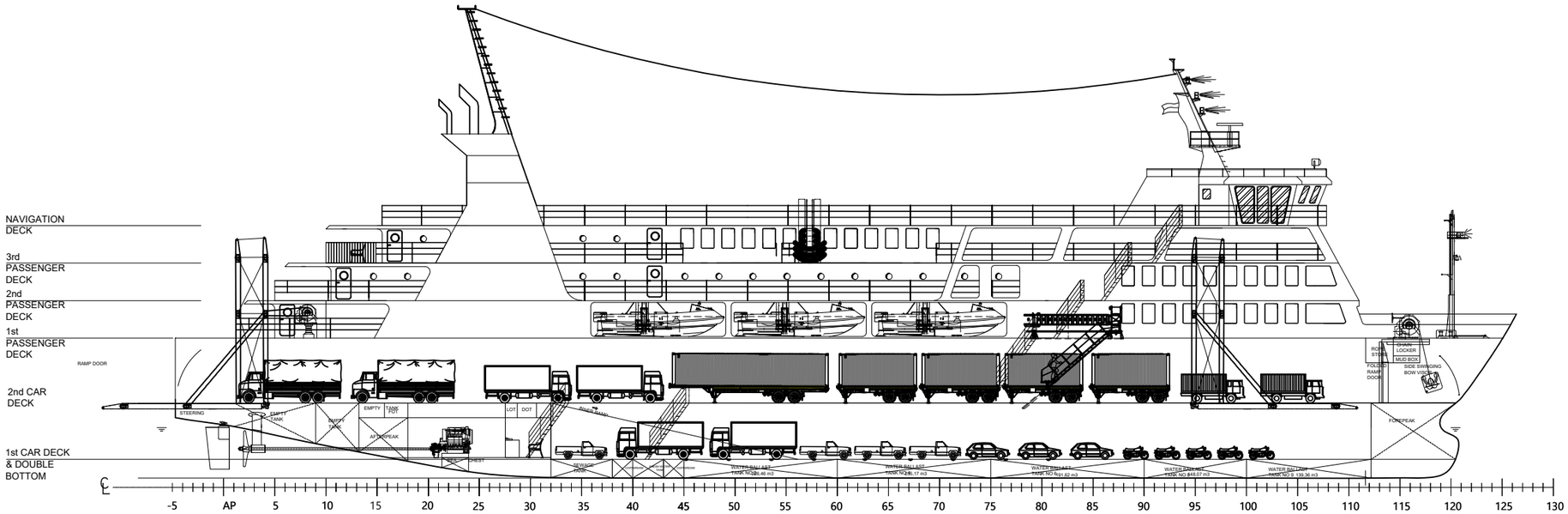


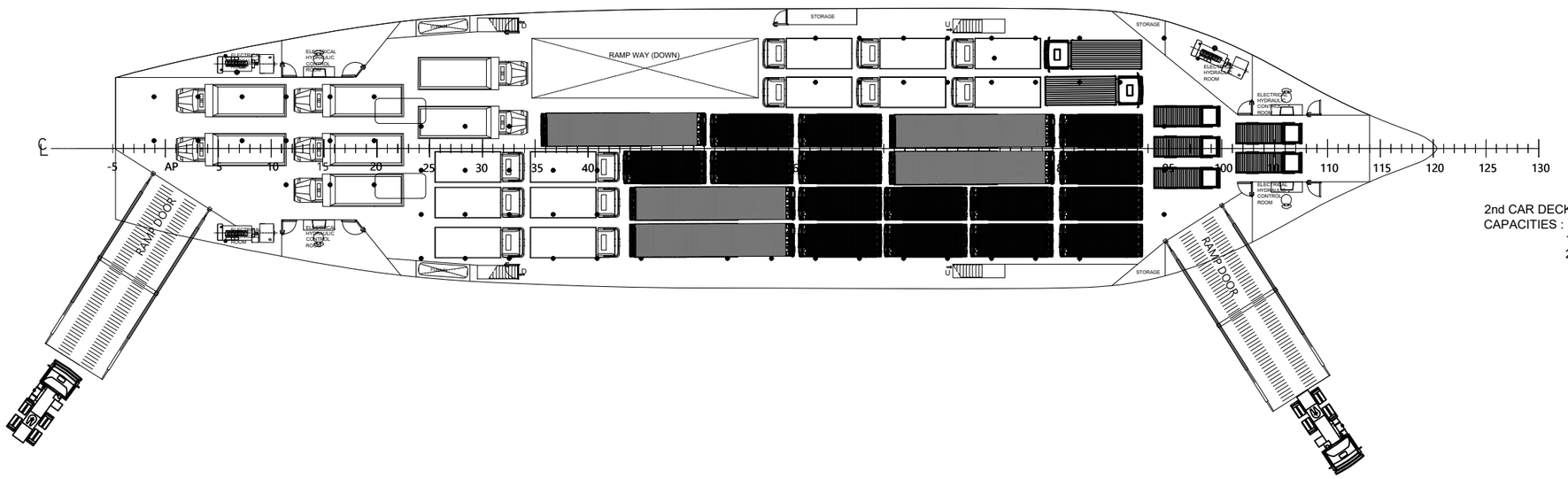
2nd CAR DECK
CAPACITIES : 6 UNIT TRUCKS (L<= 7 m)
12 UNIT TRUCKS (L= 7-10 m)
21 UNIT TRUCKS (L= 10-12 m)
5 UNIT TRUCKS (L= 12-16 m)



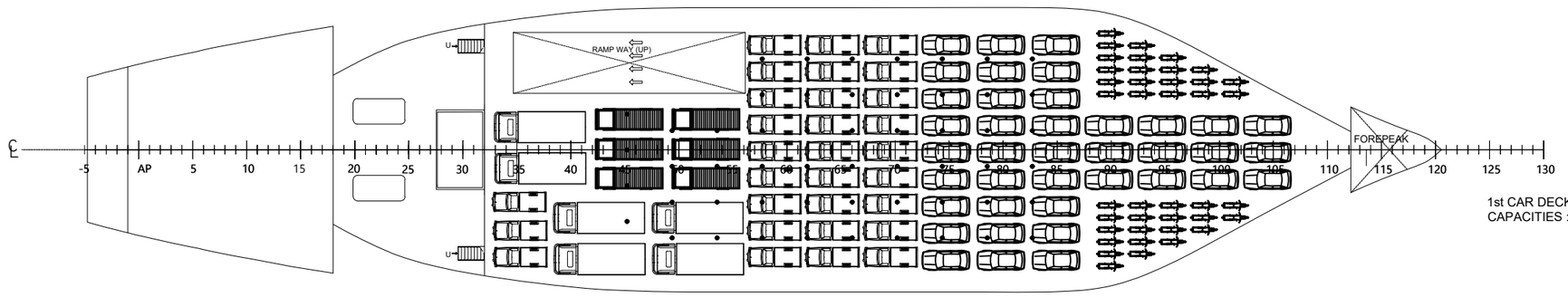
1st CAR DECK
CAPACITIES : 6 UNIT TRUCKS (L<= 7-10 m)
6 UNIT CAR (L<= 7 m)
65 UNIT CAR (L<= 5 m)
40 UNIT MOTOR

Dengan Model Alokasi



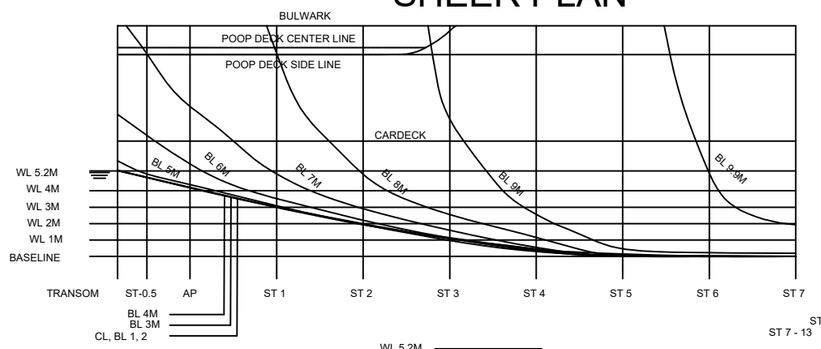


2nd CAR DECK
CAPACITIES : 5 UNIT TRUCKS (L<= 7 m)
12 UNIT TRUCKS (L= 7-10 m)
21 UNIT TRUCKS (L= 10-12 m)
5 UNIT TRUCKS (L= 12-16 m)

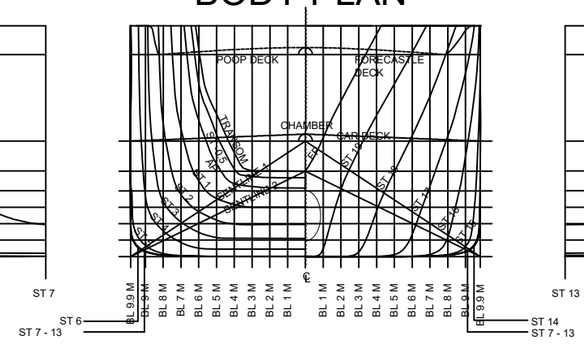


1st CAR DECK
CAPACITIES : 6 UNIT TRUCKS (L<= 7-10 m)
6 UNIT CAR (L<= 7 m)
65 UNIT CAR (L<= 5 m)
40 UNIT MOTOR

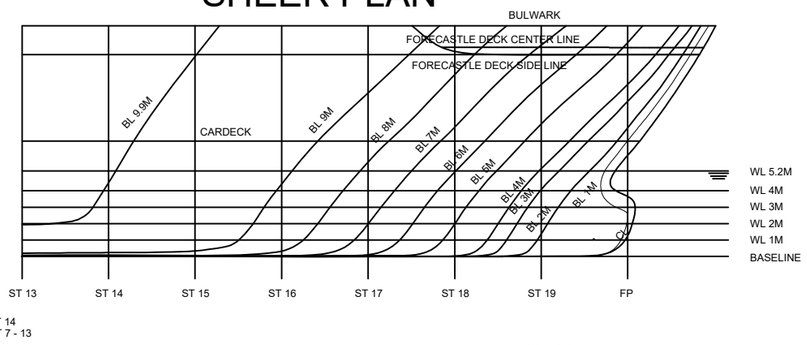
SHEER PLAN



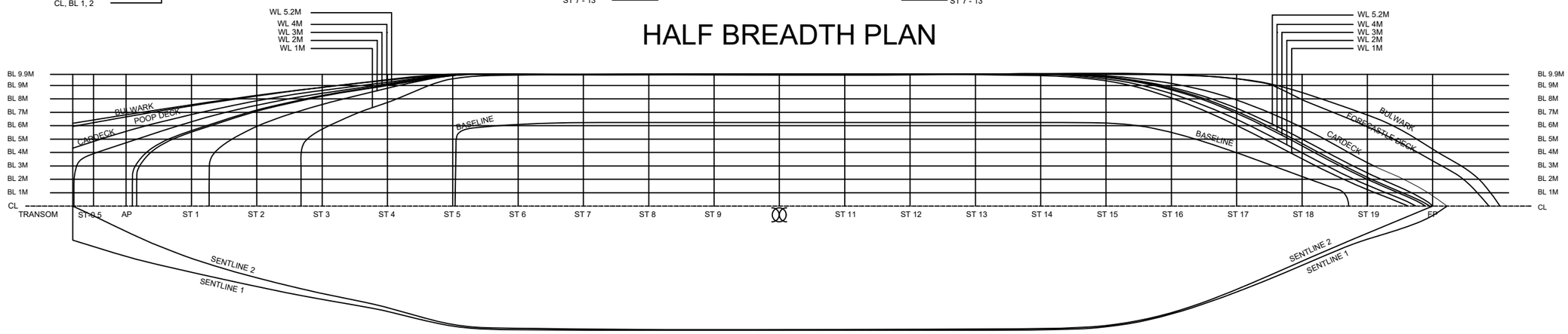
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN



OFFSET TABEL OF WATER LINE

		WL 0	WL 1	WL 2	WL 3	WL 4	WL 5.2	UDSL	PDSL	FDSL	Bulwark
ST	Transom	-	-	-	-	-	0.798	3.876	4.471	-	4.151
ST	-0.5	-	-	-	-	-	4.236	4.476	4.995	-	4.951
AP		-	-	-	-	-	5.144	6.479	5.342	-	5.487
ST	1	-	-	-	-	6.049	6.838	7.298	5.997	-	6.151
ST	2	-	-	4.516	6.858	7.723	8.154	8.092	6.589	-	8.068
ST	3	-	-	7.432	8.450	8.910	9.125	8.917	7.635	-	8.466
ST	4	-	7.858	9.087	9.556	9.589	9.885	9.401	-	-	9.569
ST	5	5.678	9.063	9.498	9.611	9.793	9.900	9.649	-	-	9.635
ST	6	6.070	9.475	9.644	9.637	9.900	9.900	9.844	-	-	9.900
ST	7	7.774	9.493	9.626	9.637	9.900	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	8	7.774	9.493	9.626	9.637	9.900	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	9	7.774	9.493	9.626	9.637	9.900	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	10	7.774	9.493	9.626	9.637	9.900	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	12	7.774	9.493	9.626	9.637	9.900	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	13	7.774	9.493	9.626	9.637	9.900	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	14	7.700	9.427	9.588	9.619	9.635	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	15	7.495	8.986	9.197	9.302	9.381	9.900	9.900	-	-	9.900
ST	16	6.487	8.604	8.906	9.139	9.370	9.600	9.728	-	-	9.742
ST	17	4.783	6.349	6.757	7.108	7.482	7.914	8.282	-	-	8.885
ST	18	2.627	3.681	4.056	4.421	4.845	5.421	7.104	-	9.634	7.745
ST	19	0.632	1.252	1.521	1.811	2.143	2.626	5.854	-	6.366	6.837
FP		-	0.218	0.877	0.872	0.000	0.000	1.194	-	4.772	4.138

OFFSET TABEL OF BATOCK LINE

		BL 0	BL 1	BL 2	BL 3	BL 4	BL 5	BL 6	BL 7	BL 8	BL 9	BL 9.9	UDSL	PDSL	FDSL	Bulwark
ST	Transom	5.200	5.200	5.215	5.232	6.307	8.668	12.639	-	-	-	-	9.099	-	-	10.406
ST	-0.5	4.801	4.802	4.802	4.887	5.322	7.427	10.501	-	-	-	-	9.099	-	-	10.406
AP		4.172	4.170	4.185	4.260	4.421	5.641	8.286	-	-	-	-	9.099	-	-	10.406
ST	1	3.004	3.004	3.006	3.005	3.160	3.534	4.597	7.739	-	-	-	9.099	-	-	10.406
ST	2	1.957	1.956	1.960	1.948	1.975	2.221	2.741	3.777	8.085	-	-	9.099	-	-	10.406
ST	3	1.105	1.105	1.104	1.108	1.109	1.153	1.477	2.104	3.353	-	-	-	-	-	10.406
ST	4	0.447	0.448	0.448	0.449	0.449	0.449	0.510	0.859	1.563	3.635	-	-	-	-	10.406
ST	5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.057	0.186	0.679	2.498	-	-	-	10.406
ST	6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.089	0.329	4.397	-	-	-	10.406
ST	7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.080	0.283	4.397	-	-	-	10.406
ST	14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.080	0.307	4.900	-	-	-	10.406
ST	15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.032	0.122	0.609	5.287	-	-	-	10.406
ST	16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.026	0.133	1.153	6.062	-	-	-	-	10.406
ST	17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.116	1.325	4.270	7.299	11.162	-	-	-	-	10.406
ST	18	0.000	0.000	0.000	0.276	2.764	5.185	7.350	9.760	12.609	-	-	-	9.099	9.416	10.406
ST	19	0.000	0.482	4.074	6.495	8.602	10.505	12.428	-	-	-	-	-	9.099	9.416	10.406
FP		5.200	7.228	9.479	11.515	13.542	-	-	-	-	-	-	-	9.099	9.416	10.406

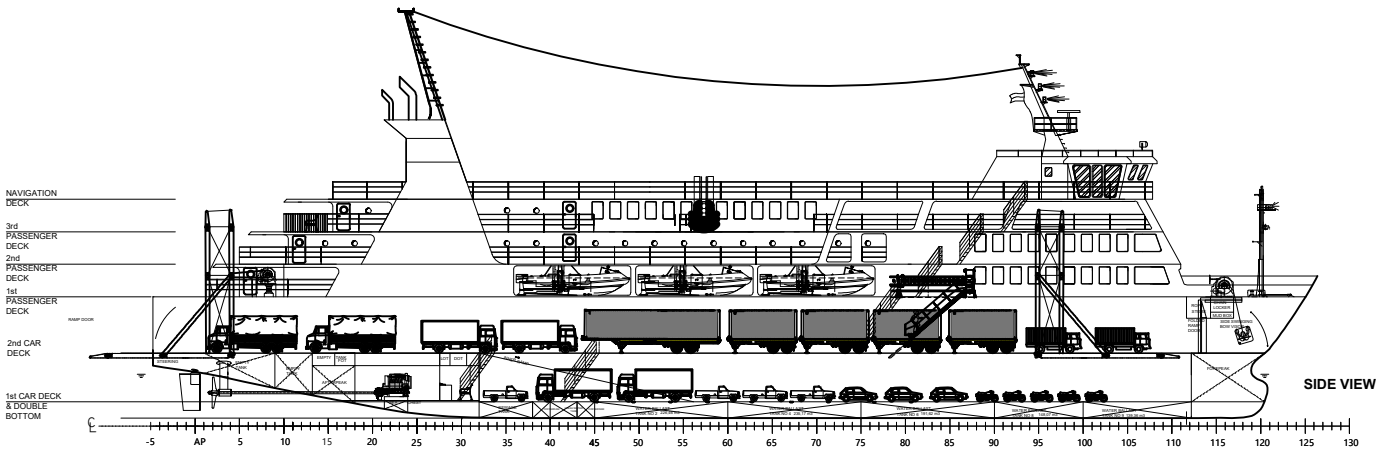
SHIP PARTICULAR	
TYPE	FERRY RO-RO
LENGTH WATER LINE (LOA)	93.68 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR(LPP)	90.00 m
BREADTH (B)	19.80 m
HEIGHT (H)	7.00 m
DRAUGHT (T)	5.2 m
COEFFICIENT BLOCK (Cb)	0.757
SPEED (Vs)	12 knot

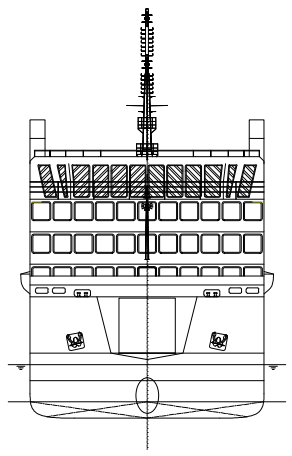
DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

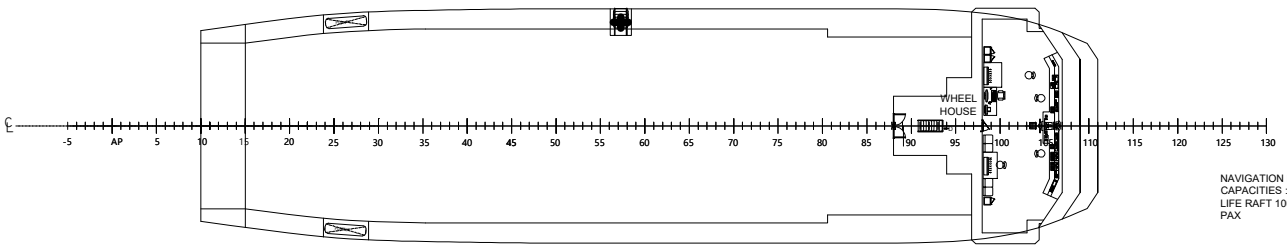
KM. SUGENG RAHAYU 1

GENERAL ARRANGEMENT

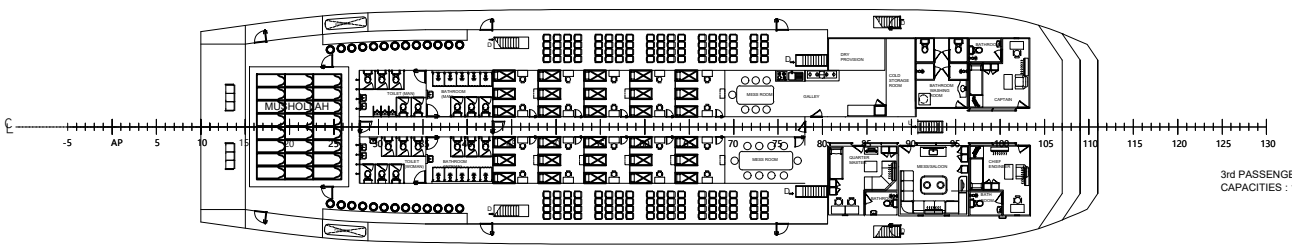
		SIGNATURE	DATE	REMARK
SCALE	: 1:1250			
DRAWING BY	: ANA ARIYANTO			
SUPERVISOR 1	: FIRMANTO HADI, ST. MT.			
SUPERVISOR 2	: ACHMAD MUSTAKIM, ST. MT. MBA			



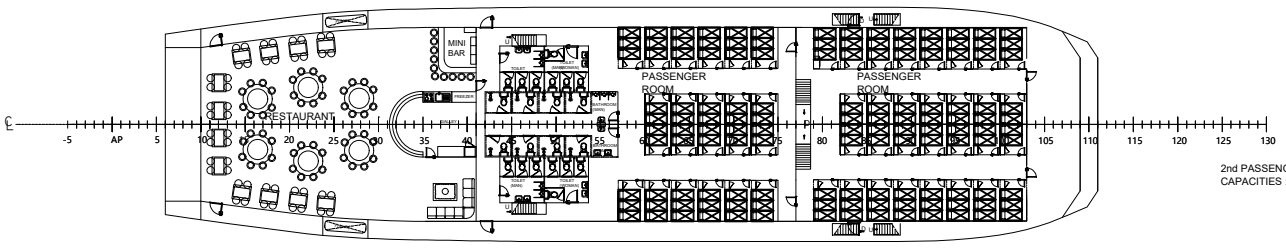




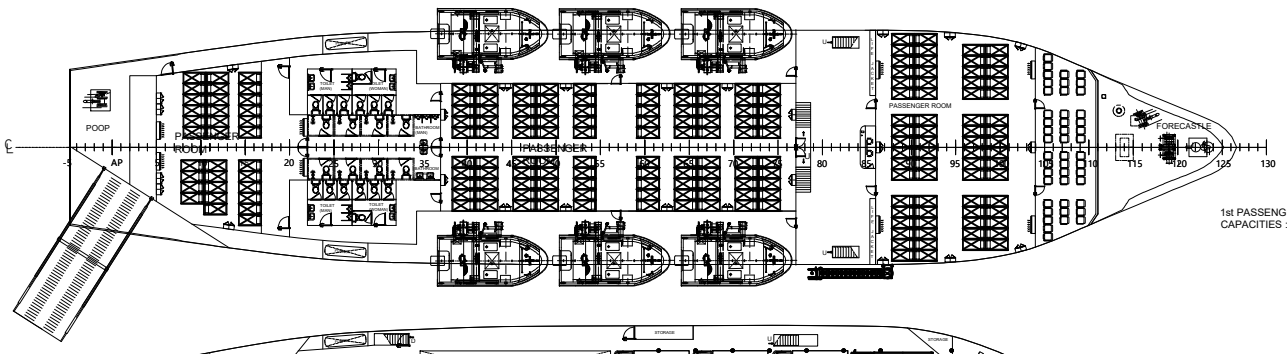
NAVIGATION DECK
CAPACITIES :
LIFE RAFT 1000
PAX



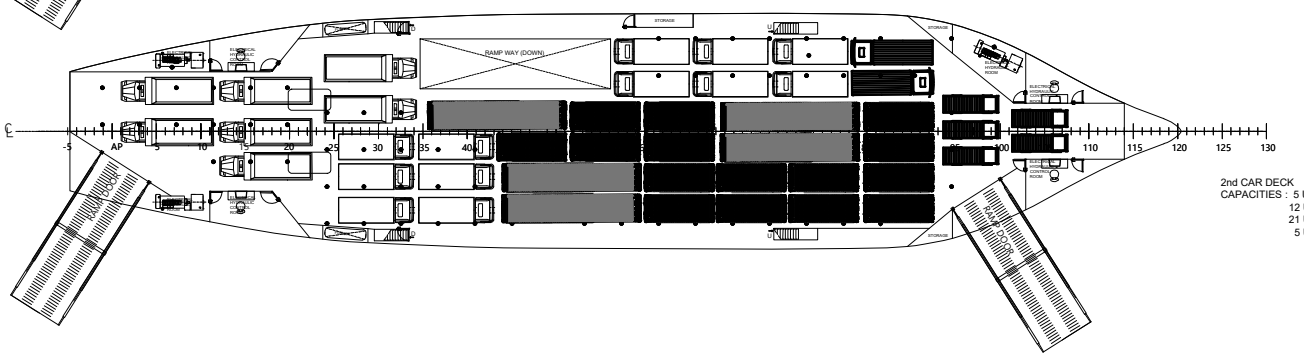
3rd PASSENGER DECK
CAPACITIES : 144 CHAIRS
94 BADS



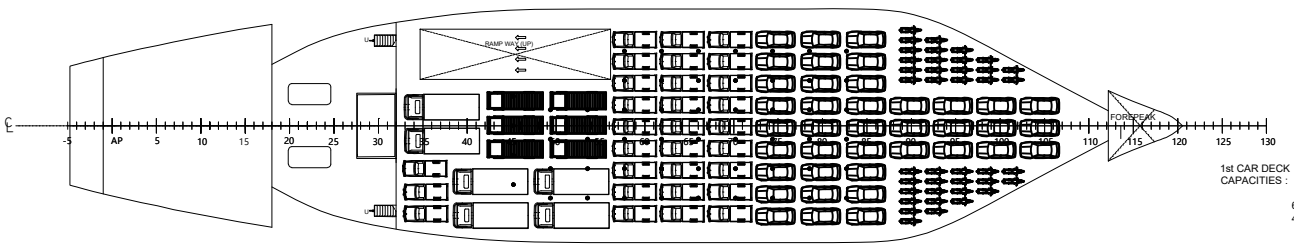
2nd PASSENGER DECK
CAPACITIES : 264 BEDS



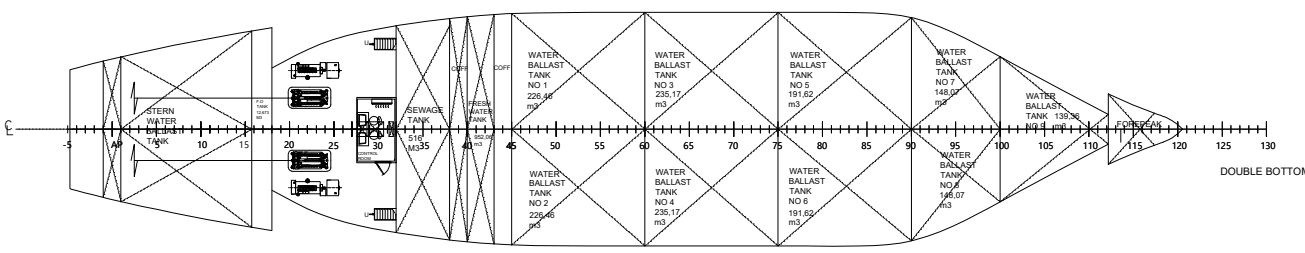
1st PASSENGER DECK
CAPACITIES : 46 CHAIRS
402 BEDS



2nd CAR DECK
CAPACITIES : 5 UNIT TRUCKS (L<= 7 m)
12 UNIT TRUCKS (L= 7-10 m)
21 UNIT TRUCKS (L= 10-12 m)
5 UNIT TRUCKS (L= 12-16 m)



1st CAR DECK
CAPACITIES : 6 UNIT TRUCKS (L<= 7-10 m)
6 UNIT CAR (L<= 7 m)
65 UNIT CAR (L<= 5 m)
40 UNIT MOTOR



DOUBLE BOTTOM

SHIP PARTICULAR		
TYPE		FERRY RO-RO
LENGTH WATER LINE (LOA)		93.68 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR(LPP)		90.00 m
BREADTH (B)		19.80 m
HEIGHT (H)		7.00 m
DRAUGHT (T)		5.2 m
COEFFICIENT BLOCK (Cb)		0.757
SPEED (Vs)		12 knot
DEADWEIGHT (DWT)		7515 ton
CAPACITY	PASSENGER	800 PAX
	MOTOR	40
	CAR	65
	CAR (L<= 7 m)	6
	TRUCKS (L<= 7-10 m)	12
	TRUCKS (L<= 10-12 m)	21
	TRUCKS (L<= 12-16 m)	5
PASSENGER ACCOMODATION CAPACITY	BAD	710
	CHAIRS	140

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

KM. SUGENG RAHAYU 1

GENERAL ARRANGEMENT

		SIGNATURE	DATE	REMARK
SCALE	: 1:1250			
DRAWING BY	: ANA ARIYANTO			
SUPERVISOR 1	: FIRMANTO HADI, ST. MT.			
SUPERVISOR 2	: ACHMAD MUSTAKIM, ST. MT. MBA			

BIODATA PENULIS

Ana Ariyanto lahir di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat pada tanggal 19 November 1995 merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami isteri Bapak Saepudin dan Ibu Sri Handayani. Penulis bertempat tinggal di Kp. Cikangkung RT 04 RW 01, Desa Gunungbatu, Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SDN Gunumgbatu 3 lulus pada tahun 2008, SMP Negeri 2 Ciracap lulus pada tahun 2011 dan pada tahun 2012 lulus SMA Negeri 1 Jampangkulon yang sekarang menjadi SMA Negeri 3 Kabupaten Sukabumi. Penulis mewujudkan impian dengan melanjutkan pendidikan di bangku kuliah. Penulis memutuskan untuk memilih Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Departemen Teknik Transportasi Laut.

Selama berada di bangku kuliah penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi kemahasiswaan, diantaranya sebagai Staf Departemen Sosial Masyarakat BEM Fakultas Teknologi Kelautan periode 2015-2016, Ketua Himpunan Mahasiswa Afirmasi Dikti ITS periode 2016-2017, Ketua Divisi Keprofesian Himpunan Mahasiswa Teknik Transportasi Laut periode 2016-2017, dan penulis aktif dalam kepanitiaan seperti pada kegiatan Lomba Robot Pintar Nasional (procomits 4.0) 2016 dan Seminar Nasional Teori dan Aplikasi 2015. Selama bangku perkuliahan penulis tercatat mendapatkan beasiswa penuh periode tahun 2014-2018 dari Direktorat Pendidikan dan Perguruan Tinggi melalui program beasiswa ADik (Afirmasi Dikti). Pada bulan Maret 2017 hingga saat ini penulis aktif sebagai *Junior Researcher* di Laboratorium Infrastruktur dan Pelabuhan.

Telepon : 0856 2455 5520

Email : ana.ariyanto@mhs.seatrans.its.ac.id