



TUGAS AKHIR - MS141501

**DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI TOKO
TERAPUNG: STUDI KASUS KEPULAUAN
SUMENEP**

I MADE INDRA GUNAWAN

NRP. 4412 100 028

Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.

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

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



TUGAS AKHIR - MS141501

**DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI TOKO
TERAPUNG: STUDI KASUS KEPULAUAN
SUMENEP**

I MADE INDRA GUNAWAN

NRP. 4412 100 028

Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.

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

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



FINAL PROJECT - MS141501

**CONCEPTUAL DESIGN AND OPERATIONAL
SYSTEM OF FLOATING STORE: A CASE STUDY
OF SUMENEP ARCHIPELAGO**

I MADE INDRA GUNAWAN

NRP. 4412 100 028

Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

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

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI TOKO
TERAPUNG: STUDI KASUS KEPULAUAN SUMENEP**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

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

Oleh:

I MADE INDRA GUNAWAN

NRP. 4412 100 028

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing 1



Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.
NIP. 19870605 201504 1 002



Dosen Pembimbing 2



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

SURABAYA, JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI TOKO TERAPUNG: STUDI KASUS KEPULAUAN SUMENEP

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 11 Juli 2017

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

I MADE INDRA GUNAWAN

NRP. 4412100028

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Christino Boyke S.P., S.T., M.T.
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T, M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.



28/07/17

SURABAYA, JULI 2017

Dipersembahkan kepada keluarga tercinta, I Made Hariana, Ni Nyoman
Rutiningsih, Ni Putu Intan Pratiwi dan Ni Nyoman Indy Gayatri Putri.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala karunia yang diberikan Tugas Akhir penulis yang berjudul “**Desain Konseptual Dan Pola Operasi Toko Terapung: Studi Kasus Kepulauan Sumenep**” ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T. dan ibu Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir atas kesabaran dalam membimbing selama masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D., Bapak Dr.Ing. Setyo Nugroho, Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc., Bapak Dr. Eng. I.G.N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng., Bapak Ir. Murdjito, M.Sc.Eng., Bapak Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T., Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.B.A., Bapak Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T., Bapak Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc., dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. selaku dosen pengajar Departemen Teknik Transportasi Laut serta dosen-dosen Departemen Teknik Perkapalan atas ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
2. Bapak Haji Madun dan keluarga di Pulau Poteran serta Hamim T.S yang banyak berjasa selama survey penelitian ini.
3. Keluarga tercinta, Bapak I Made Haryana, Mama Ni Nyoman Rutiningsih, kakak Ni Putu Intan Pratiwi dan adik Ni Nyoman Indy Gayatri Putri serta orang-orang terkasih sebagai sumber semangat penulis.
4. Anggota keluarga Rumah Bahagia tempat penulis berbagi rasa dan cerita, Afro, Adit, Amor, Wicit, Satya, Arak dan Kuwir.
5. Keluarga lab yang selalu riang gembira, Sulton, Udin, Putra, Hendra, Adin, Nuel, Kobo, Cuplis, Yoga, Iwan, Tama, Ayik, Kebo, Pandit, Gandhes dan Isac.
6. Sahabat, rival dan teman seperjuangan, Faisal, Garbha, Kenta, Morow, Tigor, Bentar serta teman-teman TARING 2012, FORECASTLE dan TPKH-ITS.

7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah membantu baik secara langsung atau tidak langsung dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Terimakasih.

Surabaya, Juli 2017

I Made Indra Gunawan

DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI TOKO TERAPUNG : STUDI KASUS KEPULAUAN SUMENEP

Nama Mahasiswa : I MADE INDRA GUNAWAN
NRP : 4412 100 028
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Di Negara Indonesia yang merupakan negara kepulauan terluas terjadi ketidakseimbangan baik pembangunan maupun perekonomian antara wilayahnya. Terutama di daerah sulit akses seperti pulau-pulau kecil yang minim sarana prasarana transportasi. Hal ini menyebabkan sulitnya pemenuhan barang kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari penduduk. Gagasan perancangan kapal yang berfungsi sebagai toko terapung diharapkan mampu menangani permasalahan persebaran barang kebutuhan di pulau-pulau terpencil. Toko terapung ini adalah sebuah toko grosir yang menjual barang kebutuhan pokok seperti beras, minyak goreng, gula, serta barang kebutuhan berupa pangan dan non pangan lainnya. Pola operasi toko terapung menggunakan 1 (satu) titik asal yaitu pelabuhan Kalianget dan mengunjungi sepuluh pulau tujuan di wilayah Kepulauan Sumenep. Jumlah *roundtrip* dalam satu tahun sebanyak 123 kali dengan total jarak tempuh 107,13 mil laut. Dari hasil perhitungan dan perancangan menghasilkan ukuran utama kapal yaitu panjang (Lpp) 44,05 meter, lebar (B) 9 meter, tinggi (H) 2,6 meter, dan sarat (T) 1,99 meter dengan total biaya investasi pengadaan sebesar Rp 33,82 milyar dan biaya transportasi sebesar Rp 100,06 ribu/ton/mil laut.

Kata kunci : analisis investasi, desain konseptual, Kepulauan Sumenep, toko terapung

CONCEPTUAL DESIGN AND OPERATION SYSTEM OF FLOATING STORE : A CASE STUDY OF SUMENEP ARCHIPELAGO

Author : I MADE INDRA GUNAWAN
ID No. : 4412 100 028
Dept. / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors : Irwan Tri Yuniyanto, S.T., M.T.
Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

In Indonesia, which is the largest archipelago country tend to occur imbalance development of economy among the territories. For instance, it is difficult to access remote islands with poor transportation infrastructure. This causes difficulty fulfilling the principle commodity and daily necessities of the people. The idea of a ship design that serves as a floating store expected to solve the problem of the principle goods distribution on the remote islands. This floating store sells principle goods such as rice, cooking oil, sugar, and other food and non food products. Floating store operational system has one origin point which is port of Kalianget and 10 islands destination point in Sumenep archipelago. The floating store ship's main dimensions are 44,05 meters length (Lpp), 9 meters width (B), 2,6 meters depth (H), and 1,99 meters draught with cost incurred by Rp 33,82 billions thus it effects on the unit cost by Rp 100,06 thousands/ton/nautical mile. Total number of roundtrip are 123 times in one year with 107,13 nautical miles total of distance per voyage.

Keywords: conceptual design of ship, floating store, investment analysis, Sumenep Archipelago

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR REVISI	i
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
Bab 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Hipotesis.....	3
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kegiatan Perdagangan Daerah Terpencil	5
2.2. <i>Floating Market</i> / Pasar Terapung.....	6
2.3. Toko.....	9
2.4. Toko Terapung	10
2.5. Tinjauan Operasioanl Toko Terapung.....	15
2.6. Desain Kapal	18
2.7. Biaya Transportasi Laut	26
Bab 3 METODOLOGI.....	37
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	37

3.2.	Analisis Kondisi Eksisting	38
3.3.	Pengolahan Data.....	38
3.4.	Tahap Perancangan Kapal	39
3.5.	Perhitungan Biaya	40
Bab 4	GAMBARAN UMUM	41
4.1.	Gambaran Umum Daerah Studi	41
4.2.	Daerah Lokasi Operasional	43
4.3.	Kondisi Perairan	52
4.4.	Gambaran Umum Jumlah Penduduk.....	53
4.5.	Kondisi Pemenuhan Barang Kebutuhan.....	56
4.6.	Jenis dan Tingkat Konsumsi Barang Kebutuhan	58
Bab 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	61
5.1.	Perhitungan Demand	61
5.2.	Penentuan Pola Operasi Toko Terapung	62
5.3.	Desain Konseptual Toko Terapung	65
5.4.	Analisis Biaya.....	79
Bab 6	KESIMPULAN DAN SARAN	83
6.1.	Kesimpulan.....	83
6.2.	Saran	84
	DAFTAR PUSTAKA	85
	LAMPIRAN.....	89
	BIODATA PENULIS	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pasar Terapung Lok Baintan	7
Gambar 2.2 Pasar Terapung Muara Kuin	8
Gambar 2.3 Pasar Terapung Siring	9
Gambar 2.4 <i>The Seabiscuit Floating Grocery Store</i>	11
Gambar 2.5 Kapal <i>Nestlé Até Você a Bordo</i>	13
Gambar 2.6 <i>Triveni's Floating Superstore</i>	14
Gambar 2.7 Contoh Rute Kendaraan	17
Gambar 2.8 Basic Design Spiral Evans 1959	19
Gambar 2.9 Kondisi Stabilitas Positif	24
Gambar 2.10 Kondisi Stabilitas Netral	24
Gambar 2.11 Kondisi Stabilitas Negative	25
Gambar 2.12 Grafik Estimasi Biaya Struktur Per Ton	28
Gambar 2.13 Grafik Perkiraan Biaya Perlengkapan Per Ton	29
Gambar 2.14 Perkiraan Biaya Permesinan Per Ton	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 4.1 Peta Kabupaten Sumenep	42
Gambar 4.2 Titik Daerah Operasi	43
Gambar 4.3 Peta Kecamatan Kalianget	44
Gambar 4.4 Peta Pulau Poteran	45
Gambar 4.5 Diagram Persentasi Jumlah Penduduk Pulau Poteran Per-Kelurahan	45
Gambar 4.6 Peta Pulau Sapudi	46
Gambar 4.7 Peta Pulau Raas	47
Gambar 4.8 Diagram Persentase Jumlah Penduduk Pulau Raas	47
Gambar 4.9 Peta Pulau Tonduk	48
Gambar 4.10 Peta Pulau Guwa Guwa	49

Gambar 4.11 Peta Pulau Talango Tengah.....	49
Gambar 4.12 Peta Pulau Talango Aeng	50
Gambar 4.13 Peta Pulau Bulumanuk	51
Gambar 4.14 Peta Pulau Pajangan	51
Gambar 4.15 Peta Pulau Gili Iyang.....	52
Gambar 4.16 Kondisi Perairan Daerah Operasional	53
Gambar 4.17 Grafik Jumlah Penduduk Pulau Sapudi Menurut Jenis Kelamin Dan Golongan Umur.....	54
Gambar 4.18 Grafik Jumlah Penduduk Pulau Sapudi Menurut Jenis Kelamin Dan Golongan Umur.....	55
Gambar 4.19 Kapal Penyebrangan Kalianget-Sapudi.....	56
Gambar 4.20 Pedagang Tradisional dan Toko di Daerah Kepulauan Sumenep ...	57
Gambar 5.1 Rute Pola Operasi Toko Terapung	64
Gambar 5.2 Gambaran Desain Toko Terapung	66
Gambar 5.3 Hasil Desain Kapal dengan <i>Maxsurf</i>	75
Gambar 5.4 Rencana Ruang Toko	78
Gambar 5.5 Rencana Storage Toko Terapung	78
Gambar 5.6 Sarana Bongkar Muat.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Tabel Jumlah Penduduk.....	54
Tabel 4-2 Jumlah Penduduk Tiap Kelurahan di Pulau Sapudi	55
Tabel 4-3 Tingkat Konsumsi Atas Barang Kebutuhan Pokok dan Lainnya	58
Tabel 5-1 Tabel Barang Kebutuhan Menurut golongan Umur	61
Tabel 5-2 Total Demand	62
Tabel 5-3 Jarak Pelayaran Antar Titik	63
Tabel 5-4 Hasil Optimisasi Minimum Total Jarak.....	63
Tabel 5-5 Total Waktu Pelayaran Toko Terapung.....	65
Tabel 5-6 Data Kapal Pembanding	67
Tabel 5-7 Hasil Regresi Kapal Pembanding	67
Tabel 5-8 Perhitungan Volume Muatan.....	77
Tabel 5-9 Komponen Biaya <i>Capital Cost</i>	80
Tabel 5-10 Komponen Biaya <i>Operational Cost</i>	80
Tabel 5-11 Komponen <i>Voyage Cost</i>	81
Tabel 5-12 Unit Cost.....	82

DAFTAR SINGKATAN

Lpp	= <i>Length between perpendiculars</i>	OC	= <i>Operating Cost</i>
B	= <i>Breadth</i>	VC	= <i>Variable Cost</i>
T	= <i>Draught</i>	TC	= <i>Total Cost</i>
H	= <i>Depth</i>	CC	= <i>Capital Cost</i>
Vs	= <i>Vessel Speed</i>	UC	= <i>Unit Cost</i>
Cb	= <i>Block Coefficient</i>		
Cm	= <i>Midship Coefficient</i>		
Cp	= <i>Prismatic Coefficient</i>		
Fn	= <i>Froude number</i>		
∇	= <i>Displacement Volume</i>		
GT	= <i>Gross tonnage</i>		
NT	= <i>Nett Tonnage</i>		
DWT	= <i>Dead Weight Tonnage</i>		
LCB	= <i>Longitudinal Center of Buoyancy</i>		
LWT	= <i>Light Weight Tonnage</i>		
MDO	= <i>Marine Diesel Oil</i>		
Nm	= <i>Nautical Mile</i>		

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia. Dengan wilayah daratan seluas 1.9919.440 km² yang tersebar menjadi pulau-pulau besar maupun pulau-pulau kecil yang dipisahkan lautan dengan total luasan 3,2 juta km². Dengan kondisi geografis Indonesia yang sedemikian besar dan terpisah-pisah tersebut, kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat belum merata, terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah terpencil di Indonesia. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada maret 2015 menunjukkan bahwa jumlah penduduk miskin di Indonesia mencapai 28,59 juta jiwa dimana 62,75% diantaranya adalah masyarakat pesisir, pedesaan maupun daerah terpencil. Sulitnya akses serta ketersediaan moda angkutan untuk menunjang kebutuhan masyarakat akan barang keperluan sehari-hari pada daerah-daerah terpencil tersebut menyebabkan ketersediaan barang kebutuhan pada daerah terpencil cenderung kurang. Padahal ketersediaan barang kebutuhan sehari-hari mutlak dibutuhkan tidak hanya untuk masa sekarang namun lebih pada keberlanjutannya di masa mendatang.

Daerah ini tersebar didaerah-daerah jarang penduduk seperti perbatasan, pedalaman dan kepulauan yang merupakan daerah-daerah yang sulit terjangkau dengan akses darat. Salah satu kawasan yang mengalami permasalahan diatas adalah kawasan kepulauan Sumenep yang dalam penelitian ini meliputi 10(sepuluh) pulau yaitu: Poteran, Sapudi, Raas, Tonduk, Guwa Guwa, Talango Tengah, Talango Aeng, Bulumanuk, Pajangan dan Gili Iyang. Dengan kondisi kepulauan yang cukup terpencil membuat pemenuhan barang kebutuhan sehari-hari di tiap pulau tersebut cukup sulit. Bahkan pedagang barang kebutuhan di masing-masing pulau yang ingin membeli stok dagangannya harus membeli ke pusat pendistribusian barang di Kalianget sedangkan ketersediaan sarana transportasi ke kalianget masih minim. Dengan pola arus barang yang kurang efektif tersebut menyebabkan pemenuhan kebutuhan konsumen akhir yaitu masyarakat di masing-masing pulau cenderung kurang. Beberapa barang kebutuhan yang sulit dipenuhi

misalnya beras, gas, minyak goreng, gula, garam yang merupakan barang kebutuhan pokok. Kalaupun barang-barang tersebut tersedia, harganya akan lebih mahal dari harga pasaran. Akses ke pusat perbelanjaan kebutuhan yang jauh memakan banyak waktu dan biaya.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi wilayah, penduduk, dan kegiatan pemenuhan kebutuhan sehari-hari penduduk di kepulauan Sumenep?
2. Bagaimana pola operasi dan desain konseptual toko terapung untuk pemenuhan barang kebutuhan sehari-hari di kepulauan Sumenep?
3. Berapa besar biaya dari pengadaan dan biaya transportasi dari pola operasi toko terapung?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi wilayah, penduduk, dan kegiatan pemenuhan kebutuhan sehari-hari penduduk di kepulauan Sumenep.
2. Merencanakan pola operasi dan desain konseptual toko terapung untuk pemenuhan barang kebutuhan sehari-hari di kepulauan Sumenep.
3. Mengetahui besar biaya dari pengadaan dan biaya transportasi dari pola operasi toko terapung.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di kawasan kepulauan Sumenep dengan titik-titik operasi yaitu Kecamatan Kalianget dan 10 (sepuluh) pulau yang terdiri dari Poteran, Sapudi, Raas, Tonduk, Guwa Guwa, Talango Tengah, Talango Aeng, Bulumanuk, Pajangan, dan Gili Iyang.
2. Desain konseptual terbatas pada penentuan ukuran utama dan rencana umum tidak meliputi perhitungan konstruksi dan kekuatan

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah toko terapung sebagai sebuah inovasi desain kapal untuk daerah pulau-pulau terpencil serta sebagai sarana untuk mendistribusikan pemenuhan kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari bagi masyarakat di pulau-pulau terpencil.

1.6. Hipotesis

Hipotesis awal dari penelitian ini adalah konsep kapal LCT (*Landing Craft Tank*) sebagai toko terapung sesuai untuk mendistribusikan barang kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari hari untuk daerah kepulauan dengan infrastruktur minim dan memiliki perairan yang dangkal.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kegiatan Perdagangan Daerah Terpencil

Perdagangan merupakan transaksi jual beli barang yang dilakukan antara penjual dan pembeli di suatu tempat. Transaksi perdagangan dapat timbul jika terjadi pertemuan antara penawaran dan permintaan terhadap barang yang dikehendaki. Perdagangan sering dikaitkan dengan berlangsungnya transaksi yang terjadi sebagai akibat munculnya problem kelangkaan barang. Perdagangan juga merupakan kegiatan spesifik, karena di dalamnya melibatkan rangkaian kegiatan produksi dan distribusi barang (Heilbroner, 2003).

Indonesia dengan kondisi geografis antar wilayah yang terpisah perairan baik sungai maupun lautan menjadikan sarana transportasi perahu atau kapal sebagai sarana penting untuk menunjang pemenuhan kebutuhan atas barang-barang kebutuhan pokok maupun pelengkap bagi masyarakat. Apalagi untuk daerah terpencil dimana akses darat yang minim dan bahkan tidak mungkin terhubung jalur darat karena daerahnya yang terdiri dari pulau-pulau, mengharuskan masyarakat melakukan kegiatan jual beli dengan sarana perahu atau kapal.

Kegiatan dan sistem perdagangan sebenarnya telah ada dan berlangsung sejak dahulu pada daerah-daerah minim akses darat. Contoh perdagangan tradisional tersebut misalnya adalah pasar terapung dimana perdagangan pada pasar terapung terjadi karena pertukaran antara berbagai hasil daerah-daerah sekitar pasar tersebut. Pada zaman dahulu sebelum adanya akses darat yang memadai, aliran sungai merupakan jalur penghubung antar daerah juga sebagai pusat kegiatan perekonomian. Oleh karena itu daerah pinggir sungai atau yang berdekatan dengan sungai adalah daerah pemukiman awal dari penduduk. Umumnya pada masa itu penduduk menggunakan perahu sebagai sarana jual beli untuk kawasan lokal dan regional, memuat barang dari kawasan dimana barang tertentu diproduksi yangmana biasanya adalah asil bumi daerah tersebut seperti buah-buahan, sayur-sayuran ke lokasi jual beli. Pasar terapung menjadi penghubung kegiatan jual beli masyarakat selama berabad-abad. Sebagai gambaran singkat contoh kondisi

perdagangan dan proses kegiatan pasar terapung di beberapa daerah di Indonesia akan dijabarkan pada bagian selanjutnya.

2.2. *Floating Market* / Pasar Terapung

Floating market atau pasar terapung adalah sebutan untuk sarana jual beli yang terletak di atas perairan, misalnya sungai atau danau. Para penjual di pasar terapung berada di atas perahu-perahu melayani pembeli di tepian ataupun pembeli yang menggunakan perahu. Beberapa pasar terapung yang terkenal dan masih ada di Indonesia antara lain:

2.2.1. Pasar Terapung Lok Baintan

Pasar Terapung Lok Baintan dapat ditempuh sekitar 30 menit dengan menggunakan transportasi sungai dari kota Banjarmasin menyusuri sungai Martapura. Pasar ini berlokasi di desa Lok Baintan, Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar. Merupakan pasar tradisional di atas jukung/perahu yang menjual beragam dagangan, seperti hasil produksi pertanian/ perkebunan dan berlangsung tidak terlalu lama, paling lama sekitar tiga hingga empat jam. Pasar terapung ini sudah ada sejak zaman Kesultanan Banjar. Di sepanjang pesisir aliran Sungai Martapura Lokbaintan biasanya terlihat konvoi perahu menuju lokasi pasar terapung. Perahu ini milik pedagang dan petani yang akan memasarkan hasil kebun mereka. Mereka berasal dari berbagai anak Sungai Martapura, seperti Sungai Lenge, Sungai Bakung, Sungai Paku Alam, Sungai Saka Bunut, Sungai Madang, Sungai Tanifah, dan Sungai Lok Baintan.



Sumber: wikipedia, 2017

Gambar 2.1 Pasar Terapung Lok Baintan

Untuk menuju pasar terapung Lok Baintan dari pusat kota bisa ditempuh dengan dua alternatif. Alternatif pertama menyusuri sungai Martapura dengan menggunakan klotok, sejenis sampan bermesin. Dengan klotok, perjalanan dari pusat kota menuju pasar terapung terbilang cepat karena membutuhkan waktu 30 menit. Alternatif kedua dengan menggunakan kendaraan darat seperti mobil. Namun, untuk alternatif kedua membutuhkan waktu lebih panjang yakni satu jam untuk mencapai pasar terapung. Hal itu disebabkan medan perjalanan yang cenderung berat dan berliku-liku.

Aktivitas perdagangan dimulai pukul 06.00 pagi sampai dengan pukul 09.30 WITA. Pedagangnya didominasi perempuan dengan memakai tutup kepala (tanggui). Mereka menjual berbagai dagangan, seperti sayur-mayur, buah-buahan, kue-kue tradisional, dan lain-lain. Di pasar terapung ini masih berlaku sistem barter, dan uang bukan merupakan alat transaksi utama di pasar terapung ini.

Umumnya, dagangan yang akan dibarter adalah hasil bumi berupa sayur mayur dan buah-buahan. Besaran dan keberimbangan jumlah hasil barter tergantung kesepakatan antarkedua belah pihak. Jika sepakat, maka masing-masing akan mendapatkan barang sesuai keinginan dan selanjutnya digunakan untuk keperluan pribadi di rumah.

2.2.2. Pasar Terapung Muara Kuin

Pasar Terapung Muara [Sungai] Kuin atau Pasar Terapung Sungai Barito adalah pasar terapung tradisional yang berada di atas sungai Barito di muara sungai Kuin, Banjarmasin, Kalimantan Selatan.



Sumber: Suyanto, 2012

Gambar 2.2 Pasar Terapung Muara Kuin

Pasar Terapung Muara Kuin merupakan pusaka saujana Kota Banjarmasin. Para pedagang dan pembeli menggunakan jukung, sebutan perahu dalam bahasa Banjar. Pasar ini berada di Kota Banjarmasin, tepatnya di persimpangan Sungai Kuin dan Sungai Barito. Di pasar ini diperjualbelikan berbagai buah-buahan, sayuran, makanan, ikan, tanaman, hingga peralatan rumah tangga. Selain barang kebutuhan, terdapat pula restoran terapung atau tempat makan dalam kapal. Aktifitas Pasar Muara Kuin, biasanya dimulai pada pukul 05.00, puncak keramaian saat setelah subuh dan mulai sepi dan berakhir pada sekitar pukul 07.00.

2.2.3. Pasar Terapung Siring

Terletak di sungai Martapura yang lokasinya di tengah kota Banjarmasin. Di Pasar Terapung ini para pedagang merapat di area pinggiran siring, dan pembeli di atas titian yang mengapung dengan alas bambu.



Sumber: Suyanto, 2012

Gambar 2.3 Pasar Terapung Siring

Aktifitas di pasar ini dimulai sejak pukul 06.00 hingga pukul 10.00 waktu setempat. Pasar terapung siring sungai martapura ini paling ramai di kunjungi di bandingkan Pasar Terapung Kuin dan Pasar Terapung Lokba Intan, karena mudahnya akses dan waktu yang beroperasi yang panjang untuk sebuah pasar tradisional, menjadikan Pasar Terapung Siring Sungai Martapura favorit masyarakat Banjarmasin untuk mengisi waktu liburan. Rata-rata pedagang pasar terapung ini adalah ibu-ibu, dan barang yang dijual diantaranya adalah bahan-bahan dapur, buah-buahan, sayur mayur, wadai / kue khas Banjarmasin seperti putu mayang, buras, lapat, jagung besumap (jagung kukus). Selain itu ada juga pedagang makanan khas Banjar, seperti Soto Banjar, ketupat kandang, dan lain-lain.

2.3. Toko

Definisi dari kata toko atau kedai sendiri adalah sebuah tempat tertutup yang di dalamnya terjadi kegiatan perdagangan. Toko berasal dari bahasa Inggris yaitu *shop/store* yang berarti sebuah bangunan atau ruangan yang digunakan sebagai suatu bidang usaha dimana berfungsi untuk membuat atau mempersiapkan suatu benda, dan menjual berbagai macam barang dagangan seperti makanan, pakaian atau kebutuhan lainnya (Grolier, 1973). Toko merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses perdagangan dan rantai konsumsi, karena toko adalah tempat terjadinya proses penjualan barang dan atau jasa siap pakai kepada konsumen akhir.

Toko atau saat ini sering disebut dengan ritel terbagi menjadi dua, yaitu Ritel Tradisional dan Ritel Modern. Namun seiring berjalannya waktu, ritel tradisional banyak ditinggalkan oleh para konsumen. Adapun Perbedaan bisnis retail tradisional dengan retail modern adalah bisnis retail tradisional adalah bisnis yang dibangun dan dikelola oleh Pemerintah, Pemerintah daerah, Swasta, Badan Usaha milik daerah termasuk kerjasama dengan swasta dengan tempat usaha berupa toko, kios dan tenda yang dimiliki/dikelola oleh pedagang kecil, menengah, swadaya masyarakat atau koperasi dengan usaha skala kecil, modal kecil dengan proses jual beli barang dagangan melalui tawar-menawar seperti pasar tradisional, toko kelontong dan lain-lain.

Sedangkan retail modern adalah jual beli barang secara eceran langsung ke konsumen terakhir, yang tempat berjualannya luas, barang yang dijual banyak jenisnya, sistem pengelolaan / manajemennya sudah modern, harga net (tidak dapat ditawar).

Dalam jurnal *Retailing Strategy Management* (Michael Levy, 2012) menjabarkan secara umum fungsi toko antara lain:

1. Menyediakan Berbagai Macam Produk dan Jasa (*Providing Assortments*)
2. *Breaking Bulk* atau memecah ukuran produk menjadi lebih kecil yang akhirnya menguntungkan produsen dan konsumen.
3. Mengadakan *Inventory (Holding Inventory)*, yaitu menyimpan stok atau persediaan barang dengan ukuran yang lebih kecil.
4. Memberikan Jasa atau Layanan (*Providing Service*) dengan menyediakan dan atau mengantarkan produk-produk yang dihasilkan produsen.

2.4. Toko Terapung

Toko terapung adalah suatu transformasi dari toko modern yang didesain agar cakupan operasional sebuah toko menjadi lebih luas dan dapat menjangkau daerah minim akses seperti daerah kepulauan. Dimana konsepnya mirip seperti pedagang pada pasar terapung tradisional yang seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya dimana para pedagang akan mengangkut barang dagangannya dari titik asal atau titik produksi menuju titik atau daerah pemukiman lain sebagai tempat

berdagang. Selain konsep operasi yang mirip, sarana transportasi untuk operasional toko terapung pun mirip dengan pasar terapung yaitu perahu tradisional pada pasar terapung, sedangkan kapal laut pada toko terapung karena daerah pelayanan yang sulit atau tidak memungkinkannya penggunaan sarana transportasi darat.

Toko yang pada umumnya hanya dijumpai di darat, dengan konsep baru ini dirancang toko yang dapat berada dan bermobilitas di daerah perairan. Tak jauh beda dengan konsep dari pasar terapung yang telah dijelaskan diatas, konsep toko terapung akan menggabungkan antara pasar terapung yang telah ada sejak dahulu dengan teknologi yang lebih modern. Dengan penggunaan moda kapal modern kegiatan berniaga di tempat tempat yang sulit akses contohnya di kepulauan Sumenep akan sangat terbantu.

Tujuan prioritas dari toko terapung sendiri adalah terpenuhinya kebutuhan penduduk dengan tersedianya barang kebutuhan pokok dan barang kebutuhan sehari-hari yangmana saat ini masih belum terpenuhi karena kurangnya sarana transportasi penghubung perdagangan barang antara titik pusat kegiatan perekonomian dan perindustrian dengan pulau daerah terpencil yang dalam penelitian ini adalah kepulauan Sumenep.

Berikut ini merupakan beberapa contoh pengaplikasian kapal sebagai sebuah tempat perbelanjaan berupa toko maupun supermarket yang pernah ada maupun masih beroperasi:

2.4.1. The Seabiscuit Floating Grocery Store



Sumber: Willock, 1954

Gambar 2.4 *The Seabiscuit Floating Grocery Store*

Adalah sebuah kapal sepanjang 28 kaki atau sekitar 8,5 meter yang dikonversi menjadi sebuah toko terapung milik Magde Winfield pada tahun 1954 di Canada, provinsi Vancouver. Kapal yang diberi nama The Seabiscuit oleh pemiliknya ini berlayar dan beroperasi dengan tenang mengitari pelabuhan pelabuhan di pesisir Barat dengan total kunjungan adalah 25 pelabuhan dalam 5 hari berlayar dalam seminggu. Tak tergantung dengan rel maupun jalan, Magde Winfield menggunakan kapal kecil ini untuk menjual barang barang kebutuhan khususnya untuk pengunjung dan pelancong piknik terutama makanan ringan kemasan.

2.4.2. Nestlé's Floating Supermarket

Nestlé Brasil berinovasi meluncurkan kapal yang berfungsi sebagai supermarket terapung pertamanya untuk melayani penduduk tepi sungai di daerah Amazon. Supermarket terapung ini diberi nama Nestlé Até Você a Bordo (Nestlé Takes You Onboard), kapal ini mulai beroperasi pada 1 Juli 2010. Kapal memulai pelayarannya dari pelabuhan Belém dan akan mengunjungi sebanyak 18 kota kecil yang membentuk wilayah Pulau Marajó, menuju kota Almeirim di wilayah Baixo Amazon (dataran rendah Amazon), lalu kembali ke Belém. Total keseluruhan trip memakan waktu sekitar 18 hari, dimana kapal akan singgah selama satu hari pada setiap kota. Dengan estimasi melayani sebanyak 800 ribu penduduk per bulan, memperluas wilayah jangkauan produk Nestlé di Brasil.

Program Nestlé Até Você a Bordo (Nestlé Takes you Onboard) sebagai suatu proyek untuk menjangkau daerah terpencil dan berpenghasilan rendah, seperti sistem penjualan door-to-door perusahaan, yang saat ini terhitung lebih dari 7,5 ribu reseller dan 220 distributor mikro di 15 Negara Bagian. Dengan supermarket terapung, Nestlé bertujuan untuk mengembangkan alur perdagangan lain yang menawarkan Akses terhadap Nutrisi, Kesehatan dan Kesehatan kepada masyarakat terpencil di wilayah Utara Brasil.



Sumber: Nestlé, 2010

Gambar 2.5 Kapal Nestlé Até Você a Bordo

Pada tiap persinggahannya, kapal akan menawarkan masyarakat sebuah tempat perbelanjaan dengan beberapa baris rak berisi produk Nestlé yang terdiri lebih dari 300 item termasuk Ninho, Maggi dan Nescafé, dimana perusahaan telah menyesuaikan produknya ke wilayah tersebut dengan menawarkan versi lebih kecil dan lebih murah agar dapat dijangkau dengan baik oleh pelanggan berpenghasilan rendah.. Dengan struktur pelayanan yang lengkap, stok dan tim manajemen operasi. Supermarket terapung ini, selain melayani dengan prioritas pelayanan untuk penduduk tepi sungai, juga akan menjadi penghubung antara perusahaan, distributor mikro dan penjual door to door sebagai referensi bisnis untuk penyediaan produk.

Agar mudah dikenali sepanjang perjalanan, kapal tersebut memiliki logo visual Nestlé dan akses untuk penyandang cacat dan orang tua yang telah diperhitungkan. Sebelas orang, meliputi karyawan supermarket dan anggota kru, akan bekerja setiap hari di atas kapal sepanjang 27,5 meter dengan tiga area stok, disamping ruang penyimpanan seluas 100 m².

2.4.3. Triveni's Floating Superstore

Daerah Kerala di Baratdaya India, adalah rumah bagi sekitar 600 mil sungai-sungai, ceruk, danau dan kanal yang saling terkoneksi serta merupakan tempat tinggal bagi ribuan penduduk yang sebagian besar bermatapencaharian

sebagai nelayan. Sangat sulit bagi mereka untuk menjangkau pusat kota untuk berbelanja membeli kebutuhan pokok maupun kebutuhan sehari-hari karena kondisi wilayah yang terpisah-pisah oleh sungai.

Melihat kendala ini sebagai peluang bisnis tercetuslah sebuah ide oleh perusahaan supermarket besar di India yaitu Triveni untuk membuat sebuah floating supermarket yang diberi nama Triveni's Floating Superstore yang diluncurkan pada tanggal 23 Juli 2011. Supermarket terapung ini merupakan sebuah kapal yang difungsikan sebagai supermarket dengan luas sekitar 1.000 ft², anti karat, dengan steel-reinforced cement. Supermarket ini mendatangi titik-titik pemukiman penduduk melalui jalur sungai menjual kebutuhan pokok maupun pernak-pernik dan kebutuhan kecil harian dengan nilai tambah berupa potongan harga.



Sumber: The Hindu, 2012

Gambar 2.6 Triveni's Floating Superstore

Sebelum kedatangannya, supermarket terapung ini memberitahukan waktu kedatangannya ke desa yang akan disinggahi. Supermarket terapung akan menjangkau paling tidak 10 lokasi, termasuk Vypeen, Kumbalam dan Panangad berdasarkan banyaknya demand di area tersebut. Dengan batasan hanya 20 orang yang bisa berada di dalam supermarket dalam satu waktu termasuk 4 orang pegawai serta awak kapal.

2.5. Tinjauan Operasioanl Toko Terapung

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk perhitungan pola operasi antara lain:

1. *Traveling Salesman Problem (TSP)*

Tujuan dari TSP adalah menentukan suatu siklus jarak yang minimum yang melewati setiap node dalam grup yang bersangkutan tepat satu kali. Jika jarak simetris yaitu jarak perjalanan antar lokasi tidak tergantung tidak tergantung pada arah perjalanan, maka permasalahan ini disebut permasalahan TSP simetris dan jika tidak maka disebut TSP tidak simetris.

2. *Multiple Traveling Salesmas Problem (MTSP)*

Merupakan generalisasi dari permasalahan TSP dimana diperlukan perhitungan lebih dari satu kendaraan. Sejumlah M kendaraan dari suatu armada akan meniggaalkan dan kembali pada depo yang sama. Disini tidak ada batasan pada node yang boleh dikunjungi oleh tiap kendaraan kecuali bahwa masing-masing kendaraan harus mengunjungi paling sedikit satu node.

3. *Vehicle Routing Problem (VRP)*

VRP merupakan istilah yang digunakan untuk menentukan sejumlah rute untuk sekumpulan kendaraan yang harus melayani sejumlah pemberhentian (node) dari depo pusat. Asumsi yang biasa digunakan dalam VRP standart adalah setiap kendaraan memiliki kapasitas yang sama dan jumlah kendaraan tidak terbatas, jumlah permintaan tiap pemberhentian (node) diketahui dan tidak ada jumlah permintaan tunggal yang melebihi kapasitas. VRP atau *vehicle routing problem* adalah sebuah cakupan masalah yang didalamnya ada sebuah problem dimana ada sejumlah rute untuk sejumlah kendaraan yang berada pada satu atau lebih depo yang harus ditentukan jumlahnya agar tersebar secara geografis supaya bisa melayani konsumen yang tersebar. Tujuan dari VRP adalah mengantarkan barang pada konsumen dengan biaya minimum melalui rute-rute kendaraan yang keluar masuk depo.

VRP adalah sebuah problem integer yang masuk kategori *NP-Hard Problem* yang berarti usaha komputasi yang digunakan akan semakin sulit dan banyak seiring dengan meningkatnya ruang lingkup masalah.

2.5.1. Metode Penyelesaian Masalah Rute Kapal

Dalam penentuan rute dan kapal terdapat dua macam pendekatan metode, yaitu :

4. Metode Optimal

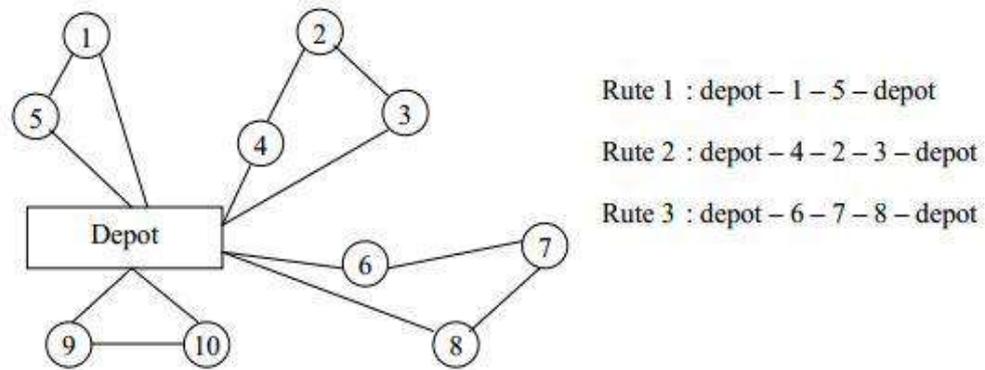
Pendekatan ini menggunakan metode-metode dari program linier atau integer programming dimana didasarkan pada pemograman matematis. Dengan menggunakan metode pendekatan ini akan diperoleh suatu solusi yang optimal, akan tetapi metode pendekatan ini hanya baik jika permasalahan yang dihadapi kecil. Untuk permasalahan yang melibatkan jumlah input data yang besar, metode penyelesaian ini menjadi tidak efisien Karena penyelesaiannya membutuhkan waktu komputasi yang lama.

5. Metode Heuristik

Pendekatan ini mempergunakan algoritma yang secara interaktif akan menghasilkan solusi yang mendekati optimal. Pendekatan heuristic menghasilkan perhitungan yang cepat Karena dilakukan dengan membatasi pencarian dengan mengurangi jumlah alternatif yang ada. Pendekatan heuristic lebih dapat diterapkan ke permasalahan nyata dimana permasalahan melibatkan jumlah input data yang besar (prasetyawan, 1999).

2.5.2. Rute dan Penjadwalan Kapal

Dasar permasalahan pembentukan rute adalah adanya sekumpulan node atau busur yang harus oleh suatu armada kendaraan. Tidak ada batasan kapan dan bagaimana urutan pelayanan entiti-entiti yang bersangkutan. Permasalahannya adalah untuk membentuk suatu biaya yang rendah, sekumpulan rute yang memungkinkan untuk masing-masing kendaraan. Sebuah rute adalah urutan dari lokasi mana kendaraan harus mengunjunginya.



Sumber: ResearchGate, 2017

Gambar 2.7 Contoh Rute Kendaraan

Dalam gambar disajikan sekumpulan rute kendaraan yang melayani 10 titik *demand*. Masing-masing node mempunyai demand 1 unit, kapasitas kendaraan adalah 3 unit, dan masing-masing kendaraan harus kembali pada depot yang sama dari mana ia berangkat. Dalam masalah rute kendaraan ini, diasumsikan bahwa tidak ada batasan waktu ataupun batasan lain yang ditekankan pada keputusan pembulatan rute kecuali (mungkin) batasan maksimal panjang rute.

2.5.3. Rute Kapal Dengan Depot Tunggal

Permasalahan ini dapat pula dinyatakan sebagai problem multi *traveling salesman* dimana M salesman harus mengunjungi node yang ada pada *network* dengan n node sedemikian hingga total jarak yang dilalui oleh M salesman minimum. Setiap node (kecuali depot) hanya tepat satu kali oleh salesman.

Strategi yang paling umum untuk permasalahan rute kendaraan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

6. *Cluster first-route second*

Prosedur ini melakukan dahulu pengelompokan node dan busur kemudian pada masing-masing kelompok dirancang suatu rute ekonomis.

7. *Route first cluster second*

Prosedur ini membentuk sebuah rute atau siklus yang besar (biasanya tidak *feasible*) yang dibentuk dengan melibatkan semua entiti *demand*

yang ada (node atau busur). Kemudian rute besar tersebut dibagi-bagi ke dalam rute yang lebih kecil dan *feasible*.

8. *Saving* atau *insertion*

Prosedur ini membentuk suatu solusi dengan cara pada masing-masing langkah dari suatu konfigurasi alternatif yang mungkin juga tidak *feasible*. Alternatif konfigurasi adalah salah satu yang nantinya mencapai nilai penghematan terbesar (*saving*), atau menambahkan entiti *demand* dengan biaya termurah yang belum ada dikonfigurasi sekarang ke dalam rute yang ada.

9. *Improvement* atau *exchange*

Prosedur ini menggantikan suatu solusi dengan solusi *feasible* lain dengan pengurangan total biaya dan terus dilanjutkan sampai tidak didapatkan kemungkinan pengurangan biaya lagi.

10. *Mathematical programming approach*

Pendekatan ini secara langsung didasarkan pada formulasi pemograman matematis dari permasalahan rute kendaraan.

11. *Interactive optimization*

Suatu pendekatan dengan tujuan melibatkan interaksi pengambilan keputusan dalam proses penyelesaian masalah. Pengambilan keputusan harus mampu untuk melakukan penyesuaian terhadap parameter-parameter yang dipakai dan memasukkan penilaian-penilaian subyektif yang didasarkan pada pengetahuan dan intuitif ke dalam model optimasinya.

12. *Exact procedure*

Pendekatan untuk menyelesaikan masalah rute kendaraan dengan menggunakan prosedur-prosedur eksak seperti *Branch and Bound*, *Dynamic Programming and Cutting Algoritma*.

2.6. Desain Kapal

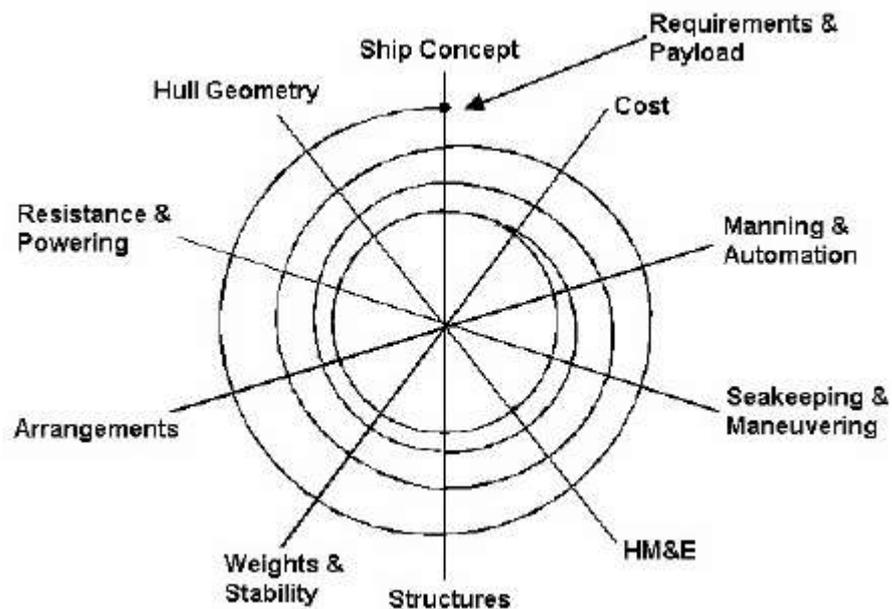
2.6.1. Tinjauan Desain Kapal

Proses desain merupakan proses yang dilakukan secara berulang-ulang hingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam

proses pembangunan kapal varu terdapat beberapa tahapan desain, yaitu antara lain (Taggart, 1980) :

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

Empat tahap desain diatas dapat digambarkan dalam suatu desain spiral (Evans 1959) yang merupakan suatu proses iterasi mulai dari persyaratan-persyaratan yang diberikan oleh owner kapal hingga pembuatan detail desain yang siap digunakan dalam proses produksi.



Sumber: ResearchGate, 2017

Gambar 2.8 Basic Design Spiral Evans 1959

1. *Concept 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 untuk 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 dalam pengembangan *contract design* dan spesifikasi kapal.

3. *Contract design*

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

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 tukang pasang (*fitters*), las (*welders*), *outfitting*, pekerja bagian logam, vendor mesin dan permesinan kapal, tukang pipa, dll.

2.6.2. Ukuran Utama Kapal

Secara umum, ukuran kapal tergantung pada beberapa hal, antara lain :

- a. Fungsi pelayaran yang akan digunakan
 Besar kecilnya kapal harus dapat mengakomodir semua kegiatan pelayaran yang akan dilaksanakan di kapal. Untuk itu sebelum menetapkan besarnya kapal perlu didesain tata letak dan besarnya peralatan yang akan dipasang didalam kapal.
- b. Jangkauan operasi kapal

Makin jauh jangkauan operasi kapal akan berpengaruh pada jumlah pemakaian bahan bakar dan logistik. Sehingga pada gilirannya akan memerlukan ruangan untuk tangka bahan bakar dan Gudang logistik yang cukup besar sehingga akan mempengaruhi biaya pembuatan kapal.

c. Kondisi daerah operasi

Untuk kapal yang beroperasi di laut bebas tentunya diperlukan selain dari kekuatan kapal juga besarnya kapal. Berbeda dengan kapal yang akan beroperasi diperairan sungai yang tenang tentunya tidak memerlukan kekuatan kapal yang besar dan bentuk kapal yang besar.

Ukuran Utama Kapal:

- *Lpp (Length between perpendicular)*
Panjang yang di ukur antara dua garis tegak yaitu, jarak *horizontal* antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/ AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/ FP*).
- *Loa (Length overall)*
Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang di ukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
- *Bm (Breadth moulded)*
Yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam lainnya, diukur jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
- *H (Height)*
Yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak disisi kapal.
- *T (Draught)*
Yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.
- *DWT (Deadweight ton)*
Yaitu berat dalam ton (1000 kilogram) dari muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum.
- *Vs (service speed)*

Ini adalah kecepatan dinas, yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal dibawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai dengan sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.

Selain itu penentuan material kapal yang akan dipakai tergantung atas pertimbangan sebagai berikut :

a. Besar kecilnya ukuran kapal

Untuk kapal-kapal yang direncanakan untuk pelayaran perairan darat seperti sungai, danau, dan rawa maka material sebagai berikut layak untuk dipakai, yaitu : kayu, sejenis plastic seperti *polyethelen*, *fiber*, dan sebagainya. Sedangkan untuk kapal yang direncanakan akan beroperasi di perairan pantai dan laut material dari baja layak untuk dipergunakan mengingat dari segi kekuatan kapal relatif besar.

b. Usia kapal direncanakan

Pemilihan material kapal juga harus mempertimbangkan usia (*life span*) kapal yang akan direncanakan. Usia kapal yang terbuat dari bahan plastic atau kayu umumnya berkisar antara 10-15 tahun, sedangkan kapal yang terbuat dari baja akan memiliki *life span* kurang lebih 20 tahun.

c. Perawatan kapal

Kapal dari bahan kayu , perawatan *dry docking* nya tidak harus memakai sarana *dry docking* yang khusus, cukup dengan cara dikandaskan ke pantai berpasir atau ditarik dengan landasan balok-balok silindris kemudian ditarik didarat. Kapal dari bahan kayu untuk perawatannya tidak memerlukan petugas dengan kemampuan dan teknologi yang tinggi. Kapal dari bahan dasar baja Karena berat dan ukurannya besar apabila perawatan perlu fasilitas *dry dock*, *floating dock* dan lain sebagainya.

2.6.3. Perhitungan Hambatan Kapal

$$R_t = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1+k) + C_A) + \frac{R_w}{W} W$$

- Viscous resistance

$$R_v = \frac{1}{2} \rho V^2 C_{FO} (1 + k_1) S$$

- Resistance of appendages

$$R_v = \frac{1}{2} \rho V^2 C_{FO} S_{tot} (1 + k)$$

- Wave making resistance

$$\frac{R_w}{W} = C_1 C_2 C_3 e^{\{m_1 Fn^4 + m_2 \cos(\lambda Fn^{-2})\}}$$

2.6.4. Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal terdiri dua komponen yaitu LWT (*leight weight tonnage*) dan DWT (*dead weight tonnage*) komponen DWT kapal meliputi.

- Berat bahan bakar
- Berat minyak pelumas
- Berat air tawar
- Berat kru
- Penumpang serta barang bawaannya
- Berat provision

Sedang untuk LWT kapal memiliki komponen yang meliputi :

- Berat kapal kosong
- Berat dan instalasi perlengkapan
- Berat permesinan

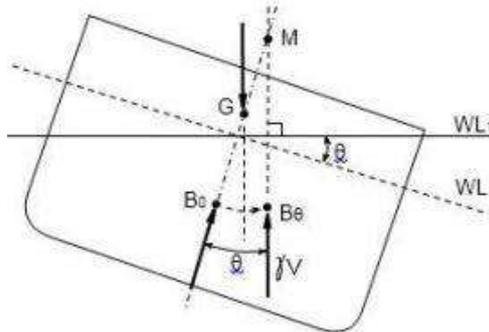
2.6.5. Stabilitas

Perhitungan batasa kapal terdiri dari hukum *Archimedes*, *trim*, *freeboard*, *stabilitas dan tonnage*. Jika nilai tersebut memenuhi, maka diambil nilai dengan harga pembangunan yang terkecil. Hukum Archimedes adalah hukum tentang hubungan dari gaya angkat dan gaya berat. Di dalam hukum Archimedes, gaya angkat kapal harus lebih besar dari gaya berat. Besar selisih telah diatur diperhitungan. Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan

GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu :

- Stabilitas positif

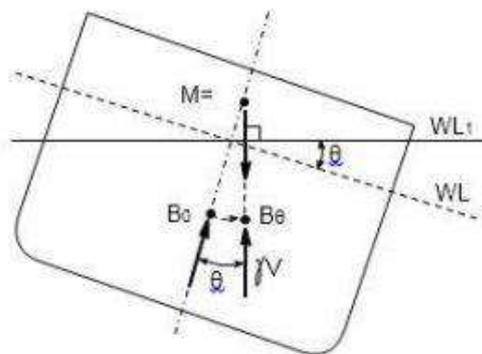
Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.



Gambar 2.9 Kondisi Stabilitas Positif

- Stabilitas netral

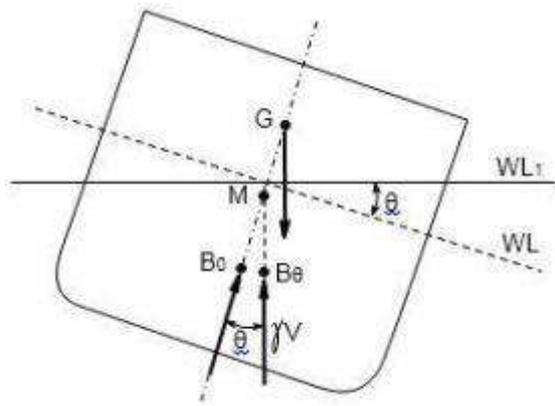
Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.



Gambar 2.10 Kondisi Stabilitas Netral

- Stabilitas negatif

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring.



Gambar 2.11 Kondisi Stabilitas Negative

2.6.6. Perhitungan *Freeboard*

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 :

- Tipe kapal
Tipe A : kapal dengan persyaratan salah satu dari
 - Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam curah
 - 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*.
 - Mempunyai premabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.
Kapal tipe A : tanker, LNG, *carrier*
Kapal tipe B : kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A
- *Freeboard standart*
Yaitu freeboard yang tertera pada tabel *standart freeboard* sesuai dengan tipe kapal.
- Koreksi
 - Koreksi untuk kapal yang panjang kurang dari 100 m
 - Koreksi blok koefisien
 - Koreksi tinggi kapal
 - Tinggi standart bangunan atas dan koreksi bangunan atas
 - Koreksi bangunan atas
 - Minimum *bow height*

2.7. Biaya Transportasi Laut

Biaya yang harus dibayarkan untuk mengoperasikan sebuah kapal, yaitu terdiri dari :

2.7.1. Capital Cost

Capital cost adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai kapital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. Harga kapal dihitung dengan menggunakan grafik estimasi harga yang disediakan oleh D.G.M Watson (1998). Watson membuat estimasi biaya kapal dengan menggunakan fungsi berat beberapa komponen utama kapal, yaitu berat struktur, berat perlengkapan, berat permesinan dan ditambah dengan biaya yang tidak termasuk dalam berat (*non weight cost*) (Watson, 1998).

1. Biaya Struktur (Structur Cost)

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya struktur (Pst) adalah sebagai berikut :

$$\text{Pst (US\$)} = \text{Wst} \cdot \text{Cst} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Wst = berat baja kapal

Cst = pendekatan biaya berat baja per ton

Wst dihitung dengan menggunakan rumus yang disediakan oleh Harvald dan Jensen (1992), rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Wst} = (\text{L} \cdot \text{B} \cdot \text{Da}) \cdot \text{Cs} \quad (2.2)$$

$$\text{Cst} = \text{Cso} + 0.064e^{-e^{-(0.5\mu+0.1\mu)}} \quad (2.3)$$

$$\text{DA} = \text{D} + \frac{\sqrt{\text{A} + \sqrt{\text{DH}}}}{\text{Lpp} \cdot \text{B}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$$u = \log_{10} \left(\frac{\Delta}{100t} \right)$$

Cso = 0.0752 t/m² (untuk kapal tanker)

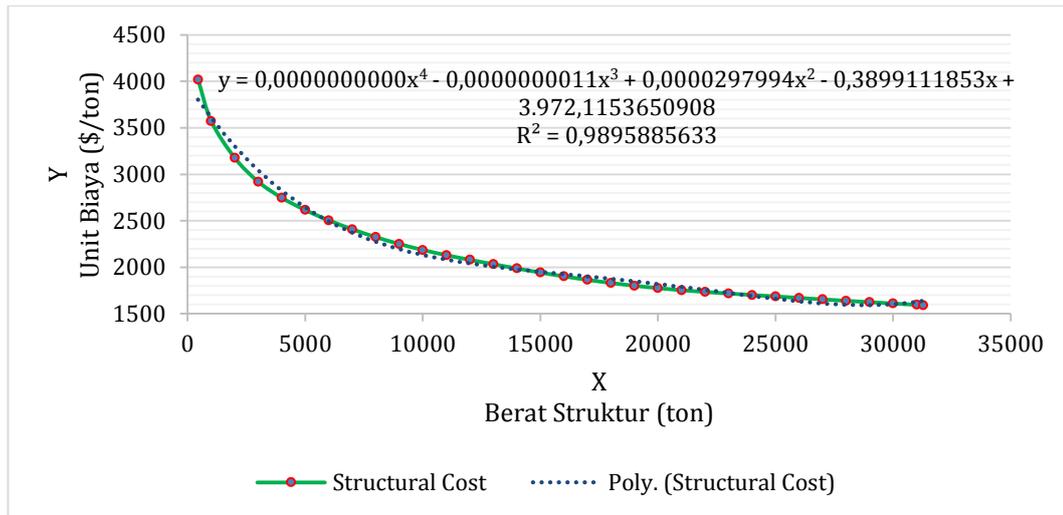
Da = koreksi tinggi kapal sampai bangunan atas

D = depth (tinggi kapal)

∇A = volume bangunan atas

∇DH = volume rumah geladak

Cst dihitung berdasarkan biaya pada tahun 1993 dan termasuk didalamnya biaya untuk material, tenaga kerja dan *overhead*. Cst diperoleh dari regresi grafik pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.12 Grafik Estimasi Biaya Struktur Per Ton

Hasil regresi :

$$Y = X^4 + a X^3 + b X^2 + c X + d$$

$$a = -0.0000000011$$

$$b = 0.0000297990$$

$$c = -0.3899111919$$

$$d = 3972.1153341357$$

1. Biaya Perlengkapan (*outfit cost*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya perlengkapan ($P_{E\&O}$) adalah sebagai berikut :

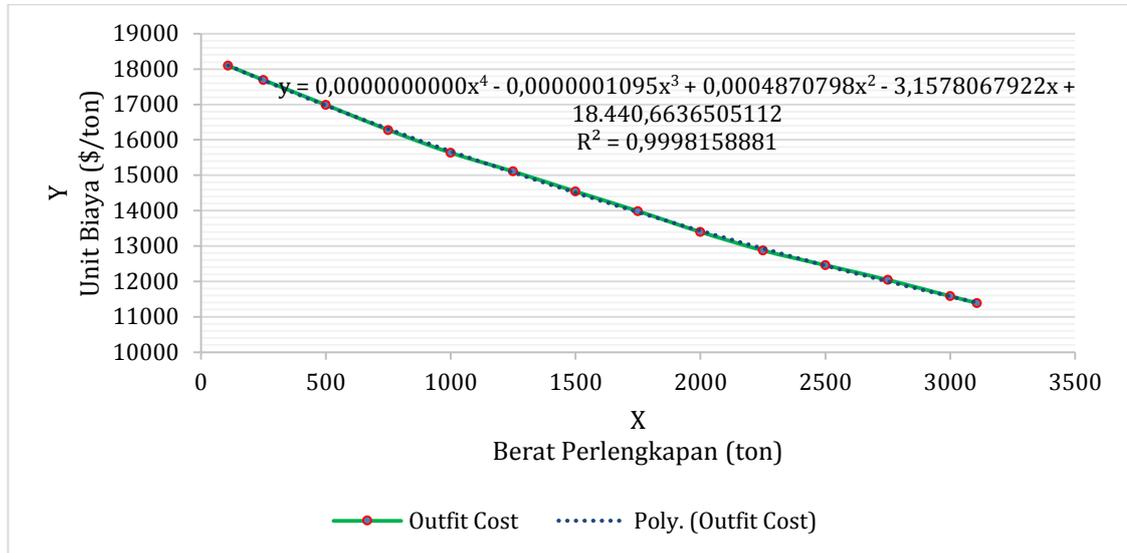
$$P_{E\&O} \text{ (US \$)} = P_{E\&O} \cdot C_{E\&O} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$W_{E\&O}$ = berat perlengkapan dan peralatan

$C_{E\&O}$ = pendekatan biaya berat perlengkapan per ton

$C_{E\&O}$ berdasarkan biaya pada tahun 1993 dan termasuk didalamnya biaya untuk material tenaga kerja dan *overhead*. $C_{E\&O}$ diperoleh dari regresi pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 2.13 Grafik Perkiraan Biaya Perlengkapan Per Ton

Hasil regresi :

$$Y = X^4 + a X^3 + b X^2 + c X + d$$

$$a = -0.0000001095$$

$$b = 0.0004870798$$

$$c = -3.1578067922$$

$$d = 18440.6636505112$$

2. Biaya Permesinan (*machinery cost*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya perlengkapan (P_{ME}) adalah sebagai berikut :

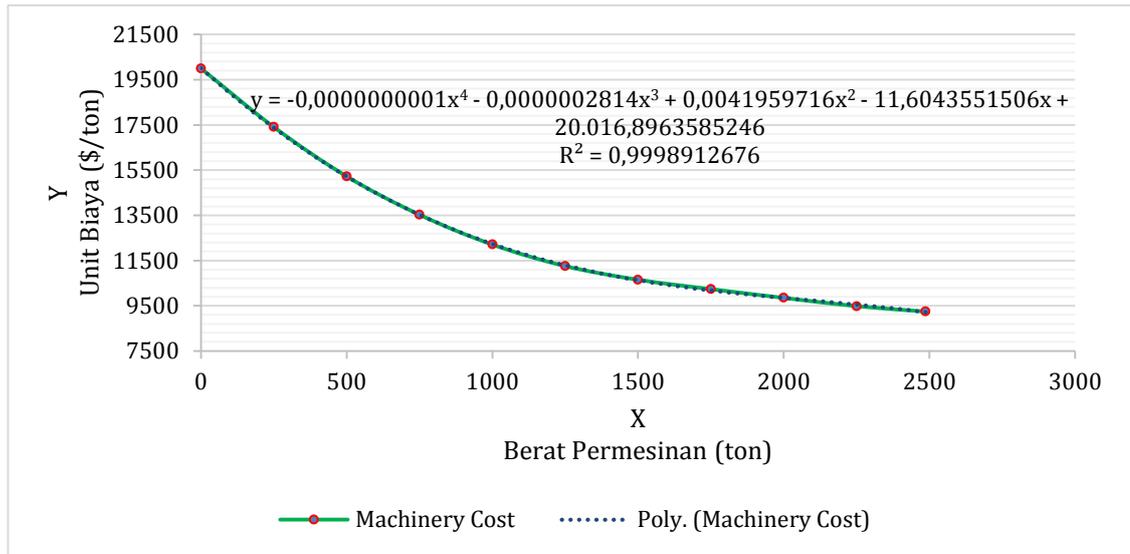
$$P_{ME} \text{ (US \$)} = W_{ME} \cdot C_{ME} \quad (2.6)$$

Keterangan :

W_{ME} = berat permesinan

C_{ME} = pendekatan biaya berat permesinan per ton

C_{ME} berdasarkan biaya pada tahun 1993 dan termasuk didalamnya biaya untuk material, tenaga kerja dan *overhead*. C_{ME} diperoleh dari hasil regresi pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.14 Perkiraan Biaya Permesinan Per Ton

Hasil regresi :

$$Y = a X^4 + b X^3 + cX^2 + d X + e$$

$$a = -0.0000000001$$

$$b = -0.0000002814$$

$$c = 0.0041959716$$

$$d = -11.6043551506$$

$$e = 20016.8963585246$$

3. Biaya Non Berat (*non weight cost*)

biaya ini merupakan biaya-biaya yang tidak dapat dikelompokkan dengan ketiga grup biaya sebelumnya, contoh :

2. Biaya untuk drawing office labour and overhead.
3. Biaya untuk biro klasifikasi dan departemen perhubungan.
4. Biaya konsultasi.
5. Biaya tank test.
6. Model cost.
7. Launch expense.
8. Drydock cost.
9. Pilotage.
10. Trial cost.

11. Asuransi.

12. Biaya lain-lain.

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya non berat (P_{NW}) adalah sebagai berikut:

$$P_{NW} (\text{US\$}) = C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME}) \quad (2.7)$$

Keterangan :

C_{NW} = biaya non berat, biasanya 7.5% - 12%.

Sehingga total biaya adalah :

$$\text{Total cost (US\$)} = P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW} \quad (2.8)$$

2.7.2. Biaya Operasional

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

$$OC = M + ST + MN + I + AD \quad (2.10)$$

Keterangan :

OC = *operating cost*

M = *manning*

ST = *stores*

MN = *maintenance and repair*

I = *insurance*

AD = *administration*

13. *Manning cost*

Manning cost yaitu biaya untuk anak buah kapal atau disebut juga *crew cost* adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk didalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, uang

pensiun. Besarnya crew cost ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja, dalam hal ini tergantung pada ukuran-ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah kapal umumnya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu *deck departemen*, *engine departemen* dan *catering departemen*.

14. *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).

15. *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 :

- Survey klasifikasi
Kapal harus menjalani *survey* regular *dry docking* tiap dua tahun dan *special survey* tiap empat tahun untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi
- 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.
- Perbaikan
Adanya kerusakan bagian kapal yang harus segera diperbaiki.

16. *Insurance cost*

Merupakan biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggunganan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Makin tinggi resiko yang dibebankan maka makin tinggi pula premi

asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi rate premi asuransi yaitu rate yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang umurnya lebih tua. Ada dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu :

- *Hull and machinery insurance*

Perlindungan terhadap badan kapal dan permesinannya atas kerusakan atau kehilangan.

- *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.

17. Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusnya, biaya pengurus ijin kepelabuhan maupun fungsi administrative lainnya, biaya ini disebut juga biaya *overhead* yang besarnya tergantung dari besar kecilnya kapal tersebut.

2.7.3. Biaya Pelayaran (*voyage cost*)

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variable yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, ongkos pelabuhan, pemanduan dan tunda.

$$VC = FC + PD + TP \quad (2.11)$$

Keterangan :

$VC = \text{voyage cost}$

$PD = \text{port dues}$ (ongkos pelabuhan)

$FC = \text{fuel cost}$

$TP = \text{pandu tunda}$

18. *Fuel cost*

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variable seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan,

cuaca (gelombang, arus laut, angin), jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar dilaut dan dipelabuhan dan harga bahan bakar kapal, jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam yaitu : HSD, MDO, dan HFO.

19. *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.

- **Jasa labuh**

Jasa labuh dikenakan terhadap kapal yang menggunakan perairan pelabuhan.

Tarif jasa labuh didasarkan pada *gross register ton* dari kapal yang dihitung per 10 hari.

- **Jasa tambat**

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

- **Jasa pemanduan**

Setiap kapal yang berlayar dalam perairan pelabuhan waktu masuk, keluar, atau pindah tambatan wajib mempergunakan pandu. Sesuai dengan tugasnya,

jasa pemanduan ada dua jenis, yaitu pandu laut dan pandu bandar.

- Pandu laut adalah pemanduan diperairan antara batas luar perairan hingga batas pandu bandar.
- Pandu bandar adalah pandu yang bertugas memandu kapal dari batas perairan bandar hingga kapal masuk dikolam pelabuhan sandar di dermaga.

2.7.4. Biaya Bongkar Muat (*cargo handling cost*)

Biaya bongkar muat (*Cargo handling cost*) mempengaruhi juga biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Kegiatan yang dilakukan dalam bongkar muat terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan ini dilakukan oleh perusahaan bongkar muat (PBM) yang mempekerjakan tenaga kerja bongkar muat (TKBM). Menurut Keputusan menteri Perhubungan Nomor: KM 14 tahun 2002 Tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat barang dari Dan ke Kapal, pengertian dari istilah tersebut adalah sebagai berikut :

- *Stevedoring*
Adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/tongkang/truk atau memuat barang dari dermaga/tongkang/truk ke dalam kapal sampai tersusun dalam palkah dengan menggunakan derek kapal atau derek darat.
- *Cargodoring*
Adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di dermaga dan menggangkut dari dermaga ke Gudang/lapangan penumpukan barang, selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan barang atau sebaliknya.
- *Receiving/delivery*
Adalah pekerjaan memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di Gudang/lapangan penumpukan, dan menyerahkan sampai tersusun diatas kendaraan dipintu Gudang/lapangan atau sebaliknya.
- Perusahaan bongkar muat (PBM)
Adalah badan hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal.
- Tenaga kerja bongkar muat (TKBM)
Adalah semua tenaga kerja yang terdaftar pada pelabuhan setempat yang melakukan pekerjaan bongkar muat dipelabuhan.

2.7.5. Biaya Per Satuan Unit (*unit cost*)

Biaya per satuan unit (*unit cost*) adalah biaya yang dikeluarkan atau diperlukan untuk produksi satu barang. Dalam penelitian ini produksi yang dimaksud adalah besar biaya (*cost*) yang dibutuhkan untuk mengirim barang dengan ukuran satuan unit tertentu dari titik asal ke tujuan. Untuk menentukan *unit cost* perlu diketahui total biaya-biaya yang mempengaruhi.

$$UC = TC/TO \quad (2.12)$$

$$TC = VC + CC + CHC \quad (2.13)$$

Keterangan :

UC = *unit cost*

TC = *total cost*

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

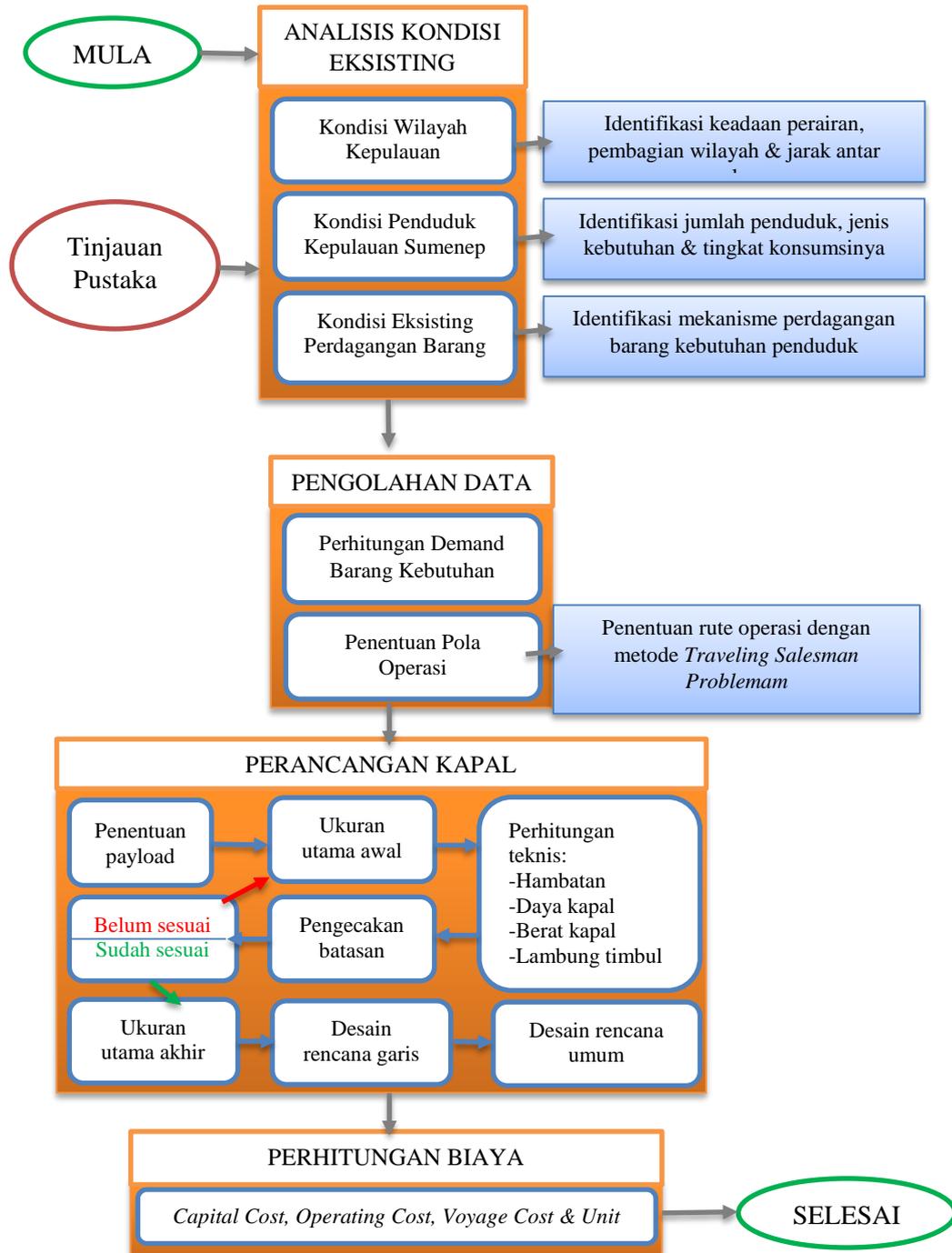
VC = *voyage cost*

CC = *capital cost*

CHC = *cargo handling cost*

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Analisis Kondisi Eksisting

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kondisi eksisting daerah operasi toko terapung apa saja yang dapat berpengaruh untuk menentukan desain toko terapung. Pada penelitian ini, terdapat beberapa hal penentu dalam menentukan desain kapal sebagai toko terapung yang didasari kondisi eksisting dari daerah operasi yang dijabarkan sebagai berikut:

- Jumlah penduduk
- Jenis dan karakteristik kebutuhan pulau
- Proses eksisting perdagangan barang
- Kondisi geografis

Analisis kondisi eksisting dilakukan dengan dua cara pengumpulan data yaitu:

1. Pengumpulan data secara langsung (primer)

Yaitu berupa wawancara langsung kepada pihak-pihak berkepentingan yaitu penduduk sebagai penjual barang kebutuhan di pulau daerah operasi terkait proses eksisting perdagangan barang dan karakteristik kebutuhan di pulau tersebut.

2. Pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder)

Pengumpulan data tak langsung dilakukan peneliti dengan mengambil data seperti jumlah penduduk, jenis barang kebutuhan, tingkat penggunaan atau konsumsi dari masing-masing jenis barang kebutuhan, kondisi pelabuhan, serta kedalaman, tinggi gelombang dan kecepatan angin di daerah operasi toko terapung serta data kapal pembanding.

3.3. Pengolahan Data

Pada proses ini data jumlah penduduk, barang kebutuhan dan besar konsumsi yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan demand total dan demand tiap-tiap pulau secara spesifik untuk periode waktu tertentu yang harus terpenuhi.

3.3.1. Tahap Perhitungan Demand

Proses ini adalah analisis tentang demand dari penduduk di masing-masing titik yang menjadi daerah operasional dari penelitian ini dengan pengolahan data

penduduk dan data konsumsi yang telah diperoleh. Hasil dari perhitungan demand ini akan menjadi acuan pada proses perhitungan dan perancangan toko terapung.

3.3.2. Penentuan Pola Operasi

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan pola operasi dari toko terapung sesuai dengan konsep sebuah toko yang singgah di setiap pulau dengan satu titik asal. Dilakukan perencanaan yang menghasilkan rute yang paling optimal dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* dengan formulasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimum total jarak} & : Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n & (3.1) \\ \text{Dengan batasan} & : \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i \\ & X_j \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \\ & j = 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned}$$

Keterangan:

- $c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ adalah fungsi tujuan yang harus diminimumkan atau dimaksimumkan dan dinotasikan dengan Z
- Koefisien c_1, c_2, \dots, c_j adalah koefisien cost yang diketahui
- x_1, x_2, \dots, x_j adalah variabel keputusan yang harus dicari
- Pertidaksamaan $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i$ adalah konstrain ke-i
- Pertidaksamaan a_{ij} untuk
 $i = 1, 2, \dots, m$
 $j = 1, 2, \dots, n$ adalah parameter pembatas
- Konstrain $x_j \geq 0$ adalah konstrain non-negatif.

3.4. Tahap Perancangan Kapal

Merencanakan principal dimension dan melakukan perhitungan dari kapal sesuai kebutuhan. Berdasarkan perhitungan DWT yang didapat diambil data dari kapal pembanding yang ada untuk mendapatkan ukuran kapal baru yang direncanakan dengan menggunakan regresi. Adapun ukuran-ukuran yaitu panjang (Lpp), lebar (B), tinggi (H), sarat (T). Setelah didapatkan ukuran utama awal kapal, selanjutnya dilakukan kajian teknis. Kajian teknis disini adalah perhitungan-

perhitungan teknis terkait pendesainan kapal. Jika semua perhitungan yang telah dilakukan memenuhi semua ketentuan maka akan didapatkan ukuran utama akhir kapal dan dilanjutkan proses desain *lines plan* dan *general arrangement*.

3.5. Perhitungan Biaya

Pada proses ini dilakukan perhitungan biaya yang timbul dari pembangunan maupun operasional toko terapung. Biaya-biaya tersebut antara lain adalah *Capital cost*, *Operasional cost*, *Voyage cost* serta *Unit cost*.

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1. Gambaran Umum Daerah Studi

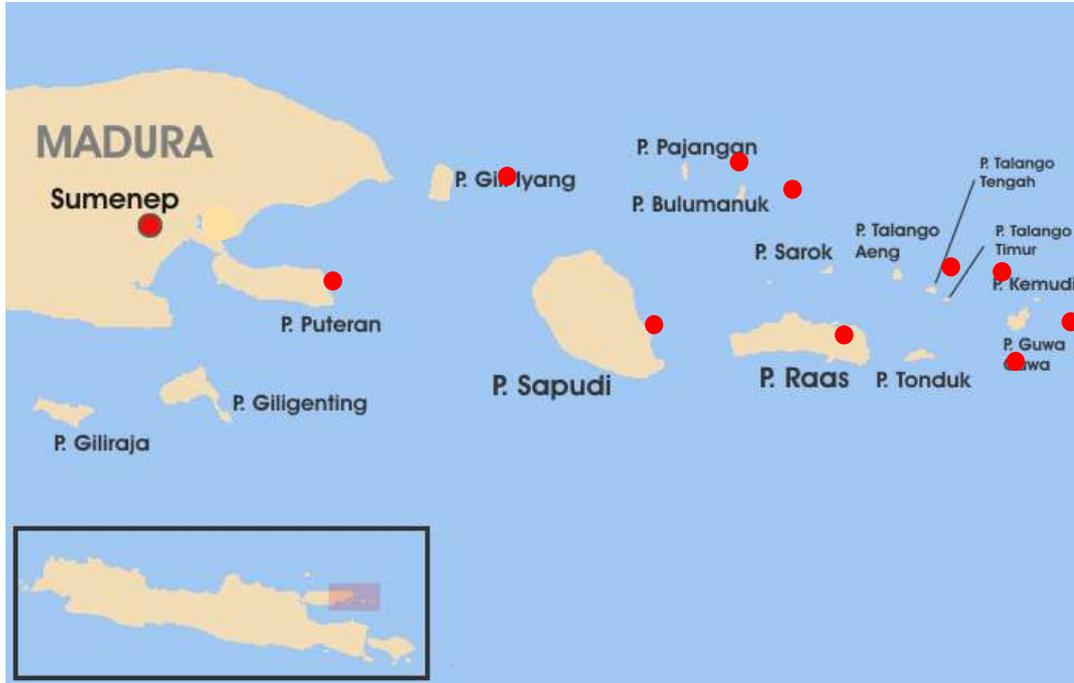
Kabupaten Sumenep terletak di ujung Timur Pulau Madura, provinsi Jawa Timur. Luas Wilayah Kabupaten Sumenep adalah 2.093,457573 km², terdiri dari pemukiman seluas 179,324696 km², areal hutan seluas 423,958 km², rumput tanah kosong seluas 14,680877 km², perkebunan/tegalan/semak belukar/ladang seluas 1.130,190914 km², kolam/ pertambakan/air payau/danau/waduk/rawa seluas 59,07 km², dan lain-lainnya seluas 63,413086 km². Untuk luas lautan Kabupaten Sumenep yang potensial dengan keanekaragaman sumber daya kelautan dan perikanannya seluas + 50.000 km². Kabupaten Sumenep yang berada diujung Timur Pulau Madura merupakan wilayah yang unik karena terdiri wilayah daratan dengan pulau yang tersebar berjumlah 126 pulau yang terletak di antara 113°32'54"-116°16'48" Bujur Timur dan di antara 4°55'-7°24' Lintang Selatan.

Berdasarkan hasil pencacahan Sensus Pendudukan tahun 2010, Jumlah penduduk Kabupaten Sumenep sementara adalah 1.041.915 jiwa, yang terdiri atas 495.099 jiwa laki-laki dan 546.816 jiwa perempuan. Dari hasil SP2010 tersebut masih tampak bahwa penyebaran penduduk Kabupaten Sumenep masih bertumpu di Kecamatan Kota Sumenep yaitu sebanyak 70.794 jiwa (6.75 %), diikuti Kecamatan Pragaan 65.031 jiwa (5.90 %) dan Kecamatan Arjasa sebanyak 59.701 jiwa (5,73%). Sedangkan Batuan merupakan kecamatan dengan jumlah penduduk paling sedikit.

Dengan luas wilayah Kabupaten Sumenep sekitar 2.093,47 km² yang didiami oleh 1.0491.915 jiwa, maka rata-rata tingkat kepadatan penduduk Kabupaten Sumenep adalah sebanyak 498 jiwa/km². Kecamatan yang paling tinggi tingkat kepadatannya adalah Kecamatan Kota Sumenep yakni 2.543 jiwa/km², dan yang paling rendah tingkat kepadatan penduduknya adalah Kecamatan Batuan yakni 446 jiwa/km². Sex ratio penduduk Kabupaten Sumenep berdsarkan SP 2010 adalah sebesar 90,54 yang artinya jumlah penduduk laki-laki adalah 9,46 % lebih sedikit dibandingkan jumlah penduduk perempuan. Laju Pertumbuhan penduduk

179,08 ribu rumah tangga, baru setelahnya diikute oleh sektor perikanan yang mana dominan pada daerah pesisir dan kepulauan.

4.2. Daerah Lokasi Operasional



Sumber: Designmap Peta Tematik Indonesia, 2015

Gambar 4.2 Titik Daerah Operasi

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang titik-titik singgah toko terapung dan keadaan wilayahnya. Terdapat satu titik asal yaitu Kalianget dan 10 titik tujuan seperti telah disebut pada bagian sebelumnya. Penjelasan singkat keadaan wilayah di masing-masing titik dapat dijabarkan sebagai berikut:

4.2.1. Kalianget

Kalianget sebagai titik asal dari daerah operasional toko terapung adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Daerah ini terletak di Pulau Madura. Kantor Kecamatan Kalianget terletak di Jalan Raya Kalianget No. 01 Kalianget. Yang berada di ketinggian wilayah Kecamatan dari permukaan 12 m dpl. Memiliki 7 Desa, 33 Dusun, 33 RW, 156 RT. Di wilayah ini berdiri Kantor Pusat dan Pabrik Garam Kalianget Milik PT Garam selain itu Kecamatan ini memiliki sarana penghubung transportasi laut yaitu Pelabuhan Kalianget.



Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.3 Peta Kecamatan Kalianget

Pelabuhan Kalianget merupakan salah satu cabang dari PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) atau Pelindo III yang berada di wilayah Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. Pelabuhan Kalianget merupakan pintu gerbang perekonomian Madura Timur dan merupakan pelabuhan satu-satunya yang menghubungkan wilayah daratan Sumenep dengan wilayah pulau-pulau yang ada disekitarnya, seperti Pulau Kangean, Pulau Sapudi dan beberapa daerah di Jawa.

Pelabuhan Kalianget dibagi menjadi dua bagian, di sisi Selatan adalah Pelabuhan yang digunakan untuk kegiatan umum. Pelabuhan ini digunakan untuk orang yang ingin menyeberang ke pulau Poteran dan pulau-pulau lain seperti Kangean, Sapeken, Masalembu dan pulau-pulau sekitarnya. Disamping itu juga kapal feri yang melintas juga terhubung ke pelabuhan Jangkar di Situbondo. Pelabuhan Kalianget, di sebelah Utara secara khusus digunakan oleh PT. GARAM untuk mengirimkan produk garam ke kota-kota lain dan pulau-pulau di Indonesia.

4.2.2. Pulau Poteran

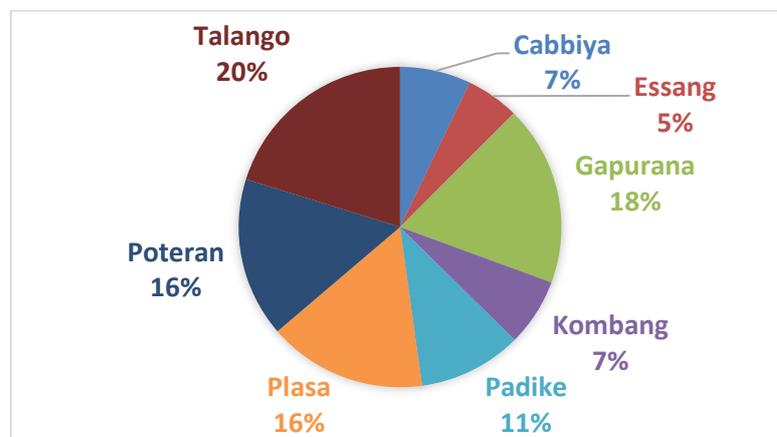
Poteran adalah sebuah pulau yang terletak di sebelah Tenggara Pulau Madura. Luas Pulau Poteran mencapai 49,8 km² (Bappeda Kab. Sumenep, 2011). Secara administratif, pulau ini merupakan sebuah kecamatan tersendiri (yakni Kecamatan Talango) dalam wilayah Kabupaten Sumenep, Jawa Timur. Hampir

semua penduduk pulau ini merupakan Suku Madura. Pulau Puteran merupakan pulau yang secara geografis paling dekat dengan daratan Pulau Madura dibandingkan dengan pulau-pulau lain dalam wilayah Kabupaten Sumenep. Letak Pulau Poteran dapat dilihat pada gambar berikut :



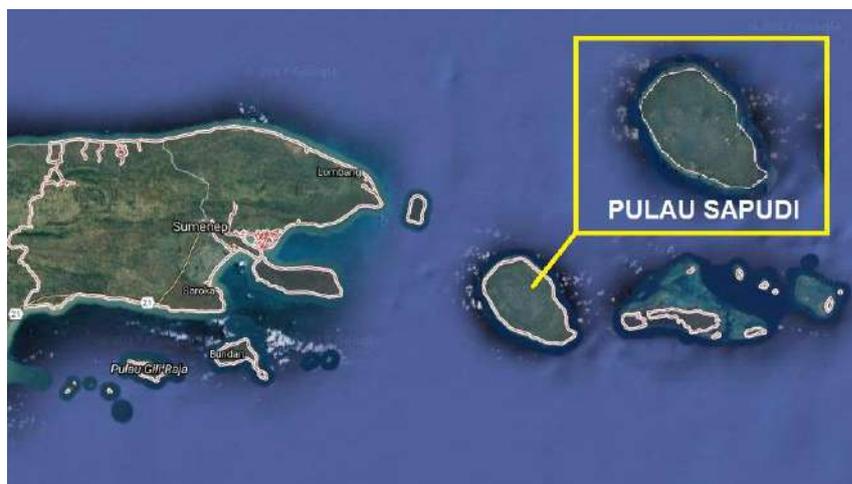
Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.4 Peta Pulau Poteran

Masyarakat Pulau Poteran bermatapencarian sebagai petani, nelayan, peternak, perdagangan, jasa, transportasi, dll. Pada tahun 2012 jumlah penduduk Pulau Poteran tercatat sebanyak 28.661 jiwa yang tersebar di 8 wilayah kelurahan yaitu Cabbiya, Essang, Gapurana, Kombang, Padike, Plasa, Poteran dan Talango, dimana jumlah penduduk terbanyak terdapat di Kelurahan Talango seperti dapat dilihat pada diagram dibawah :



Gambar 4.5 Diagram Persentasi Jumlah Penduduk Pulau Poteran Per-Kelurahan
4.2.3. Pulau Sapudi

Pulau Sapudi sebagai tempat asal mula munculnya kebudayaan “Kerapan Sapi Madura” yang tersohor adalah sebuah pulau di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kabupaten Sumenep, Jawa Timur. Diantara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura, Sapudi merupakan pulau terluas kedua setelah Pulau Kangean yaitu sekitar 88,4 km² dan pulau dengan penduduk terbanyak. Pulau ini terbagi atas dua kecamatan, yakni Nonggunong, Sumenep di bagian Utara, dan Gayam, Sumenep di bagian Selatan.

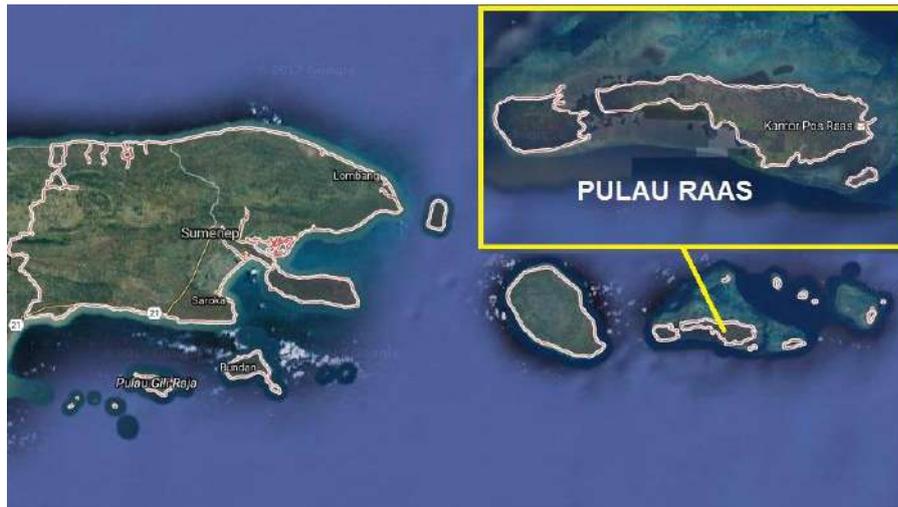


Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.6 Peta Pulau Sapudi

Pada tahun 2012 jumlah penduduk Pulau Poteran tercatat sebanyak 33.350 jiwa yang tersebar di 9 wilayah kelurahan/desa yaitu Kelurahan Gayam, Gendang Barat, Gendang Timur, Jamburi, Kalowang, Karang Tengah, Pancor, Prambanan dan Tarebung. Proporsi jumlah penduduk pada Pulau Sapudi dapat dilihat pada diagraberikut :

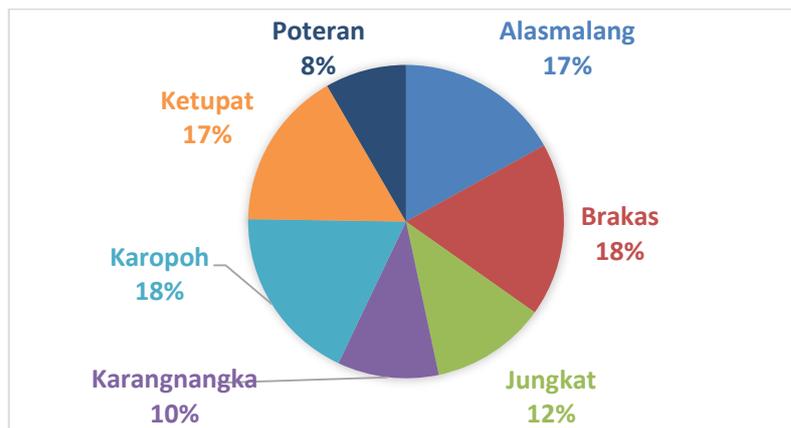
4.2.4. Pulau Raas

Raas adalah sebuah pulau di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kecamatan Raas, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur. Pulau Raas merupakan pusat administratif Kecamatan Raas, yang juga meliputi pulau-pulau kecil di sebelah Utara dan Timur Pulau Raas. Secara geografis, luas Pulau Ra'as adalah sekitar 31.582358 km².



Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.7 Peta Pulau Raas

Pada tahun 2012 jumlah penduduk Pulau Raas tercatat sebanyak 30.160 jiwa. Masyarakat di Pulau Raas umumnya berusaha di bidang pertanian dan tanaman pangan, perikanan, peternakan, konstruksi/bangunan, perdagangan, transportasi/angkutan, jasa serta lainnya. Penduduknya sendiri tersebar di 7 wilayah kelurahan/desa yaitu Kelurahan Alasmalang, Brakas, Jungkat, Karangnangka, Karopoh, Ketupat dan Poteran. Proporsi jumlah penduduk pada Pulau Raas dapat dilihat pada diagraberikut :



Gambar 4.8 Diagram Persentase Jumlah Penduduk Pulau Raas

4.2.5. Pulau Tonduk

Pulau Tonduk adalah sebuah pulau kecil di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura, atau di sebelah Timur Pulau Raas. Berdasarkan hasil

perhitungan dari data citra satelit, luas Pulau Tondhu adalah sekitar 2.492 km². Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kecamatan Raas, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur yang merupakan wilayah Kelurahan Tonduk dengan jumlah penduduk pada 2012 sebanyak 4.520 jiwa.



Sumber: Google Maps, 2017

Gambar 4.9 Peta Pulau Tonduk

Pulau Tondhumemiliki mata pencarian sebagai petani dan nelayan. Jenis pekerjaan lain yang ditemui antara lain yaitu penyedia jasa perahu antar pulau, selain itu juga banyak ditemukan peternak, pedagang, guru dan sebagainya.

4.2.6. Pulau Guwa Guwa

Pulau Guwa Guwa adalah sebuah pulau kecil di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura, atau di sebelah Timur Pulau Raas. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kecamatan Raas, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur yang merupakan wilayah Kelurahan Guwa Guwa dengan jumlah penduduk pada tahun 2012 sebanyak 4.145 jiwa.

Disebelah Utara Pulau Guwa Guwa sekitar jarak 1 km lebih terdapat pulau kecil namanaya Pulau Kamoddi, tidak berpenduduk. Di Pulau Kamoddi terdapat mercusuar yang di bawah kelola Dep. Perhubungan. Dan dengan demikian di P. Kamoddi tersebut hanya dihuni oleh petugas penjaga mercusuar yang berstatus PNS, namun juga ada para nelayan yang selalu berkunjung ke pulau kamoddi dan para pencari kayu bakar, yang dijual ke penduduk di Guwa Guwa.



Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.10 Peta Pulau Guwa Guwa

4.2.7. Pulau Talango Tengah

Pulau Talango Tengah adalah sebuah pulau kecil di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kecamatan Raas, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur yang merupakan wilayah Kelurahan Guwa guwa. Raas sendiri merupakan nama sebuah pulau yang berada di sebelah Selatan Pulau Talango Tengah dengan jumlah penduduk pada tahun 2012 sebanyak 1.717 jiwa.



Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.11 Peta Pulau Talango Tengah

Rata-rata penduduk di Pulau Talango Tengah memiliki mata pencarian sebagai nelayan. Jenis pekerjaan lain yang ditemui antara lain yaitu penyedia jasa perahu antar pulau, selain itu juga ada beberapa orang sebagai pedagang dan guru.

4.2.8. Pulau Talango Aeng

Talango Aeng adalah sebuah pulau kecil di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura.



Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.12 Peta Pulau Talango Aeng

Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kecamatan Raas, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur yang merupakan wilayah Kelurahan Guwa Guwa dengan jumlah total penduduk pada tahun 2012 sebanyak 1.623 jiwa.

4.2.9. Pulau Bulumanuk

Pulau Bulumanuk adalah sebuah pulau di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura. Pulau ini berada di sebelah Utara Pulau Raas. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kabupaten Sumenep, Jawa Timur yang merupakan wilayah Kelurahan Tonduk dengan jumlah penduduk pada tahun 2012 sebesar 1.567 jiwa.



Sumber: Google Maps, 2017

Gambar 4.13 Peta Pulau Bulumanuk

4.2.10. Pulau Pajangan

Pulau Pajangan adalah sebuah pulau di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura. Pulau ini berada di sebelah Utara Pulau Sapudi dan Pulau Raas. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kabupaten Sumenep, Jawa Timur yang termasuk wilayah Kelurahan Tonduk dengan jumlah total penduduk pada tahun 2012 sekitar 1.402 jiwa.

Pulau ini memiliki wisata bahari dengan terumbu karang yang indah dan luas hampir menyerupai terumbu karang di taman nasional bunaken. Belum banyak orang yang mengetahui keindahan bahari Pulau Pajangan. Pulau ini dapat diakses melalui pelabuhan penyebrangan Kalianget, Sumenep dan Jangkar Situbondo.



Sumber: Google Maps, 2017

Gambar 4.14 Peta Pulau Pajangan

4.2.11. Pulau Gili Iyang

Pulau Gili Iyang adalah sebuah pulau kecil di antara gugusan pulau-pulau di sebelah Timur Pulau Madura dengan jumlah total penduduk pada tahun 2012 sekitar 4.051 jiwa. Secara administratif, pulau ini termasuk wilayah Kecamatan Dungkek, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur dengan total luas wilayahnya sekitar 9,21 km². Ibukota kecamatan Dungkek sendiri berada di daratan Pulau Madura.



Sumber: Google Maps, 2017
Gambar 4.15 Peta Pulau Gili Iyang

4.3. Kondisi Perairan

Kepulauan Sumenep yang menjadi lokasi operasional toko terapung dikelilingi oleh perairan dimana disebelah Barat dan Utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah Timur dan Selatan berbatasan dengan Laut Bali. Secara umum dapat dikatakan bahwa perairan laut yang berada di sebelah Utara dan Barat adalah perairan yang dangkal dengan kedalaman laut sampai dengan batas 4 mil berkisar antara 2-70 meter. Sedangkan perairan sebelah Timur dan Selatan merupakan perairan dalam, dimana kedalaman laut sampai batas 4 mil berkisar antara 2 sampai 190 meter.



Gambar 4.16 Kondisi Perairan Daerah Operasional

Kecepatan arus di sekitar daerah operasi di permukaan berkisar antara 0.56-0.95 m/s sedang arus di dasar laut berkisar antara 0.29-0.42 m/s. Tinggi gelombang laut sangat tergantung pada kondisi cuaca dan musim yang terjadi. Distribusi tinggi gelombang laut rata-rata berkisar antara 0.5-3.0 m. Suhu air berkisar antara 28,2 0C di permukaan hingga 21,6 0C pada kedalaman sekitar 100 m. Suhu udara berkisar antara 200C - 340C (BMKG, 2015).

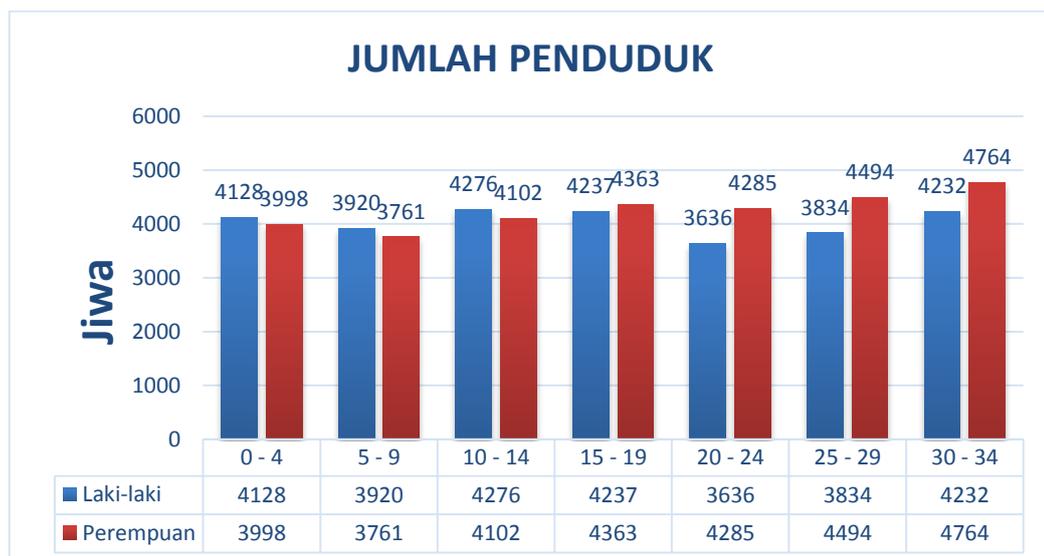
4.4. Gambaran Umum Jumlah Penduduk

Sebagai kabupaten yang memiliki wilayah berupa gugusan-gugusan pulau dengan jumlah pulau berpenghuni yang cukup banyak Sumenep memiliki tantangan besar dalam hal pemenuhan barang kebutuhan di wilayah-wilayah yang terisolir dan jauh dari pusat kota. Hal ini perlu diperhatikan untuk terciptanya kesejahteraan bagi penduduk.

Tabel 4-1 Tabel Jumlah Penduduk

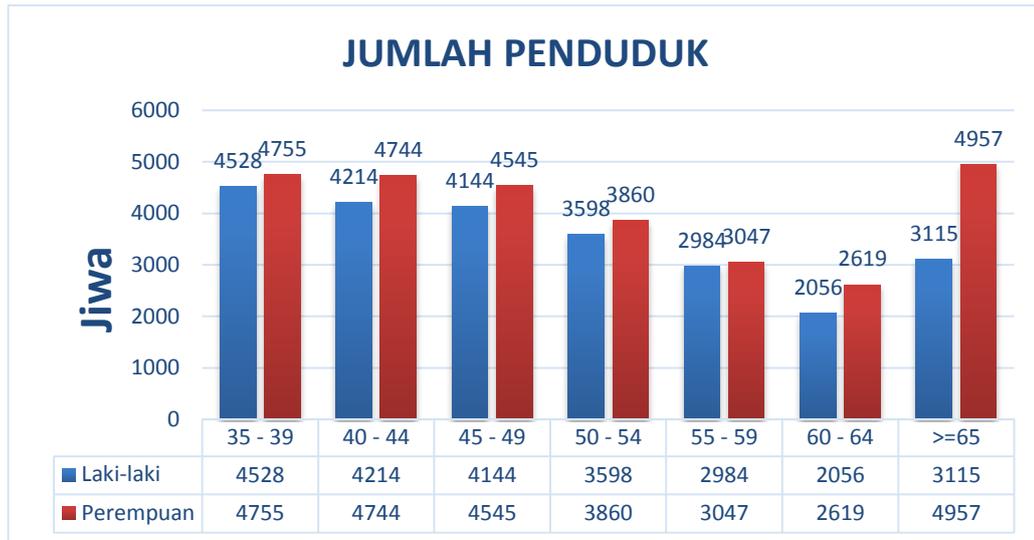
Kelompok Umur (Tahun)	Laki-laki	Perempuan	Jumlah
0 - 4	4.128	3.998	8.126
5 - 9	3.920	3.761	7.681
10 - 14	4.276	4.102	8.378
15 - 19	4.237	4.363	8.600
20 - 24	3.636	4.285	7.921
25 - 29	3.834	4.494	8.328
30 - 34	4.232	4.764	8.996
35 - 39	4.528	4.755	9.283
40 - 44	4.214	4.744	8.958
45 - 49	4.144	4.545	8.689
50 - 54	3.598	3.860	7.458
55 - 59	2.984	3.047	6.031
60 - 64	2.056	2.619	4.675
>=65	3.115	4.957	8.072
Total	52.902	58.294	111.196

Salah satu gugusan pulau di Sumenep adalah 10 pulau yang menjadi daerah operasi pada penelitian ini. Dengan total penduduk sebanyak 111.196 jiwa pada 2012 di 10 titik daerah operasional (Badan Pusat Statistik Sumenep, 2012), berikut merupakan jumlah penduduk di pulau Sapudi menurut jenis kelamin dan golongan umur sebagai gambaran jumlah penduduk di daerah operasi:



Sumber: Badan Pusat Statistik Sumenep, 2012

Gambar 4.17 Grafik Jumlah Penduduk Pulau Sapudi Menurut Jenis Kelamin Dan Golongan Umur



Sumber Badan Pusat Statistik Sumenep, 2012

Gambar 4.18 Grafik Jumlah Penduduk Pulau Sapudi Menurut Jenis Kelamin Dan Golongan Umur

Gambar diatas menunjukkan tingkat sebaran jumlah penduduk untuk salah satu wilayah yang akan di layani oleh toko terapung yang terdiri dari 9 kelurahan, yaitu Kelurahan Gayam, Gendang Barat, Gendang Timur, Jamburi, Kalowang, Karang Tengah, Pancor, Prambanan dan Tarebung. Untuk data penduduk di pulau-pulau lainnya akan disertakan pada lampiran. Berikut ini adalah data jumlah penduduk di masing-masing kelurahan pada Pulau Sapudi:

Tabel 4-2 Jumlah Penduduk Tiap Kelurahan di Pulau Sapudi

No.	Kelurahan	Jumlah Penduduk
1.	Gayam	3462
2.	Gendang Barat	2271
3.	Gendang Timur	2165
4.	Jamburi	4705
5.	Kalowang	5222
6.	Karang Tengah	5307
7.	Pancor	2371
8.	Prambanan	1777
9.	Tarebung	6070
	Total	33350

4.5. Kondisi Pemenuhan Barang Kebutuhan

Karena daerah Kepulauan Sumenep yang jauh dari pusat perekonomian dan perindustrian, kegiatan pemenuhan kebutuhan penduduk sehari-hari di 10 pulau yang menjadi daerah studi penelitian ini belum cukup baik. Hal ini disebabkan karena kurangnya sarana transportasi laut sebagai penunjang kebutuhan penduduk.

Menurut data dari Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia tahun 2012, dari 10 pulau tersebut pulau yang memiliki aksesibilitas paling baik adalah Pulau Poteran dengan 2 kapal khusus penyebrangan milik swasta yang melayani penyebrangan Kalianget-Poteran memiliki waktu tempuh penyebrangan yang paling singkat yaitu 5 sampai 12 menit dari pelabuhan Kalianget.

Sedangkan pada Pulau Sapudi dengan jumlah penduduk terbanyak diantara kesepuluh pulau tersebut, ketersediaan pelayanan penyebrangan masih sangat minim bahkan tidak ada kapal penyebrangan resmi yang melayani penyebrangan ke Sapudi. Kapal yang tersedia yaitu hanya satu kapal dari pelabuhan Dungkek dan satu kapal dari Kalianget berukuran 10 ton seperti gambar dibawah.



Gambar 4.19 Kapal Penyebrangan Kalianget-Sapudi

Penyebrangan menuju Pulau Sapudi dari Dungkek harus menggunakan perahu kecil terlebih dahulu baru setelahnya melanjutkan penyebrangan dengan

perahu yang lebih besar. Untuk menunjang pemenuhan kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari masyarakat Sapudi mengelola sendiri perahu kayu tradisional untuk melakukan penyebrangan ke daerah pusat perdagangan.

Pulau Raas, Tonduk, Pajangan, Talango Aeng dan pulau-pulau kecil lainnya menggunakan perahutradisional kecil berukuran 5 sampai 10 meter atau ukuran yang lebih kecil. Selain sebagai sarana transportasi perahu-perahu tersebut juga digunakan untuk menangkap ikan oleh masyarakat (Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia, 2013).

Belum memadainya sarana transportasi untuk melayani kawasan kepulauan Sumenep mengakibatkan proses pemenuhan barang kebutuhan menjadi kurang lancar. Penduduk di kepulauan Sumenep dalam pemenuhan barang kebutuhannya hanya ditunjang oleh pedagang tradisional dan toko-toko kecil yang mana jenis dan jumlah barang yang diujakan sangat terbatas.



Gambar 4.20 Pedagang Tradisional dan Toko di Daerah Kepulauan Sumenep

Menurut hasil wawancara peneliti ke penduduk dan pedagang di Pulau Poteran yang merupakan pulau dengan aksesibilitas paling baik di kepulauan Sumenep, untuk memenuhi kebutuhan barangnya sendiri maupun stok barang bagi para pedagang harus membeli langsung ke Sumenep dengan kendaraan milik sendiri atau untuk barang tertentu dapat memesan ke distributor di sumenep dengan rata-rata waktu tiba barang setelah pemesanan adalah sekitar 4 hari.

Hal ini menunjukkan masih sulitnya pemenuhan kebutuhan masyarakat Kepulauan Sumenep yang dikarenakan masalah transportasi khususnya transportasi

laut. Padahal transportasi khususnya transportasi laut mempunyai peranan penting memperluas cakupan barang dan jasa yang dapat dikonsumsi di suatu wilayah. Hal ini memungkinkan pemanfaatan sumber-sumber yang lebih murah atau berkualitas lebih tinggi.

4.6. Jenis dan Tingkat Konsumsi Barang Kebutuhan

Konsumsi adalah kegiatan penting yang dilakukan dengan tujuan untuk mengambil kegunaan pada suatu produk dan jasa. Produk dan jasa ini dapat berupa barang atau benda, serta sebuah jenis jasa atau pelayanan. Kegiatan konsumsi dimaksudkan untuk memenuhi semua kebutuhan yang bersifat penting atau bahkan hanya bersifat kesenangan dan kepuasan dalam waktu seketika. Barang konsumsi adalah barang-barang yang diproduksi dengan tujuan untuk dipergunakan oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan hidup.

Barang konsumsi berbeda-beda macamnya untuk tiap masyarakat di tiap daerah sesuai dengan kebiasaan dan kebutuhan masyarakat di daerah tersebut. Walaupun demikian barang kebutuhan dasar atau pokok merupakan hal yang wajib terpenuhi untuk tiap masyarakat di tiap daerah demi tercapainya kesejahteraan di suatu daerah. Jenis dan tingkat konsumsi barang pokok sebagai kebutuhan konsumsi di kepulauan Sumenep diperoleh dari nilai konsumsi atas produk atau barang kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari penduduk Kabupaten Sumenep. Dibawah ini merupakan contoh data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep tahun 2012 mengenai barang kebutuhan.

Sumber: Badan Pusat Statistik Sumenep, 2012

Tabel 4-3 Tingkat Konsumsi Atas Barang Kebutuhan Pokok dan Lainnya

Item	Konsumsi Perkapita (per minggu)	Satuan
Kacang hijau	0,003	kg
Kacang tanah	0,005	kg
Kedelai	0,001	kg
Tepung terigu	0,028	kg
Tepung beras	0,007	kg
Beras ketan	0,005	kg
Beras	1,721	kg
Total	1,77	kg

Barang-barang diatas adalah jenis biji-bijian beserta tingkat konsumsinya pada daerah Sumenep. Selain jenis barang ini terdapat jenis barang kebutuhan pangan maupun non pangan lain sejumlah 42 jenis baarang yang akan ditampilkan secara detil pada lampiran.

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Perhitungan Demand

Demand yaitu dalam penelitian ini adalah jumlah kebutuhan penduduk yang akan dipenuhi oleh kapal toko terapung. Kebutuhan penduduk sendiri terdiri dari daftar barang-barang kebutuhan pokok dan keperluan sehari-hari yang telah dijelaskan di bagian sebelumnya. Dengan diketahuinya besar jumlah penduduk di tiap pulau dan daftar barang kebutuhan beserta tingkat konsumsinya yang tertera pada Tabel 4-3 maka dapat dihitung demand yang akan diangkut kapal saat beroperasi.

Dari berbagai macam jenis barang kebutuhan, untuk menghitung kebutuhan penduduk terlebih dahulu melakukan pengelompokan penduduk berdasarkan konsumsi ataupun pemakaian masing-masing jenis barang sesuai umur penduduk seperti berikut:

Tabel 5-1 Tabel Barang Kebutuhan Menurut golongan Umur

Item	Rentang Usia													
	0 - 4	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	>=65
Beras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Shampo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Minyak goreng	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Telur ayam ras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Susu bubuk bayi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teh	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kopi bubuk	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Data diatas merupakan contoh pengelompokan jenis barang kebutuhan menurut umur penduduk. Untuk data yang lebih lengkap akan disertakan pada lampiran.

Jumlah demand kemudian dapat diperoleh dengan data jumlah penduduk yang telah dimiliki terlebih dahulu diramalkan jumlah penduduk 10 tahun kedepan dengan rata-rata pertumbuhan penduduk hingga menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep saat ini sebesar 0.5% per tahun, lalu berdasarkan pengelompokan umur penduduk seperti diatas dikalikan antara jumlah penduduk

dengan tingkat konsumsi atau pemakaian barangnya. Diperoleh besar kebutuhan penduduk sebagai berikut:

Tabel 5-2 Total Demand

Total Demand Per Pulau			
Pulau	kg/minggu	ton/minggu	ton/hari
P. Poteran	82570,650	82,571	11,796
P. Sapudi	96063,973	96,064	13,723
P. Raas	86853,618	86,854	12,408
P. Tonduk	13013,331	13,013	1,859
P. Guwa Guwa	11939,307	11,939	1,706
P. Talango Tengah	4956,452	4,956	0,708
P. Talango Aeng	4688,888	4,689	0,670
P. Bulumanuk	4521,459	4,521	0,646
P. Pajangan	4047,228	4,047	0,578
P. Gili Iyang	11687,462	11,687	1,670
Total	320342,368	320,342	45,763

5.2. Penentuan Pola Operasi Toko Terapung

Dari konsep toko terapung sendiri, hal yang diutamakan dalam penelitian ini adalah pelayanan sebuah toko itu sendiri dalam menyediakan kebutuhan konsumsi dan barang sehari-hari yang dibutuhkan oleh masyarakat. Dimana dalam pengoperasiannya toko terapung akan mendatangi pulau pada daerah operasi dan melakukan kegiatan jual beli barang selama waktu tertentu seperti layaknya toko di darat yang buka dan tutup selama waktu dan dalam periode tertentu.

Toko terapung sendiri adalah sebuah toko grosir yang menjual barang-barang secara grosir atau partai besar dimana pelanggan dapat memesan barang yang akan dibeli sebelum jadwal toko terapung singgah di pulau tersebut. Jadi dalam pengoperasiannya saat toko terapung singgah di suatu pulau lama singgah toko atau dapat disebut waktu buka toko tidaklah lama.

5.2.1. Rute Operasi Toko Terapung

Pola operasi toko terapung yang dalam penelitian ini meliputi 11 titik atau node dengan 10 pulau yang menjadi titik konsumen bagi toko dengan 1 titik depot atau asal yaitu Kalianget. Sebelum melakukan penentuan rute terlebih dahulu dicari

jarak antar seluruh titik baik asal maupun pulau-pulau daerah operasi toko terapung. Dengan menggunakan Google Earth diketahui jarak antar titik sebagai berikut:

Tabel 5-3 Jarak Pelayaran Antar Titik

Jarak Antar Pelayaran Antar Titik (nm)												
Node	Nama Pulau	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Kalianget	5,88	24,6	43,41	47,29	50,51	44,87	42,29	33,15	30,23	13,95	0
2	P. Poteran	0	18,69	37,85	40,27	46,58	38,99	36,41	27,27	24,35	8,07	5,88
3	P. Sapudi		0	21,09	21,16	28,45	24,04	24,05	12,32	17,75	14,6	24,6
4	P. Raas			0	3,03	7,36	5,08	4,64	14,15	17,21	30,47	43,41
5	P. Tonduk				0	4,33	3,6	5,09	15,9	19,06	32,53	47,29
6	P. Guwa Guwa					0	5,66	8,53	19,51	23,22	37,84	50,51
7	P. Talango Tengah						0	2,9	13,85	17,56	32,18	44,87
8	P. Talango Aeng							0	10,95	14,66	29,28	42,29
9	P. Bulumanuk								0	4,28	19,72	33,15
10	P. Pajangan									0	16,37	30,23
11	P. Gili Iyang										0	13,95
12	0											0

Kemudian rute operasi dicari dengan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) yang dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan *solver* pada Microsoft Excel dengan perumusan matematis menggunakan persamaan 3.1 dilakukan perhitungan dan diperoleh hasil optimisasi seperti berikut :

Tabel 5-4 Hasil Optimisasi Minimum Total Jarak

Node	Rute	Jarak (nm)
1	Kalianget	0
2	P. Poteran	5,88
3	P. Sapudi	18,69
4	P. Raas	21,09
5	P. Tonduk	3,03
6	P. Guwa Guwa	4,33
7	P. Talango Tengah	5,66
8	P. Talango Aeng	2,9
9	P. Bulumanuk	10,95
10	P. Pajangan	4,28
11	P. Gili Iyang	16,37
12	Kalianget	13,95
Total Jarak (nm)		107,13

Rute yang diperoleh merupakan jalur yang melingkar mengingahi setiap pulau karena memang posisi masing masing pulau yang membentuk gugusan pulau dengan pola melingkar seperti digambarkan pada gambar berikut:



Sumber: Google Maps, 2017

Gambar 5.1 Rute Pola Operasi Toko Terapung

5.2.2. Perhitungan Waktu Pelayaran Toko Terapung

Dari rute yang telah diperoleh kemudian dapat digunakan untuk perhitungan waktu pelayaran untuk operasional toko terapung untuk pemenuhan kebutuhan penduduk dengan periode kedatangan satu Minggu sekali. Periode kunjungan toko terapung ditentukan satu minggu sekali untuk memudahkan konsumen di tiap pulau mengetahui waktu kunjungan toko terapung yaitu seminggu sekali di hari yang sama setiap minggunya.

Dengan total demand tiap pulau yang telah dihitung (Tabel 5-2) serta rute pola operasi yang telah terpilih, dihitung waktu pelayaran dengan asumsi kecepatan kapal sebesar 5 knot dan ditetapkan waktu pelayanan toko selama 5 jam diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5-5 Total Waktu Pelayaran Toko Terapung

Rute		Jarak (nm)	Sea Time (jam)	Demand (ton)	Port Time (jam)				Total Time		
Asal	Tujuan				Persiapan	Bongkar	Standby	Muat	jam	hari	
Kalianget	P. Poteran	5,88	0,588	82,571	2	5,505	5		13,093	0,55	
P. Poteran	P. Sapudi	18,69	1,869	96,064	2	6,404	5		15,273	0,64	
P. Sapudi	P. Raas	21,09	2,109	86,854	2	5,790	5		14,899	0,62	
P. Raas	P. Tonduk	3,03	0,303	13,013	2	0,868	5		8,171	0,34	
P. Tonduk	P. Guwa Guwa	4,33	0,433	11,939	2	0,796	5		8,229	0,34	
P. Guwa Guwa	P. Talango Tengah	5,66	0,566	4,956	2	0,330	5		7,896	0,33	
P. Talango Tengah	P. Talango Aeng	2,9	0,29	4,689	2	0,313	5		7,603	0,32	
P. Talango Aeng	P. Bulumanuk	10,95	1,095	4,521	2	0,301	5		8,396	0,35	
P. Bulumanuk	P. Pajangan	4,28	0,428	4,047	2	0,270	5		7,698	0,32	
P. Pajangan	P. Gili Iyang	16,37	1,637	11,687	2	0,779	5		9,416	0,39	
P. Gili Iyang	Kalianget	13,95	1,395		2			21,356	24,751	1,03	
Total		107,13	10,713	320,342					114,712	125,425	5,226

Dari hasil perhitungan seperti yang ditampilkan pada tabel diatas diperoleh total waktu pelayaran kapal sebesar 125,425 jam atau 5,226 hari dengan total *sea time* sebesar 10,713 dan *port time* sebesar 114,712 jam.

5.3. Desain Konseptual Toko Terapung

Dalam merencanakan pembangunan kapal sebagai sebuah toko terapung, analisis demand dari titik-titik konsumen diperlukan untuk mengetahui jumlah muatan yang akan diangkut toko terapung dalam kegiatan operasionalnya. Dalam proses perancangan kapal sendiri analisis demand yang telah penulis lakukan, dalam proses desain akan digunakan sebagai payload dari kapal yang dirancang sebagai toko terapung.

Dari analisis demand di daerah operasi telah diperoleh jumlah kebutuhan penduduk yang diukur dengan pendekatan berat yaitu sebesar 320,3 ton. Hasil berat kebutuhan penduduk tersebut kemudian digunakan sebagai acuan besar *payload* untuk proses perancangan kapal. Dengan perhitungan besar *payload* sama dengan 80% DWT diperoleh DWT kapal yang akan didesain sebagai toko terapung sebesar 400 ton.

Gambaran desain toko terapung adalah sebagai berikut :



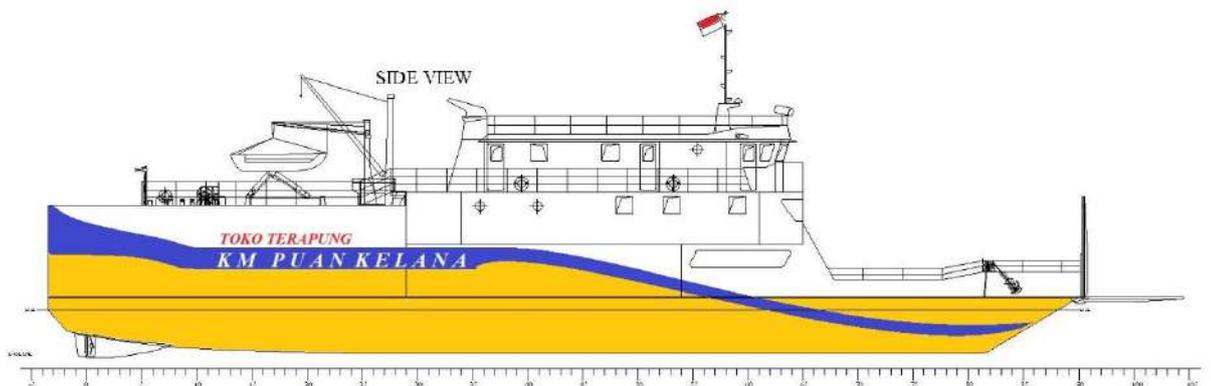
Kapal LCT



Toko



Toko Terapung



Gambar 5.2 Gambaran Desain Toko Terapung

5.3.1. Penentuan Ukuran Utama

Memasuki tahapan perancangan kapal dimulai dengan mencari ukuran utama kapal dengan cara menggunakan data kapal pembanding yang telah ada. Kapal pembanding sendiri dipilih jenis kapal LCT atau *landing craft tank ship* karena kapal ini mempunyai karakteristik dan kemampuan unik yaitu mempunyai sarat yang rendah serta dapat melakukan sandar di pinggir pantai atau daerah tanpa pelabuhan. Jenis kapal ini dipilih karena pada daerah operasi toko terapung adalah daerah dengan perairan dangkal dan sarana pelabuhan atau dermaga tidak dimiliki seluruh pulau pada daerah operasi. Contoh data kapal LCT yang digunakan sebagai kapal pembanding adalah sebagai berikut:

Tabel 5-6 Data Kapal Pembanding

No.	Nama Kapal	DWT(ton)	Lpp(m)	B(m)	H(m)
1	S.Harapan XVIII	48	22,5	6,07	1,72
2	S.Harapan Makmur II	105	25,2	6,08	1,75
3	Harapan II	116	26,1	6,1	1,8
4	Perintis Prima	124	28,2	6,25	1,83
5	Harapan Jaya XII	168	29,3	7,5	1,8
6	Malinda Mandiri	291	36,38	8,5	2,44
7	Harapan Perdana VIII	298	33,6	8,5	2,65
8	Total IV	357	29,2	8	3
8	Cipta Harapan VI	364	44,05	9	2,6
10	Lestari Abadi 05	457	47,5	9	2,8

Dengan total jumlah kapal pembanding sebanyak 40 kapal dihitung regresi linier antara besar DWT kapal dengan ukuran utamanya yaitu L, B, H dan T. Diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5-7 Hasil Regresi Kapal Pembanding

Korelasi	Y	R ²
DWT - L =	0,0301 X + 27,664	0,891
DWT - B =	0,0057 X + 6,4689	0,946
DWT - H =	0,0012 X + 2,0529	0,819
DWT - T =	0,0009 X + 1,5031	0,751

Dari hasil regresi tersebut ditentukan ukuran utama awal kapal dan setelah dilakukan koreksi terhadap ukuran utama awal yang harus memenuhi batasan:

$$L/B = 4,89 \text{ m} \quad 3,65 \leq L/B \leq 5,3$$

$$L/H = 16,94 \text{ m} \quad 9,73 \leq L/H \leq 22,01$$

$$L/T = 22,14 \text{ m} \quad 14,59 \leq L/T \leq 33,12$$

$$B/H = 3,46 \text{ m} \quad 2,67 \leq B/H \leq 4,52$$

$$B/T = 4,52 \text{ m} \quad 3,86 \leq B/T \leq 6,82$$

Maka diperoleh ukuran utama kapal sebagai berikut:

$$L_{pp} = 44,05 \text{ meter}$$

$$B = 9 \text{ meter}$$

$$H = 2,6 \text{ meter}$$

$$T = 1,99 \text{ meter}$$

Setelah mendapatkan ukuran utama kapal langkah selanjutnya adalah mencari koefisien-koefisien kapal, dari koefisien kapal selanjutnya dapat ditentukan perhitungan-perhitungan ditahap selanjutnya.

5.3.2. Perhitungan Koefisien

- *Froude 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.

Didapatkan Froud Number sebagai berikut (Lewis, 1988) :

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}}$$

Dimana:

V_s = Kecepatan dinas (m/s)

g = Gravitasi (m/s²)

L = L kapal (m)

$Fn = 0,243$

$0,15 \leq Fn \leq 0,3$

- Koefisien Blok

Dari perhitungan didapatkan C_B sebesar (Parson, 2001) :

$$C_B = -4.22 + 27.8 \cdot \sqrt{Fn} - 39.1 \cdot Fn + 46.4 \cdot Fn^3$$

$$= 0,84$$

- 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. Dari perhitungan didapat harga C_M (Parson, 2001)

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

$$= 0,997$$

- Koefisien bidang garis air

Koefisien waterplan adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada dibawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang pada L_{wl} dan tinggi = T. Dari perhitungan ukuran yang optimal didapat harga CWP

(Parson, 2001) :

$$C_{WP} = 0,262 + 0,810 \cdot C_P$$

$$C_{WP} = 0,942$$

- LCB

Length Center of Buoyancy adalah jarak titik gaya angkat secara memanjang. Didapatkan LCB sebagai berikut (Schneekluth, 1998):

a. LCB (%)

$$LCB = -13,5 + 19,4 \cdot C_b$$

$$= 2,793 \% LCB$$

b. LCB dari M

$$\frac{LCB (\%)}{100} \cdot L_{PP}$$

$$= 1,23 \text{ didepan m}$$

c. LCB dari AP

$$LCB = 0.5 \cdot L_{PP} + L_{CBM}$$

$$= 23,255 \text{ m dari FP}$$

- Koeffisien Prismatic

Koeffisien Prismatic adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang midship dan panjang L_{wl} . Atau sama dengan koeffisien balok dibagi koeffisien midship. Dari perhitungan ukuran yang optimal didapat harga C_p (Dokkum, 2003):

$$C_p = \frac{C_B}{C_M}$$

$$= 0.840$$

- Volume Displacement

$$V = L \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$= 687,170 \text{ m}^3$$

- Berat Displasmen

$$D = V \cdot \rho$$

$$= 704,35 \text{ ton}$$

5.3.3. Perhitungan Hambatan

Untuk menghitung tahanan kapal digunakan metode holtrop. Dengan perhitungan sebagai berikut :

- Viscous resistance

$$C_{FO} = \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$$

$$= 0,001891$$

- Appendages resistance

$$1 + k_1 = 0.93 + 0.4871 C_1 (B/L)^{1.0681} (T/L)^{0.4611} (L/L_R)^{0.1216} (L^3/V)^{0.3649} (1 - C_p)^{-0.6042}$$

$$= 1,357$$

- Wave making resistance

$$R_w / W = C_1 C_2 C_3 \text{em}^1 \times \text{Fn}^d + m_2 \cos (1 \text{Fn}^{-2})$$

$$= 0.00116 \text{ kn}$$

- Hambatan total kapal

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

$$= 23,80233335 \text{ kN}$$

$$R_T + \text{Margin } 15\% R_{Total} = 27,37268335 \text{ kN}$$

5.3.4. Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Dari hambatan total yang telah dihitung kemudian dapat dilakukan perhitungan propulsi dan daya mesin. Berikut ini merupakan langkah perhitungannya :

Perhitungan awal

$$1+k = 1,357$$

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)} \quad ; \quad C_A = 0,0007$$

$$= 0,00202$$

$$C_V = (1+k) \cdot C_F + C_A \quad ; \quad W = 0.3 \cdot C_B + 10 \cdot C_V C_B - 0.1$$

$$= 0,00322 \quad \quad \quad = 0,21588$$

$$T = 0,21458$$

$$V_a = V_s \cdot (1 - w)$$

$$= 4,034$$

2. *Effectif horse power (EHP)*

$$P_E = R_t \cdot V_s$$

$$= 140,805 \text{ kW}$$

3. *Trust horse power (THP)*

$$P_T = P_E \cdot (1 - w) / (1 - t)$$

$$= 140,5722 \text{ kw}$$

4. *Propultion coefficient calculation*

$$\eta_H = \text{hull efficiency}$$

$$= 1,0016$$

$$\eta_o = \text{open water test propeller}$$

$$= 0.67$$

$$\begin{aligned} \eta_r &= \text{rotative efficiency} \\ &= 0,9539 \\ \eta_D &= \text{quasi propulsive coefficient} \\ &= 0.640 \\ P_D &= \text{delivered powee at propeller} \\ &= \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r} \\ &= 219,9479 \text{ kw} \end{aligned}$$

5. Shaft horse power (SHP)

$$\begin{aligned} \eta_s &= \text{shaft efficiency ; (0.981- 0.985)} \\ &= 0.985 ; \text{ untuk mesin after} \\ P_S &= 223,297 \text{ kW} \end{aligned}$$

6. Brake horse power (BHP)

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r \eta_s \eta_b \eta_i} \\ &= 230,191 \text{ kW} \end{aligned}$$

Koreksi MCR

$$= 15\% \cdot P_{BO}$$

$$P_b = (115\% \cdot P_{BO}) \cdot 115\%$$

$$\text{BHP} = 299,1338 \text{ kW}$$

$$= 401,145 \text{ HP}$$

5.3.5. Perhitungan Berat Total dan Titik Berat

7. Light weight tonnes (LWT)

- Steel weight

$$W_{st} = 171,44 \quad \text{ton}$$

$$KG_{ST} = 2,566 \quad \text{m}$$

$$LCG_{ST} = 20,749 \quad \text{m; dari FP}$$

- Equioment & outfitting weight

$$W_{E\&O} = 53,800 \quad \text{ton}$$

$$KG_{E\&O} = 3,959 \quad m$$

$$LCG_{E\&O} = 23.829 \quad m$$

- Machinery weight

$$W_m = 20,101 \quad ton$$

$$KG_M = 0,91 \quad m$$

$$LCG_M = 13,725 \quad m$$

4. Dead weight tonnes (DWT)

- Consumable and crew weight

$$W_{CONS} = 9,201 \quad ton$$

$$KG_{CONS} = 6,749 \quad m$$

$$LCG_{CONS} = 42,692 \quad m$$

- Payload

$$W_{PAYLOAD} = 320 \quad ton$$

$$KG_{PAYLOAD} = 1,7 \quad m$$

$$LCG_{PAYLOAD} = 19,5 \quad m$$

5. Titik berat total

$$KG \text{ total} = \frac{W_{ST} \cdot KG_{ST} + W_{E\&O} \cdot KG_{E\&O} + W_M \cdot KG_M + W_{CONS} \cdot KG_{CONS} + W_{PAYLOAD} \cdot KG_{PAYLOAD}}{W_{ST} + W_{E\&O} + W_M + W_{CONS} + W_{PAYLOAD}}$$

$$= 2,159 \quad m$$

$$LCG \text{ total} = \frac{W_{ST} \cdot LCG_{ST} + W_{E\&O} \cdot LCG_{E\&O} + W_M \cdot LCG_M + W_{CONS} \cdot LCG_{CONS} + W_{PAYLOAD} \cdot LCG_{PAYLOAD}}{W_{ST} + W_{E\&O} + W_M + W_{CONS} + W_{PAYLOAD}}$$

$$= 20,81 \quad m$$

Berat LWT total

$$LWT = W_{st} + W_{EO} + W_M$$

$$= 245,34 \quad ton$$

Berat DWT total

$$DWT = W_{CONS} + W_{payload}$$

$$= 409,201 \quad ton$$

Berat total

$$= LWT + DWT$$

$$= 654,541 \quad ton$$

Koreksi margin displacement (2 - 10%)

$$\Delta l = L \times B \times T \times C_b \times \rho$$

$$= 704,349 \quad ton$$

$$\begin{aligned}
\Delta 2 &= \text{total LWT} + \text{total DWT} + \text{margin} \\
\text{Margin} &= \Delta 1 - (\text{Total LWT} + \text{Total DWT}) \\
&= 49,808 \quad \text{ton} \\
&= 7,07 \%
\end{aligned}$$

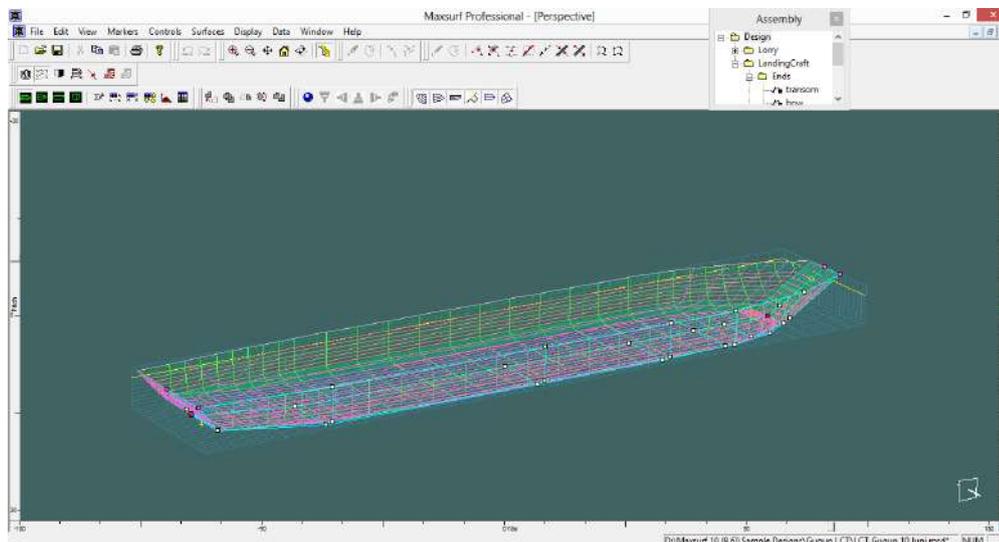
5.3.6. Rencana Garis

Setelah ukuran utama akhir dari hasil perhitungan, kemudian dilakukan pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. Lines Plan ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (pandangan depan), secara memanjang (pandangan samping), dan vertikal memanjang (pandangan atas). Lines plan berguna untuk mendapatkan desain kapal yang optimum, terutama desain ruang muat. Lines plan merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan badan kapal yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, *body plan* (secara melintang), *sheer plan* (secara memanjang) dan *half breadth plan* (dilihat dari atas). Ada banyak cara membuat *lines plan*.

Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode literasi sample design pada *software maxsurf 10* (9.6). Langkah awal dalam membuat lines plan adalah menentukan data kapal terdahulu (Parent Ship). Kemudian kapal tersebut karakteristiknya disesuaikan dengan kapal yang direncanakan. Setelah itu dilakukan penyempurnaan menggunakan *software AutoCAD*. Dalam menggambar half breadth plan dan sheer plan juga dibantu oleh kedua *software* tersebut. Untuk potongan melintang sepanjang badan kapal ditentukan sejumlah 29 potongan dari *Station 1* hingga *Station 20*. Potongan memanjang direncanakan berjumlah 9 *buttock line* untuk setengah lebar kapal dengan jarak masing-masing 1 meter hingga ke bagian paling tepi lambung. Untuk tampak atas potongan direncanakan berjumlah 9 mulai dari *baseline, waterline 1* sampai 7 dan pada sarat kapal dengan jarak masing masing 0.25 meter. Ukuran utama kapal yang dirancang sebagai toko terapung adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
L_{pp} &= 44,05 \text{ meter} & ; & & H &= 2,6 \text{ meter} \\
B &= 9 \text{ meter} & ; & & T &= 1,99 \text{ meter} & ; & & CB &= 0.84
\end{aligned}$$

Hasil proses desain menggunakan software *maxsurf* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.3 Hasil Desain Kapal dengan *Maxsurf*

Berdasarkan gambar tiga dimensi tersebut, dapat dilakukan proyeksi potongan melintang kapal sehingga akan didapat bentuk badan kapal untuk setiap *station* yang direncanakan (*20 station*). Hasil proyeksi disajikan pada gambar rencana garis dalam lampiran tugas akhir ini.

Selanjutnya dari gambar rencana garis yang sudah ada dilakukan perancangan rencana umum kapal. Proses desain rencana umum kapal sebenarnya merupakan proses penggalian kreatifitas seorang perancang dalam merancang kapal. Namun bukan berarti dalam perencanaannya tidak ada batasan-batasan yang mengikat. Pada kenyataannya terdapat banyak peraturan yang harus diikuti dalam perancangan yaitu perhitungan jarak gading, sistem konstruksi, tinggi *double bottom*, tangga, pintu, jendela, akomodasi, alat navigasi, alat keselamatan, alat labuh, dan lain sebagainya. Pembahasan aturan-aturan tersebut tidak ditampilkan dalam laporan ini, namun rencana umum toko terapung ini dirancang dengan memperhatikan aturan-aturan tersebut. Hasil rencana umum toko terapung dapat dilihat di lampiran.

5.3.7. Rencana Umum

Dari hasil Rencana Garis yang telah dikerjakan sebelumnya proses desain dilanjutkan dengan proses desain Rencana Umum. Rencana Umum atau General

Arrangement dalam “Ship Design and Construction, Bab III” didefinisikan dengan 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 ruang beserta aksesnya. Rencana umum dibuat berdasarkan lines plan yang telah dibuat sebelumnya. Dengan lines plan secara garis besar bentuk badan kapal (outline) akan terlihat sehingga memudahkan dalam mendesain serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Diluar dari ketentuan atau batasan yang harus diikuti, proses desain Rencana Umum juga merupakan proses kreatif dari seorang arsitek kapal untuk menghasilkan rancangan kapal yang sesuai ketentuan juga memiliki nilai estetika.

Dalam pendesainan kapal ini, direncanakan beberapa hal yaitu :

- Jarak gading 500 mm
- Jarak penumpu 5 kali jarak gading
- Terdapat 3 sekat, yaitu sekat buritan, sekat kamar mesin, dan sekat haluan
- Tidak ada double bottom, akan tetapi diberi platform 0.5 m
- Di Main Deck merupakan ruangan untuk layanan Toko Terapung.
- Second deck adalah ruangan untuk akomodasi.
- Di Navigation Deck terdapat ruang navigasi.
- Sedangkan di bottom terdapat ruang control panel, dan tangki-tangki

Pada perancangan toko terapung ini yang menjadi fokus bahasan adalah perancangan toko terapung itu sendiri. Dari hasil perhitungan muatan barang yang diangkut toko terapung yaitu diperoleh sebesar 320 ton dengan besar kebutuhan ruangan untuk penyimpanan barang dicari dengan cara menghitung dimensi tiap jenis barang dan dikali dengan jumlah kebutuhan akan barang tersebut. Contoh Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 5-8 Perhitungan Volume Muatan

Jenis Barang	Kemasan Barang (m)			Isi/kemasan (kg)	Demand (kg)	Jumlah Barang (kemasan)	Volume Barang (m ³)
	p	l	t				
Tepung terigu	0,43	0,3	0,25	1	686,798	687	22,156
Tepung beras	0,43	0,3	0,25	1	171,700	172	5,547
Beras	0,3	0,3	0,06	5	51970,758	10395	56,133
Minyak goreng	0,12	0,065	0,22	1	4967,047	4968	8,525
Gula pasir	0,15	0,055	0,15	1	11216,878	11217	13,881
Mie Instan	0,12	0,115	0,03	0,075	2667,916	35573	14,727

Tabel diatas merupakan contoh perhitungan per jenis barang dengan hasil akhir yang dicari adalaah volume barang yang dimuat pada toko terapung. Volume barang diperloeh dengan cara:

- Mencari volume per satuan kemasan barang dengan data panjang, lebar dan tinggi barang per kemasan
- Menghitung jumlah barang yang akan dimuat dengan cara membagi demand dengan isi barang per kemasan selanjutnya,
- Dikalikan dengan volume barang per satuan kemasan untuk memperoleh total volume per jenis barang yang dimuat

Cara perhitungan diatas dilakukan untuk setiap jenis barang yang akan dimuat hingga akhitanya dijumlahkan dan diperoleh volume total muatan sebesar 474,139 m³ yang secara detil akan ditampilkan pada lampiran.

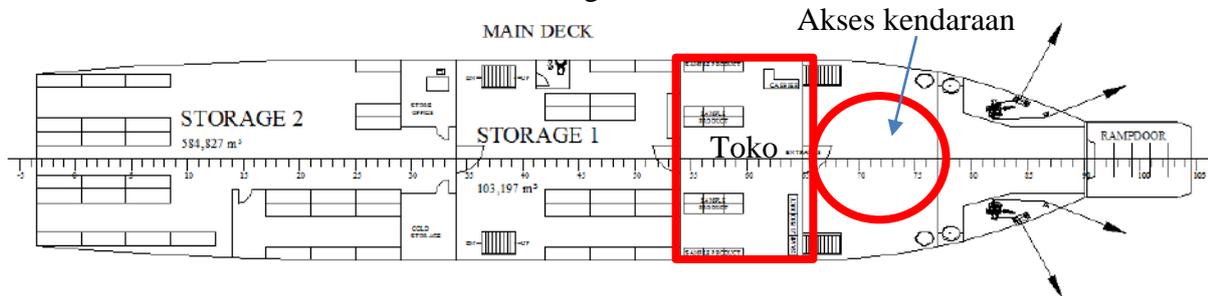
Untuk menentukan kebutuhan ruang muat pada kapal dari data besar volume total muatan tersebut dianggap menjadi volume efektif dari ruang muat dimana volume efektif dari ruang muat diasumsikan sebesar 70% dari total volume ruang muat dimana sisa ruang dianggap sebagai kebutuhan ruang untuk akses, peralatan, dan lain-lain. Dengan asumsi tersebut kebutuhan ruang muat diperoleh sebesar 677,341 m³.

Dengan menggunakan acuan kapal LCT dimana *main deck* merupakan tempat muatan pada kapal dialokasikan berikut ini merupakan ruang-ruang yang terdapat di *main deck* kapal toko terapung :

1. Ruang toko / *store*

Ruang toko merupakan ruang tempat dimana transaksi jual beli barang secara grosir dilakukan. Dengan alokasi area seluas 49,5 m² dengan tinggi ruangan 2,4 m. Ruangan toko ini terletak pada gading 54 sampai 65. Pada ruangan ini

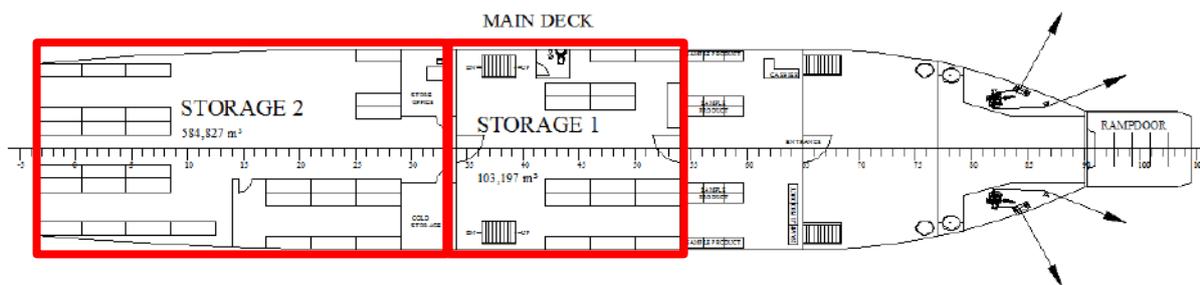
terdapat rak-rak tempat sample produk yang dimiliki toko terapung dipajang serta fasilitas pemesanan dan pembayaran pada kasir serta di depan toko dialokasikan area akses kendaraan untuk bongkar muat.



Gambar 5.4 Rencana Ruang Toko

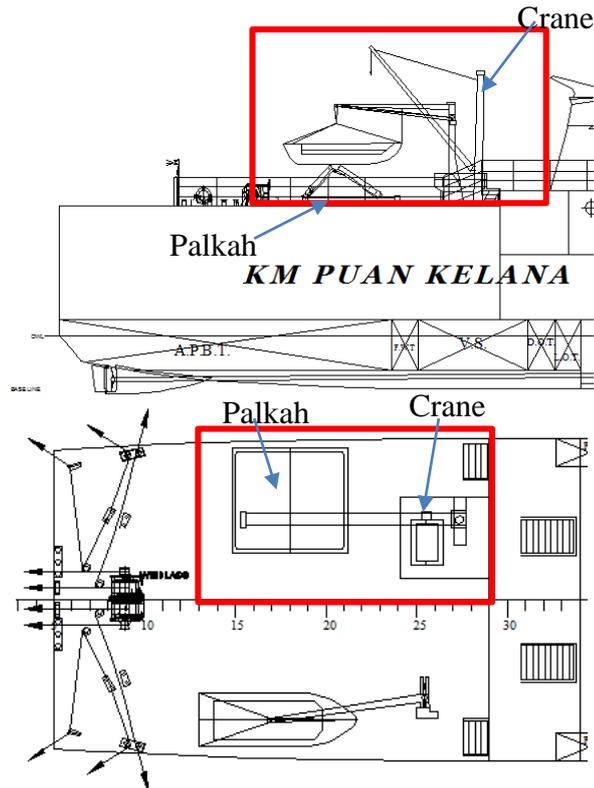
2. Ruang gudang toko / storage

Ruang *storage* terdiri dari 2 ruangan yaitu, *storage1* terletak tepat setelah ruang toko yaitu pada gading 34 sampai gading 54. Dengan total area seluas 42,999 m² dan tinggi 2,4 meter, volume ruangan *storage1* adalah sebesar 103,197 m³. Sedangkan *storage2* terletak pada gading 54 menerus hingga belakang dengan luas area sebesar 139,244 m² dan tinggi 4,2 m. Volume ruangan *storage2* adalah sebesar 584,827 m³. Total volume kedua ruangan *storage* sebesar 688,024 m³. Volume total *storage* ini telah mencukupi untuk kebutuhan ruang muatan barang sebesar 677,341 m³ dengan alokasi ruang efektif untuk muatan sebesar 70% serta untuk akses, peralatan dan lain-lain sebesar 30%.



Gambar 5.5 Rencana Storage Toko Terapung

Pada sisi kapal bagian belakang, untuk peralatan pendukung bongkar muat barang pada area storage 1 disediakan lubang palkah dan dilengkapi pula dengan crane berkapasitas 1,5 ton seperti dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.6 Sarana Bongkar Muat

Hasil detail dari perancangan Rencana Umum disertakan pada lampiran.

5.4. Analisis Biaya

Dalam perhitungan operasional toko terapung terdapat beberapa akomodasi guna untuk mendukung berjalannya operasional toko terapung, jenis akomodasi yang dimaksud adalah *capital cost* terdiri dari biaya pembangunan kapal, *variable cost* terdiri dari gaji dari crew kapal, biaya *maintenance and repair* kapal, yang didapat dari 5% harga kapal dan biaya asuransi kapal yang didapat dari 3% dari harga kapal. biaya, *voyage cost* yang terdiri dari biaya bahan bakar kapal.

5.4.1. Capital Cost

Capital cost adalah harga kapal pada saat dibeli atau biaya pembangunan sebuah kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai kapital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. Harga kapal didapat dari 10 % hasil total dari 4 komponen biaya antara lain:

1. Berat baja kapal yang terdiri dari *Structur cost* yaitu berat kapal kosong,
2. *Outfitting cost* yang terdiri dari biaya perlengkapan kapal,
3. *Machinery cost* yang terdiri dari harga mesin kapal dan
4. *Non weight cost* dengan pendekatan 10% dari tiga komponen biaya diatas.

Tabel 5-9 Komponen Biaya Capital Cost

Capital Cost	
Komponen	Biaya
Structure Cost	Rp 9.040.437.845,26
Outfitting Cost	Rp 13.010.189.638,32
Machinery Cost	Rp 5.369.145.130,32
Non-weight Cost	Rp 2.741.977.261,39
Total	Rp 30.161.749.875,29

Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan *Capital cost* yang sebesar Rp 30,16 milyar.

5.4.2. Operational Cost

Operational Cost (biaya operasi kapal) merupakan biaya yang berhubungan dengan beberapa aspek operasional yang bersangkutan terhadap pengoperasian kapal untuk siap berlayar. *Operational Cost* terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap yang bergantung pada kondisi kapal yang sebenarnya saat berlayar. Biaya tetap dari sebuah kapal merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh *shipowner* untuk kapal siap berlayar yang terdiri dari beberapa element yaitu : biaya reparasi. biaya asuransi. biaya kebutuhan kapal saat berlayar. dan lain sebagainya.

Tabel 5-10 Komponen Biaya Operational Cost

Operational Cost	
Komponen	Biaya
Repair	Rp 1.749.381.492,77
Stores, Supplies & Lubricating Oil	Rp 438.116.654,78
Stores for Crew	Rp 176.779.772,77
Sallary	Rp 891.000.000,00
Insurance	Rp 402.357.743,34
Total	Rp 3.657.635.663,65

Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan total operasional sebesar Rp 3,66 milyar dengan rincian besar tiap komponen biaya seperti tertera pada tabel diatas. Dan dari *Capital cost* dan *Operational cost* yang telah diperoleh kemudian

dijumlah dan didapat biaya investasi untuk toko terapung adalah sebesar Rp 33,82 milyar.

5.4.3. *Voyage Cost*

Voyage cost adalah biaya-biaya variable yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan *voyage cost* toko terapung.

Tabel 5-11 *Komponen Voyage Cost*

Voyage Cost	
Komponen	Biaya
Fuel M. E.	Rp 6.294.560,21
Fuel A. E.	Rp 1.459.232,62
Pelabuhan	Rp 58.952,35
B/M	Rp 9.600.000,00
Total	Rp 17.412.745,18

Total *voyage cost* pada tabel adalah *total voyage cost* per *voyage* dan dengan total 123 *possible voyage* setahun maka dari komponen biaya diatas dapat dihitung besar *voyage cost* untuk melakukan pelayaran ke semua pulau tujuan adalah sebesar Rp 2,14 milyar/tahun.

5.4.4. *Unit Cost*

Dengan total *possible voyage* sejumlah 123 kali dalam setahun dan jumlah muatan terangkut sebesar 320 ton per *voyage* dapat dicari besar biaya transportasi yang telah dirumuskan pada bagian sebelumnya yaitu pada perhitungan *unit cost* persamaan 2.12 yaitu dengan mengetahui *Total Cost* dan *Total Output* maka diperoleh *Unit cost* sebagai berikut.

Tabel 5-12 Unit Cost

Komponen	Biaya	Satuan
VC	Rp 2.141.767.657,07	/tahun
CC	Rp 1.749.381.492,77	/tahun
CHC	Rp 47.232.000,00	/tahun
Total Output	320	ton
Total Voyage	123	
Unit Cost		
Pendekatan berat	Rp 100.060,50	/ton
	Rp 934,01	/ton/nm
Pendekatan volume	Rp 67.531,59	/m ³
	Rp 630,37	/m ³ /nm

Unit Cost yang dicari dilakukan dengan 2 (dua) pendekatan, yaitu pendekatan berat dan pendekatan volume untuk kapasitas terpakai pada pemuatan di kapal toko terapung karena muatan yang diangkut berupa berbagai jenis barang kebutuhan dengan ukuran (volume) dan berat yang berbeda-beda. Diperoleh *unit cost* sebesar Rp 100,06 ribu/ton/mil laut dan dengan pendekatan volume sebesar Rp 67,53 ribu/m³/mil laut.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Kondisi eksisting di kepulauan Sumenep :
 - a. Wilayah kepulauan Sumenep yang terdiri dari total 26 pulau dengan perairan dangkal berkedalaman hingga batas 4 mil berkisar antara 2-70 m dan kecepatan arus di permukaan berkisar antara 0,56-0,95 m/s sedangkan arus di dasar laut berkisar antara 0,29-0,42 m/s serta tinggi gelombang laut berkisar antara 0.5-3.0 m.
 - b. Penduduk Kepulauan Sumenep yang tercatat pada 2012 berjumlah 165,53 ribu jiwa yang sebagian besar bekerja di sektor pertanian dan peternakan. Pada tahun 2012 tercatat ada 20,93 ribu rumah tangga yang menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian dan sektor peternakan, baru setelahnya diikuti oleh sektor perikanan yang dominan pada daerah pesisir dan kepulauan.
 - c. Hanya 2 (dua) dari 10 pulau daerah operasi yang dilayani layanan kapal tradisional sebagai sarana penyebrangan umum yaitu Poteran dan Sapudi. Barang kebutuhan di setiap pulau diperoleh dengan cara membeli langsung tempat pedagang besar di Sumenep ataupun dari distributor melalui pelabuhan Kalianget dengan total waktu pengadaan barang kebutuhan melalui distributor rata-rata selama 4 (empat) hari terhitung dari waktu pemesanan.
2. Pola operasi dengan metode *Traveling Salesman Problem* menghasilkan rute dengan titik asal yaitu pelabuhan Kalianget dan sepuluh pulau tujuan berturut-turut yaitu Poteran, Sapudi, Raas, Tonduk, Guwa Guwa, Talango Aeng, Talango Tengah, Pajangan, Bulumanuk dan Gili Iyang dengan total jarak tempuh sejauh 107,13 nm yang ditempuh selama 5,23 hari untuk mengangkut barang kebutuhan dengan total berat 320 ton. Hasil desain toko terapung yang adalah sebagai berikut:

LPP	= 44,05 meter	Dwt	= 409,2 ton
B	= 9 meter	Cb	= 0,84
H	= 2,6 meter		
T	= 1,99 meter		
Vs	= 5 knot		

3. Besar biaya investasi dan biaya transportasi dari pola operasi toko terapung:

Investasi	=	Rp 33,82	milyar
Transportasi	=	Rp 100,06	ribu/ton/mil laut

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian ini, saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Pada penelitian ini belum melakukan kajian tentang pemilihan daerah operasional secara mendalam.
2. Pemilihan jenis barang kebutuhan selain kebutuhan pokok yang disediakan oleh toko terapung pada penelitian ini perlu dikaji kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Sumenep. (2012). *Sumenep Dalam Angka*. Sumenep: Badan Pusat Statistik Sumenep.
- BKI. (2006). *Rule for The Contraction of Sea Going Stell Ship*. Jakarta.
- BMKG. (2015). *Data Tinggi Gelombang Perairan Sapudi*. Surabaya: BMKG Tanjung Perak.
- Designmap Peta Tematik Indonesia. (2015). *Petatematikindo*. Retrieved from Designmap Peta Tematik Indonesia: <https://petatematikindo.wordpress.com/2015/03/07/administrasi-kabupaten-sumenep/>
- Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia. (2013, Maret 5). *Kepulauan Sumenep*. Retrieved from Direktori Pulau-Pulau Kecil: http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/4772
- Google Maps. (2017). Retrieved from <https://www.google.co.id/maps/place/Kabupaten+Sumenep,+Jawa+Timur/@-7.0374651,113.881282,50922m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x2dd9ff20aed42e5:0x3027a76e3cd8aa0!8m2!3d-6.9253999!4d113.9060624?hl=id>
- Grolier. (1973). *The New Grolier Webster International Dictionary of the English Language, Vol. II*. The English-Language Institute of America.
- Heilbroner. (2003). 1968 dalam Nastiti. *Perdagangan Indonesia*.
- Lewis. (1989). *Principle of Naval Architecture Volume II*.
- Maulana. (2010). *konsep desain kapal pembersih sungai*. Surabaya: ITS.
- Michael Levy, B. A. (2012). *Retail Strategy Management*. Rai Technology University Engineering Minds.
- Nestlé. (2010). *NESTLÉ LAUNCHES FIRST FLOATING SUPERMARKET IN THE*. Retrieved from Nestlé Até Você: <http://www.nestle.com/asset-library/Documents/Media/press-release>
- Parson. (2000). *Parametric Ship Design Chapter 11*. Michigan: Univ. Of Michigan.
- PT. Pertamina. (2016, September 2). *Pertamina, Pelumas*. Retrieved from http://pelumas.pertamina.com/Files/price_list.asp

- ResearchGate. (2017, Juli 30). Retrieved from
https://www.researchgate.net/profile/Omri_Pedatzur/publication/278410288/figure/fig1/AS:294270557802497@1447170976054/Figure-1-Ship-Design-Spiral.png
- Schneekluth. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy*.
- Sion, I. W. (2017). *Desain Konseptual dan Pola Operasi Sekolah Terapung*. Surabaya: ITS.
- Siswanto. (2017). *Perencanaan armada dan pola operasi kapal puskesmas keliling*. Surabaya: ITS.
- Suyanto. (2012). *Pasar Terapung*. Retrieved from Budaya dan Wisata Tradisional: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/>
- The Hindu. (2012, Februari 19). *Triveni floating super store inaugurated*. Retrieved from The Hindu:
<http://www.thehindu.com/news/national/kerala/triveni-floating-super-store-inaugurated/article2910374.ece>
- Watson, D. (1998). *practical ship design vol 1* . oxford.
- Wergeland, W. a. (1997). *Shipping*. Netherlands: Delf University.
- wikipedia. (2017). *Pasar Terapung Lok Baintan*. Retrieved from wikipedia:
<https://id.wikipedia.org/>
- Willock, B. D. (1954). *The Store That Floats*. Vancouver Province: Weekend Magazine.

LAMPIRAN

Isi Lampiran :

1. Data penduduk dan konsumsi
2. Perhitungan demand
3. Pola operasi
4. Perhitungan teknis kapal
5. Biaya
6. Desain konseptual kapal

Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk (Jiwa)										
Tahun	P. Poteran	P. Sapudi	P. Raas	P. Tonduk	P. Guwa Guwa	P. Talango Tengah	P. Talango Aeng	P. Bulumanuk	P. Pajangan	P. Gili Iyang
2007	27880	32441	29340	4397	4032	1667	1578	1522	1362	3937
2008	28035	32620	29502	4421	4054	1677	1587	1531	1370	3959
2009	28191	32801	29665	4445	4076	1687	1596	1540	1378	3982
2010	28347	32983	29829	4470	4099	1697	1605	1549	1386	4005
2011	28503	33166	29994	4495	4122	1707	1614	1558	1394	4028
2012	28661	33350	30160	4520	4145	1717	1623	1567	1402	4051
2013	28820	33534	30326	4545	4168	1727	1632	1576	1410	4074
2014	28981	33718	30492	4570	4191	1737	1641	1585	1418	4097
2015	29142	33903	30660	4595	4214	1747	1650	1594	1426	4120
2016	29304	34091	30830	4620	4237	1757	1659	1603	1434	4143
2017	29466	34279	31000	4645	4260	1767	1668	1612	1442	4166
2018	29629	34469	31170	4671	4284	1777	1678	1621	1450	4189
2019	29793	34660	31342	4697	4308	1787	1688	1630	1458	4212
2020	29957	34852	31515	4723	4332	1797	1698	1639	1466	4235
2021	30123	35045	31688	4749	4356	1807	1708	1648	1474	4259
2022	30289	35239	31863	4775	4380	1817	1718	1657	1482	4283
2023	30456	35433	32039	4801	4404	1827	1728	1666	1491	4307
2024	30625	35628	32215	4827	4428	1837	1738	1675	1500	4332
2025	30795	35825	32393	4854	4452	1847	1748	1685	1509	4357
2026	30965	36024	32571	4881	4477	1857	1758	1695	1518	4382
2027	31135	36223	32750	4907	4502	1868	1768	1705	1526	4407

Total jumlah penduduk menurut golongan usia:

Umur	P. Poteran	P. Sapudi	P. Raas	P. Tonduk	P. Guwa Guwa	P. Talango Tengah	P. Talango Aeng	P. Bulumanu	P. Pajangan	P. Gili lyang
0 - 4	2275	2647	2393	359	329	137	129	125	111	322
5 - 9	2150	2501	2262	338	311	129	122	118	105	305
10 - 14	2346	2730	2467	369	340	140	134	128	115	332
15 - 19	2408	2801	2532	379	348	145	137	131	118	340
20 - 24	2218	2580	2333	350	321	133	126	121	108	314
25 - 29	2332	2712	2453	368	337	140	132	127	114	330
30 - 34	2518	2930	2649	398	364	152	143	138	124	356
35 - 39	2599	3023	2734	410	376	156	147	142	128	368
40 - 44	2508	2918	2640	396	363	150	142	137	123	356
45 - 49	2433	2830	2559	383	351	146	138	133	119	345
50 - 54	2089	2431	2196	329	302	125	120	116	103	295
55 - 59	1689	1966	1776	266	243	102	96	93	83	239
60 - 64	1309	1523	1377	206	190	78	74	72	64	185
>=65	2261	2631	2379	356	327	136	128	124	111	320
Jumlah	31135	36223	32750	4907	4502	1869	1768	1705	1526	4407

Tingkat Konsumsi Barang Kebutuhan Pokok dan Lain-lain		
Nama Barang	Konsumsi Perkapita (per minggu)	Satuan
Kacang hijau	0,003	kg
Kacang tanah	0,005	kg
Kedelai	0,001	kg
Tepung terigu	0,028	kg
Tepung beras	0,007	kg
Beras ketan	0,005	kg
Beras	1,721	kg
Shampo	1,5	120 ml
Sabun pembersih	0,063	397 gr
Susu bubuk	0,04	kg
Minyak goreng	0,195	liter
Gula pasir	1,416	ons
Gula merah	0,139	ons
Deterjen	0,686	kg
Pasta gigi	0,018	kg
Mie Instan	1,271	75 gr
Sabun batang	3	50 gr
Olahan sapi	0,005	ons
Susu cair pabrik	0,034	250ml
Telur ayam ras	0,143	kg
Alat tulis	0,021	kg
Susu bubuk bayi	0,036	400gr
Olahan susu	0,011	ons
Teh	0,123	ons
Kopi bubuk	0,239	ons

Tingkat Konsumsi Barang Kebutuhan Pokok dan Lain-lain		
Nama Barang	Konsumsi Perkapita (per minggu)	Satuan
Sirup	0,005	ons
Garam	0,271	ons
Merica	0,034	ons
Terasi	0,069	ons
Kecap	0,104	140ml
Penyedap masakan	3,335	gr
Sambal jadi/saus tomat	0,024	140ml
Bumbu masak kemasan	0,059	ons
Minuman instan	1,024	80gr
Bihun	0,012	ons
Bahan agar-agar	0,013	7gr
Bubur bayi kemasan	0,007	150gr
Kue kering/biskuit	0,234	ons
Air kemasan	0,124	600ml
Air kemasan galon	0,167	galon
Air teh kemasan	0,093	250ml
Sari buah kemasan	0,087	200ml
Minuman mengandung CO2 (soda)	0,038	250ml
Minuman kesehatan/minuman energi	0,044	100ml
Rokok kretek filter	0,632	batang
Rokok kretek tanpa filter	0,284	batang
Rokok putih	0,089	batang
Gas	0,25	3 kg
Semen	2,292	kg

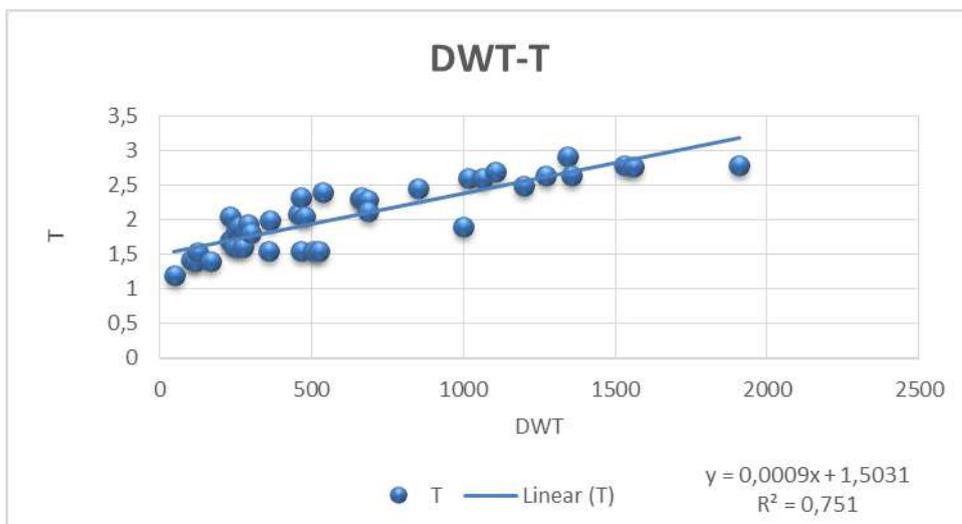
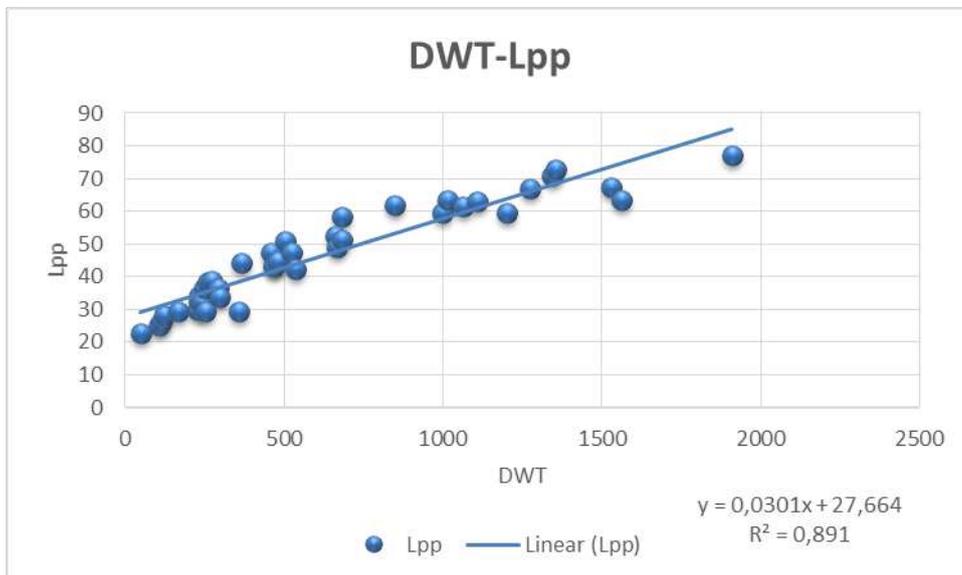
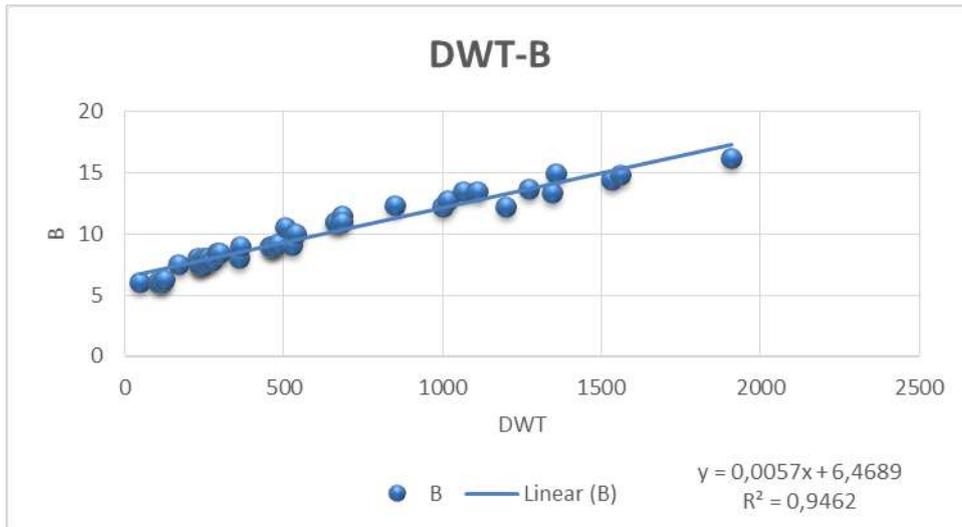
Pola Operasi

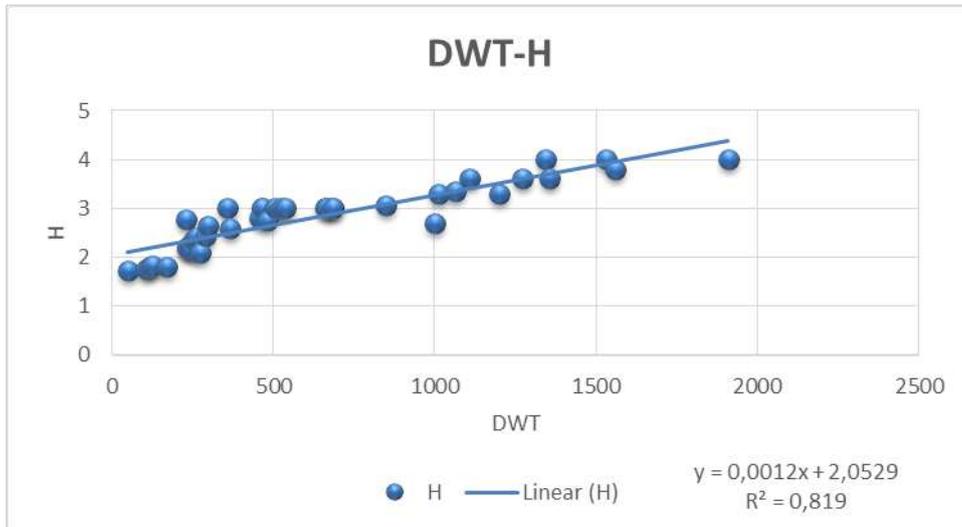
Jarak Antar Node (nm)												
Node	Asal/Tujuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Kalianget	0	5,88	24,6	43,41	47,29	50,51	44,87	42,29	33,15	30,23	13,95
2	P. Poteran	5,88	0	18,69	37,85	40,27	46,58	38,99	36,41	27,27	24,35	8,07
3	P. Sapudi	24,6	18,69	0	21,09	21,16	28,45	24,04	24,05	12,32	17,75	14,6
4	P. Raas	43,41	37,85	21,09	0	3,03	7,36	5,08	4,64	14,15	17,21	30,47
5	P. Tonduk	47,29	40,27	21,16	3,03	0	4,33	3,6	5,09	15,9	19,06	32,53
6	P. Guwa Guwa	50,51	46,58	28,45	7,36	4,33	0	5,66	8,53	19,51	23,22	37,84
7	P. Talango Tengah	44,87	38,99	24,04	5,08	3,6	5,66	0	2,9	13,85	17,56	32,18
8	P. Talango Aeng	42,29	36,41	24,05	4,64	5,09	8,53	2,9	0	10,95	14,66	29,28
9	P. Bulumanuk	33,15	27,27	12,32	14,15	15,9	19,51	13,85	10,95	0	4,28	19,72
10	P. Pajangan	30,23	24,35	17,75	17,21	19,06	23,22	17,56	14,66	4,28	0	16,37
11	P. Gili Iyang	13,95	8,07	14,6	30,47	32,53	37,84	32,18	29,28	19,72	16,37	0

Waktu Pelayaran Toko Terapung												
Node	Rute		Jarak (nm)	Sea Time (jam)	Demand (ton)	Port Time (jam)				Total Time		
	Asal	Tujuan				Persiapan	Bongkar	Standby	Muat	jam	hari	
1	2	Kalianget	P. Poteran	5,88	0,588	82,571	2	5,505	5		13,093	0,55
2	3	P. Poteran	P. Sapudi	18,69	1,869	96,064	2	6,404	5		15,273	0,64
3	4	P. Sapudi	P. Raas	21,09	2,109	86,854	2	5,790	5		14,899	0,62
4	5	P. Raas	P. Tonduk	3,03	0,303	13,013	2	0,868	5		8,171	0,34
5	6	P. Tonduk	P. Guwa Guwa	4,33	0,433	11,939	2	0,796	5		8,229	0,34
6	7	P. Guwa Guwa	P. Talango Tengah	5,66	0,566	4,956	2	0,330	5		7,896	0,33
7	8	P. Talango Tengah	P. Talango Aeng	2,9	0,29	4,689	2	0,313	5		7,603	0,32
8	9	P. Talango Aeng	P. Bulumanuk	10,95	1,095	4,521	2	0,301	5		8,396	0,35
9	10	P. Bulumanuk	P. Pajangan	4,28	0,428	4,047	2	0,270	5		7,698	0,32
10	11	P. Pajangan	P. Gili Iyang	16,37	1,637	11,687	2	0,779	5		9,416	0,39
11	12	P. Gili Iyang	Kalianget	13,95	1,395		2			21,356	24,751	1,03
Total				107,13	10,713	320,342	114,712				125,425	5,226

Kapal Pemanding

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





Koefisien Kapal

Ukuran Utama

$L_{pp} = 44,05 \text{ m}$
 $B = 9,00 \text{ m}$
 $H = 2,60 \text{ m}$
 $T = 1,99 \text{ m}$
 $V_s = 10,00 \text{ knot} = 5,144 \text{ m/s}$

Perhitungan Froude Number

$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_{wl}}} \quad ; \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$	$\rho = 1,025 \text{ ton/m}^3$
$= 0,243 \quad ; \quad 0,15 \leq Fn \leq 0,3$	
$L_{wl} = 104\% \cdot L_{pp}$	$1,762$
$= 45,812 \text{ m}$	

1. Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

Parametric Ship Design hal. 11-11

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

$$= 0,838$$

2. Koefisien Luas Midship (Series '60)

Parametric Ship Design hal. 11 - 12

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

$$= 0,997$$

3. Koefisien Prismatic

$$C_p = \frac{C_B}{C_M}$$

$$= 0,840$$

4. Koefisien Bidang Garis Air

$$C_{WP} = 0,262 + 0,810 C_p \quad \left. \begin{array}{l} \text{twin screw, transom} \\ \text{stern} \end{array} \right\}$$

$$= 0,942$$

5. Panjang Garis Air

$$\begin{aligned}L_{WL} &= 104\% \cdot L_{pp} \\ &= 45,812 \text{ m}\end{aligned}$$

6. Longitudinal Center of Bouyancy

a. LCB (%) *Parametric Ship Design hal. 11 - 19*

$$\begin{aligned}\text{LCB} &= (-13.5) + 19,4 \cdot C_p \\ &= 2,793 \% \text{ LPP}\end{aligned}$$

b. LCB dari M

$$\begin{aligned}\text{LCB} &= \frac{\text{LCB} (\%)}{100} \cdot L_{PP} \\ &= 1,23053 \text{ m didepan M}\end{aligned}$$

c. LCB dari FP

$$\begin{aligned}\text{LCB} &= 0,5 \cdot L_{pp} - \text{LCB}_M \\ &= 20,79 \text{ m dari FP}\end{aligned}$$

d. LCB dari AP

$$\begin{aligned}\text{LCB} &= 0,5 \cdot L_{pp} + \text{LCB}_M \\ &= 23,25553185 \text{ M dari AP}\end{aligned}$$

7. Volume Displasemen (m3)

$$\begin{aligned}\nabla &= L_{wl} \cdot B \cdot T \cdot C_{B_B} \\ &= 687,170 \text{ m}^3\end{aligned}$$

8. Displasemen (ton)

$$\begin{aligned}\Delta &= \nabla \cdot \rho \quad \text{Koreksi} \\ &= 704,350 \text{ ton} \quad 7,071551 \%\end{aligned}$$

Hambatan

Perhitungan :

1. Viscous Resistance (Hambatan Kekentalan)

C_{FO} (Koefisien Tahanan Gesek) / (Friction Coefficient - ITTC 1957)

$$\begin{aligned}R_n &= L_{wl} \cdot \frac{V^\xi}{\nu} & \nu &= 1,18831 \cdot (10^{-6}) \\ &= 198312669,3 & & \text{Principle of Naval Architecture Vol II hal 13}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_{FO} &= \frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2} \\ &= 0,001891\end{aligned}$$

1+k₁ (form factor of bare hull)

$$c = 1 + (0.11 \cdot C_{\text{stern}}) \quad C_{\text{stern}} = 0, \text{ karena bentuk Afterbody normal}$$

$$\Leftrightarrow = 1$$

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

$$= 0,604$$

$$L_{WL}^3/V = [(L_{WL})^3 / (L_{PP} \cdot B \cdot T \cdot C_B)]$$

$$= 145,515$$

Principle of Naval Architecture vol II hal 91

$$1+k_1 = 0,93 + 0,487 \cdot c \left(\frac{B}{L}\right)^{1,0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0,4611} \cdot \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0,1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla}\right)^{0,3649} \cdot (1-C_p)^{-0,6042}$$

$$= 1,354$$

2. Appendages Resistance

S (Wetted Surface Area)

Principle of Naval Architecture Vol II hal 91

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

$$= 517,081$$

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

$$\begin{aligned}
S_{\text{rudder}} &= 2 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot 1.75 \cdot L_{\text{PP}} \cdot T / 100) \\
&= 3,068 \quad \text{BKI Vol II hal 14-1} \\
S_{\text{bilgekeel}} &= 4 \cdot (0.6 \cdot C_B \cdot L_{\text{PP}}) \cdot (0.18 / (C_B - 0.2)) \\
&= 25,000 \\
S_{\text{app}} &= S_{\text{rudder}} + S_{\text{bilgekeel}} \\
&= 28,068 \\
S_{\text{total}} &= S + S_{\text{app}} \\
&= 545,148 \\
1 + k_2 &= (1.5 \cdot S_{\text{rudder}} + 1.4 \cdot S_{\text{bilgekeel}}) / \\
&\quad (S_{\text{rudder}} + S_{\text{bilgekeel}}) \\
&= 1,411 \\
&\quad \text{Principle of Naval Architecture Vol II hal 92} \\
1 + k &= (1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1)) \cdot S_{\text{app}} / S_{\text{total}} \\
&= 1,357
\end{aligned}$$

3. Wave Making Resistance

$$\begin{aligned}
C_1 &\quad \text{Principle of Naval Architecture Vol II hal 92} \\
B/L_{\text{WL}} &= 0,196 \\
C_4 &= 0,196 \quad ; \text{ karena } 0.11 < B/L_{\text{WL}} \leq 0.25 \\
T_a &= 1,990 \quad \text{m} \quad \text{Even Keel } (T=T_a=T_f) \\
T_f &= 1,990 \quad \text{m} \\
l_e &\quad \text{half angle of entrance at the load waterline} \\
&= 12567 \frac{B}{L} - 16225 C_p^2 + 23432 C_p^3 + 0.155 \left(LCB + \frac{6.8(T_o - T)}{T} \right)^3 \quad ; \text{PNA Hal 93} \\
&= 52,284 \\
d &= -0,9 \quad ; \text{Principle of Naval Architecture} \\
C_1 &= 2223105 C_4^{3.7861} \left(\frac{T}{B} \right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757} \quad \text{for } Fn \leq 0,4 \\
&= 6,234
\end{aligned}$$

$$m_1 \quad \text{Principle of Naval Architecture Vol II hal 92}$$

$$(\bar{\nabla}^{1/3}) / L_{\text{WL}} = 0,19262332$$

$$\begin{aligned}
C_s &= 1.7301 - 0.7067 C_p \quad \text{for } C_p \geq 0.8 \\
&= 1,137 \\
m_1 &= 0.01404 L/T - 1.7525 \bar{\nabla}^{1/8} / L - 4.7932 B/L - C_s \\
&= -2,092568
\end{aligned}$$

$$C_6 = -1,69385 \quad ; \text{ untuk } L_{WL}^3/V \leq 512$$

$$L_{WL}^3/V = 139,917939$$

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

$$= -0,0187283$$

⊙ C_2 *Principle of Naval Architecture Vol II hal 92*

$$C_2 = 1 \quad ; \text{ tanpa bulbous bow}$$

⊙ C_3 *Principle of Naval Architecture Vol II hal 93*

Saat $V = 0$, Transom tidak tercelup air

AT = the immersed area of the transom at zero speed

$$= 0 \quad \rightarrow \text{ without bulb}$$

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

$$= 1$$

$$\lambda = 1.446 \cdot C_P - 0.03 \cdot (L/B) \quad \text{ untuk } L/B \leq 12$$

$$= 1,061746$$

⊙ $\frac{R_W}{W} = C_1 C_2 C_3 e^{\{m_1 F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})\}}$ *inciple of Naval Architecture vol II hal 9*
For low speed range [$F_n \leq 0.4$]

$$= 0,00345514$$

⊙ $C_A = 0.006 \cdot (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 \quad T_f/L_{wl} = 0,0434384$; for $T_f/L_{wl} > 0,04$

$$= 0,00065361 \quad \text{inciple of Naval Architecture vol II hal 9}$$

⊙ W(gaya berat) = $\rho \cdot g \cdot \nabla$

$$= 6909,7$$

4. Hambatan Total Kapal

Principle of Naval Architecture vol II hal 93

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

$$= 23802,33335 \text{ N}$$

$$= 23,80233335 \text{ kN}$$

$$R_{total} + \text{Margin } 15\% R_{total}$$

$$= 27372,683351 \text{ N}$$

$$= 27,37268335 \text{ Kn}$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	45,812 m
T	=	1,990 m
C_B	=	0,838
R_T	=	27,373 kN
D	=	1,294 m
n_{rpm}	=	110 rpm
n_{rps}	=	1,833 rps
P/D	=	1 [$0.5 < P/D < 1.4$]
z	=	4 blade
A_E/A_0	=	0,4
Rn	=	198312669

Note

D = Diameter propeller, $D = 0.65 \cdot T$

n = Putaran propeller

P/D = Pitch ratio, 0.5-1.4

Jumlah daun propeller

A_E/A_0 = Expanded Area Ratio, 0.4;0.55;0.7;0.85;1

dalam perhitungan menggunakan 0,4

PE = Effective Horse Power = $R_T \cdot V_s$

Perhitungan Awal

$$1+k = 1,356807 \quad \text{PNA Vol II hal 162-163}$$

$$C_F = 0.075 / [(\log_{10} Rn - 2)]^2$$

$$= 0,001891$$

$$C_A = 0,0007$$

$$C_V = (1+k) \cdot C_F + C_A$$

$$= 0,00322$$

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 163

$$\begin{aligned}\omega \text{ (Wake Friction)} &= 0.3095 C_B + 10 C_V C_B - 0.23 D/\sqrt{BT} \quad \text{for twin screw} \\ &= 0,215875\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t &= 0.325 C_B - 0.1885 D/\sqrt{BT} \quad \text{for twin screw} \\ &= 0,214576\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_a &= \text{Speed of Advance} \\ &= V_S \cdot (1-\omega) \\ &= 4,034\end{aligned}$$

1. Effective Horse Power (EHP)

$$\begin{aligned}P_E &= R_T \cdot V_S \\ &= 140,805 \text{ kW}\end{aligned}$$

2. Thrust Horse Power (THP)

$$\begin{aligned}&P_E \cdot ((1-w))/((1-t)) \\ &= 140,57218 \text{ kW}\end{aligned}$$

Propulsive Coefficient Calculation

$$\begin{aligned}\eta_H \text{ (Hull Efficiency)} \\ &= \frac{1 - t}{1 - \omega} \\ &= 1,0016569\end{aligned}$$

η_o (Open Water Test Propeller Efficiency)

$$\begin{aligned}&= \frac{J}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q} \quad ; \text{ Wageningen B-Series} \\ &= 0,67 \quad \rightarrow \text{berdasarkan pengalaman}\end{aligned}$$

$$\eta_r \text{ (relative rotative efficiency for twin screw)}$$

$$\eta_r = 0.9737 + 0.111(C_p - 0.0225 \text{ lcb}) - 0.06325 P/D$$

$$= 0,953904$$

$$\eta_D = \text{Propulsive Coefficient}$$

$$= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r$$

$$= 0,6401746$$

3. Delivered Power at Propeller (DHP)

$$PD = \frac{P_E}{\eta_H \eta_O \eta_r} = PE/\eta_D$$

$$= 219,94795 \text{ kW}$$

4. Shaft Horse Power (SHP)

$$PS = \frac{PD}{\eta_S} = \text{Shaft Power}$$

$$= \frac{PD}{\eta_S}$$

$$= 223,2974098 \text{ kW}$$

5. Brake Horse Power (BHP)

$$\eta_B \eta_S = 0,98 \text{ for machinery aft}$$

$$\eta_t = 0,975$$

$$PB_{0 \text{ scr}} = \frac{P_E}{\eta_H \eta_O \eta_r \eta_S \eta_b \eta_t}$$

$$= 230,1914691$$

for twin screw Perhitungan PB kondisi maximum continous rate :

$$\text{Letak Mesin} = 3\%PB$$

$$= 6,905744072 \text{ m}$$

$$\text{Rute} = 10\%PB$$

$$= 23,01914691$$

$$\text{MCR} = \text{Total } P_B = PB_0 + \text{Letak mesin} + \text{rute}$$

$$= 260,116 \text{ kW}$$

$$= 348,8217848 \text{ HP}$$

$$\text{Koreksi MCR} = 15\% \cdot P_{B0} \quad \text{PB} = (115\% \cdot P_{B0}) \quad = \text{BHP}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Pb} + 15\% \text{margin} &= 299,1338141 \text{ kW} \\ &= 401,1450525 \text{ HP} \end{aligned}$$

Jadi untuk total Pb+ 15% margin untuk satu engine adalah :

$$\begin{aligned} \text{MCR} &= 299,1338 \text{ Kw} \\ &= 401,1451 \text{ HP} \end{aligned}$$

LCT :

$$\begin{aligned} \text{MCR} &= 149,5669 \text{ Kw} \\ &= 200,5725 \text{ HP} \end{aligned}$$

Penentuan Mesin Utama dan Generator

Pemilihan Mesin Utama

Dry mass (Berat Mesin/We)		Daya Mesin yang digunakan		Panjang Mesin	
Dry mass =	1,15 Ton	Daya =	169 kW	L =	1,6 m
2 mesin =	2,3 Ton			B =	0,736 m
				H =	1,096 m

MCR Mesin

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 149,5669 \text{ kW} \\ &= 200,573 \text{ HP} \end{aligned}$$

Tabel Spesifikasi Mesin Utama:

Daya	Daya	Dimensi			
KW	HP	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat (Ton)
169	226,63	1,6	0,736	1,096	1,15
204	273,57	1,585	1,016	1,26	1,34
206	276,25	1,6	0,736	1,111	1,345
257	344,64	1,585	1,016	1,26	1,42
294	394,26	1,451	0,901	0,979	1,43
341	457,29	1,451	0,901	0,479	1,55
368	493,50	1,556	1,014	1,133	1,725
720	965,54	2,8	1,48	1,35	7,20
825	1106,34	3,0	1,51	1,42	7,80
1080	1448,30	3,3	1,58	1,35	9,30
1440	1931,07	4,0	1,71	1,47	11,00
1620	2172,46	4,26	1,71	1,45	11,80
1800	2413,84	4,2	1,82	2,42	18,00
2460	3298,91	5,2	1,80	2,42	23,00
2790	3741,45	5,0	1,80	2,42	25,50
3720	4988,60	5,1	2,47	2,96	30,50
4960	6651,47	6,0	2,47	2,96	37,00
5580	7482,90	6,4	2,47	2,96	41,00

Generator Set

Daya Genset = 25% Engine
= 74,78345 kW
= 100,2863 HP

Tabel Spesifikasi Generator Set:

Daya	Daya	Dimensi			
KW	HP	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat (Ton)
12	16,092	0,648	0,43	0,518	0,15
13	17,433	0,65	0,431	0,519	0,15
14	18,774	0,65	0,432	0,52	0,15
20	26,820	0,73	0,543	0,68	0,19
24	32,185	1,552	0,947	1,351	0,50
32	42,913	1,532	0,917	1,173	0,52
40	53,641	1,532	0,947	1,173	0,52
48	64,369	1,926	0,962	1,624	0,65
64	85,825	1,946	0,962	1,624	0,68
77	103,259	1,12	0,65	0,95	0,47
80	107,282	1,946	0,962	1,624	0,68

Daya	Daya	Dimensi			Berat (Ton)
		KW	HP	Panjang (m)	
92	123,374	1,32	0,74	1,00	0,57
96	128,738	2,051	0,962	1,624	0,68
100	134,102	2,07	1,117	1,685	1,03
104	139,466	2,07	1,117	1,685	1,03
116	155,559	1,46	0,68	1,05	0,68
139	186,402	1,60	0,87	1,14	0,79
164	219,928	2,29	1,17	1,23	1,80
170	227,974	2,29	1,17	1,23	1,80
200	268,204	2,86	1,04	1,61	2,50
240	321,845	3,09	1,06	1,60	3,40
260	348,666	2,90	1,00	1,47	3,40
290	388,896	3,09	1,06	1,60	3,50
345	462,653	3,16	1,06	1,64	3,60
370	496,178	3,16	1,06	1,64	3,70
404	541,773	3,16	1,06	1,64	3,90
520	697,331	4,91	1,77	2,34	4,20
780	1045,997	5,33	1,92	2,37	6,70
1040	1394,663	6,03	2,07	2,47	7,70
1170	1568,996	6,54	2,30	2,52	8,00

Pemilihan Genset

Daya	=	77 kW	
L	=	1,12 m	
B	=	0,652 m	
H	=	0,952 m	
Dry mass	=	0,468 ton	1 set genset
		0,936 ton	2 set genset

Perhitungan Berat dan Titik Berat Permesinan

Input Data

D	=	Diameter Propeler
	=	1,294 m
n_{rpm}	=	110 rpm
z	=	4 blade

$$AE/AO = 0,4$$

$$\begin{aligned} PD &= \text{Delivered Power at Propeller} \\ &= 219,948 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PB &= \text{Brake Horse Power} \\ &= 299,134 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} We &= \text{Berat Mesin Induk} \\ &= 2,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan :

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

Gear Box (Berat Gear Box)

$$\begin{aligned} W_{\text{gear}} &= (0.3 \sim 0.4) \cdot \frac{P_B}{n} \\ &= 1,088 \text{ ton} \end{aligned}$$

Shafting (Panjang poros)

$$\begin{aligned} l &= 5 \text{ m untuk area gearbox, poros, gangway} \\ &\text{dsb} + 1.5 \text{ m untuk area gangway} \\ &= 6,500 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_s/l &= \text{Berat Poros/Panjang Poros} \\ &= 0.081 \cdot \left(\frac{PD}{n_{rpm}} \right) \cdot \frac{2}{3} \\ &= 0,129 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_s &= \text{Berat Poros Propeler} \\ &= \frac{M_s}{l} \cdot l \\ &= 0,835635 \end{aligned}$$

Propeller

Diameter poros :

$$d_s = 11.5 \left(\frac{P_D}{n} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{Untuk material dengan tensile strength 700 N/mm}^2$$
$$= 14,488 \text{ cm}$$
$$= 0,145 \text{ m}$$

K (Koefisien Fixed Propeler)

$$= \left(\left(\frac{d_s}{D} \right) \left(1.85 \frac{A_E}{A_b} \right) - (Z-2) \right) / 100$$
$$= 0,062884287$$

W_{prop} (Berat Propeler)

$$= D^3 \cdot K$$
$$= 0,136094771 \text{ ton}$$

$$W_{proptotal} = W_{gear} + M_s + W_{prop}$$
$$= 1,224 \text{ ton}$$

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

$$W_{Agg} = 0.001 \cdot P_B (15 + 0.014 P_B)$$
$$= 4,612280665 \text{ ton}$$

Berat Total Permesinan

$$W_{total} = W_e + W_{proptotal} + W_{Agg} + W_{ot}$$
$$= 20,101 \text{ ton}$$

Titik Berat Machinery :

$$h_{db} = \text{Tinggi Double bottom}$$
$$= \frac{(350 + 45 \cdot B)}{10^3}$$

Titik Berat Machinery :

$$\begin{aligned}
 h_{db} &= \text{Tinggi Double bottom} \\
 &= \frac{(350 + 45 \cdot B)}{10^3} \\
 &= 0,755 \text{ m} = 0,8 \text{ m} \quad ; h_{min} = 600 \text{ mm} \\
 KG &= h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db}) \quad \text{Parametric Design 11-29} \\
 &= 0,91 \text{ m} \\
 LCB &= \text{Panjang Ceruk Buritan} \\
 &= 4. \text{ Jarak gading atau } 5\% \cdot L_{pp} \quad ; \text{ jarak gading} = 0.6\text{m} \\
 &= 4,5 \text{ m} \\
 LCG_{FP} &= Lch + Lrm + 0,5 \cdot Lkm \\
 &= 35,75 \text{ m} \quad \text{dibelakang FP} \\
 LCG_M &= (LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{pp}) \\
 &= 13,725 \text{ m} \quad \text{dibelakang midship}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Berat Baja**Referensi**

Ship Design for Efficiency and Economy hlm. 154

No.	Type kapal	CSO
1	Bulk carriers	0,07
2	Cargo ship (1 deck)	0,07
3	Cargo ship (2 decks)	0,076
4	Cargo ship (3 decks)	0,082
5	Passenger ship	0,058
6	Product carriers	0,0664
7	Reefers	0,0609
8	Rescue vessel	0,0232
9	Support vessels	0,0974
10	Tanker	0,0752
11	Train ferries	0,65
12	Tugs	0,0892
13	VLCC	0,0645

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

* Diambil Small Cargo karena LCT memiliki 1 cargo deck dan ukuran kapal yang relatif kecil

Input Data

Panjang Kapal (L) = 44,05 m

Lebar Kapal (B) = 9,00 m

Tinggi Kapal (H) = 2,60 m

Perhitungan :

1. Volume Superstructure (V_A) *Schneekluth method*

Volume Forecastle (V_{FC})

$$\begin{aligned} \text{Panjang Forecastle } (\ell_{FC}) &= 10\% \cdot L_{pp} \\ &= 4,405 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar Forecastle } (b_{FC}) = 9,00 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Forecastle } (t_{FC}) = 2,4 \text{ m ; asumsi}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Forecastle } (V_{FC}) &= 0.5 \cdot \ell_{FC} \cdot b_{FC} \cdot t_{FC} \\ &= 47,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume Poop (V_{PO})

$$\begin{aligned} \text{Panjang Poop } (\ell_{PO}) &= 20\% \cdot L_{pp} \\ &= 8,81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar Poop } (b_{PO}) = 9,00 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Poop } (t_{PO}) = 2,4 \text{ m ; asumsi}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Poop } (V_{PO}) &= \ell_{PO} \cdot b_{PO} \cdot t_{PO} \\ &= 190 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Superstructure } (V_A) &= V_{FC} + V_{PO} \\ &= 238 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Volume Deck House (V_{DH})

Volume Layer 2 (V_{DH2})

$$\begin{aligned}\text{Panjang Layer 2 } (\ell_{DH2}) &= 20\% \cdot L_{pp} \\ &= 8,810 \text{ m} \\ \text{Lebar Layer 2 } (b_{DH2}) &= B - 2 \quad ; 2m = \text{gangway} \\ &= 7 \text{ m} \\ \text{Tinggi Layer 2 } (t_{DH2}) &= 2,4 \text{ m} \quad ; \text{asumsi} \\ \text{Volume Layer 2 } (V_{DH2}) &= \ell_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2} \\ &= 148,008 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Volume Wheel House (V_{WH})

$$\begin{aligned}\text{Panjang Wheel House } (\ell_{WH}) &= 11,5\% \cdot L_{pp} \\ &= 5,06575 \text{ m} \\ \text{Lebar Wheel House } (b_{WH}) &= b_{DH2} - 2 \quad ; 2m = \text{gangway} \\ &= 3,00 \text{ m} \\ \text{Tinggi Layer 3 } (t_{DH3}) &= 2,4 \text{ m} \quad ; \text{asumsi} \\ \text{Volume Layer 3 } (V_{DH3}) &= \ell_{DH2} \cdot b_{DH2} \cdot t_{DH2} \\ &= 36,4734 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Volume Deck House

$$\begin{aligned}V_{DH} &= V_{DH2} + V_{WH} \\ &= 184,48 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Berat Baja (W_{ST})

$$\begin{aligned}DA &= \text{Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House} \\ &= H + \frac{V_A + V_{DH}}{L_{PP} \cdot B} \\ &= 3,6653 \text{ m} \\ C_{SO} &= 0,076 \text{ t/m}^3 \\ D &= \text{Berat Kapal} \\ &= 704,35 \text{ ton} \\ U &= \log \frac{\Delta}{100} \\ &= 0,8478 \\ C_S &= C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})} \\ &= 0,1180\end{aligned}$$

Titik Berat Baja

$$\begin{aligned}C_{KG} &= \text{Koefisien KG Baja} \\ &= 0,7 \\ KG &= DA \cdot C_{KG} \\ &= 2,566 \text{ m} \\ LCG_{(\%)} &= -0,15 + LCB(\%) \\ &= 2,643 \quad \% L_{pp} \\ LCG_M &= LCG(\%) \cdot L_{PP} \\ &= 1,2305 \text{ m} \\ LCG_{FP} &= 0,5 \cdot L_{PP} - LCG_M \\ &= 20,794 \text{ m}\end{aligned}$$

Total Berat Baja

$$\begin{aligned}W_{ST} &= L_{PP} \cdot B \cdot DA \cdot C_S \\ &= 171,44 \text{ ton}\end{aligned}$$

Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

Perhitungan :

Grup III (Accommodation)

1. Poop

$$l_{PO} = 8,81 \text{ m}$$

$$b_{PO} = 9,000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{PO} &= l_{PO} \cdot b_{PO} \\ &= 79,290 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{PC} &= \frac{A_{PO} \cdot C_{ALV}}{1000} \\ &= 12,686 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Wheel House

$$l_{WH} = 5,06575 \text{ m}$$

$$b_{WH} = 3,000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{WH} &= l_{DH3} \cdot b_{DH3} \\ &= 15,197 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{WH} &= \frac{A_{WH} \cdot C_{ALV}}{1000} \\ &= 2,432 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Layer II

$$l_{DH} = 8,81 \text{ m}$$

$$b_{DH} = 7,000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{DH} &= l_{DH2} \cdot b_{DH2} \\ &= 61,670 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{DI} &= \frac{A_{DH2} \cdot C_{ALV}}{1000} \\ &= 9,867 \text{ ton} \end{aligned}$$

4. Forecastle

$$l_{FC} = 4,405 \text{ m}$$

$$B_{FC} = 9,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{FC} &= l_{FC} \cdot b_{FC} \\ &= 39,645 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{FC} &= \frac{A_{FC} \cdot C_{ALV}}{1000} \\ &= 6,3432 \text{ ton} \end{aligned}$$

5. Ramp Door

$$b_{RD} = 6,75 \text{ m}$$

$$t_{RD} = 3,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A_{RD} &= l_{RD} \cdot b_{RD} \\ &= 25,65 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{RD} &= \frac{A_{RD} \cdot C_{ALV}}{1000} \\ &= 4,104 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{Total}} &= W_{PO} + W_{DH2} + W_{WH} + W_{FC} + W_{\text{RAMP DOOR}} \\ &= 35,432 \text{ ton} \end{aligned}$$

Grup IV (Miscellaneous)

$$C = 0,18 \text{ ton/m}^2$$

; 0.18 ton/m² < C < 0.26 ton/m² untuk ukuran sedang, Ship Design Efficiency and Economy hal 172

$$W_{IV} = \sqrt[3]{(L_{PP} \cdot B \cdot H)^2 \cdot C} \quad ; \text{ untuk ukuran sedang}$$
$$= 18,367 \quad \text{ton}$$

Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$$W_{E\&O} = W_{Total} + W_{IV}$$
$$= 53,800 \text{ ton}$$

$$KG_{E\&O} \quad \text{Ship Design for Efficiency and Economy page 173}$$

$$D_A = 3,665 \text{ m}$$

Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House

$$KG_{E\&O} = (1.02 \sim 1.08) \cdot D_A$$
$$= 3,959 \text{ m}$$

Perhitungan LCG untuk Equipment and Outfitting :

$$LCG_1 (25\% W_{E\&O} \text{ at } LCG_M) \quad \text{Parametric design chapter 11, p11-25}$$

1. Kamar Mesin

$$W_{E\&O \text{ KM}} = 25\% \cdot W_{E\&O}$$

asumsi WE&O di Kamar Mesin

$$= 13,450 \text{ ton}$$

$$LCG_{M \text{ M}} = \text{Titik Berat Permesinan terhadap Midship}$$
$$= 13,725 \text{ m}$$

2. Layer II

$$e_{DH2} = 8,81 \text{ m}$$

$$W_{DH2} = 9,867 \text{ ton}$$

$$LCG_{DH2} = -0.5 \cdot L_{PP} + (L_{KM} + L_{CB}) - 0.5 \cdot e_{DH2}$$
$$= -14,33 \text{ m di belakang M}$$

3. Wheel House

$$e_{WH} = 5,06575 \text{ m}$$

$$W_{WH} = 2,432 \text{ ton}$$

$$LCG_{WH} = -0.5 \cdot L_{PP} + (L_{KM} + L_{CB}) - 0.5 \cdot e_{DH3}$$
$$= -12,4579 \text{ m di belakang M}$$

LCG₂ (37,5% W_{E&O} at LCG_{DH})

$$W_{E\&O\ DH} = 37.5\% \cdot W_{E\&O}$$

asumsi W_{E&O} di Rumah Geladak

$$= 20,1749$$

$$LCG_{DH} = \frac{W_{DH2} \cdot LCG_{DH2} + W_{DH3} \cdot LCG_{DH3} + W_{DH4} \cdot LCG_{DH5} + W_{AN} \cdot LCG_{AN}}{W_{DH2} + W_{DH3} + W_{DH4} + W_{DH5}}$$

LCG₃ (37,5% W_{E&O} at midship)

$$W_{E\&O\ Other} = 37.5\% \cdot W_{E\&O}$$

asumsi W_{E&O} di tempat lain

$$= 20,1749$$

$$LCG_{Other} = 0 \text{ m di belakang M}$$

$$LCG_{E\&O} = \frac{25\% \cdot W_{E\&O} \cdot LCG_M + 37.5\% \cdot W_{E\&O} \cdot LCG_{DH} + 37.5\% \cdot W_{E\&O} \cdot LCG_{Other}}{W_{E\&O}}$$

$$= -1,804 \text{ m di belakang M} \quad 1,804$$

$$= 20,221 \text{ m dari AP}$$

$$= 23,829 \text{ m dari FP}$$

Perhitungan Consumable**Input Data**

L	=	44,05 m
B	=	9,00 m
H	=	2,60 m
T	=	1,99 m
V _s	=	5,14 m/s
	=	11,481 mil/jam
S	=	123,1995 mil
Jarak pelayaran	=	107,13 mil laut
BHP	=	299,134 kW
	=	401,145 HP

Jarak Pelayaran dari
Kalianget kembali ke
Kalianget. Roundtrip

untuk 2 mesin utama

Perhitungan DWT :

1. Jumlah & Berat Crew

$$\begin{aligned}C_{st} &= 1,2 ; \text{Coef. Steward (1.2 ~ 1.33)} \\C_{dk} &= 11,5 ; \text{Coef. Deck (11.5 ~ 14.5)} \\C_{eng} &= 8,5 ; \text{Coef. Engine (8.5 ~ 11 untuk diesel)} \\cadet &= 2 ; \text{Umumnya 2 orang} \\Z_c &= C_{st} \cdot C_{dk} \cdot \left(\frac{L_{PP} \cdot B \cdot H \cdot 35}{10^5} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \cdot \left(\frac{BHP}{10^5} \right)^{\frac{1}{3}} \\&= 14,994 \text{ orang} \\Z_c &= 15 \text{ orang} \\C_{C\&E} &= 0,075 \text{ ton/orang} ; \text{asumsi berat rata-rata manusia} \\W_{C\&E} &= \text{Berat Kru Total} \quad \text{Parametric Design 11-29} \\&= Z_c \cdot C_{c\&e} \\&= 1,125 \text{ ton}\end{aligned}$$

2. Fuel Oil

$$\begin{aligned}\text{SFR} &= 0,0002 \text{ ton/kW h} \quad \text{SFR fuel oil 200 gr/kW H} \\MCR &= 299,134 \text{ kW} \\Margin &= 5\% \quad ; (5\% \sim 10\%) \\W_{FO'} &= \text{SFR} \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_s} \cdot (1 + Margin) \\&= 0,586139187 \text{ ton} \\W_{FO} &= \frac{W_{FO'} + 4\% \cdot W_{FO'}}{\pi} \quad \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\& \quad \text{dan } \pi = 0.95 \\&= 0,641668163 \text{ ton} \quad \text{untuk 2 mesin}\end{aligned}$$

3. Lubricating Oil

$$\begin{aligned}\text{SFR} &= 0,000011 \text{ ton/kW h} \\MCR &= 299,134 \text{ kW} \\Margin &= 10\% ; (5\% \sim 10\%) \\W_{LO'} &= \text{SFR} \cdot MCR \cdot \frac{S}{V_s} \cdot (1 + Margin) \\&= 0,033772782 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{LO} &= \frac{W_{LO'} + 4\% \cdot W_{LO'}}{\pi} && \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\
& && \text{dan } \pi = 0.9 \\
&= 0,039026326 \text{ ton} && \text{Untuk 2 mesin} \\
&= 42,4199191 \text{ liter} \\
\text{harga} &= 550000 \text{ Rp/200/Liter}
\end{aligned}$$

4. Diesel Oil

$$\begin{aligned}
C_{DO} &= 0,2 \text{ Diktat IGM Santosa hal 38, (0.1 ~ 0.2)} \\
W_{DO'} &= W_{FO} \cdot C_{DO} \\
&= 0,128334 \text{ ton} \\
W_{DO} &= \frac{W_{DO'} + 2\% \cdot W_{DO'}}{\pi} && \text{Penambahan 2\% untuk koreksi} \\
& && \text{dan } \pi = 0.85 \\
&= 0,154 \text{ ton}
\end{aligned}$$

5. Fresh Water

$$\begin{aligned}
C_{w1} &= 2 \text{ kg/orang hari} && \text{Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru} \\
&= 8,33E-05 \text{ ton/orang jam} \\
C_{w2} &= 0,005 \text{ ton/HP} && \text{Koef. air tawar untuk pendingin mesin}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{FW1} &= \text{Berat air tawar untuk mandi, cuci, minum} \\
&= C_{w1} \cdot \frac{S}{V_S} \cdot Z_c \\
&= 0,013413 \text{ ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{FW2} &= \text{Berat air tawar untuk pendingin mesin} \\
&= C_{w2} \cdot \text{BHP} \\
&= 2,005725 \text{ ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{FW'} &= (W_{FW1} + W_{FW2}) \cdot 3.5 \\
&= 7,066984 \text{ ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_{FW} &= W_{FW \text{ total}} + 2\% \cdot W_{FW'}; \text{ terdapat penambahan koreksi 2\%} \\
&= 7,208323 \text{ ton}
\end{aligned}$$

6. Provision & Store

Kebutuhan orang/ hari = 5 kg/orang hari

$$C_{PR} = \text{Koef. Provision \& Store}$$

$$= 0,000208$$

$$W_{PR} = C_{PR} \cdot \frac{S}{V_S} \cdot Z_C \quad ; \text{ Berat Provision \& Store}$$

$$= 0,033532 \text{ ton}$$

Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})

$$W_{cons} = W_{FO} + W_{LO} + W_{DO} + W_{FW} + W_{PR}$$

$$= 9,202 \text{ ton}$$

Titik Berat Consumable

1. Titik Berat Fuel Oil

Dimensi Tangki :

$$B_{FO} = 65\% \cdot B$$

$$= 5,85 \text{ m}$$

$$V_{FO} = \frac{W_{FO}}{0,95} + 2\% \cdot \frac{W_{FO}}{0,95}$$

$$= 1,364389 \text{ m}^3$$

$$L_{FO} = \frac{V_{FO}}{B_{FO}} \cdot 4,6 \text{ m}$$

$$t_{FO} = \frac{V_{FO}}{B_{FO} \cdot L_{FO}}$$

$$= 0,050702 \text{ m}$$

Titik Berat Tangki :

$$KG_{FO} = h_{DB} + h_{km} - 0,5 \cdot t_{FO}$$

$$= 2,574649 \text{ m}$$

$$LCG_{FO} = Lch + Lrm + Llo + 1 \text{ jarak gading} + 0,5 \cdot Lfo$$

$$= 40,1 \text{ m}$$

2. Titik Berat Lubricating Oil

Dimensi Tangki

$$L_{LO} =$$

$$= 1,500 \text{ m}$$

$$B_{LO} = 65\% \cdot B$$

$$= 5,85 \text{ m}$$

$$V_{LO} = \frac{W_{LO}}{0,9} + 2\% \cdot \frac{W_{LO}}{0,9}$$

$$= 0,04423 \text{ m}^3$$

$$t_{LO} = \frac{V_{LO}}{L_{LO} \cdot B_{LO}}$$

$$= 0,00504 \text{ m}$$

Titik Berat Tangki

$$KG_{LO} = Hdb + 0,5 \cdot t_{LO}$$

$$= 0,80252 \text{ m}$$

$$LCG_{LO} = Lch + Lrm + 0,5 \cdot Llo$$

$$= 32,7 \text{ m}$$

3. Titik Berat Diesel Oil

Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}L_{DO} &= \\ &= 1,500 \text{ m} \\ B_{DO} &= 65\% \cdot B \\ &= 5,85 \text{ m} \\ V_{DO} &= \frac{W_{DO}}{0,85} + 2\% \cdot \frac{W_{DO}}{0,85} \\ &= 0,1848 \text{ m}^3 \\ t_{DO} &= \frac{V_{DO}}{t_{DO} \cdot \ell_{DO}} \\ &= 0,02106 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}KG_{DO} &= hdb + 0,5 \cdot t_{DO} \\ &= 1,55\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG_{DO} &= Lch + Lrm + 0,5 \cdot Ldo \\ &= 32,7 \text{ m}\end{aligned}$$

Titik Berat Tangki :

$$\begin{aligned}KG_{FW} &= H + 0,5 \cdot t_{FW} \\ &= 7,4 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCG_{FW} &= Lch + Lrm + Lkm + 0,5 \cdot Lfw \\ &= 44,35 \text{ m}\end{aligned}$$

4. Titik Berat Air Tawar

Dimensi Tangki :

$$\begin{aligned}L_{FW} &= \\ &= 9,60 \text{ m} \\ B_{FW} &= 65\% \cdot B \\ &= 5,85 \text{ m} \\ V_{FW} &= \frac{W_{FW}}{1} + 2\% \cdot \frac{W_{FW}}{1} \\ &= 7,35249 \text{ m}^3 \\ t_{FW} &= \frac{V_{FW}}{t_{FW} \cdot \ell_{FW}} \\ &= 0,13092 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan Berat Total dan Titik Berat Total

1. Light Weight Tonnes (LWT)

Steel Weight

$$W_{ST} = 171,4383 \text{ ton}$$

$$KG_{ST} = 2,565733 \text{ m}$$

$$LCG_{ST} = 20,79447 \text{ m ; dari FP}$$

2. Dead Weight Tonnes (DWT)

Consumable and Crew Weight

$$W_{cons} = 9,201551 \text{ ton}$$

$$KG_{cons} = 6,749407 \text{ m}$$

$$LCG_{cons} = 42,69287 \text{ m ; dari FP}$$

Equipment & Outfitting Weight

$$W_{E\&O} = 53,79973 \text{ ton}$$

$$KG_{E\&O} = 3,95856 \text{ m}$$

$$LCG_{E\&O} = 23,8287 \text{ m ; dari FP}$$

Payload

$$W_{payload} = 400 \text{ ton}$$

$$KG_{payload} = (H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$$

$$= 1,7$$

$$LCG_{payload} = (0.5 \cdot L_{RM}) + L_{CH}$$

$$= 19,15 \text{ m ; dari FP}$$

Machinery Weight

$$W_M = 20,10149 \text{ ton}$$

$$KG_M = 0,91 \text{ m}$$

$$LCG_M = 35,75 \text{ m ; dari FP}$$

3. Titik Berat Total

KG Total

$$KG = \frac{W_{ST} \cdot KG_{ST} + W_{E\&O} \cdot KG_{E\&O} + W_M \cdot KG_M + W_{cons} \cdot KG_{cons} + W_{payload} \cdot KG_{payload}}{W_{ST} + W_{E\&O} + W_M + W_{cons} + W_{payload}}$$

$$= 2,159118595 \text{ m}$$

LCG Total dari FP

$$LCG = \frac{W_{ST} \cdot LCG_{ST} + W_{E\&O} \cdot LCG_{E\&O} + W_M \cdot LCG_M + W_{cons} \cdot LCG_{cons} + W_{payload} \cdot LCG_{payload}}{W_{ST} + W_{E\&O} + W_M + W_{cons} + W_{payload}}$$

$$= 20,81 \text{ m}$$

Berat LWT

$$LWT = W_{ST} + W_{E\&O} + W_M$$

$$= 245,340 \text{ ton}$$

Berat DWT

$$DWT = W_{cons} + W_{payload}$$

$$= 409,201551 \text{ ton}$$

Berat Total

$$W = LWT + DWT$$

$$= 654,541 \text{ ton}$$

Koreksi margin displacement (2-10%) :

$$\begin{aligned}\Delta 1 &= L \times B \times T \times C_b \times \rho \\ &= 704,349521 \text{ ton} \\ \Delta 2 &= \text{Total LWT} + \text{Total DWT} + \text{Margin} \\ \text{Margin} &= \Delta 1 - (\text{Total LWT} + \text{Total DWT}) \\ &= 49,808 \text{ ton} \\ &= 7,07155061 \%\end{aligned}$$

Displacement muatan dan Displacement kapal (<10%)

Perhitungan Trim

Sifat Hidrostatik

1. KB

$$\begin{aligned}\text{KB}/T &= 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B \\ &\textit{Parametric Ship Design hal. 11 - 18} \\ &= 0,51709261 \\ \text{KB} &= 1,0290143 \text{ m}\end{aligned}$$

2. BM_T

$$\begin{aligned}C_I &= 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041 \\ &\textit{Transverse Inertia Coefficient} \\ &\textit{Parametric Ship Design hal 11 - 19} \\ &= 0,07358309 \\ I_T &= C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3 \\ &= 2362,93332 \text{ m}^4 \\ \text{BM}_T &= I_T / \nabla \quad ; \text{jarak B dan M secara melintang}\end{aligned}$$

3. BM_L

$$\begin{aligned}C_{IL} &= 0.350 \cdot C_{WP}^2 - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146 \\ &\textit{Longitudinal Inertia Coefficient} \\ &= 0,0751425 \\ I_L &= C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B \\ &= 57805,078 \text{ m}^4 \\ \text{BM}_L &= I_L / \nabla \quad ; \text{jarak titik tekan Bouyancy & Metacenter secara melintang} \\ &= 84,120459 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathbf{4. GM}_I &= \text{KB} + \text{BM}_L - \text{KG} \\ &= 82,990354\end{aligned}$$

$$5. \text{Trim} = \frac{(LCG - LCB) \cdot \Delta}{GM_L}$$

$$= 0,0061478$$

Kondisi Trim

Trim Buritan

6. Batasan Trim

$$\Delta (LCG - LCB)$$

$$= 0,012$$

-0,1% sampai 0,1% · | ---> SOLAS Chapter II-Part B

$$= -0,04405 \text{ sampai } 0,04405$$

Perhitungan Lambung Timbul

Lambung Timbul Standar (F_b)

International Convention on Load Line 1996

as modified 1998 and 2003 - Table 28.2

$$L_1 \text{ (m)} \Rightarrow F_b \text{ (mm)} =$$

86	\Rightarrow	926 mm
87	\Rightarrow	940,000 mm

Interpolasi :

$$44,05 \Rightarrow 338,7 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 0,339 \text{ m}$$

Regulation 28 Table 28.1

Koreksi Freeboard

$$L \quad 24 < L < 100 \text{ m} \quad E = 15$$

$$F_{b1} = 7,5(100 - L)(0,35 - \frac{E}{L})$$

$$= 4,19625$$

C_B ; $C_B > 0.68$

$$F_{b2} = F_b \cdot \frac{C_B + 0.68}{1.36}$$

$$= 364,676 \text{ mm}$$

Depth (D)

Regulation 31 Correction for depth

$$L/15 = 2,936667$$

$$R = 91,77083$$

untuk $L < 120m$; $R = L/0.48$

untuk $L > 120m$; $R = 250$

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi ($D=H$)

jika, $D > L/15$; $F_{b3} = F_{b2} + (R(H-(L/15)))$

$$F_{b3} = 364,676 \text{ mm}$$

Forecastle

L_1 (m)	\Rightarrow	h_{sf} (m)
75	\Rightarrow	1,8
125	\Rightarrow	2,3

$$L_1 \text{ (m)} \quad h_{sf} \text{ (m)}$$

$$44,05 \Rightarrow 1,4905 \text{ mm}$$

$$>h_{sf} = 1,4905 \text{ m}$$

$$>h_{FC} = 2,4 \text{ m}$$

karena $h_{FC} > h_{sf}$ maka

$$L_{SFC} = L_{FC}$$

$$= 4,405 \text{ m}$$

Poop

L_1 (m)	\Rightarrow	h_{SPO} (m)
75	\Rightarrow	1,8
125	\Rightarrow	2,3

$$L_1 \text{ (m)} \quad h_{SPO} \text{ (m)}$$

$$44,05 \Rightarrow 1,4905 \text{ m}$$

$$>h_{sp} = 1,4905 \text{ m}$$

$$>h_p = 2,4 \text{ m}$$

karena $h_p > h_{sp}$ maka

$$L_{SPO} = L_{PO}$$

$$= 8,81 \text{ m}$$

Total Panjang Efektif

$$\begin{aligned} E &= L_{SFC} + L_{SPO} \\ &= 13,215 \text{ m} \\ &= 0,3 \cdot L \quad (E < 1,0 \cdot L) \end{aligned}$$

Pengurangan Akibat Bangunan Atas

$$\begin{aligned} L_1 \text{ (m)} &\Rightarrow \text{Pengurangan} \quad E = 0,3 L \\ 24 &\Rightarrow 350 \quad ; \text{regulation 37} \\ 85 &\Rightarrow 860 \end{aligned}$$

Pengurangan

$$44,05 \Rightarrow 517,631 \text{ mm}$$

Pengurangan

$$\begin{aligned} &= 21\% \cdot E \quad ; \text{regulation 37 table 37.1} \\ &= 108,7025 \text{ mm} \end{aligned}$$

Total Lambung Timbul

$$\begin{aligned} F_b' &= F_{b3} - \text{Pengurangan} \\ &= 255,9734 \text{ mm} \\ &= 0,256 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian Bow Minimum (B_{WM})

$$\begin{aligned} C_{Bmin} &= 0,69 \\ C_B &= 0,7843 \\ B_{WM} &= 56 \cdot L_1 \cdot \left(1 - \frac{L_1}{500}\right) \cdot \left(\frac{1.36}{C_B + 0.68}\right) \\ &= 2089,244 \text{ mm} \\ &= 2,089 \text{ m} \end{aligned}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$\begin{aligned} F_{ba} &= H - T \\ &= 0,61 \text{ m} \end{aligned}$$

Lambung Timbul Total

$$F_b' = 0,256$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Ketinggian Bow

$$\begin{aligned} \text{Bow Height} &= F_{ba} + S_{FC} + h_{FC} \\ &= 3,01 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian Bow Minimum

$$B_W = 2,09 \text{ m}$$

Ketinggian Bow harus lebih besar dari Ketinggian Bow Minimum

Perhitungan Tonase

1. Gross Tonnage

Volume Geladak dibawah Geladak Cuacc

$$V_U = \Delta \cdot \left(\left(1.25 \cdot \frac{H}{T} \right) - 0.115 \right)$$

$$= 1069,319 \text{ m}^3$$

Volume Ruang Tertutup diatas Geladak C

$$V_H = V_{PO} + V_{FC} + V_{DH}$$

$$= 422,35 \text{ m}^3$$

Total Volume Ruang Tertutup

$$V = V_U + V_H$$

$$= 1491,67 \text{ m}^3$$

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

$$= 0,263473$$

Gross tonnage :

$$GT = V \cdot K_1$$

$$= 393,0157$$

2. Net Tonnage

Total Volume Ruang Muat

$$V_C = V_{r'} = 688,02444 \text{ m}^3$$

$$K_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_C$$

$$= 0,256752077$$

$$K_3 = \frac{GT+10000}{1.25 \cdot 10000}$$

$$= 1,261010574$$

$$a = K_2 \cdot V_{r'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2$$

$$= 183,9732844$$

Net Tonnage

$$NT = a + K_3 \cdot \left(N1 \cdot \frac{N1}{10} \right)$$

$$= 186,7475076$$

Kondisi Syarat :

$$K_2 \cdot V_{r'} \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 = a \geq 0.25 \text{ GT}$$

$$a = 183,9733$$

$$0,25 \text{ GT} = 98,25391$$

$$a \geq 0.25 \text{ GT} \quad \text{Diterima}$$

NT \geq 0.30 GT

$$NT = 186,7475$$

$$0,3 \text{ GT} = 117,9047$$

$$NT \geq 0.30 \text{ GT} \quad \text{Diterima}$$

Perhitungan Stabilitas

Input Data

$$L_{PP} = 144,52 \text{ ft}$$

$$B = 29,53 \text{ ft}$$

$$B_w = 29,53 \text{ ft ; maximum waterline breadth}$$

$$T = 6,52887 \text{ ft}$$

$$H_M = 8,53018 \text{ ft}$$

$$S_F = 0 \text{ ft ; Sheer forward}$$

$$S_A = 0 \text{ ft ; Sheer after}$$

$$\Delta_0 = 693,257 \text{ ft ; displacement at designed waterline}$$

$$\ell_{ST} = 43,3563 \text{ ; length of superstructure which extend to sides of ship}$$

$$h_{ST} = 7,87402 \text{ ; height of superstructure which extend to sides of ship}$$

$$C_B = 0,83751$$

$$C_{WP} = 0,9423$$

$$C_X = C_M \quad (\text{midship section coefficient at draft } H = C_m)$$

$$= 0,99719$$

Perhitungan Awal

$$\begin{aligned}C_{PV} &= \frac{C_B}{C_{WP}} && ; \text{vertical prismatic coefficient} \\ &= 0,888796964 \\ A_0 &= L_{PP} \cdot B_W \cdot C_{WP} && ; \text{luas bidang garis air} \\ &= 4021,105379 \text{ ft}^2 \\ A_M &= B_W \cdot C_X \cdot T && ; \text{luas area midship} \\ &= 192,2395859 \text{ ft}^2 \\ S &= (\ell_{ST} \cdot h_{ST}) + \left(0.5 \cdot L_{PP} \cdot \frac{S_F}{3}\right) + \left(0.5 \cdot L_{PP} \cdot \frac{S_A}{3}\right) \\ &&& ; \text{sheer rata-rata} \\ &= 341,3881828 \text{ ft} \\ A_2 &= (0.98 \cdot L_{PP} \cdot H_M) + S && ; \text{area of vertical centerline plane to depth D} \\ &= 1549,52303 \text{ ft}^2 \\ D &= \frac{S}{L_{PP}} + H_M && ; \text{tinggi kapal rata-rata} \\ &= 10,89238845 \text{ ft} \\ F &= D - T && ; \text{lambung timbul rata-rata} \\ &= 4,36351706 \text{ ft} \\ A_1 &= 1.01 \cdot A_0 && ; \text{area of waterline plane at depth D} \\ &= 4061,316432 \text{ ft}^2 && \text{maybe estimate from } A_0 \text{ and nature}\end{aligned}$$

Perhitungan GZ

$$\begin{aligned}D_T &= \Delta_0 + \left(\frac{A_0 + A_1}{2}\right) \cdot \left(\frac{F}{35}\right) && \delta = \frac{D_T}{2} - \Delta_0 \\ &= 1197,08291 && = -94,7159 \\ C_W' &= \frac{A_2}{L_{PP} \cdot D} \\ &= 0,984337 \\ C_X' &= \frac{A_M + (B \cdot F)}{B \cdot D} && C_{PV}' = \frac{35 \cdot D_T}{A_1 \cdot D} && C_{PV}'' = \frac{35 \cdot D_T}{A_2 \cdot B} \\ &= 0,998314656 && = 0,947114151 && = 0,915728419 \\ C_W'' &= C_W' - \frac{(140 \cdot \delta) \cdot (1 - C_{PV}'')}{L_{PP} \cdot D \cdot B} && f_0 = \frac{T \cdot \left(\frac{A_0}{A_1} - 1\right)}{2 \cdot F \cdot (1 - C_{PV})} \\ &= 1,008378246 && = 0,067275169\end{aligned}$$

$$f_1 = \frac{D \cdot \left(1 - \frac{A_0}{A_1}\right)}{2 \cdot F \cdot (1 - C'_{PV})} \quad f_2 = \begin{cases} \text{jika } C_X' \geq 0.89, \text{ maka } f_2 = 9.1 \cdot (C_X' - 0.89) \\ \text{jika } C_X' \leq 0.89, \text{ maka } f_2 = 0 \end{cases}$$

$$= 0,233666035 \quad \text{KG} = 7,083722425$$

Perhitungan h_1

Referensi : Regresi Kurva Faktor h

$$h_1 \text{ ur} = 0,47886004$$

$$h_1 \text{ ur} = 0,484445369$$

$$h_1 \text{ ur} = 0,488713604$$

$$h_1 \text{ int} = 0,481470243$$

$$\text{KG}' = \frac{((D \cdot (1 - h_1) \cdot D_T) - \delta)}{2 \cdot D_0}$$

$$= 4,944680834 \text{ ft}$$

$$\text{GG}' = \text{KG}' - \text{KG}$$

$$= -2,139041591 \text{ ft}$$

Perhitungan h_0

Referensi : Regresi Kurva Faktor h

$$h_0 \text{ ur} = 0,458657332$$

$$h_0 \text{ ur} = 0,468416177$$

$$h_0 \text{ ur} = 0,476840188$$

$$h_0 \text{ int} = 0,459970388$$

$$\text{KB}_0 = (1 - h_0) \cdot T$$

$$= 3,525783884$$

$$\text{G}'\text{B}_0 = \text{KG}' - \text{KB}_0$$

$$= 1,418896949$$

Perhitungan h_2

Referensi : Regresi Kurva Faktor h

$$h_2 \text{ untuk } f=0 = 0,468$$

$$h_2 \text{ untuk } f=0.5 = 0,476$$

$$h_2 \text{ untuk } f=1 = 0,482$$

$$h_2 \text{ interpolasi} = 0,484$$

$$\text{G}'\text{B}_{90} = \frac{D_T \cdot h_2 \cdot B}{4 \cdot D_0} - \left(\frac{d^2}{D_0} \cdot \frac{17.5}{\left(A_2 - \left(\frac{70 \cdot d}{8} \cdot (1 - C''_{PV}) \right) \right)} \right)$$

$$= 36,090$$

$$\begin{aligned}
C_1 &= a x^4 + b x^3 + c x^2 + d x + e \\
&= 0,077 \\
BM_0 &= \frac{C_1 \cdot L_{PP} \cdot B_W^3}{35 \cdot D_0} \\
&= 11,8 \text{ ft} \\
C_1' &= a x^4 + b x^3 + c x^2 + d x + e \\
&= 0,078 \\
BM_{90} &= \frac{C_1' \cdot L_{PP} \cdot D^3}{35 \cdot D_0} + \frac{L_d \cdot d \cdot D^2}{140 \cdot D_0} C \\
&= 1,020 \\
GM_0 &= KB_0 + BM_0 - KG \\
&= 8,246 \\
G'M_0 &= KB_0 + BM_0 - KG' \\
&= 10,39 \\
G'M_{90} &= BM_{90} - G'B_{90} \\
&= -35,0700741 \\
b_1 &= \frac{9 \cdot (G'B_{90} - G'B_0)}{8} - \frac{G'M_0 - G'M_{90}}{32} \\
&= 37,65142705 \\
b_2 &= \frac{G'M_0 + G'M_{90}}{8} \\
&= -3,08562662 \\
b_3 &= 3 \cdot \frac{G'M_0 - G'M_{90}}{32} - 3 \cdot \frac{(G'B_{90} - G'B_0)}{8} \\
&= -8,74026606
\end{aligned}$$

Perhitungan Lengan Stabilitas

Φ	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
$GG' \cdot \sin(1 \cdot \Phi)$	0	-0,186	-0,371	-0,553	-0,731	-0,904	-1,069	-1,226	-1,374	-1,512
$b_1 \cdot \sin(2 \cdot \Phi)$	0	6,535	12,871	18,817	24,192	28,832	32,597	35,373	37,075	37,651
$b_2 \cdot \sin(4 \cdot \Phi)$	0	-1,055	-1,983	-2,671	-3,038	-3,039	-2,674	-1,986	-1,059	-0,005
$b_3 \cdot \sin(6 \cdot \Phi)$	0	-4,368	-7,567	-8,740	-7,574	-4,380	-0,014	4,356	7,560	8,740
GZ (ft)	0	0,926	2,950	6,852	12,848	20,509	28,840	36,516	42,201	44,875
GZ (m)	0	0,282	0,899	2,088	3,916	6,251	8,791	11,130	12,863	13,678

Φ	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
$GG' \cdot \sin(1 \cdot \Phi)$	-2	-1,638	-1,752	-1,852	-1,938	-2,010	-2,066	-2,106	-2,131	-2,139
$b_1 \cdot \sin(2 \cdot \Phi)$	38	37,085	35,393	32,627	28,870	24,238	18,869	12,928	6,594	0,060
$b_2 \cdot \sin(4 \cdot \Phi)$	-0	1,050	1,979	2,669	3,038	3,040	2,676	1,990	1,064	0,010
$b_3 \cdot \sin(6 \cdot \Phi)$	8,7	7,581	4,392	0,028	-4,344	-7,553	-8,740	-7,588	-4,404	-0,042
GZ (ft)	45	44,078	40,013	33,472	25,626	17,715	10,739	5,224	1,123	-2,111
GZ (m)	14	13,435	12,196	10,202	7,811	5,400	3,273	1,592	0,342	-0,643

$$GG' \cdot \sin(1 \cdot \Phi) = \frac{GG' \cdot \sin(\Phi \cdot \pi)}{180}$$

$$b_1 \cdot \sin(2 \cdot \Phi) = \frac{b_1 \cdot \sin(\Phi \cdot 2 \cdot \pi)}{180}$$

$$b_2 \cdot \sin(4 \cdot \Phi) = \frac{b_2 \cdot \sin(\Phi \cdot 4 \cdot \pi)}{180}$$

$$b_3 \cdot \sin(6 \cdot \Phi) = \frac{b_3 \cdot \sin(\Phi \cdot 6 \cdot \pi)}{180}$$

Perhitungan Lengan Dinamis (L_D)

$$L_{Dn} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot (GZ_{n-10} + 4 \cdot GZ_{n-5} + GZ_n) \quad ; h = 0,0872665 \text{ rad}$$

Sudut [°]	LD [ft.rad]	LD [m.rad]
10	0,1935165	0,0589838
20	1,2568333	0,3830828
30	3,5989958	1,0969739
40	6,3153534	1,9249197
L_D Total	11,364699	3,4639603

Sudut Maksimum

GZ max = 13,678 m ; nilai maksimum GZ dari semua sudut (0^0 s.d. 90^0)

Kolom Ke = 10 ; nilai terbesar tersebut pada kolom ke berapa

Heel at GZ = 45° ; pada sudut heel berapa GZ maksimum

Titik

$$\begin{aligned} X_1 &= 40 \\ X_2 &= 45 \\ X_3 &= 50 \\ Y_1 &= 12,86 \\ Y_2 &= 13,68 \\ Y_3 &= 13,44 \end{aligned}$$

Matriks

$$\begin{bmatrix} 1 & 35 & 1225 \\ 1 & 40 & 1600 \\ 1 & 45 & 2025 \end{bmatrix}$$

Invers Matrik

$$\begin{bmatrix} 36 & -63 & 28 \\ -1,7 & 3,2 & -1,5 \\ 0,02 & -0,04 & 0,02 \end{bmatrix}$$

Hasil Perkalian Matrik

$$\begin{aligned} a &= -22,45984 \\ b &= 1,7496636 \\ c &= -0,021156 \end{aligned}$$

$$\theta_{\max} = 41,35238^\circ ; \text{ sudut maximum}$$

IMO STABILITY

Input Data

1. e (mrad)

$$\begin{aligned} e_{30^\circ} &= 1,096974 \\ e_{40^\circ} &= 1,92492 \\ e &= e_{30^\circ} - e_{40^\circ} \\ &= 0,82795 \end{aligned}$$

2. GZ_{30° = 8,790516

3. θ_{\max} = 41,35238

4. GM_0

$$\begin{aligned} GM_0 &= 8,24602 \text{ feet} \\ &= 2,513387 \text{ m} \end{aligned}$$

5. B = 9,00

6. $G'Mo$ = 10,38506

Kriteria IMO

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

$$\begin{aligned} e_{30^\circ} &= 1,096974 \\ &= \text{Diterima} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} e_{40^\circ} &= 1,92492 \\ &= \text{Diterima} \end{aligned}$$

3. $e_{30-40^\circ} \geq 0,03$

$$\begin{aligned} e_{30-40^\circ} &= 1,92492 \\ &= \text{Diterima} \end{aligned}$$

4. $h_{30^\circ} \geq 0,2$

$$\begin{aligned} h_{30^\circ} &= 8,79052 \\ &= \text{Diterima} \end{aligned}$$

5. $\theta_{\max} \geq 25$

$$\begin{aligned} \theta_{\max} &= 41,35238 \\ &= \text{Diterima} \end{aligned}$$

6. $GM_0 \geq 0,15$

$$\begin{aligned} GM_0 &= 2,513387 \\ &= \text{Diterima} \end{aligned}$$

Periode Rolling

$$T = \frac{0,79 \cdot B}{\sqrt{G'Mo}}$$

$$= 2,2063 \text{ detik}$$

Cost

Capital Cost

Input Data

$$W_{ST} = 171,4383183$$

$$W_{E\&O} = 53,79973185$$

$$W_{ME} = 20,10148732$$

Perhitungan Biaya

1. Structural Cost

$$C_{ST} = 3906,139942$$

$$P_{ST} = W_{ST} \cdot C_{ST} \\ = \$669.662$$

2. Outfit Cost

$$C_{E\&O} = 17913,05863$$

$$P_{E\&O} = W_{E\&O} \cdot C_{E\&O} \\ = \$963.718$$

3. Machinery Cost

$$C_{ME} = 19785,32472$$

$$P_{ME} = W_{ME} \cdot C_{ME} \\ = \$397.714,45$$

4. Non-weight Cost

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

$$P_{NW} = C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME}) \\ = \$203.109$$

$$\text{Biaya} = P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW} \\ = \$2.234.204$$

$$= \text{Rp } 30.161.749.875,29 \quad \Leftarrow \text{Kurs } \$1 = \text{Rp. } 13.500$$

Perhitungan Harga

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

$$= \$111.710$$

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

$$= \$44.684$$

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

$$= \$201.078$$

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

$$= \$2.591.676$$

$$\text{Kurs} = \text{Rp } 13.500$$

$$\text{Harga} = \text{Rp } 34.987.629.855$$

Operational Cost

Service Speed	=	5,144 m/s
	=	10,00 nm/jam
Jarak	=	107,13 nm
Sea Time	=	10,71 jam
	=	0,45 hari
Port Time	=	4,78 hari
Idle Time	=	0,042 hari
Waktu Total	=	5,27 hari
Possible Voyage	=	123

Operating Cost

Repair	=	Rp	1.749.381.492,77
Stores, Supplies & Lubricating Oil			
	=	Rp	438.116.654,78
Stores for Crew	=	Sea Time · ZC · 330 · 5	
	=	Rp	176.779.772,77
Sallary	=	400 · ZC · 11	
	=	Rp	891.000.000,00
Insurance for P & I dan			
Insurance for H & M	=	Rp	402.357.743,34
Total Operating Cost	=	Rp	3.657.635.663,65

Voyage Cost

Fuel M. E.	=	Rp	6.294.560,21	; asumsi harga F. M. E. = Rp4100/m ³
Fuel A. E.	=	Rp	1.459.232,62	; asumsi harga F. M. E. = Rp7500/m ³

Dimension of Ship

GT	=	393,016 ton
L	=	44,05 m
B	=	9,00 m
H	=	2,60 m
T	=	1,99 m

Asumsi: Di daerah operasi tidak wajib pandu & tunda

Pelayanan Kapal		
JASA TAMBAT		
Dermaga	Per GT/Etmal	150
Pelayanan Barang		
JASA DERMAGA		
Kecepatan Bongkar Muat	ton/jam	25
CHC	Per Ton/M3	30000

Biaya Pelabuhan

Jasa

Pelayanan Kapal

Jasa Labuh	=	-	
Jasa Tambat (Dermaga)	=	Rp	58.952,35
Jasa Pandu	=	-	
Jasa Tunda			
Pelayanan Barang			
B/M	=	Rp	9.600.000,00
Total Voyage Cost	=	Rp	17.412.745,18 /voyage
	=	Rp	2.141.767.657,07 /tahun

Cargo Handling Cost = Rp 47.232.000,00 /tahun

Biaya Investasi	=	CC + OC	
			Rp 33.819.385.538,94
Umur Kapal	=		20 Tahun
Capital Cost	=	Harga/Umur Kapal	
	=		Rp1.749.381.492,77 / Tahun
	=		\$129.584 / Tahun
Total Cost	=	VC + CC + CHC	
	=		Rp3.938.381.149,83 / Tahun
	=		\$291.732 / Tahun

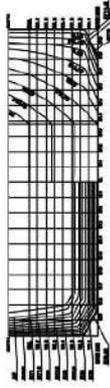
Total Output	=	Payload	
Total Output	=		320 ton
	==>		474,139 m3
Unit Cost (Rp/ton)	=	TC / TO	
	=	Rp	100.060,50 /ton
	=	Rp	934,01 /ton/nm

$$\begin{aligned} \text{Unit Cost (Rp/m}^3\text{)} &= \text{TC / TO} \\ &= \text{Rp } 67.531,59 \text{ /m}^3 \\ &= \text{Rp } 630,37 \text{ /m}^3\text{/nm} \end{aligned}$$

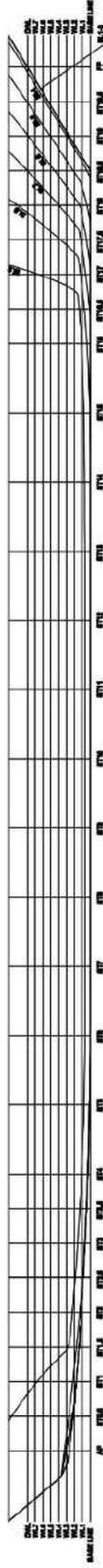
Tabel Muatan Terangkut

Item	Total demand	Dimensi barang			Satuan kemasan	Barang terangkut	
		p	l	t		Jumlah Barang	Volume Barang (m3)
Kacang hijau	83,974	0,12	0,065	0,22	1 kg	84	0,144
Kacang tanah	122,643	0,12	0,065	0,22	1 kg	123	0,211
Kedelai	24,529	0,12	0,065	0,22	1 kg	25	0,043
Tepung terigu	686,798	0,43	0,3	0,25	1 kg	687	22,156
Tepung beras	171,700	0,43	0,3	0,25	1 kg	172	5,547
Beras ketan	122,643	0,3	0,3	0,06	5 kg	25	0,135
Beras	51970,758	0,3	0,3	0,06	5 kg	10395	56,133
Shampo	10871,280	0,05	0,03	0,15	170 ml	63949	14,389
Sabun pembersih	647,935	0,11	0,05	0,17	400 ml	1620	1,515
Susu bubuk	1119,650	0,14	0,14	0,19	1000 gr	1120	4,171
Minyak goreng	4967,047	0,12	0,065	0,22	1 liter	4968	8,525
Gula pasir	11216,878	0,15	0,055	0,15	1 kg	11217	13,881
Gula merah	1101,092	0,15	0,1	0,06	400 gr	2753	2,478
Deterjen	19201,998	0,15	0,06	0,15	900 gr	21336	28,804
Pasta gigi	6089,930	0,21	0,045	0,05	120 gr	50750	23,979
Mie Instan	2667,916	0,12	0,115	0,03	75 gr	35573	14,727
Sabun batang	4529,700	0,085	0,05	0,04	85 gr	53291	9,059
Olahan sapi	39,608	0,13	0,07	0,022	75 gr	529	0,106
Susu cair pabrik	980,254	0,05	0,045	0,12	24 x 250 ml	3922	1,059
Telur ayam ras	4318,314	0,15	0,08	0,1	6 butir (500 gr)	8637	10,364
Alat tulis	541,758	0,35	0,3	0,15	12 x 800 gr	57	0,898
Susu bubuk bayi	31,777	0,5	0,4	0,5	24 x 400 gr	4	0,400
Olahan susu	76,357	0,045	0,045	0,13	200ml	382	0,101
Teh	974,347	0,16	0,055	0,6	25 x 15 gr	2599	13,723
Kopi bubuk	1598,313	0,08	0,32	0,04	20 x 31 gr	2578	2,640
Sirup	33,554	0,06	0,06	0,29	500 ml	68	0,071
Garam	2146,733	0,12	0,08	0,018	250 gr	179	0,031
Merica	269,332	0,005	0,06	0,085	85 gr	3169	0,081
Terasi	546,585	0,1	0,05	0,05	95 gr	5754	1,439
Kecap	2,898	0,036	0,036	0,17	135 gr	22	0,005
Penyedap masakan	93,351	0,1	0,4	0,008	20 x 50 gr	94	0,030
Sambal jadi/saus tomat	0,592	0,036	0,036	0,17	135 gr	5	0,001
Bumbu masak kemasan	394,563	0,1	0,4	0,007	10 x 20 gr	1973	0,552
Minuman instan	26,417	0,08	0,07	0,01	20 x 6,5 gr	204	0,011
Bihun	95,058	0,12	0,115	0,03	85 gr	1119	0,463
Bahan agar-agar	2,357	0,1	0,08	0,004	7 gr	337	0,011
Bubur bayi kemasan	0,015	0,15	0,15	0,06	120 gr	1	0,001
Kue kering/biskuit	1624,326	0,065	0,15	0,05	20 x 199,5gr	8142	3,969
Air kemasan	1989,103	0,055	0,055	0,23	600 ml	3316	2,307
Air kemasan galon	95818,254	0,285	0,285	0,4	19 l	5044	163,880
Air teh kemasan	570,288	0,055	0,055	0,17	400 ml	1426	0,733
Sari buah kemasan	426,796	0,05	0,045	0,12	250 ml	1708	0,461
Minuman mengandung CO2 (soda)	198,206	0,0625	0,0625	0,175	500 ml	397	0,271
Minuman kesehatan/minuman energi	81,531	0,055	0,055	0,11	200 ml	408	0,136
Rokok kretek filter	8,153	0,05	0,018	0,09	0,012 kg	680	0,055
Rokok kretek tanpa filter	3,664	0,07	0,014	0,085	0,016 kg	229	0,019
Rokok putih	1,148	0,325	0,28	0,085	0,012 kg	96	0,743
Gas	22648,500	0,12	0,12	0,28	3 kg	7550	30,442
Semen	69203,750	0,1	0,4	0,6	50 kg	1385	33,240
						Total volume (m3)	474,139

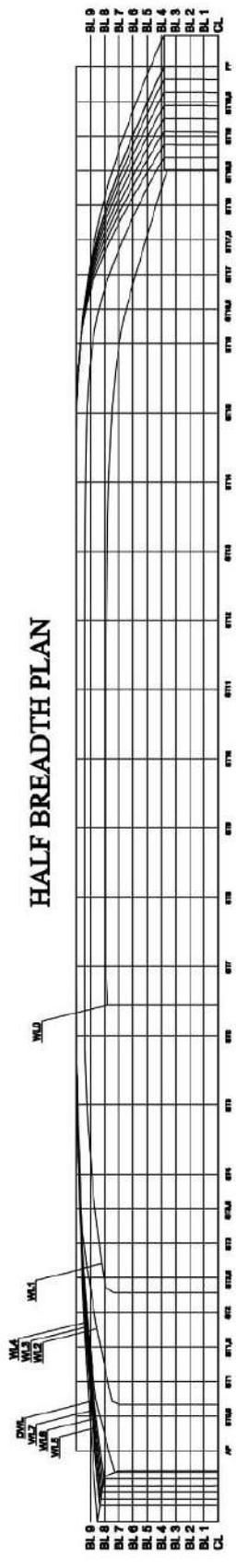
BODY PLAN



SHEER PLAN



HALF BREADTH PLAN

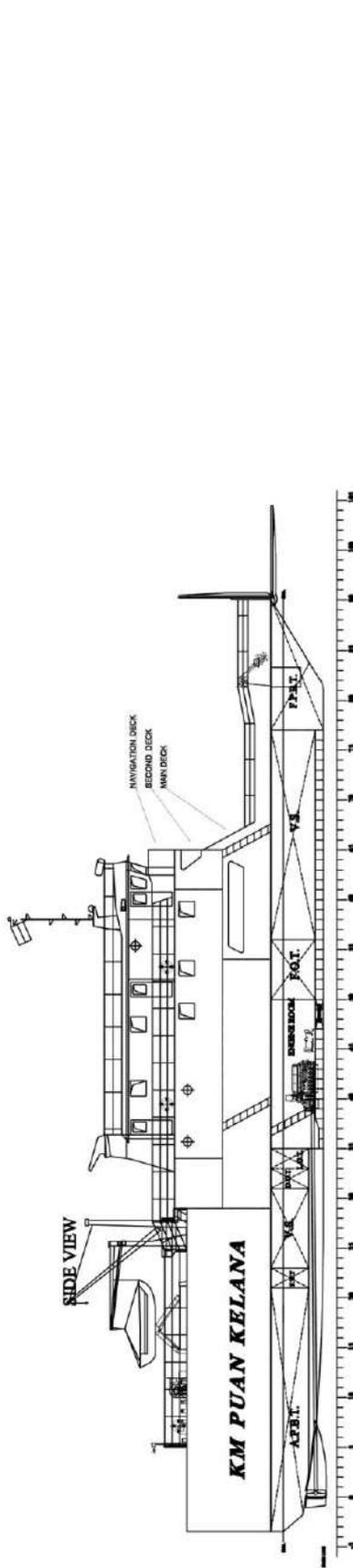


DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
 FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

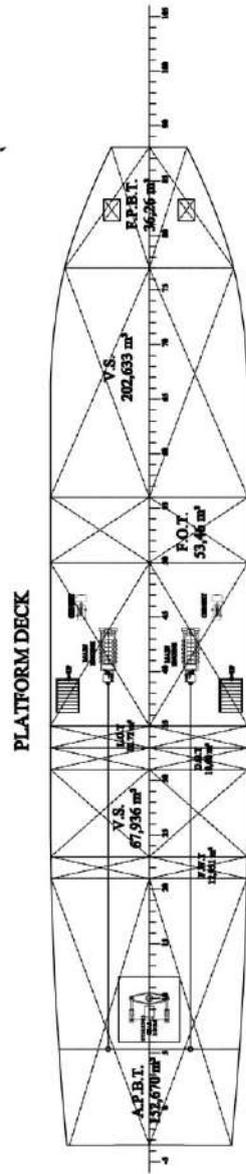
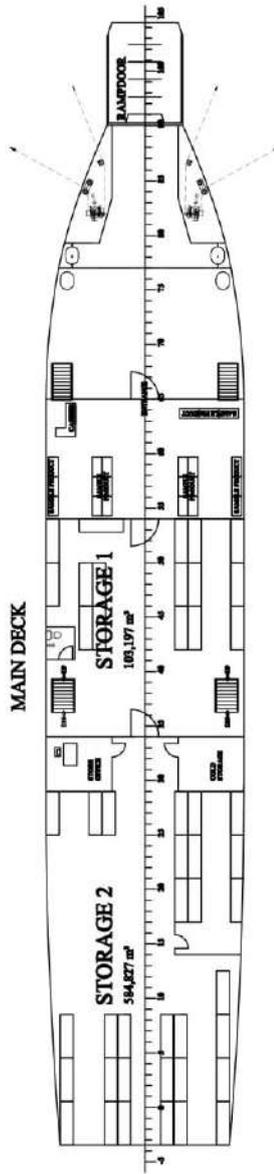
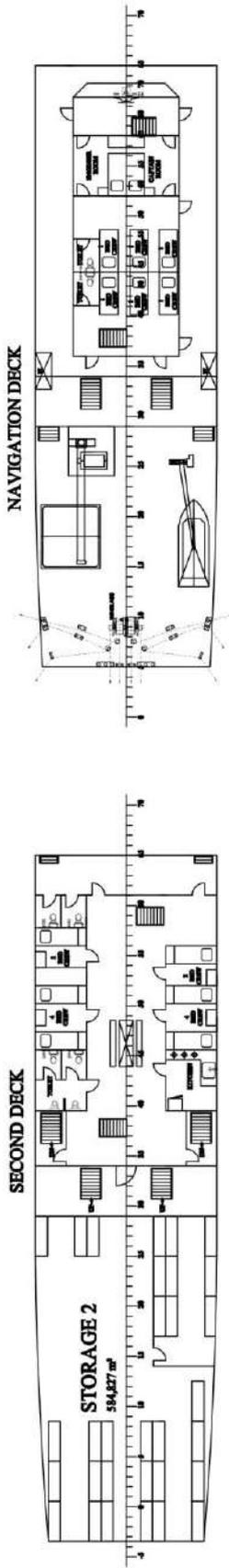
MV. PUAN KELANA

LINES PLAN

SCALE	1:100	SIGNATURE	DATE	REMARK:
DRAWN BY	I Made Hari Gunawan			
APPROVED BY	Irene TTY YANINA, S.T., M.T.			
	RI Cah Liandani, S.T., M.Eng.			
				NIP - 441510008



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRINCIPAL DIMENSION	
TYPE	LCT
PAYLOAD	500 Ton
DISPLACEMENT (DWT)	400 Ton
LENGTH WATER LINE (LWL)	48,770 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LBP)	44,88 m
BREADTH MOULDED (BM)	8 m
HEIGHT (H)	2.8 m
DRAUGHT (T)	1.88 m
BLOCK COEFFICIENT (CB)	0.84
DESIGNED SEA SPEED (V)	10 KNOT

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

MV. PUAN KELANA

GENERAL ARRANGEMENT

SCALE	1 : 500	SIGNATURE	DATE	REMARK :
DESIGNED BY	Thalia Yuli Desiana			
APPROVED BY	Irwan Tri Yuliana, S.T.,M.T.			
APPROVED BY	BE Dwi Laksana, S.T.,J.A.B.			

MPP - 44120028

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Denpasar, 05 September 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Riwayat pendidikan formal penulis antara lain, TK Kartika Udayana, SD Saraswati I Denpasar, SMP PGRI 2 Denpasar, SMA PGRI 6 Denpasar dan pada tahun 2012 penulis diterima melalui jalur SNMPTN di Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang tercatat dengan NRP 4412 100 028. Penulis sempat aktif sebagai Sekretaris Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma

Indonesia Pimpinan Cabang Jawa Timur (PD-KMHDI Jatim) periode 2012-2013, Anggota Bidang Kaderisasi Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma Indonesia Pimpinan Cabang Surabaya (PC-KMHDI Surabaya) periode 2012-2014, serta Wakil Ketua Harian II Tim Pembina Kerohanian Hindu Institut Teknologi Sepuluh Nopember (TPKH-ITS) periode 2014-2015. Penulis juga aktif melakukan berbagai kegiatan sosial, seni dan kebudayaan di internal dan eksternal kampus. Pada masa perkuliahan penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pelabuhan Indonesia III Terminal Petikemas Semarang (TPKS) pada tahun 2014 dan PT. Meratus Line Surabaya pada tahun 2016. Untuk menghubungi penulis dapat melalui email indra.hariana@gmail.com.

