



## **TUGAS AKHIR – MS 184801**

# **DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI KAPAL FERRY UNTUK LINTASAN PENYEBERANGAN INTERNASIONAL: STUDI KASUS LINTASAN BELAWAN – PENANG**

Raihan Ruhama Azhari Setyono

NRP 0441164 000 0016

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

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



---

## **TUGAS AKHIR – MS 184801**

# **DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI KAPAL FERRY UNTUK LINTASAN PENYEBERANGAN INTERNASIONAL: STUDI KASUS LINTASAN BELAWAN – PENANG**

Raihan Ruhama Azhari Setyono

NRP 0441164 000 0016

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

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

Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020



---

## **FINAL PROJECT – MS184801**

### **CONCEPTUAL DESIGN AND OPERATING PATTERN FERRY SHIP FOR INTERNATIONAL SHIPPING ROUTE: CASE STUDY BELAWAN - PENANG**

Raihan Ruhama Azhari Setyono

NRP. 0441164 000 0016

Supervisors:

Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

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

Department of Marine Transportation Engineering

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI**  
**KAPAL FERRY**  
**UNTUK**  
**LINTASAN PENYEBERANGAN INTERNASIONAL:**  
**STUDI KASUS LINTASAN BELAWAN – PENANG**

**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:

**RAIHAN RUHAMA AZHARI SETYONO**  
NRP 0441164 000 0016

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

NIP 196808041994021001

Dosen Pembimbing II



20/8/20

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

NIP 198706052015041002

SURABAYA, AGUSTUS 2020

## LEMBAR REVISI

# DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI KAPAL FERRY UNTUK LINTASAN PENYEBERANGAN INTERNASIONAL: STUDI KASUS LINTASAN BELAWAN – PENANG

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 04 Agustus 2020

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

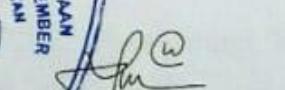
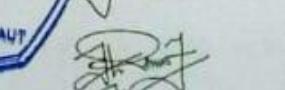
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RAIHAN RUHAMA AZHARI SETYONO**

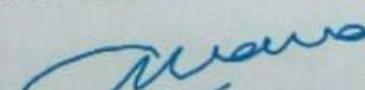
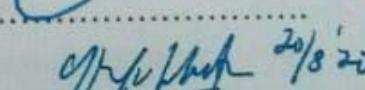
NRP 04411640000016

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc. .... 
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T. .... 
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. .... 
4. Muhammad Riduwan, S.Kom., M.Kom. .... 



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. .... 
2. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T. .... 

SURABAYA, AGUSTUS 2020

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga Laporan ini dapat terselesaikan untuk memenuhi Tugas Akhir yang berjudul “Desain Konseptual dan Pola Operasi Kapal Ferry Untuk Lintasan Penyeberangan Internasional: Studi Kasus Lintasan Belawan – Penang”. Terselesaiannya laporan ini tentunya tidak terlepas dari arahan kedua dosen pembimbing, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 1 (satu) yang telah memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis. Beliau selalu bersedia membantu penulis dalam keadaan sulit untuk memecahkan banyak permasalahan dan memberikan ilmu terkait penulisan yang baik dalam proses penggerjaan Tugas Akhir.
2. Bapak Irwan Tri Yuninanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 (dua) yang telah memberikan ilmu dan masukan kepada penulis. Beliau selalu memberikan pandangan baru kepada penulis dalam penggerjaan Tugas Akhir dalam lingkup transportasi laut sehingga memperkaya ilmu dalam proses penggerjaan Tugas Akhir.

Selain dosen pembimbing, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penggerjaan Tugas Akhir ini:

1. Mas Hamzah Satriawansyah S.T. yang telah memberikan arahan untuk perhitungan merancang kapal ferry serta memberikan referensi teori perhitungan untuk lambung timbul dari kapal ferry.
2. Bapak Herry Dwi Putra Hamid S.Psi selaku supervisor Divisi Operasional II Pelabuhan Belawan yang telah memberikan data operasional kapal.
3. Rekan Samuel Alan Darmasaputra dan Danang Harnanda Fiantara yang selalu memberikan dukungan dan bantuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Mas Zainur selaku Tata Usaha Departemen Teknik Transportasi Laut yang sering memberikan informasi non-teknik dalam urusan Tugas Akhir.
5. Bapak Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T selaku Dosen Wali dan Dosen Pengampu Tugas Akhir penulis di Departemen Teknik Transportasi Laut.
6. Bapak Dr.-Ing Setyo Nugroho. selaku Kepala Departemen Teknik Transportasi Laut.

7. Bapak Firmanto Hadi S.T., M.Sc. selaku Dosen Pengaji ujian Tugas Akhir
8. Bapak Eka Wahyu Ardhi S.T., M.T. selaku Dosen Pengaji ujian Tugas Akhir.
9. Ibu Pratiwi Wuryaningrum S.T., M.T. selaku Dosen Pengaji ujian Tugas Akhir.
10. Bapak Muhammad Muhammad Riduwan S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pengaji ujian Tugas Akhir.
11. Mama Sri Sedyati dan Ayah Rahasia Rommel Purnomo Siregar selaku kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan, motivasi, materi dan kasih sayang kepada penulis sehingga bisa terselesaikannya Tugas Akhir.
12. Ami Nisrina Putri Siregar dan Fachiyatur Rahmah yang selalu memberikan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir.
13. Rinaldi Eko Sarjono, Oya Ismadora dan Bayu Ilham selaku kakak tingkat yang memberikan waktu dan ilmu kepada penulis sehingga terselesaikannya Tugas Akhir.
14. Mas mbak DANFORTH dan BRIGANTINE dan adik – adik SEVMASH yang memberikan masukan terkait pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih mempunyai banyak kekurangan dan menerima masukan dan saran sehingga bermanfaat untuk kedepannya.

Surabaya, 19 Agustus 2020

Raihan Ruhama Azhari Setyono

# **DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI KAPAL FERRY UNTUK LINTASAN PENYEGERANGAN INTERNASIONAL: STUDI KASUS LINTASAN BELAWAN - PENANG**

Nama Penulis : Raihan Ruhama Azhari Setyono

NRP : 0441164 000 0016

Departemen/Fakultas : Teknik Transportasi Laut/Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. I G. N Sumanta Buana, S.T., M.Eng.  
2. Irwan Tri Yunianto, S.T. M.T.

## **ABSTRAK**

Jumlah wisatawan yang mengunjungi provinsi ini mengalami penurunan yang ditunjukkan oleh berkurangnya jumlah penumpang di Bandara Kualanamu pada tahun 2018. Hal tersebut disebabkan karena meningkatnya tarif pesawat sehingga mengurangi minat wisatawan untuk berkunjung. Lintasan ferry Belawan - Penang yang pernah dioperasikan dari tahun 2006 hingga 2012 direncanakan akan dibuka kembali dengan tujuan untuk meningkatkan kunjungan wisata di Sumatera Utara. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan pola operasi kapal ferry yang akan dioperasikan kembali di lintasan Belawan – Penang dalam rangka meningkatkan kunjungan wisatawan ke Provinsi Sumatera Utara. Metode optimasi dengan memperhatikan biaya satuan minimum dipakai untuk merencanakan pola operasi 3 (tiga) jenis kapal ferry yang biasa dipakai sebagai sarana transportasi ferry antar negara, yaitu, katamaran, *fast boat* dan ro-ro. Analisis biaya manfaat dipakai untuk memilih jenis kapal ferry yang paling sesuai dioperasikan di lintasan ini serta terjangkau. Jumlah kunjungan wisatawan diperkirakan dengan metode *forecast sheet*, sedangkan jumlah maksimum wisatawan yang dapat diangkut dalam satu waktu dilakukan dengan memperhatikan fluktuasi kedatangan wisatawan setiap bulan dalam setahun. Konsep satuan unit penumpang (SUP) digunakan untuk menentukan kebutuhan akomodasi untuk penumpang. Analisis yang dimulai dari tahun 2021 selama umur ekonomis kapal menunjukkan bahwa jenis kapal ferry yang sesuai untuk dioperasikan pada lintasan Belawan – Penang adalah katamaran. 4 (empat) unit kapal ferry berjenis katamaran yang dioperasikan memiliki kapasitas 90 orang dengan LPP 36,18 m,B 12 m,T 5,01 m,H 2,39 m dan kecepatan 20 knot.

**Kata Kunci:** Belawan - Penang, Ferry, *Forecast Sheet*, SUP, Tarif, Wisata

# **CONCEPTUAL DESIGN AND OPERATING PATTERN FERRY SHIP FOR INTERNASIONAL SHIPPING ROUTE: CASE STUDY BELAWAN - PENANG**

Name : Raihan Ruhama Azhari Setyono  
NRP : 0441164 000 0016  
Departemen/Faculty : Marine Transportation Engineering/Marine Technology  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. I G. N Sumanta Buana, S.T., M.Eng.  
2. Irwan Tri Yunianto, S.T. M.T.

## **ABSTRACT**

The number of tourists visiting North Sumatera Province has decreased, as the number of passengers disembarked at Kualanamu Airport decreased in 2018. This is as a result of airplane rates increase, which lowered the interest of tourists to visit. Belawan - Penang ferry line, which was operated from 2006 to 2012, will be reopened in order to increase tourist visits to this province. This Final Project aims to plan a ferry operation pattern which will be reopened again on the Belawan - Penang route in order to increase tourist visits to North Sumatra Province. Optimization method by taking into account the minimum unit cost is used to investigate the operating pattern of 3 (three) types of ferries commonly used as means for international ferry transportation, namely, catamaran, fast boat and ro-ro. Benefit Cost Analysis (BCA) is used to select the appropriate type of ferry. The number of tourist visits is estimated using the Forecast Sheet Method, while the maximum number of tourists that can be transported at one time is obtained by considering in monthly tourist arrivals fluctuations. Passenger Unit Concept is used to determine the accommodation requirements for passengers. The analysis is started from 2021 throughout the economic life of the ferry boat and the result shows that the most suitable type of ferry is catamaran. 4 (four) units of catamaran-type ferries will be operated and each of them has a capacity for carrying 90 peoples. The main dimensions the selected boat are 36.18 meters (LPP), 12 meters (B), 2.39 meters (T), 5.01 meters (H) and a service speed of 20 knots.

**Keywords:** Belawan-Penang Ferry, Benefit Cost Analysis, Catamaran, Optimization, Passenger Unit Concept, Tourism.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR REVISI .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xviii
Bab 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	2
1.3    Tujuan .....	3
1.4    Manfaat .....	3
1.5    Batasan Masalah .....	3
1.6    Hipotesis Awal .....	3
Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI .....	5
2.1    Metode Proyeksi .....	5
2.2    Pemilihan Moda Transportasi .....	6
2.3    Metode Optimasi .....	7
2.4    Pelabuhan .....	10
2.4.1    Tinjauan Persyaratan dan Perlengkapan Pelabuhan .....	10
2.4.2    Tinjauan Ukuran Pelabuhan .....	11
2.4.3    Dermaga .....	12

2.4.4	Tinjauan Perencanaan Pelabuhan Berdasarkan Jangkauan Waktu .	13
2.4.5	Faktor Pengembangan Pelabuhan.....	13
2.4.6	Tata Letak Pelabuhan ( <i>Layout</i> ) .....	14
2.5	Desain Konseptual Kapal .....	15
2.6	Operasional Pelabuhan.....	15
2.6.1	Labuh dan Tambat .....	15
2.7	Kapal Ferry.....	16
1.	Kapal Ferry Ujung Ganda .....	17
2.	Kapal Ferry Hidrofoil .....	17
3.	Kapal Ferry Hovercraft .....	18
4.	Kapal Ferry Catamaran .....	19
2.8	Ukuran Utama Kapal .....	20
2.9	Koefisien Kapal .....	21
2.9.1	Koefisien Blok (Cb).....	21
2.9.2	Koefisien <i>Midship</i> (Cm) .....	21
2.9.3	Koefisien <i>Waterplane</i> (Cwp) .....	21
2.9.4	<i>Longitudinal Center of Bouyancy</i> (LCB).....	22
2.9.5	Koefisien <i>Prismatik</i> (Cp) .....	22
2.9.6	<i>Volume</i> Displasemen.....	22
2.9.7	Displasemen .....	22
2.10	Perhitungan Hambatan.....	22
2.10.1	Hambatan Kekentalan.....	23
2.11	Perhitungan Berat Kapal .....	23
2.11.1	Perhitungan <i>Deadweight</i> (DWT).....	24
2.11.2	Perhitungan Jumlah dan Berat Crew Kapal .....	24
2.11.3	Perhitungan Berat Bahan Bakar Mesin Induk .....	25

2.11.4	Perhitungan Berat Bahan Bakar Mesin Bantu.....	25
2.11.5	Perhitungan Kebutuhan Minyak Pelumas.....	26
2.11.6	Perhitungan Kebutuhan Air Tawar.....	26
2.11.7	Perhitungan Berat Permesinan .....	26
2.12	Perhitungan Titik Berat Kapal.....	27
2.12.1	Perhitungan Titik Berat DWT .....	27
2.13	Pemilihan Mesin .....	28
2.13.1	Perhitungan <i>Propulsive Efficiency</i> .....	28
2.13.2	Perhitungan Daya Motor Induk.....	29
2.14	Perhitungan <i>Trim</i> .....	31
2.15	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	33
2.16	Perhitungan Tonase Kapal .....	33
2.16.1	Perhitungan <i>Gross Tonnage (GT)</i> .....	34
2.16.2	Perhitungan <i>Net Tonnage</i> .....	34
2.17	Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal.....	35
2.17.1	<i>Struktural Cost</i> .....	35
2.17.2	<i>Outfit Cost</i> .....	35
2.17.3	<i>Machinery Cost</i> .....	35
2.18	Perhitungan Biaya Operasional Kapal .....	35
2.18.1	Biaya Reparasi dan Pemeliharaan .....	36
2.18.2	<i>Stores, Supplies, and Lubricating Oil</i> .....	36
2.18.3	<i>Insurance Cost</i> .....	36
2.18.4	<i>Voyage Cost</i> .....	36
2.18.5	<i>Cargo Handling Cost</i> .....	36
2.19	Analisis Regresi.....	36
2.20	Penelitian Sebelumnya.....	37

2.20.1 Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Lintasan Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa .....	37
2.20.2 Desain Kapal untuk Wisata Rute Bangsring- Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan .....	37
<b>Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
3.1    Diagram Alir Penelitian .....	39
3.2    Tahap Identifikasi Permasalahan.....	40
3.3    Tahap Studi Literatur .....	40
3.4    Tahap Proyeksi Penumpang .....	40
3.5    Tahap Analisis Wisatawan Yang Menggunakan Moda Laut.....	40
3.6    Penentuan Satuan Unit Penumpang.....	41
3.7    Tahap Penentuan Tarif .....	41
3.8    Analisis Biaya <i>Opportunity</i> .....	41
3.9    Metode Optimasi .....	41
<b>Bab 4. GAMBARAN UMUM .....</b>	<b>43</b>
4.1    Provinsi Sumatera Utara .....	43
4.2    Pulau Penang Malaysia .....	52
4.3    Arus Wisatawan Malaysia Menuju Indonesia.....	60
4.4    Wisatawan Menuju Sumatera Utara Berdasarkan Kewarganegaraan ...	61
4.5    Arus Wisatawan Indonesia Menuju Malaysia.....	61
4.6    Pelabuhan Belawan.....	62
4.6.1    Panjang Kapal Pada Dermaga Belawan Lama .....	63
4.6.2    Jumlah Kunjungan Kapal.....	64
4.6.3 <i>Service Time</i> Belawan Lama .....	64
4.7    Utilitas Dermaga.....	65
4.8    Referensi Lintasan Penyeberangan.....	66

4.9	Statistik Embarkasi dan Debarkasi .....	67
Bab 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		69
5.1	Proyeksi Penumpang Indonesia Menuju Malaysia.....	69
5.2	Proyeksi Penumpang Malaysia menuju Indonesia .....	70
5.3	Penentuan <i>Demand</i> Penumpang .....	70
5.4	<i>Payload</i> Kapal Penyebrangan .....	71
5.5	Lintasan Belawan – Penang .....	72
5.6	Regresi Tarif Penyeberangan .....	73
5.7	Satuan Unit Produksi Penumpang .....	74
5.8	Model Optimasi .....	74
5.8.1	<i>Objective Function</i> .....	74
5.8.2	<i>Decision Variable</i> .....	75
5.8.3	<i>Constraint</i> .....	75
5.9	Perhitungan Biaya Kapal .....	76
5.9.1	Biaya Kapital.....	76
5.9.2	Biaya Operasional.....	77
5.9.3	Biaya Pelayaran .....	77
5.9.4	Biaya Pelabuhan .....	78
5.10	Hasil Optimasi Kapal.....	79
5.10.1	Ukuran Utama Kapal .....	79
5.10.2	Perhitungan Koefieisen Kapal.....	79
5.10.3	Perhitungan Hambatan Kapal.....	80
5.10.4	Perhitungan Propulsi Kapal.....	80
5.10.5	Perhitungan <i>Consumable</i> Kapal .....	81
5.10.6	Perhitungan Berat Kapal .....	81
5.10.7	Perhitungan Stabilitas Kapal .....	82

5.11	Biaya Oportunitas .....	82
5.12	<i>Analisa Biaya Manfaat</i> .....	83
5.13	Analisis Sensitivitas Terhadap Satuan Unit Penumpang .....	84
5.14	Desain Konseptual Ferry.....	86
Bab 6.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	89
6.1	Kesimpulan.....	89
6.2	Saran .....	89
	DAFTAR PUSTAKA .....	91
	LAMPIRAN .....	93

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 Kunjungan Wisatawan Dari Tahun 2014.....	2
Gambar 2.1 Kapal Ferry Ujung Ganda .....	17
Gambar 2.2 Kapal Ferry Hidrofoil .....	18
Gambar 2.3 Kapal Ferry Hovercraft .....	19
Gambar 2.4 Kapal Ferry Catamaran .....	19
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Peta Sumatera Utara.....	43
Gambar 4.2 Air Terjun Sipiso – piso .....	45
Gambar 4.3 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Air Terjun Sipiso – piso	45
Gambar 4.4 Jarak Pelabuhan Belawan Menuju Air Terjun Sipiso-piso ...	46
Gambar 4.5 Taman Nasional Gunung Leuseur .....	46
Gambar 4.6 Arus Wisatawan Menuju Taman Nasional Gunung Leuse ...	47
Gambar 4.7 Pulau Samosir .....	48
Gambar 4.8 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Pulau Samosir .....	48
Gambar 4.9 Jarak Belawan Menuju Pulau Samosir .....	49
Gambar 4.10 Danau Toba .....	49
Gambar 4.11 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Danau Toba.....	50
Gambar 4.12 Pantai Sorake dan Pantai Lagundri .....	51
Gambar 4.13 Wisatawan Menuju Pantai Sorake dan Pantai Lagundri .....	51
Gambar 4.14 Pulau Penang .....	52
Gambar 4.15 Bukit Penang .....	53
Gambar 4.16 Wisatawan Indonesia Menuju Bukit Penang .....	53
Gambar 4.17 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Bukit Penang .....	54
Gambar 4.18 Kek Lok Sie Temple .....	54
Gambar 4.19 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Kek Lok Sie Temple	55
Gambar 4.20 Wisatawan Indonesia Menuju Kek Lok Sie Temple .....	55
Gambar 4.21 Penang Peranakan Mansion .....	56
Gambar 4.22 Wisatawan Indonesia Menuju Penang Peranakan Mansion.	56
Gambar 4.23 Jarak Ferry Terminal Menuju Peranakan Mansion .....	57

Gambar 4.24 Kuil Khoo Kongsi.....	57
Gambar 4.25 Wisatawan Indonesia Menuju Kuil Khoo Kongsi .....	58
Gambar 4.26 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Kuil Khoo Kongsi ...	58
Gambar 4.27 Fort Cornwallis .....	59
Gambar 4.28 Wisatawan Indonesia Menuju Fort Cornwallis .....	59
Gambar 4.29 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Fort Cornwallis .....	60
Gambar 4.30 Arus Wisatawan Malaysia.....	60
Gambar 4.31 Wisatawan Mancanegara Berdasarkan Kewarganeragaan...	61
Gambar 4.33 Arus Wisatawan Indonesia Menuju Malaysia .....	62
Gambar 4.34 Layout Pelabuhan Belawan .....	63
Gambar 4.35 Rata-Rata Panjang Kapal .....	63
Gambar 4.36 Jumlah Kunjungan Kapal .....	64
Gambar 4.37 Waktu Pelayanan Dermaga Belawan Lama .....	65
Gambar 4.38 Utilitas Dermaga Belawan Lama.....	66
Gambar 4.39 Statistik Embarkasi dan Debarkasi .....	68
Gambar 5.1 Potensi Penumpang Malaysia.....	69
Gambar 5.2 Potensi Penumpang Indonesia .....	70
Gambar 5.3 Persentase Tiap Bulan.....	71
Gambar 5.4 Perbandingan Demand .....	72
Gambar 5.5 Lintasan Belawan - Penang .....	73
Gambar 5.6 Regresi Tarif Penyeberangan .....	73
Gambar 5.7 Biaya Oportunitas .....	83
Gambar 5.8 Analisis Sensitivitas SUP Kapal Catamaran .....	85
Gambar 5.9 Analisis Sensitivitas SUP <i>Fast Boat</i> .....	85
Gambar 5.10 Analisis Sensitivitas Kapal Ro-Ro.....	86
Gambar 5.11 <i>Layout Passenger Deck I</i> .....	87
Gambar 5.12 <i>Layout Passenger Deck II</i> .....	87
Gambar 5.13 <i>Layout Bottom Deck</i> .....	88

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Titik Berat DWT .....	27
Tabel 2.2 Referensi Mesin Induk.....	30
Tabel 2.3 Referensi Mesin Bantu .....	31
Tabel 4.1 Dimensi Dermaga Domestik.....	62
Tabel 4.2 Referensi Harga Tiket.....	67
Tabel 5.1 Komponen SUP Penumpang.....	74
Tabel 5.2 Perhitungan Biaya Kapital .....	76
Tabel 5.3 Perhitungan Biaya Operasional (Jt-Rp).....	77
Tabel 5.4 Perhitungan Biaya Pelayaran Kapal .....	78
Tabel 5.5 Perhitungan Biaya Pelabuhan Kapal Catamaran .....	78
Tabel 5.6 Ukuran Utama Kapal .....	79
Tabel 5.7 Perhitungan Koefisien Kapal .....	80
Tabel 5.8 Perhitungan Hambatan Kapal (kN) .....	80
Tabel 5.9 Perhitungan Propulsi Kapal (kW) .....	81
Tabel 5.10 Perhitungan Crew & Consumable Kapal (Ton) .....	81
Tabel 5.11 Perhitungan Berat Total Kapal (Ton) .....	82
Tabel 5.12 Perhitungan Stabilitas Kapal .....	82
Tabel 5.13 Analisis BCR.....	84
Tabel 5.14 Ukuran Utama Kapal Terpilih.....	84

## **Bab 1.** **PENDAHULUAN**

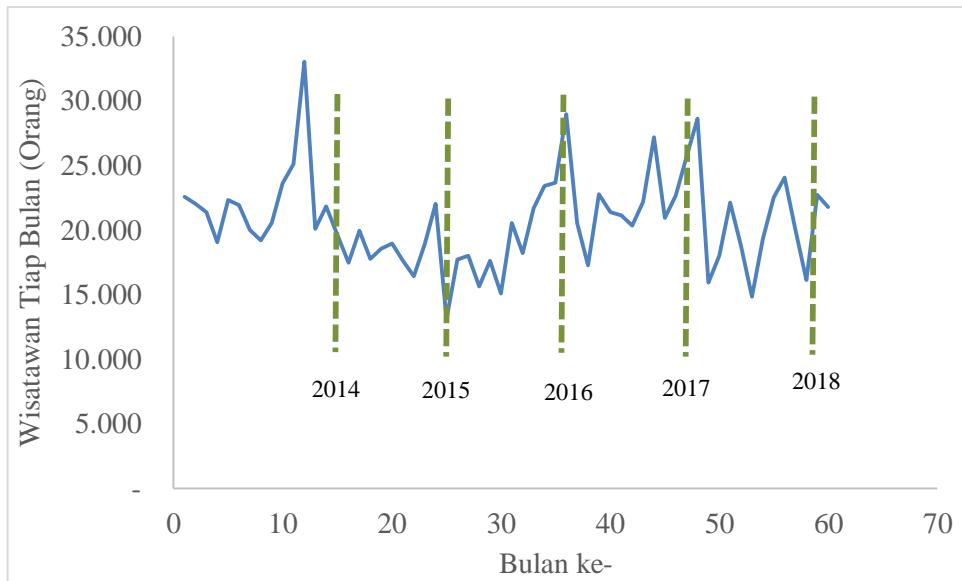
### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berpotensi dalam bidang pariwisata, salah satunya Provinsi Sumatera Utara. Wilayah tersebut terletak pada bagian barat Indonesia. Secara geografis, berbatasan langsung dengan Selat Malaka yang merupakan salah satu jalur pelayaran terpenting di dunia, sama pentingnya seperti Terusan Suez atau Terusan Panama yang berarti lokasi Sumatera Utara sangat strategis.

Provinsi Sumatera Utara memiliki banyak potensi wisata seperti Danau Toba yang mempunyai luas danau terluas di Benua Asia dan mempunyai Pulau Samosir yang luasnya melebihi negara Singapura. Wisatawan yang mengunjungi obyek-obyek wisata tersebut berasal dari berbagai tempat, baik dalam negeri maupun mancanegara.

Wisatawan mancanegara yang berasal dari negara-negara ASEAN mencapai 166,746 orang, dimana sebanyak 139.878 orang berkebangsaan Malaysia (59,20%) dan 18.620 orang berkebangsaan Singapura (7,88%). Selebihnya, wisatawan mancanegara Sumatera Utara berasal dari Asia sebanyak 11,96% dengan jumlah 28.325 orang.

Secara geografis, Malaysia sangat dekat dengan provinsi ini sehingga menarik perhatian banyak penduduk negara jiran ini untuk berkunjung. Para wisatawan ini datang dengan menggunakan pesawat. Sebelumnya, sampai dengan tahun 2012, terdapat kapal ferry yang beroperasi di lintasan Belawan – Pulau Penang. Namun, dahulu Jumlah wisatawan asal negara ini mengalami penurunan



Gambar 1.1 Kunjungan Wisatawan Dari Tahun 2014

Sumber: (Statistik, 2018) diolah kembali oleh penulis

Kunjungan wisatawan yang menuju Provinsi Sumatera Utara mengalami penurunan sebanyak 15,38% pada tahun 2018 dibandingkan dengan periode yang sama tahun sebelumnya (2017). Penurunan terbesar terjadi pada periode Agustus – Desember dari 663,8 ribu orang menjadi 479,7 (27,7%) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.1.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan pada Tugas Akhir ini adalah dimana menurunnya wisatawan semenjak tahun 2019 dikarenakan naiknya harga tiket pesawat sehingga mengurangi kunjungan wisatawan pada masing-masing negara. Berikut rumusan masalah pada Tugas Akhir ini:

1. Berapa potensi penumpang untuk lintasan Belawan - Penang?
2. Bagaimana pola operasi kapal untuk melayani lintasan pelayaran Belawan – Penang?
3. Bagaimana spesifikasi kapal dan terminal penumpang untuk melayani lintasan penyeberangan Belawan - Penang?
4. Berapa tarif yang dikenakan untuk lintasan pelayaran Belawan - Penang?

### **1.3 Tujuan**

1. Potensi penumpang untuk lintasan Belawan – Penang.
2. Pola operasi kapal.
3. Spesifikasi konseptual kapal dan pengembangan terminal yang melayani lintasan penyeberangan Belawan menuju Penang.
4. Tarif penumpang untuk pelayaran Belawan menuju Penang.

### **1.4 Manfaat**

1. Dapat memberikan rekomendasi kepada penumpang untuk menggunakan moda transportasi laut dengan tarif yang lebih rendah.
2. Meningkatkan industri pelayaran dalam lintasan penyeberangan internasional

### **1.5 Batasan Masalah**

1. Penelitian ini tidak menghitung aspek konstruksi dan kekuatan kapal.
2. Berfokus pada penumpang berkewarganegaraan Malaysia dan Indonesia.

### **1.6 Hipotesis Awal**

1. Menentukan pola operasi ferry yang sesuai kebutuhan sehingga menarik minat penumpang
2. Menentukan pola operasi yang optimum sehingga menghasilkan tarif yang tepat.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **Bab 2.**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI**

Bab ini berisi pustaka dan teori yang menjadi referensi pencapaian tujuan dari Tugas Akhir ini. Pustaka yang dimaksud mencakup beberapa penelitian yang berhubungan dengan kapal ferry dan teori yang berhubungan dengan perhitungan merancang kapal, proyeksi penumpang dan metode optimasi.

#### 2.1 Metode Proyeksi

Peramalan adalah suatu kegiatan memprediksi masa depan menggunakan kondisi ataupun data dimasa lalu. Menurut (Sadegh, 2014) peramalan merupakan kegiatan dalam memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang, atau lebih tepatnya peramalan adalah kegiatan mencoba menduga perubahan yang akan terjadi. Hasil ramalan adalah situasi/kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Ramalan dapat diperoleh dengan bermacam-macam cara yang dikenal dengan metode peramalan.

Metode peramalan dapat diklasifikasikan 2 (dua) kelompok yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode peramalan kualitatif lebih mendasarkan kualitatif dimasa lalu yaitu berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman. Metode ini banyak digunakan dalam banyak pengambilan keputusan sehari-hari. Dalam hal ini ramalan dikatakan baik atau tidak bergantung dari banyak hal antara lain pengalaman, perkiraan dan pengetahuan yang didapat. Metode peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang didasarkan pada data kuantitatif dimasa lalu. Hasil yang dibuat tergantung dari metode yang digunakan untuk melakukan peramalan (Sadegh, 2014).

Teknik peramalan merupakan cara memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa mendatang secara sistematis dan pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa yang lalu, sehingga dengan demikian teknik peramalan diharapkan dapat memberikan objectivitas yang lebih besar. Metode/teknik peramalan memberikan cara penggerjaan yang teratur dan terarah, dengan demikian dapat dimungkinkan pengguna teknik-teknik pengalisan yang lebih maju, yang dapat diharapkan memberikan tingkat kepercayaan atau keyakinan yang lebih besar, karena dapat diuji dan dibuktikan penyimpangan atau deviasi yang terjadi secara ilmiah.

### **1. Peramalan Jangka Pendek**

Peramalan ini mencakup jangka waktu hingga 1 tahun tetapi umumnya kurang dari 3 bulan. Peramalan ini biasanya digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, penjualan, jumlah tenaga kerja, penugasan kerja, dan tingkat produksi

### **2. Peramalan Jangka Menengah**

Peramalan ini umumnya mencakup hitungan bulanan hingga waktu 3 tahun. Peramalan ini berguna untuk merencanakan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas, dan menganalisis bermacam-macam rencana operasi.

### **3. Peramalan Jangka Panjang**

Umunya untuk waktu perencanaan masa 3 tahun atau lebih. Peramalan jangka panjang digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan (litbang).

## **2.2 Pemilihan Moda Transportasi**

Pemilihan moda transportasi tergantung pada karakteristik moda atau angkutan. Karakteristik moda transportasi ini mencerminkan biaya dalam menggunakan moda tersebut. Contohnya, biaya yang akan ditanggung oleh penumpang bus akan berbeda dengan biaya yang ditanggung oleh penumpang kereta untuk waktu pelayanan dengan tujuan yang sama. Biaya ini mempengaruhi pemilihan pengguna terhadap jenis moda transportasi yang digunakan (Tamin, 2000).

Faktor-faktor yang penting bagi penumpang untuk menentukan pilihan jenis moda yang digunakan antara lain waktu keseluruhan perjalanan untuk masing-masing moda, biaya total dari tempat asal ke tujuan, kenyamanan moda, dan keselamatan penumpang. Pemilihan moda juga dianggap tergantung pada maksud perjalanan. Model yang banyak dikembangkan dalam pemilihan moda transportasi berhubungan dengan waktu dan biaya perjalanan.

Selain beberapa komponen tersebut, menurut (Tamin, 2000), faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda angkutan dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Ciri pergerakan, dengan faktor-faktor yang mempengaruhi adalah:

a) Tujuan pergerakan

Pergerakan berdasarkan tujuan dimana pilihan dari pengguna jasa transportasi dengan ketersediaan moda transportasi yang melayani pada tujuan tersebut.

b) Waktu pergerakan

Angkutan umum hanya beroperasi pada jam-jam tertentu. Apabila seseorang ingin berpergian di tengah malam, pasti membutuhkan kendaraan pribadi karena angkutan umum tidak beroperasi.

c) Jarak perjalanan

Semakin jauh perjalanan, maka semakin cenderung seseorang memilih menggunakan angkutan umum dibandingkan kendaraan pribadi.

2. Faktor pemilihan jenis moda transportasi

Terdapat 2 (dua) faktor yang mempengaruhi masyarakat dalam memilih jenis moda transportasi yang digunakan, yaitu:

a) Faktor kuantitatif, yang terdiri dari beberapa hal. Pertama, waktu perjalanan mencakup waktu menunggu di tempat pemberhentian angkutan, waktu menuju ke tempat pemberhentian angkutan, dan waktu pergerakan angkutan. Kedua, biaya transportasi (tarif, bahan bakar, dll). Ketiga, ketersediaan ruang dan tarif parkir.

b) Faktor kualitatif meliputi kenyamanan, keamanan, keandalan, dan keteraturan.

### 2.3 Metode Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Secara umum permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi sendiri adalah suatu proses untuk memaksimumkan atau meminimumkan fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa & Willy, 2011). Optimasi banyak memberi manfaat dalam mengambil keputusan (Firmansyah, 2011) dan dapat diterapkan dalam berbagai bidang ilmu baik ilmu teknik, ekonomi, kepolisian, politik, sosial, dan lain sebagainya. Dalam perkembangannya, berbagai *software* optimasi bermunculan untuk mempercepat dan memudahkan proses suatu penyelesaian masalah. Semakin cepat proses dan hasilnya spesifik maka semakin baik performa software tersebut.

Ada hal yang perlu diperhatikan bahwa untuk menyelesaikan suatu permasalahan alangkah lebih mudah jika mengubah permasalahan tersebut kedalam model matematis terlebih dahulu. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer (Santosa & Willy, 2011).

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada tugas perencanaan transportasi ini menggunakan teknik optimasi *linear programming*.

### 1. *Integer Linear Programming*

Model *Integer Linear Programming* (ILP) atau program bilangan bulat adalah bentuk lain dari Linear Programming yang asumsi visibilitasnya melemah atau hilang sama sekali. Bentuk ini muncul karena pada kenyataannya tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan, misalnya jika variabel keputusan yang dihadapi berkaitan dengan jumlah armada kapal, maka jawaban pecahan pada optimisasi tersebut sangat tidak realistik dalam konteks keputusan yang nyata. *Integer Linear Programming* (ILP) adalah suatu *Linear Programming* dengan tambahan persyaratan bahwa semua atau beberapa variabel bernilai bulat non negatif.

Dalam membangun model formulasi dari suatu persoalan optimasi digunakan karakteristik-karakteristik *Integer Linear Programming* (ILP) yaitu:

#### a) Variabel Keputusan (*Decision Variable*)

Adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat yang dilambangkan dengan ( $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ).

b) Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Merupakan fungsi variabel keputusan yang akan dimaksimalkan atau diminimumkan. Diekspresikan dengan menggunakan variabel keputusan  $X_1$  dan  $X_2$ . Untuk menyatakan nilai fungsi tujuan ini digunakan lambang  $Z$ .

c) Pembatas (*Constraint*)

Pembatas merupakan kendala yang dihadapi atau batasan yang berpengaruh terhadap variabel keputusan. Koefisien dari variabel keputusan pada pembatas disebut dengan koefisien teknologis, sedangkan bilangan yang ada di sisi kanan setiap pembatas disebut ruas kanan pembatas.

d) Pembatas Tanda

Adalah pembatas yang menjelaskan bahwa variabel keputusan diasumsikan hanya berharga non negatif atau variabel keputusan tersebut boleh berharga positif.

Dari ilustrasi diatas ditarik kesimpulan mengenai pengertian persoalan Integer Linear Programming (ILP) adalah suatu persoalan optimisasi dengan melakukan hal-hal sebagai berikut:

- a) Memaksimalkan dan atau meminimumkan suatu fungsi linear dari variabel-variabel keputusan yang disebut fungsi tujuan  $Z$ .
- b) Harga atau besaran dari variabel-variabel keputusan harus memenuhi suatu set pembatas, setiap pembatas harus merupakan persamaan linear atau pertidaksamaan linear.
- c) Suatu pembatas tanda dikaitkan dengan setiap variabel. Untuk setiap variabel  $X_i$  harus non negatif ( $X_i \geq 0$ ) atau  $X_i$  tidak terbatas dalam tanda.

2. *Binary Integer Programming*

Variabel keputusan yang menyatakan keputusan iya atau tidak disebut dengan *binary variabel*. Variabel *binary* adalah variabel yang hanya mungkin bernilai 0 dan 1. Oleh karena itu, ketika menyatakan suatu keputusan ya atau tidak, variabel keputusan binary akan memberikan nilai 1 untuk menyatakan iya dan 0 untuk menyatakan tidak. Model *Linear Programming* (LP) seperti ini disebut dengan *Binary Integer Programming* (BIP).

Seperti halnya LP, BIP sendiri juga bisa diformulasikan pada spreadsheet. Excel Solver juga mampu untuk menyelesaikan permasalahan BIP sederhana, namun terkadang gagal untuk menyelesaikan permasalahan yang agak besar.

$$X_j \begin{cases} 1, & \text{jika opsi } j \text{ dipilih} \\ 0, & \text{jika opsi } j \text{ tidak dipilih} \end{cases}$$

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^n X_j \cdot C_j$$

Subject to :

$X_j$  adalah binary, untuk  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

## 2.4 Pelabuhan

Pelabuhan adalah sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya. Pelabuhan biasanya memiliki alat-alat yang dirancang khusus untuk memuat dan membongkar muatan kapal-kapal yang berlabuh. *crane* dan gudang berpendingin juga disediakan oleh pihak pengelola maupun pihak swasta yang berkepentingan. Sering pula disekitarnya dibangun fasilitas penunjang seperti pengalengan dan pemrosesan barang. Peraturan Pemerintah RI No.69 Tahun 2001 mengatur tentang pelabuhan dan fungsi serta penyelenggarannya. Menurut jenis pelayanannya terdapat 2 (dua) jenis pelabuhan, yaitu:

### 2.4.1 Tinjauan Persyaratan dan Perlengkapan Pelabuhan

Kapal yang berada di pelabuhan harus membayar biaya jasa pelabuhan, yang meliputi: biaya tunda, biaya labuh, tambat, pandu, sandar, dan sebagainya. Untuk menghemat biaya pelabuhan maka kapal harus sesingkat mungkin berada dipelabuhan. Oleh kerena itu, segala kegiatan yang ada di pelabuhan harus dilakukan secepat mungkin untuk mengurangi waktu kapal berada di pelabuhan. Untuk dapat memberikan pelayanan yang baik dan cepat, maka pelabuhan harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut:

- a) Harus ada hubungan yang baik antara transportasi air dan darat, sedemikian sehingga barang-barang dapat diangkut ked an dari pelabuhan dengan mudah.
- b) Pelabuhan harus memiliki kedalaman dan lebar alur yang cukup.
- c) Kapal-kapal yang sandar dipelabuhan harus bisa membuang sauh selama menunggu untuk sandar.

- d) Pelabuhan harus mempunyai fasilitas bongkar-muat barang dan gudang penyimpanan barang.

#### 2.4.2 Tinjauan Ukuran Pelabuhan

Ukuran pelabuhan ditentukan oleh jumlah kapal dan ukuran kapal-kapal yang akan menggunakan serta kondisi lapangan yang ada. Ditinjau dari segi biaya ukuran pelabuhan harus sekecil mungkin, tetapi masih memungkinkan pengoperasian yang mudah. Luas minimum pelabuhan adalah ruangan yang diperlukan untuk dermaga ditambah kolam putar yang terletak di depannya. Ukuran kolam tegantung pada ukuran kapal dan kemudian gerak berputar kapal, yang dapat dibedakan dalam empat macam:

- a) Ukuran ruang optimum untuk dapat berputar dengan mudah memerlukan diameter empat kali panjang kapal yang menggunakannya.
- b) Ukuran menengah ruang putar dengan sedikit kesulitan dalam berputar memiliki diameter dua kali panjang kapal terbesar yang menggunakannya. Gerak putar akan lebih lama dan dapat dilakukan oleh kapal dan kapal tunda.
- c) Ruangan putaran kecil yang mempunyai diameter kurang dari dua kali panjang kapal terbesar. Gerakan berputar dapat dilakukan dengan jangkar dan bantuan kapal tunda.
- d) Ukuran minimum ruangan putaran harus memiliki diameter 20% lebih panjang dari kapal terbesar yang menggunakannya. Dalam hal ini untuk membantu perputaran, kapal harus ditambatkan pada suatu titik tetap.

Selain kolam putar ukuran dermaga juga menjadi faktor penting. Ukuran suatu pelabuhan sangat ditentukan berdasarkan panjang dermaga, lebar, kedalaman kolam dan tersedianya fasilitas bongkar muat. Parameter diatas sangat menentukan kinerja suatu pelabuhan terhadap kapal dan barang. Ukuran dan bentuk serta jumlah parameter menentukan seberapa besar investasi yang diperlukan, sehingga penentuan kebutuhan parameter yang tepat dan maksimal sangat membantu dalam pemecahan masalah kepelabuhan saat ini dan masa mendatang.

- a) Panjang Dermaga

Salah satu faktor untuk menilai kelayakan pelabuhan adalah kapasitas dermaga yang ditentukan berdasarkan panjang kapal.

b) Lebar Tambatan

Lebar tambatan ditentukan berdasarkan kedudukan dari tambatan ditinjau dari jenis dan volume barang yang mungkin ditangani pada pelabuhan yang bersangkutan serta lebar dari alat bongkar muat yang ada di dermaga dan fasilitas yang ada didermaga seperti jalan.

c) Kedalaman Kolam Pelabuhan

Pada dasarnya perhitungan kedalaman kolam pelabuhan adalah dilihat dari sarat maksimum kapal terbesar yang menggunakan tambatan pada pelabuhan yang bersangkutan ditambah dengan jarak aman lunas kapal dari dasar laut (*clearance*) sebesar 0,8 - 1 m dibawah lunas kapal.

d) Kinerja Pelabuhan

Dalam memberikan jasa-jasa, pelabuhan memiliki beberapa prasarana, yaitu dermaga, terminal, gudang, lapangan penimbunan, navigasi dan telekomunikasi, peralatan bongkar muat, serta perkantoran. Evaluasi kinerja pelabuhan dilakukan terhadap kinerja administrasi dan manajemen, kinerja keuangan dan kinerja operasional. Ada sarana dan prasarana pelabuhan yang tersedia, dan didukung oleh data terkait. Pada umumnya, lingkup kinerja operasional pelabuhan meliputi waktu pelayanan kapal, pelayanan barang dan utilitas fasilitas serta peralatan.

#### 2.4.3 Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat, pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan di pelabuhan dengan aman, cepat dan alncar. Dibelakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan. Apron adalah daerah yang terletak di antara sisi dermaga dan sisi depan gudang (pada terminal barang umum) atau *container yard*.

- Jenis Kapal yang dilayani

Dermaga yang melayani kapal minyak (*tanker*) dan kapal barang curah mempunyai konstruksi yang ringan dibanding dengan dermaga untuk kapal *general cargo* karena dermaga tersebut tidak memerlukan peralatan bongkar muat yang besar (*crane*), jalan kertea api, gudang-gudang, dan sebagainya. Untuk melayani

kapal tersebut penggunaan pier atau jetty akan lebih ekonomis. Dermaga yang melayani *general cargo* dan peti kemas menerima beban yang besar diatasnya misal karena penggunaan *crane* untuk bongkar muat.

a) Dimensi Dermaga

Untuk menentukan panjang dermaga dapat digunakan rumus dibawah ini:

$$L_p = 1,1 * n * (LOA + 15) + 15 \quad (2.1)$$

Dimana;

$L_p$  = Panjang Dermaga

$n$  = jumlah Tambatan

Loa = Panjang kapal yang ditambat

15 = ketetapan (jarak antara buritan ke haluan dari satu kapal ke kapal lain

#### 2.4.4 Tinjauan Perencanaan Pelabuhan Berdasarkan Jangkauan Waktu

Perencanaan pelabuhan dikaitkan dengan jangkauan waktunya, dapat dibagi menjadi tiga.

- a. Perencanaan jangka panjang (*long term planning*), perioda jangkauan waktu pada perencanaan ini selama 20 tahun. Berisi rencana induk strategic dan pengembangan fasilitas pelabuhan.
- b. Perencanaan jangka menengah (*medium term planning*), perioda jangkauan waktu pada perencanaan ini 3 sampai 5 tahun. Berisi perencanaan dan pelaksanaan fasilitas pelabuhan yang merupakan implementasi dari tahapan pengembangan pada rencana jangka panjang.
- c. Perencanaan jangka pendek (*short term planning*), perioda jangkauan waktunya 1 tahun. Berisi perencanaan dan peningkatan dari sebagian fasilitas pelabuhan dan pengadaan peralatan.

#### 2.4.5 Faktor Pengembangan Pelabuhan

Beberapa faktor yang perlu mendapat perhatian serta pertimbangan dalam pengembangan pelabuhan.

1. Pertumbuhan / perkembangan ekonomi daerah belakang (*hinterland*) dari pelabuhan yang bersangkutan.
2. Perkembangan industri yang terkait dengan pelabuhan
3. Data arus barang (*cargo flow*), sekarang dan perkiraan yang akan datang serta
4. Jenis dan macam komoditi yang akan keluar/masuk

5. Tipe dan ukuran kapal yang diperkirakan akan memasuki pelabuhan
6. Jaringan jalan (prasarana dan sarana angkutan dari / ke *hinterland*)
7. Alur masuk / keluar menuju laut
8. Dampak keselamatan dan lingkungan hidup
9. Analisis ekonomis dan keuangan

Biasanya perencanaan pelabuhan dimulai dengan penilaian dan pertimbangan aspek ekonomi dengan memperhatikan arus barang masa mendatang berdasarkan komoditi yang masuk / keluar dari pelabuhan asal/tujuan. Untuk menentukan master plan sedikitnya didasarkan pada perkiraan (*forecasting*) 20 tahun dengan angka-angka yang terperinci dan terpercaya serta analisis yang tepat untuk masa 5 - 10 tahun mendatang.

Selain aspek ekonomis dan teknis, ada pertimbangan lain yang sangat penting dalam perencanaan pelabuhan, yaitu:

- Fisik (*Physical Conditions/site investigations*)
- Hidraulik (*Hydraulic cosiderations*)
- Nautis (*Nautical considerations*)
- Rencana (*Master plan development*)

#### 2.4.6 Tata Letak Pelabuhan (*Layout*)

Tata letak pelabuhan dapat didefinisikan sebagai cara pengaturan fasilitas-fasilitas guna menujung kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut dibuat dengan memanfaatkan luas area untuk penempatan fasilitas utama atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material dan penyimpanan material baik yang bersifat sementara maupun permanen. Tata letak yang terencana dengan baik menentukan efisiensi dari proses produksi. Secara garis besar tujuan perencanaan tata letak adalah sebagai berikut:

1. Menaikkan *output* produksi
2. Mengurangi waktu tunggu
3. Mengurangi proses pemindahan bahan
4. Penghematan penggunaan area produksi

## 2.5 Desain Konseptual Kapal

Dalam proses desain kapal terdapat berbagai hal yang harus diperhatikan agar proses desain menjadi optimal. Pengembangan proses desain dilakukan secara iterasi dengan keterlibatan tiga elemen ukuran sebagai keluaran proses, aspek teknis sebagai batasan proses serta aspek ekonomis sebagai tujuan proses.

## 2.6 Operasional Pelabuhan

Dalam kegiatan pelabuhan memiliki beberapa jenis operasi pelabuhan yang digunakan untuk melayani permintaan baik di bagian darat dan laut.

### 2.6.1 Labuh dan Tambat

Perairan pelabuhan khususnya yang berupa kolam pelabuhan harus dapat digunakan untuk berlabuh kapal dengan aman sambil menunggu pelayanan berikutnya yaitu bertambat di dermaga. Terdapat beberapa indikator untuk mengukur kinerja dan penggunaan peralatan di pelabuhan, diantaranya:

1. *Turn Round Time* (TRT) atau waktu pelayanan kapal di pelabuhan, dihitung sejak kapal masuk perairan pelabuhan sampai dengan kapal meninggalkan perairan pelabuhan.
2. *Waiting Time* (WT) atau waktu tunggu, dihitung sejak kapal meminta tamabatan sampai kapal tambat.
3. *Postpone Time* (PT) atau waktu tertunda yang tidak dimanfaatkan oleh kapal selama kapal berada di perairan, misalnya kapal tunggu dokumen, tunggu muatan dan lain-lain.
4. *Ton Per Ship Hour in Port* (TSHP) yaitu kecepatan bongkar muat tiap kapal selama di pelabuhan per periode tertentu atau dengan pengertian lain jumlah bongkar dan muat tiap kapal di bagi dengan jumlah jam lamanya kapal di pelabuhan.

Tambatan adalah bangunan fasilitas pelabuhan untuk merapatnya kapal, bisa dibuat dari beton, besi/kayu, pelampung, *breasting dolphin*, maupun pinggiran pantai. Pihak pelabuhan harus dapat memberikan tempat tambat bagi kapal untuk melakukan bongkar muat dengan lancar, tertib danaman. Adapun keberhasilan kinerja operasional tambatan adalah sebagai berikut:

1. *Berth Throughput* (BTP) atau daya lalu dermaga/tambatan adalah jumlah Ton/m<sup>3</sup> barang dalam satu periode yang melewati tiap meter panjang tambatan yang tersedia.
2. *Tons Per Ship Hour at Berth* (TSHB) atau jumlah rata-rata bongkar muat per kapal tiap jam selama kapal berada di tamabatan.
3. *Berth Time* atau waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan.
4. *Berth Working Time* (BWT) adalah jam kerja yang tersedia selama kapal berada di tambatan tidak termasuk jam istirahat.
5. *Not Operation Time* (NOT) atau waktu tidak bekerja yang direncanakan selama kapal berada di tambatan.
6. *Effective Time/Operation Time* (ET/OT) atau waktu efektif yaitu jumlah jam rill yang digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat selama kapal berada di tambat/dermaga.
7. *Idle Time* (IT) atau waktu terbuang adalah jumlah jam kerja yang tidak terpakai selama waktu kerja bongkar muat di tamabatan, tidak termasuk jam istirahat.
8. *Berth Occupancy Ratio* (BOR) atau tingkat pemakaian tambatan adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian tipa tambatan disbanding dengan jumlah dermaga dan waktu yang tersedia selama periode tertentu yang dinyatakan dalam prosen.

## 2.7 Kapal Ferry

Kapal Ferry atau yang juga biasa dikenal dengan kapal penyebrangan adalah sebuah kapal transportasi jarak dekat yang memenuhi syarat-syarat pelayaran di laut yang digunakan untuk menyelenggarakan perhubungan tetap misalnya saja pelayaran antar pulau. Kapal Ferry memiliki peranan yang sangat penting dalam sistem pengangkutan terutama bagi kota-kota yang berada di pesisir pantai. Selain itu juga dengan adanya kapal Ferry memungkinkan Anda untuk membuat transit secara langsung diantara kedua tempat tujuan anda dengan biaya yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan jembatan atau pun terowongan. Oleh karena itu kegunaan yang utama dari kapal Ferry ini adalah digunakan sebagai sarana penyebrangan termasuk dalam menyeberangkan kendaraan atau alat transportasi

darat, misalnya saja seperti mobil, truk, dan lain sebagainya.. Terdapat 4 jenis kapal ferry, diantaranya:

### 1. Kapal Ferry Ujung Ganda

Kapal ferry ujung ganda ini memiliki bagian depan dan belakang yang dapat di tukar, sehingga kapal ferry jenis yang satu ini dapat berlayar bolak balik tanpa harus memutar terlebih dahulu. Hal ini karena kapal ferry ujung ganda ini memang memiliki dua kemudi yang berada di bagian depan dan belakang seperti commuter line.



Gambar 2.1 Kapal Ferry Ujung Ganda

(Supriatna, 2016)

Jenis kapal ferry ujung ganda yang satu ini banyak sekali digunakan di negara Amerika. Hanya saja kapal ferry ujung ganda seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1 hanya digunakan untuk mengangkut orang saja.

### 2. Kapal Ferry Hidrofoil

Jenis kedua dari kapal ferry adalah Hydrofoil Ferry yang memiliki bentuk kapal yang cukup unik. Hal ini dikarenakan kapal ferry jenis Hydrofoil ini tampak memiliki kaki. Selain itu juga jenis kapal ferry Hydrofoil ini memiliki draft kedalaman yang pendek sehingga menyebabkan kapal ferry Hydrofoil terlihat seperti melayang diatas air saat berlayar.



Gambar 2.2 Kapal Ferry Hidrofoil

(Supriatna, 2016)

Gambar 2.2 merupakan Kapal Ferry Hydrofoil yang sebagian besar digunakan di daerah-daerah yang berada di negara Eropa misalnya seperti Polandia, Russia, Hungaria, Yunani dan sebagainya. Sedangkan di wilayah asia sendiri, kapal Ferry jenis ini hanya dapat ditemukan di negara Hongkong, Macau, dan juga Jepang.

### 3. Kapal Ferry Hovercraft

Kapal bantalan udara (bahasa Inggris: *hovercraft*) atau kapal melayang adalah suatu kendaraan yang berjalan di atas bantalan udara (*air cushion*). Bantalan udara tersebut ditimbulkan dengan cara meniupkan udara ke ruang bawah kapal ini (plenum chamber) melalui skirt (sekat yang lentur) sehingga tekanan udara di dalam plenum chamber lebih tinggi daripada tekanan udara luar sehingga timbul gaya angkat.



Gambar 2.3 Kapal Ferry Hovercraft  
(Supriatna, 2016)

Kapal jenis hovercraft ini sangat populer sekali di Inggris dan banyak digunakan untuk mengangkut kendaraan darat seperti mobil, truk dan lain sebagainya.

#### 4. Kapal Ferry Catamaran

Jenis kapal ferry yang selanjutnya ialah catamaran. Jenis kapal ferry yang satu ini termasuk dalam kategori kapal ferry dengan kecepatan yang tinggi.



Gambar 2.4 Kapal Ferry Catamaran

Jenis kapal Ferry catamaran ini memiliki dua lambung. Kapal ferry jenis ini sangat populer sekali dan banyak di operasikan di negara Inggris dan juga india.

## 2.8 Ukuran Utama Kapal

Langkah utama yang diperlukan dalam merencanakan suatu kapal adalah dengan mencari terlebih dahulu ukuran-ukuran utama kapal yang dibutuhkan. Adapun ukuran-ukuran utama yang perlu diperhatikan adalah:

1. LPP (*Length Between Perpendicular*)
2. Jarak horizontal yang diukur antara dua garis tegak, yaitu garis tegak buritan (After Perpendicular (AP) dan garis tegak haluan (Fore Perpendicular (FP)).
3. LOA (*Length Of Overall*)
4. Jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
5. B (*Breadth Moulded*)
6. Lebar terbesar kapal diukur pada bidang tengah kapal (midship) di antara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam, jarak diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.
7. H (*Height*)
8. Jarak vertikal yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal.
9. T (*Draught*)
10. Jarak vertikal yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.
11. DWT (*Deadweight*)
12. 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.
13. Vs (*Service Speed*)
14. Kecepatan dinas atau kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal di bawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.

## 2.9 Koefisien Kapal

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

### 2.9.1 Koefisien Blok ( $C_b$ )

Koefisien blok merupakan perbandingan antara volume displacement dengan isi suatu balok dengan panjang =  $Lwl$ , lebar =  $B$  dan tinggi =  $T$ . Dari harga  $C_b$  dapat dilihat apakah badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping. Pada umumnya kapal cepat mempunyai harga  $C_b$  yang kecil dan sebaliknya kapal-kapal lambat mempunyai harga  $C_b$  yang besar. Harga  $C_b$  terletak antara  $0,20 \sim 0,84$   $Lwl$ .

$$C_b = -4.22 + 27.8\sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3 \quad \text{untuk } 0.15 \leq Fn \leq 0.32 \quad (2.2)$$

### 2.9.2 Koefisien Midship ( $C_m$ )

$C_m$  adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya =  $B$  dan tingginya=  $T$ . Penampang gading besar (midship) yang besar terutama dijumpai pada kapal sungai dan kapal-kapal barang sesuai dengan keperluan ruangan muatan yang besar. Sedang bentuk penampang gading besar yang tajam pada umumnya didapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir didapatkan pada kapal-kapal pedalaman. Harga  $C_m$  terletak antara  $0,50 \sim 0,995$  dimana harga yang pertama di dapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir di dapatkan pada kapal-kapal pedalaman. Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian tengah dari panjang kapal dinamakan dengan Parallel Middle Body.

$$C_m = 1.006 - 0.0056 C_b^{-3.56} \quad (2.3)$$

### 2.9.3 Koefisien Waterplane ( $C_{wp}$ )

$C_{wp}$  adalah perbandingan antara luas bidang garis air muat ( $A_{wl}$ ) dengan luas sebuah empat persegi panjang dengan lebar  $B$ .

$$C_{wp} = \frac{C_b}{0.471 + 0.551 C_b} \quad (2.4)$$

#### 2.9.4 *Longitudinal Center of Bouyancy* (LCB)

B merupakan titik tekan atau titik berat ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh badan kapal yang terbenam dalam air. Jika bagian belakang lebih gemuk, maka letak B di bawah. Bila diukur dari bagian midship, maka jarak titik B diukur dari dasar kapal KB. LCB merupakan letak titik B secara memanjang

$$LCB = -13.5 + 19.4Cp \quad (2.5)$$

#### 2.9.5 Koefisien Prismatic (Cp)

Koefisien prismatic adalah perbandingan antara isi *carena/volume* yang ada dibawah air dengan luas penampang (AM) dan panjang garis air (LWL). Harga CP ini pada umumnya menunjukkan kelangsungan bentuk kapal. Pada umumnya kapal mempunyai harga Cp yang terletak antara 0,50 dan 0,92. (Sokaroni, 2013)

$$Cp = \frac{Cb}{Cm} \quad (2.6)$$

#### 2.9.6 *Volume Displasemen*

Volume zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada dibawah permukaan cairan dimana kapal berada.

$$\nabla = L.B.T \cdot Cb \quad (2.7)$$

#### 2.9.7 Displasemen

Berat air yang dipindahkan oleh volume badan kapal yang tercelup dalam air. Displacement kapal dapat diperoleh dari prinsip hukum Archimedes dengan mengalikan volume badan kapal yang tercelup air dengan massa jenis air.

$$\Delta = \nabla * 1.025 \quad (2.8)$$

### 2.10 Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Untuk menghitung hambatan kapal, digunakan metode . Didalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut yaitu *viscous resistance* (hambatan kekentalan), *appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan *wave making resistance* (hambatan gelombang karena gerak kapal). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, ada ukuran utama yang

terlebih dahulu harus diubah, yaitu  $Lpp$  menjadi  $Lwl$  dengan rumus  $Lwl = 104\% .Lpp$ . Adapun untuk rumus hambatan total hambatan adalah sebagai berikut:

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot S_{tot} [C_F (1+k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W \quad (2.9)$$

### 2.10.1 Hambatan Kekentalan

Untuk menghitung hambatan keketalan dibutuhkan komponen-komponen untuk mendapatkannya. Seperti bilangan  $Rn$  (*Reynold number*) untuk mendapatkan koefisien gesek yang menggunakan rumus ITTC 1957 dan *form factor of bare hull*  $(1 + k_1)$ . Adapun rumus *viscous resistance* ( $R_v$ ) yang diambil dari buku "*Principle of Naval Architecture Vol.II, hal. 90*" diberikan sebagai berikut:

$$R_v = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_{FO} (1+k_1) S \quad (2.10)$$

Dimana:

$P$  = mass density salt water (1025 kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = service speed [ms<sup>-1</sup>]

$C_{FO}$  = friction coefficient

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

$Rn$  = Reynold Number

$$= \frac{V \times Lwl}{v}$$

$v$  = kinematic viscosity

$$= 1.18831 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$$

### 2.11 Perhitungan Berat Kapal

Berat benaman atau disebut juga sebagai displacement tonnage adalah bobot yang sesungguhnya dari keseluruhan kapal, merupakan jumlah dari DWT dan LWT. (Admiralty and Maritime Law Guide, 1969)

### 2.11.1 Perhitungan *Deadweight* (DWT)

DWT terdiri dari *payload* atau muatan bersih, *consumable* dan *crew*. *Payload* berharga 90% dari DWT, *consumable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan perbekalan (*provision and store*). Setelah berat diketahui maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.

### 2.11.2 Perhitungan Jumlah dan Berat Crew Kapal

Dalam merancang suatu kapal yang optimum (*cost* ringan dan produktivitas tinggi), maka *crew* atau Anak Buah Kapal (ABK) merupakan salah satu komponen yang penting untuk diberikan dalam perhitungan. Dengan demikian diharapkan nantinya akan didapatkan jumlah ABK yang dibutuhkan dengan tetap memperhatikan efisiensi kerja, sehingga biaya operasional kapal dapat ditekan serendah mungkin dengan efektifitas kerja yang tinggi, dan faktor-faktor lain sebagai pertimbangan dalam pembagian tugas masing-masing *crew*. Selain itu nantinya dalam Rencana Umum, ruangan dipisahkan antar layer menurut ratingnya masing-masing. Pembagian *crew* tiap layer tersebut juga digunakan untuk memperkirakan titik berat kapal akibat beban *crew*.

Untuk rumus pendekatan dalam menghitung jumlah ABK ( $Z_c$ ) yang dibutuhkan, jumlah ABK yang direncanakan harus kurang dari atau sama dengan hasil dari persamaan berikut:

$$C_{st} \left[ C_{dk} \left( \frac{CN}{1000} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \left( \frac{BHP}{1000} \right)^{\frac{1}{3}} + CADETS \right] \quad (2.11)$$

Dimana:

$C_{st}$  = koefisien *steward deck* = 1.2 ~ 1.33

$C_{dk}$  = koefisien *deck department* = 11.5 ~ 14.5

$C_{eng}$  = koefisien *engine department* = 8.5 ~ 11.0 (untuk mesin diesel)

$BHP$  = tenaga mesin [HP]

$Cadets$  = perwira tambahan atau tamu

$CN$  =  $\frac{LBH}{1000}$

### 2.11.3 Perhitungan Berat Bahan Bakar Mesin Induk

Menurut (Parsons, 2003) kebutuhan bahan bakar dipengaruhi oleh konsumsi rata-rata bahan bakar dari mesin utama, misalnya *diesel engines* memberikan harga SFR (*specific fuel rate*) sebesar 0.000190 [ton/kW.hr] dan untuk gensets yang menggunakan *gas turbine* membbarkan SFR sebesar 0.000215 [ton/kW.hr]. Selain itu kebutuhan bahan bakar dipengaruhi oleh MCR atau  $P_B$  dan lama berlayar. Adapun langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$W_{FO} = SFR \cdot MCR \cdot \frac{range}{V_s} \cdot margin \quad [\text{ton}] \quad (2.12)$$

Dimana:

$SFR$	= <i>Specific Fuel Rate</i>
	= 0.000190 [ton/kW hr] untuk <i>diesel engine</i>
$MCR$	= $P_B$ atau <i>BHP</i> [kW]
<i>Range</i>	= jarak pelayaran [mil laut]
<i>Margin</i>	= 1.3 ~1.5
$V_{FO}$	= $\frac{W_{FO}}{\rho_{FO}}$ + koreksi [m <sup>3</sup> ]
$V_{FO}$	= volume <i>fuel oil</i>
$\rho_{FO}$	= berat jenis <i>fuel oil</i>
	= 0.95 ton/m <sup>3</sup>

### 2.11.4 Perhitungan Berat Bahan Bakar Mesin Bantu

Untuk kebutuhan bahan bakar mesin bantu, maka dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$W_{DO} = C_{DO} \cdot W_{DO} [\text{ton}] \quad (2.13)$$

$$C_{DO} = 0.1 \sim 0.2 \quad (2.14)$$

$$V_{DO} = \frac{W_{DO}}{\rho_{DO}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3] \quad (2.15)$$

$$V_{DO} = \text{volume } diesel \text{ oil} \quad (2.16)$$

$$\rho_{DO} = 0.85 \text{ ton/m}^3 \quad (2.17)$$

### 2.11.5 Perhitungan Kebutuhan Minyak Pelumas

Untuk kebutuhan minyak pelumas, dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$W_{LO} = BHP_{ME} \cdot b_{LO} \cdot \frac{S}{V_S} \cdot \text{margin} \quad [\text{ton}] \quad (2.18)$$

$$b_{LO} = 1.2 \sim 1.6 \quad [\text{gr/kW hr}] \quad (2.19)$$

$$V_{LO} = \frac{W_{LO}}{\rho_{LO}} + \text{koreksi} \quad [\text{m}^3] \quad (2.20)$$

$$V_{LO} = \text{volume lubrication oil} \quad (2.21)$$

$$\rho_{LO} = \text{berat jenis lubrication oil} = 0.9 \text{ ton/m}^3 \quad (2.22)$$

### 2.11.6 Perhitungan Kebutuhan Air Tawar

Untuk perhitungan kebutuhan air tawar dalam kapal, maka dapat dilakukan sebagai berikut:

$$C_{st} \left[ C_{dk} \left( \frac{CN}{1000} \right)^{\frac{1}{6}} + C_{eng} \left( \frac{BHP}{1000} \right)^{\frac{1}{3}} + CADETS \right] \quad (2.23)$$

$$w_{FW} = 0.17 \text{ ton/person . day} \quad [\text{ton}]$$

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

$$V_{FW} = \text{volume total air tawar}$$

$$\rho_{FW} = \text{berat jenis air tawar} = 1 \text{ ton/m}^3$$

### 2.11.7 Perhitungan Berat Permesinan

$$P_B = \text{power of break} \quad [\text{kW}]$$

$$P_D = \text{power of delivery} \quad [\text{kW}]$$

$$n = \text{putaran mesin induk} \quad [\text{rpm}]$$

$$D = \text{diameter propeller} \quad [\text{m}]$$

1. *Shafting*, untuk material dengan *tensile strength* 700 N/mm<sup>2</sup>

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

$$l = \text{panjang poros propeller} \quad [\text{m}]$$

$$= 5 + 2 = 7 \text{ m}$$

$M$  = berat poros *propeller* [ton]

$$= \left( \frac{M}{l} \right) \cdot l$$

2. *Propeller*, rumus berikut untuk *normal manganese bronze propeller*

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

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

$d_s$  = diameter poros *propeller*

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

3. Electrical Engineering

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

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

$P$  = daya gensets [kW]

## 2.12 Perhitungan Titik Berat Kapal

Titik berat kapal merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan saat perhitungan merancang kapal, Terdapat komponen titik berat kapal yaitu:

### 2.12.1 Perhitungan Titik Berat DWT

Untuk menghitung titik berat *crew*, maka terlebih dahulu dilakukan perencanaan pembagian tempat untuk *crew* (pada ruang akomodasi) berdasarkan jabatannya.

$$W_{C\&E} \text{ per ruang} = 0.17 \text{ ton/person} \quad [\text{ton}]$$

Tabel 2.1 Titik Berat DWT

Ruang Akomodasi	KG terhadap <i>base line</i>	LCG terhadap FP
<b>Passenger Deck I</b>	$H + 0.5h_{main\ deck}$	$0.5l_{main\ deck} + l_{rm} + l_{ch}$
<b>Passenger Deck II</b>	$H + h_{main\ deck} + 0.5h_{poop}$	$0.5l_{poop} + l_{rm} + l_{ch}$
<b>Passenger Deck III</b>	$H + h_{md} + h_{poop} + 0.5h_A$	$0.5l_A + l_{rm} + l_{ch}$
<b>Navigation Deck</b>	$H + h_{md} + h_{poop} + h_A + 0.5h_B$	$0.5l_B + l_{rm} + l_{ch}$

Keterangan:

$l_{rm}$  = panjang ruang muat

$l_{ch}$  = panjang tangki ceruk haluan

$h_{pd1}$  = tinggi *Passenger Deck I*

$h_{pd2}$  = tinggi *Pasenger Deck II*

$h_{d3}$  = tinggi *Passenger Deck III*

$h_{nv}$  = tinggi *Navigation Deck*

Titik berat *crew total*:

$$KG = \frac{\sum(W_{C\&E} \cdot KG)}{\sum W_{C\&E}} \quad (2.24)$$

$$LCG = \frac{\sum(W_{C\&E} \cdot LCG)}{W_{C\&E}} \quad (2.25)$$

## 2.13 Pemilihan Mesin

Pemilihan mesin dibutuhkan untuk menentukan tipe mesin yang akan digunakan oleh kapal berdasarkan daya yang bisa dikeluarkan oleh mesin tersebut sehingga kapal bisa melaju dengan daya yang lebih besar dibandingkan hambatan kapal tersebut.

### 2.13.1 Perhitungan *Propulsive Efficiency*

Untuk mendapatkan harga daya mesin induk yang dibutuhkan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *propulsive efficiency*. Adapun untuk rumus-rumus perhitungan *propulsive efficiency* ( $P_C$ ) menurut (Society of Naval Architects, 1980) diberikan sebagai berikut :

$$P_C = \eta_H \cdot \eta_o \cdot \eta_R \quad (2.26)$$

$$\eta_H = Hull Efficiency \quad (2.27)$$

$$= \frac{1-t}{1-w} \quad (2.28)$$

dimana:

$t$  = *fraction thrust deduction*

$$= 0.5C_p - 0.12$$

$w$  = *wake fraction deduction*

$$= 0.25 + 2.5(C_B - 0.6)^2$$

$\eta_o$  = *open water propeller efficiency*

$$= \frac{K_T J}{2\pi K_Q}$$

### 2.13.2 Perhitungan Daya Motor Induk

Untuk memilih mesin induk yang akan digunakan pada suatu kapal, maka dibutuhkan perkiraan daya motor induk yang mampu mencakup seluruh kebutuhan kapal sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik. Setelah daya motor induk dihitung, selanjutnya adalah memilih motor induk yang ada di katalog motor induk dengan kapasitas daya sama atau sedikit di atas daya yang telah dihitung. Karena dilakukan optimasi, maka diperlukan beberapa data mesin yang akan digunakan, dimana yang mendekati dan memenuhi daya yang dibutuhkanlah yang akan digunakan. Dalam hal ini data mesin yang akan digunakan diambil dari katalog mesin *MAN & BW*. Berikut adalah 24 data daya mesin beserta dimensinya yang berhasil dikumpulkan.

Tabel 2.2 Referensi Mesin Induk

No	Daya (kW)	Type	Kons Fuel Oil	Kons Lub Oil	Rpm	L (mm)	B (mm)	H(mm)	Dry Mass	Daya (HP)
1	8880	12S35MC	178	1	173	9435	2200	5925	141	12120
2	8140	11S35MC	178	1	173	8235	2200	5925	132	11110
3	7400	10S35MC	178	1	173	7635	2200	5925	122	10100
4	6660	9S35MC	178	1	173	7035	2200	5925	103	9090
5	5920	8S35MC	178	1	173	6435	2200	5925	93	8080
6	5180	7S35MC	178	1	173	5835	2200	5925	84	7070
7	4440	6S35MC	178	1	173	5235	2200	5925	75	6060
8	3700	5S35MC	178	1	173	4635	2200	5925	65	5050
9	3060	60VO55	180	0.8	133	8334	1892	3747	40.5	4160
10	2960	4S35MC	173	2	173	4035	2200	5925	57	4040
11	2720	31VO20	180	0.8	256	7119	1892	3747	37	3700
12	2380	31VO20	180	0.8	256	6674	1892	3747	33.5	3235
13	2205	56VO28	187	1	141	8039	1772	3285	26.5	3000
14	1960	31VO16	187	1	252	7372	1772	3285	23.5	2665
15	1935	68VO18	181	0.8	147	6541	1622	3354	18.2	2630
16	1920	48VO22	190	1	187	6091	1757	3460	17.5	2610
17	1720	68VO18	181	0.8	147	6186	1622	3354	16.6	2340
18	1715	31VO16	187	1	252	2650	1772	3285	21	2330
19	1505	36VO18	181	0.8	279	5750	1622	3354	15.2	2047
20	1470	31VO11	187	1	252	6145	1772	3285	19	2000
21	1290	36VO18	181	0.8	279	5476	1622	3354	13.9	1755
22	1280	44KV13	189	1	207	4953	1628	2646	17.9	1740
23	960	44KV9	189	1	207	3975	1628	2646	15	1305
24	800	44KV9	187	1	190	3975	1628	2646	15	1090

Untuk perhitungan daya motor induk ( $P_B$ ), rumus menurut (Society of Naval Architects, 1980) sebagai berikut :

$$P_B = BHP(\text{break horse power})$$

$$= \frac{P_D}{\eta_s \eta_{rg}} [\text{kW}] \quad (2.29)$$

dimana:

$$P_D = DHP (\text{delivered horse power at propeller})$$

$$= \frac{EHP}{P_c}$$

$$= \frac{R_t V_s}{P_c} [\text{kW}]$$

- $\eta_s$  = shaft efficiency  
 = antara 0.98 s/d 0.985, diambil 0.98  
 $\eta_{rg}$  = reduction gear efficiency  
 = 0.98

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

❖ Koreksi letak kamar mesin

- |             |            |
|-------------|------------|
| di belakang | = 3% $P_B$ |
| di tengah   | = 5% $P_B$ |

❖ Koreksi akibat daerah pelayaran

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| Perairan Indonesia   | = 10 ~ 15 % $P_B$            |
| Asia-Pasifik         | = 20 ~ 30 % $P_B$            |
| Atlantik             | = 25 ~ 35 % $P_B$            |
| Atlantik Utara       | = 30 ~ 40 % $P_B$            |
| Sehingga total $P_B$ | = $P_B + 3\% P_B + 15\% P_B$ |

Adapun untuk daya genset yang akan dipakai, bisa didapatkan pada katalog genset yang disesuaikan dengan pemilihan mesin induk kapal. Dimana daya genset yang dibutuhkan sebesar 25% dari daya mesin induk. Dalam hal ini genset yang akan digunakan diambil dari katalog YANMAR. Berikut 7 data daya gnset yang sudah dikumpulkan :

Tabel 2.3 Referensi Mesin Bantu

	<b>Daya (Kw)</b>	<b>Type</b>	<b>B</b>	<b>L</b>	<b>H</b>	<b>Dry Mass</b>	<b>Daya (HP)</b>
<b>1</b>	1324	8N21A- EN	1585	4878	2151	10.5	1800
<b>2</b>	1177	8N21A- SN	1585	4878	2151	10.5	1600
<b>3</b>	1030	8N21A- UN	1585	4878	2151	10.5	1400
<b>4</b>	956	6N21A-EV	1420	3945	2081	8	1300
<b>5</b>	883	6N21A-SV	1420	3945	2081	8	1200
<b>6</b>	736	6N21A-UV	1420	4053	2081	8	1000
<b>7</b>	662	6N21A-DV	1420	3920	2081	8	900

## 2.14 Perhitungan Trim

Trim dapat didefinisikan sebagai kondisi kapal yang tidak even keel. Trim terjadi sebagai akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. Trim dibedakan menjadi dua, yaitu trim haluan dan trim buritan. Trim

haluan terjadi apabila sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan. Begitu juga sebaliknya untuk trim buritan.

Untuk melakukan pemeriksaan sarat dan trim kapal diperlukan beberapa input sebagai berikut :

L = Panjang kapal (Lpp) [m]

B = Lebar kapal moulded[m]

T = Sarat kapal [m]

$\nabla$  = Volume displacement [m]

LCG = Titik berat kapal dari FP [m]

KG = Titik berat kapal terhadap keel [m]

LCB = Titik tekan bouyancy dari FP [m]

$C_M$  = Midship coefficient

$C_{WP}$  = Waterplane coefficient

Selanjutnya dilakukan perhitungan hidrostatik. Adapun rumus perhitungan hidrostatik sebagai berikut:

$KB$  = titik pusat gaya tekan buoyancy terhadap keel [m]

$$= (KB/T) \times T$$

$KB/T$  =  $0.90 - 0.30 C_M - 0.1 C_B$

$BM_T$  = jarak antara titik pusat gaya bouyancy terhadap titik metacenter secaramelintang

$$= I_T / \nabla$$

$I_T$  = momen inersia waterplane terhadap sumbu melintang kapal

$C_I$  = koefisien inersia melintang

$$= I_T / LB^3$$

$$= 0.1216 C_{WP} - 0.0410 \Rightarrow I_T = C_I \cdot LB^3$$

$BM_L$  = jarak antara titik pusat gaya bouyancy terhadap titik metacenter secara memanjang

$$= I_L / \nabla$$

$I_L$  = momen inersia waterplane terhadap sumbu memanjang kapal

$C_{IL}$  = koefisien inersia memanjang kapal

$$= I_L / BL^3$$

$$= 0.350 C_{WP}^2 - 0.405 C_{WP} + 0.146 \Rightarrow I_L = C_{IL} \cdot BL^3$$

Berikutnya adalah menghitung trim kapal dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Trim} &= T_A - T_F \\ &= (LCG - LCB) \cdot L / GM_L \quad [\text{m}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}GM_L &= \text{jarak antara titik berat dan titik metacenter secara memanjang} \\ &= BM_L + KB - KG\end{aligned}$$

Untuk kondisi batasan trim yang biasanya digunakan sekarang di abaikan karena trim pada kapal dapat diperbaiki dengan mengubah atau menggeser letak tangki-tangki yang telah direncanakan pada gambaran rencana umum awal.

### 2.15 Perhitungan Freeboard

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal terasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Panjang freeboard adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal moulded. Untuk memilih panjang freeboard , pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar freeboard adalah lebar moulded kapal pada midship ( Bm ). Dan tinggi freeboard adalah tinggi yang diukur pada midship dari bagian atas keel sampai pada bagian atas freeboard deck beam pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat striner ( senta ) bila geladak tanpa penutup kayu. Freeboard memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang , crew, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki freeboard tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan.

### 2.16 Perhitungan Tonase Kapal

Perhitungan tonase kapal adalah cara tradisional untuk menentukan ukuran besar kapal. Dalam perhitungan tonase kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu Gross Tonnage (GT) dan Net Tonnage (NT). Gross Tonnage (GT) adalah kapasitas dari ruangan – ruangan yang ada dalam badan / lambung kapal dan ruangan tertutup diatas geladak yang tersedia untuk muatan, gudang, bahan bakar, penumpang dan crew. Sedangkan Net Tonnage (NT) adalah GT dikurangi ruangan –ruangan yang digunakan untuk akomodasi kaptain, perwira, ABK pangkat dibawahnya, peralatan navigasi dan permesinan penggerak kapal. Saat ini, NT digunakan untuk menentukan pajak pelabuhan untuk kapal-kapal berbagai ukuran. GT digunakan untuk menentukan persyaratan-persyaratan regulasi, misalnya biaya masuk kanal,

biaya pemanduan kapal, persyaratan keselamatan, peralatan teknis, jumlah crew, statistik armada dan transportasi, asuransi dll.

Pada perhitungan tonnage, ruangan dibedakan menjadi 2 antara lain ruangan tertutup (enclosed spaces) dan excluded spaces. Ruangan tertutup (enclosed spaces) adalah semua ruangan yang dibatasi oleh badan kapal, atau oleh partisi atau sekat yang permanen atau portabel, atau oleh geladak atau penutupan yang tidak permanen, ruangan ini masuk dalam perhitungan. Sedangkan excluded spaces adalah ruangan yang tidak termasuk dalam perhitungan volume enclosed spaces, oleh karenanya tidak masuk dalam perhitungan tonnage. Untuk perhitungan dan pengecekan tonase kapal, digunakan referensi “International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969”

#### 2.16.1 Perhitungan *Gross Tonnage* (GT)

$$GT = K_1 \times V$$

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

$$= V_U + V_H$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 2.16.2 Perhitungan *Net Tonnage*

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

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

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

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

$N_1$  = Jumlah penumpang dalam kabin dimana tidak lebih 8 penumpang  
 $= 2$  orang

$N_2$  = Jumlah penumpang yang lain  
 $= Z_c - 2$

$Z_c$  = Jumlah crew

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

## 2.17 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal (belum memperhitungkan laba, inflasi selama masa pembangunan, dll.) Cost biasanya ditanggung oleh galangan kapal yang dipercaya oleh owner untuk memproduksi kapal pesanannya.

### 2.17.1 Struktural Cost

$$P_{ST} = W_{ST} \times C_{ST} \text{ [Rp]}$$

$C_{ST}$  = pendekatan biaya berat baja per ton

### 2.17.2 Outfit Cost

$$P_{E\&O} = W_{E\&O} \times C_{E\&O} \text{ [US \$]}$$

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

### 2.17.3 Machinery Cost

$$P_{ME} = W_{ME} \cdot C_{ME} \text{ [US \$]}$$

$C_{ME}$  = pendekatan biaya berat baja per ton

## 2.18 Perhitungan Biaya Operasional Kapal

*Operating cost* (biaya operasi kapal) merupakan biaya yang berhubungan dengan beberapa aspek operasional yang bersangkutan terhadap pengoperasian kapal untuk siap berlayar. *Operating 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.

#### 2.18.1 Biaya Reparasi dan Pemeliharaan

Kapal membutuhkan perbaikan jika mengalami kecelakaan dan tindakan pemeliharaan juga harus dilakukan.

#### 2.18.2 *Stores, Supplies, and Lubricating Oil*

Awak kapal membutuhkan makanan dan biaya ini berhubungan dengan bagian dari persediaan makanan. Biaya diperkirakan sebesar US\$ 3-6 untuk setiap orang. *Stores* dan *Supplies* merupakan biaya yang diperlukan untuk kebutuhan operasi kapal seperti tali-temali, kabel, cat, minyak, dan juga suku cadang. Biaya ini biasanya dibagi menjadi 3 kategori yaitu : *marine stores*, *engine room stores*, dan *steward's stores*. Biaya untuk keperluan ini diperkirakan sebesar US\$ 45.000 – 85.000 per tahun untuk kapal yang relatif kecil.

#### 2.18.3 *Insurance Cost*

Kapal harus diasuransikan untuk mengantisipasi adanya berbagai macam resiko. Yang utama, biasanya Pemilik kapal melakukan 2 macam asuransi yaitu :*Physical damage or loss of the hull & machinery (H&M)* dan *liability to third party claims (P&I)*.

#### 2.18.4 *Voyage Cost*

*Voyage cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan saat kapal mulai berlayar. Yang termasuk dari biaya ini adalah biaya bahan bakar mesin utama dan bahan bakar untuk mesin bantu. Biaya bahan bakar mesin utama diperkirakan Rp. 4500,00 dan bahan bakar mesin bantu sebesar Rp.9500,00.

#### 2.18.5 *Cargo Handling Cost*

Rencana lintasan pelayaran kapal ini yaitu Surabaya-Medan. Sehingga biaya yang dikeluarkan disesuaikan berdasarkan pada tarif masing-masing pelabuhan di tempat tersebut.

### 2.19 Analisis Regresi

Analisis regresi atau biasa disingkat sebagai anareg adalah metode yang digunakan untuk mengukur pengaruh variabel bebas terhadap variabel tergantung. Anareg juga bisa digunakan untuk memprediksi variabel tergantung dengan menggunakan variabel bebas. (Khrisna, 2013) mendefinisikan analisis regresi sebagai kajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan dengan satu atau dua variabel. Variabel pertama disebut juga sebagai variabel tergantung dan variabel kedua disebut juga sebagai variabel bebas. Jika

variabel bebas lebih dari satu, maka analisis regresi disebut regresi linear berganda. Disebut berganda karena pengaruh beberapa variabel bebas akan dikenakan kepada variabel tergantung. Tujuan penggunaan analisis regresi antara lain:

4. Membuat estimasi rata-rata dan nilai variabel tergantung dengan didasarkan pada nilai variabel bebas.
5. Untuk menguji hipotesis karakteristik dependensi.
6. Meramalkan nilai rata-rata variabel bebas yang didasari nilai variabel bebas diluar jangkauan sample.

Dalam analisis regresi ada dua macam linearitas, yaitu linieritas dalam variabel dan linieritas dalam parameter. Linier dalam variabel merupakan nilai rata-rata kondisional variabel tergantung yang merupakan fungsi linier dari variabel (variabel) bebas. Sedangkan linieritas dalam parameter merupakan fungsi linier parameter dan dapat tidak linier dalam variable (Khrisna, 2013).

## 2.20 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya berguna untuk menjadikan referensi cara perhitungan dan konsep pengerjaan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Penelitian sebelumnya yang digunakan berkaitan dengan desain konseptual kapal.

### 2.20.1 Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Lintasan Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa

Tugas Akhir yang mengambil objek studi lintasan penyeberangan Boom Marina Banyuwangi – Pelabuhan Benoa. Didapatkan hasil analisis ukuran utama kapal antara lain lwl 44 m, lebar 11,8 m, tinggi 3,8 m, sarat 0,491 m dengan kecepatan kapal 28 knot. Kapasitas angkut pada kapal sebanyak 400 penumpang dan 18 awak kapal. Dari hasil analisis ekonomi yang dilakukan, didapatkan hasil: harga pokok produksi Rp 20,873 Milyar, harga jual kapal Rp 24,422 Milyar, nilai NPV Rp 5,173 Milyar dengan IRR sebesar 15%. (Satriawansyah & Manfaat, 2016).

### 2.20.2 Desain Kapal untuk Wisata Rute Bangsring- Pulau Menjangan – Pulau Tabuhan

Tugas Akhir yang mengambil objek studi rute 3 (tiga) wilayah yaitu Bangsring, Pulau Menjangan dan Pulau Tabuhan menghasilkan analisis teknis kapal wisata dengan panjang kapal 11.3 m, lwl 10.919 m, lebar 6 m, sarat 0.6 m, tinggi 1.85 m dan kecepatan 10 knot. Kapasitas penumpang 14 orang dan awak kapal 2 orang. Analisis ekonomi menghasilkan biaya pembangunan kapal sebesar

Rp 732 Juta, biaya operasional sebesar Rp.492 Juta per tahun dan investasi proyek layak dilakukan karena nilai NPV > 0 sebesar Rp.230 Juta (Khotimah & Hasanudin, 2016).

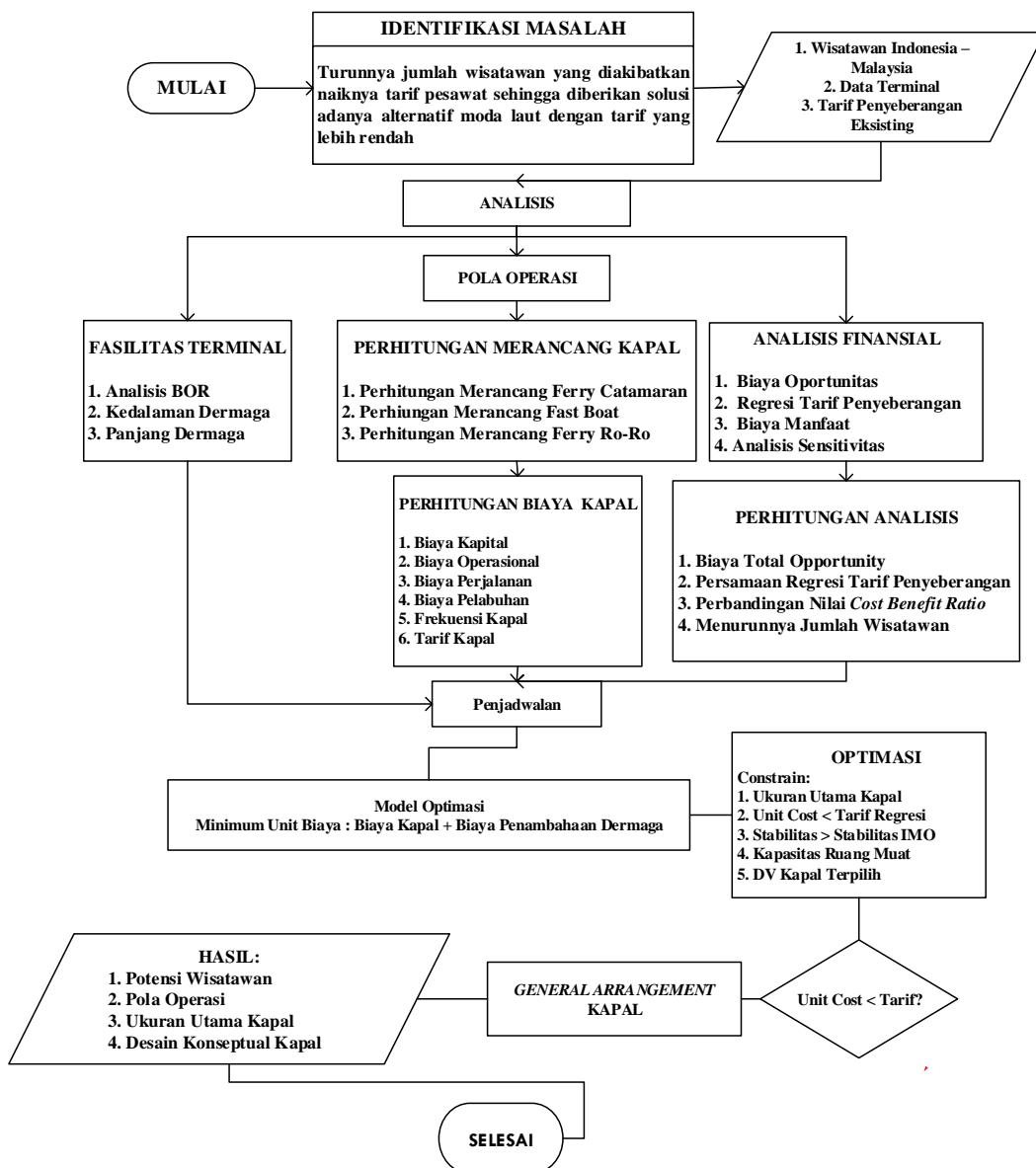
## Bab 3.

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah penggeraan yang direncanakan termasuk metode yang digunakan serta kerangka berpikir dalam bentuk diagram alir penelitian.

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk memudahkan dalam proses pengeraan Tugas Akhir, maka diperlukan diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Prosedur dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1, yaitu:

### 3.2 Tahap Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah dalam Tugas Akhir ini adalah belum adanya kapal yang disediakan untuk melayani lintasan penyeberangan Belawan menuju Penang dan infrastruktur yang mendukung dalam lintasan penyeberangan tersebut. Selain itu, kenaikan tiket pesawat menyebabkan penurunan jumlah wisatawan yang berkunjung ke Sumatera Utara.

### 3.3 Tahap Studi Literatur

Teori pertama yang dibutuhkan dalam Tugas Akhir ini adalah teori merancang kapal yang dimulai dari perhitungan koefisien, hambatan, propulsi hingga perhitungan stabilitas untuk menentukan ukuran utama kapal dengan metode optimasi yang didasari *spiral design*. Selain perhitungan merancang kapal, dibutuhkan teori proyeksi untuk menentukan permintaan penumpang yang menggunakan moda transportasi laut dan perhitungan pengembangan pelabuhan yang terjadi jika kapasitas pelabuhan saat ini tidak bisa memenuhi permintaan dengan adanya penambahan kapal yang akan sandar.

### 3.4 Tahap Proyeksi Penumpang

Untuk menentukan jumlah penumpang yang akan datang, dilakukan proyeksi dengan menggunakan metode *forecast sheet* yang berdasarkan data historis dari masing-masing wisatawan yang berasal dari Indonesia ataupun Malaysia. Sehingga didapatkan rata-rata kenaikan jumlah wisatawan tiap tahunnya.

### 3.5 Tahap Analisis Wisatawan Yang Menggunakan Moda Laut

Penentuan jumlah wisatawan yang menggunakan moda laut digunakan metode persentase rata-rata wisatawan pada periode 2008-2012 saat masih adanya kapal yang melayani lintasan Belawan – Penang. Asumsi ini digunakan dimana pada tahun tersebut terdapat moda udara dan moda laut yang bersaing untuk melayani wisatawan yang ingin berkunjung, sehingga data historis jumlah wisatawan yang menggunakan moda laut menjadi dasaran proyeksi selama 20 tahun mendatang saat akan dibuka kembali lintasan pelayaran Belawan – Penang.

### 3.6 Penentuan Satuan Unit Penumpang

Satuan unit penumpang (SUP) merupakan jumlah volume yang terpakai untuk mengangkut 1 (satu) orang penumpang. Sama halnya dengan *stowage factor* dalam muatan barang. Satuan unit penumpang berfungsi untuk menentukan jumlah penumpang yang terangkut pada kapal (*payload*).

### 3.7 Tahap Penentuan Tarif

Permasalahan utama dalam Tugas Akhir ini adalah menurunnya jumlah wisatawan yang diakibatkan naiknya harga tiket pesawat yang merupakan satu-satunya moda transportasi kedua negara. Solusi yang ditawarkan pada Tugas Akhir ini adalah lebih rendahnya tarif yang akan dikenakan pada penumpang yang akan menggunakan kapal sehingga hipotesa yang diberikan akan meningkatnya kembali jumlah wisatawan yang berkunjung pada masing-masing negara.

### 3.8 Analisis Biaya *Opportunity*

Analisis biaya *opportunity* ditujukan untuk menghitung kerugian tidak langsung pada penumpang yang diakibatkan terbuangnya waktu ketika memilih moda laut sebagai alat transportasi. Pada dasarnya, waktu tempuh moda laut lebih lama dibandingkan moda udara sehingga analisis ini dikhkususkan kelayakan untuk dibukanya kembali lintasan Belawan – Penang dengan kapal sebagai alat transportasinya.

### 3.9 Metode Optimasi

Penentuan ukuran utama kapal yang akan melayani lintasan Belawan – Penang menggunakan metode optimasi yang dimana fungsi dari metode ini untuk mencari ukuran utama kapal dengan tujuan mencari biaya terendah sehingga didapatkan unit biaya yang rendah untuk mencapai tarif yang diinginkan oleh calon penumpang.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Bab 4. GAMBARAN UMUM

Bab ini menjelaskan gambaran umum kondisi kedua wilayah yaitu Provinsi Sumatera Utara dan Pulau Penang yang akan dihubungkan oleh lintasan penyeberangan kapal.

### 4.1 Provinsi Sumatera Utara

Provinsi Sumatera Utara, Terletak di antara  $1^{\circ} - 4^{\circ}$  LU,  $98^{\circ} - 100^{\circ}$  BT. Ibukota dari provinsi ini adalah Kota Medan. Seperti yang ditunjukan oleh Gambar 4.1, batas wilayah sebelah utara adalah provinsi Aceh dan Selat Sumatera, sebelah barat berbatasan dengan provinsi Sumatera Barat dan Riau, sedangkan disebelah Timur di batasi oleh Selat Malaka. Provinsi ini memiliki banyak gunung, antara lain Sibayak, Sinabung, Martimbang, dan Sorik Marapi, serta banyak sungai seperti Sungai Wampu, Batang Serangan, Deli, dan Asahan. Kekayaan alam berupa hasil tambang banyak dijumpai di provinsi ini antara lain minyak bumi, batu bara, belerang, dan emas. Provinsi ini juga dikenal dengan bendungan raksasa Asahan serta Air Terjun Sigura-gura yang dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik.

Penduduk Sumatera Utara menurut golongan etnis terdiri dari penduduk asli Sumatera Utara, penduduk asli pendatang dan penduduk asing. Yang termasuk



Gambar 4.1 Peta Sumatera Utara

(Dakira, 2019)

penduduk asli ialah: suku Melayu, Batak Karo, Simalungun, Fak-fak/Dairi, Batak Toba, Mandailing, Pesisir dan Nias. Golongan pribumi pendatang adalah suku: Jawa, Sunda, Bali, Ambon, Minahasa, Banjar, Palembang, Riau, Minangkabau dan lain-lain, sedangkan penduduk asing adalah orang-orang Arab, India, Cina dan bangsa-bangsa lain. Penduduk Sumatera Utara sekitar 80% tinggal di desa-desa sebagai petani dan lainnya tinggal di kota sebagai pedagang, pegawai, tukang dan sebagainya.

Susunan masyarakat di daerah Sumatera Utara adalah berdasarkan genealogis-teritorial atau suatu keturunan daerah dan wilayah, misalnya suku Batak Toba, Mandailing dan Nias. Sedangkan di wilayah Sumatera Timur atau Melayu adalah berdasarkan teritorial. Bila ditinjau dari kekerabatan dari segi garis keturunannya, maka suku Batak dan Nias adalah patrilineal yaitu garis keturunan yang dipandang dari garis keturunan Batak, dan suku Melayu adalah parental, yaitu garis keturunan yang dipandang dari kedua belah pihak, bapak dan ibu. Kelompok kekerabatan Nias disebut Sangabato yakni keluarga batih dan keluarga luas yang disebut sangabato seuha. Gabungan dari sangabato seuha dari satu leluhur disebut mado yang dapat disamakan dengan marga pada suku Batak, yakni klen besar patrilokal.

Provinsi Sumatera Utara memiliki beberapa tempat wisata yang dapat dikunjungi wisatawan lokal maupun mancanegara. 5 tempat wisata yang sering dikunjungi adalah:

1. Air Terjun Sipiso-piso

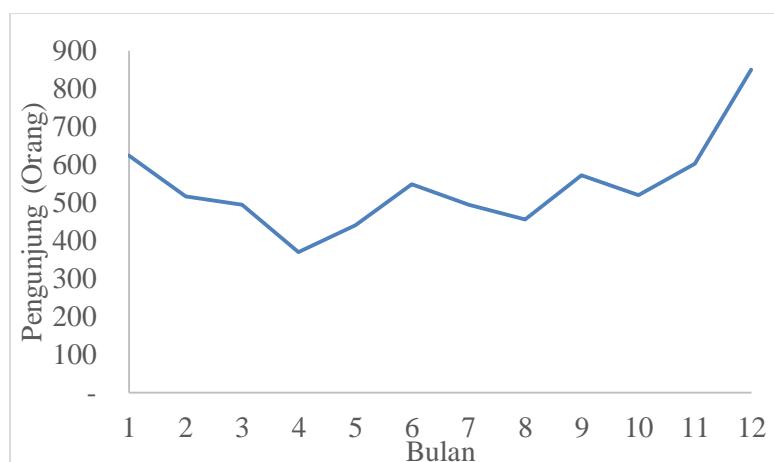
Air Terjun Sipiso-piso berada di dekat pemukiman warga Desa Tongging, Kecamatan Merek, Tanah Karo. Air terjun Sipiso-piso merupakan salah satu air terjun yang banyak dikunjungi oleh wisatawan lokal ataupun mancanegara. Air terjun ini berada pada ketinggian 800 meter dari permukaan laut.



Gambar 4.2 Air Terjun Sipiso – piso

(ATW, 2014)

Air Terjun Sipiso-piso seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2 adalah salah satu air terjun tertinggi di Indonesia dengan tinggi pancuran 120 meter. Lokasi air terjun berjarak 35km dari Kota Medan sehingga dapat dijangkau oleh wisatawan mancangera ataupun domestik.

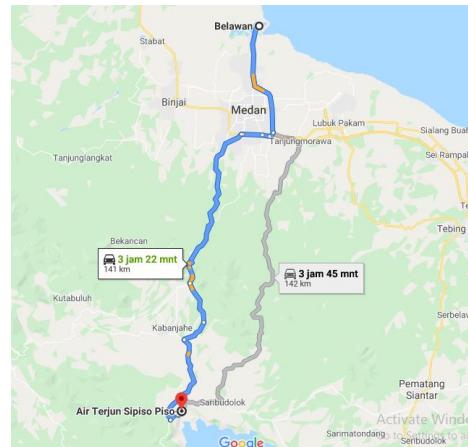


Gambar 4.3 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Air Terjun Sipiso – piso

(BPS Sumut, 2018)

Gambar 4.3 menunjukkan perilaku kunjungan wisatawan pada tahun 2018. Kunjungan wisatawan terbanyak terjadi pada Bulan Desember dengan jumlah wisatawan sebanyak 850 pengunjung, sedangkan kunjungan terendah terjadi pada Bulan April dengan jumlah kunjungan 371 orang. Rendahnya kunjungan disebabkan curah hujan yang tinggi pada bulan tersebut sehingga mengurangi kunjungan wisatawan pada lokasi terbuka.

Banyak lintasan yang dapat ditempuh menuju objek wisata ini, salah satunya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4. Untuk mencapai tempat ini wisatawan dapat menggunakan beragam pilih moda darat dengan waktu tempuh tercepat selama 2 jam 25 menit.



Gambar 4.4 Jarak Pelabuhan Belawan  
Menuju Air Terjun Sipiso-piso

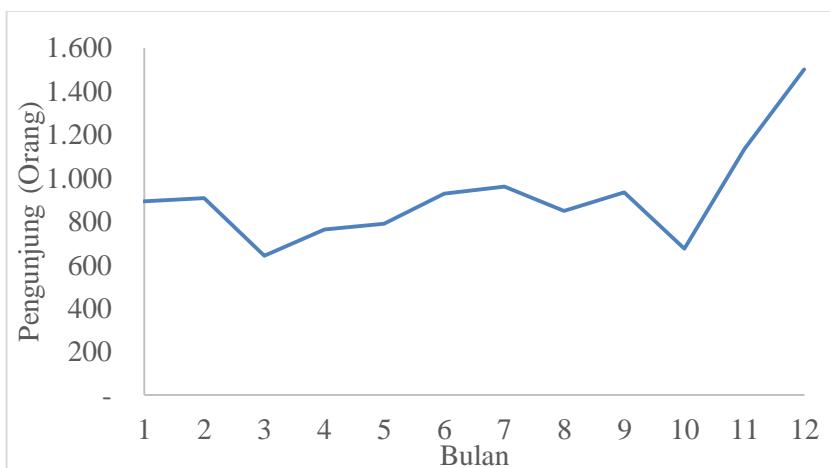
## 2. Taman Nasional Gunung Leuser

Taman Nasional Gunung Leuser berada di dua provinsi berbeda, yaitu Aceh dan Sumatera Utara. Luas area taman wisata ini mencapai 1.094.692 hektar. Taman nasional ini merupakan kawasan hutan yang menyimpan berbagai cagar alam, seperti Suaka Margasatwa Gunung Leuser, Suaka Margasatwa Kappi, Suaka Margasatwa Kluet, dan Taman Wisata Gurah. Taman nasional ini sudah dinobatkan oleh UNESCO menjadi salah satu cagar wisata yang mempunyai keanekaragaman flora dan fauna.



Gambar 4.5 Taman Nasional Gunung Leuseur  
(ATW, 2014)

Pada Gambar 4.5 terlihat pemandangan alam dari Taman Nasional Gunung Leuseur. Ketiga suaka margasatwa yang berada pada ataman nasional ini menunjukkan luasnya lahan yang dimiliki sehingga para wisatawan bisa menghabiskan waktu untuk mengelilingi taman nasional ini.



Gambar 4.6 Arus Wisatawan Menuju Taman Nasional Gunung Leuse  
(BPS Sumut, 2018)r

Bulan Desember merupakan puncak tertinggi arus kunjungan wisatawan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dengan jumlah kunjungan mencapai 1.500 pengunjung, hal ini dikarenakan musim libur panjang akhir tahun sehingga menarik wisatawan untuk berkunjung ke Taman Nasional Gunung Leuseur. Taman Nasional ini memiliki statistik kunjungan wisatawan yang meningkat pada akhir tahun.

### 3. Pulau Samosir

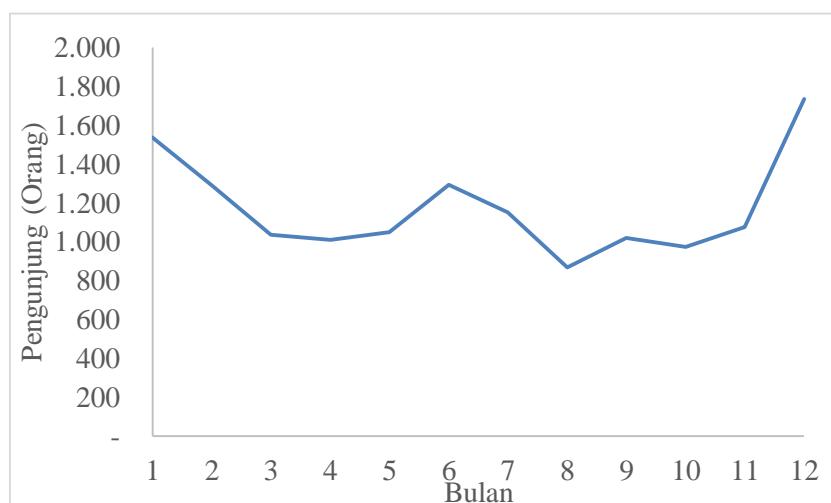
Pulau Samosir merupakan salah satu pulau yang paling populer di Sumatera Utara. Lokasinya yang berada tepat di tengah Danau Toba. Ada banyak aktivitas seru yang bisa wisatawan lakukan di pulau vulkanik ini, mulai dari bertualang di Goa Marlakkop, menyaksikan pertunjukan tari Sigale-gale, berkeliling Museum Huta Bolon Simanindo, hingga menikmati keunikan Batu Parsidangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Terdapat tiga jalur perairan Danau Toba yang bisa wisatawan pilih untuk menuju Pulau Samosir, yaitu melalui Pelabuhan Ajibata ke Pelabuhan Tomok, Tigaras menuju Simanindo, dan melalui Muara menuju Nainggolan.



Gambar 4.7 Pulau Samosir

(ATW, 2014)

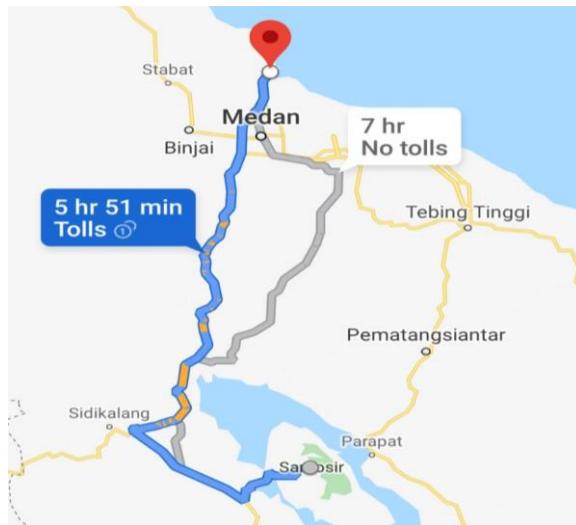
Gambar 4.8 menunjukkan jumlah kunjungan wisatawan tertinggi berada pada Bulan Desember dengan jumlah 1.735 wisatawan yang berkunjung. Jumlah wisatawan pada tahun 2018 sebanyak 14.045 wisatawan. Kunjungan terendah berada pada bulan Agustus dengan hanya 868 wisatawan.



Gambar 4.8 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Pulau Samosir

(BPS Sumut, 2018)

Selain menggunakan moda laut sebagai alat transportasi, wisatawan juga bisa menempuh dengan moda darat, namun jarak yang ditempuh lebih jauh dibandingkan dengan moda laut, dikarenakan letak jembatan penyebrangan penghubung berada pada bagian timur pulau samosir.



Gambar 4.9 Jarak Belawan Menuju Pulau Samosir

#### 4. Danau Toba

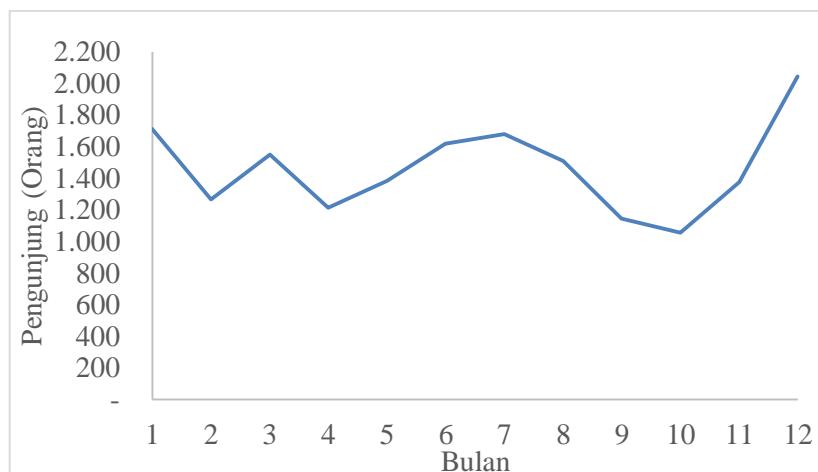
Danau toba merupakan terbesar di Indonesia dan Asia Tenggara, Danau Toba menjadi salah satu objek wisata yang tak boleh wisatawan lewatkan di Sumatera Utara. Ada banyak hal yang bisa wisatawan lakukan di sini, mulai dari melihat situs sejarah, mengunjungi rumah adat Batak, mengelilingi Desa Tuktuk Siadong-adong. Danau Toba tidak seperti danau-danau lainnya, danau tersebut mengelilingi Pulau Samosir sehingga menuju pulau tersebut dibutuhkan kapal penyebrangan. Untuk menuju Toba, wisatawan perlu menempuh 5 jam berkendara dari pusat Medan.



Gambar 4.10 Danau Toba

(ATW, 2014)

Tersedia pula berbagai moda transportasi yang bisa wisatawan pilih, seperti kendaraan pribadi atau sewa, bus, maupun kereta api. Tak perlu khawatir kekurangan waktu untuk menikmati seluruh pesona Danau Toba, karena wisatawan bisa bermalam di berbagai penginapan yang tersedia di sekitar danau.



Gambar 4.11 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Danau Toba  
(BPS Sumut, 2018)

Danau Toba merupakan tempat wisata yang menarik pengunjung terbanyak selama tahun 2018. Sebesar 35% jumlah wisatawan berkunjung ke danau ini dengan total 17.544 pengunjung. Dapat dilihat pada Gambar 4.11, kunjungan terbanyak berada pada Bulan Desember dengan total 2.042 pengunjung.

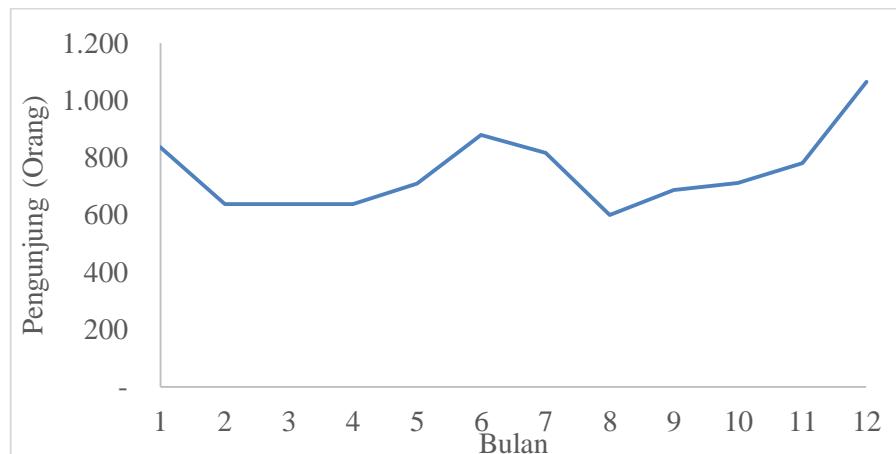
##### 5. Pantai Sorake dan Pantai Lagundri

Pantai Sorake dan Pantai Lagundri di Sumatera Utara adalah lokasi wisata terbaik. Kedua pantai tersebut telah dinobatkan sebagai *spot surfing* terbaik di dunia. Kedua pantai ini digunakan sebagai lokasi kejuaraan *surfing* tingkat nasional maupun internasional, salah satunya adalah Nias Open.



Gambar 4.12 Pantai Sorake dan Pantai Lagundri  
(ATW, 2014)

Kondisi gulungan ombak yang panjang membuat aksi *surfing* semakin menantang. Konon, posisi pantai yang menghadap langsung Samudera Hindia membuat kondisi ombak cukup tinggi hingga mencapai 7 – 10 meter. Umumnya, para peselancar dari berbagai negara berkunjung sekitar bulan April hingga September. Jika tertarik untuk mencobanya, wisatawan bisa menuju Kabupaten Nias Selatan, tepatnya 12 km dari Teluk Dalam.



Gambar 4.13 Wisatawan Menuju Pantai Sorake dan Pantai Lagundri  
(BPS Sumut, 2018)

Pantai Sorake dan Pantai Lagundri berada pada peringkat ke-4 tempat wisata yang sering dikunjungi dengan persentase sebesar 18% selama tahun 2018. Dapat dilihat pada Gambar 4.13, jumlah wisatawan yang berkunjung pada tahun tersebut sebanyak 8.999 pengunjung dengan jumlah kunjungan tertinggi berada pada Bulan Desember sebanyak 1.065 wisatawan.



Gambar 4.14 Pulau Penang

(Dakira, 2019)

## 4.2 Pulau Penang Malaysia

Dengan luas  $293 \text{ km}^2$ , Pulau Penang adalah negara bagian terkecil kedua di Malaysia setelah Perlis. Namun dari segi kepadatan penduduk, pulau ini menduduki urutan pertama. Pulau ini juga memiliki persentase penduduk muslim dan Melayu yang terendah di antara negara-negara bagian lain. Kota utama yang merupakan pusat pariwisata di pulau ini adalah George Town.

### 1. Bukit Penang (Penang Hill)

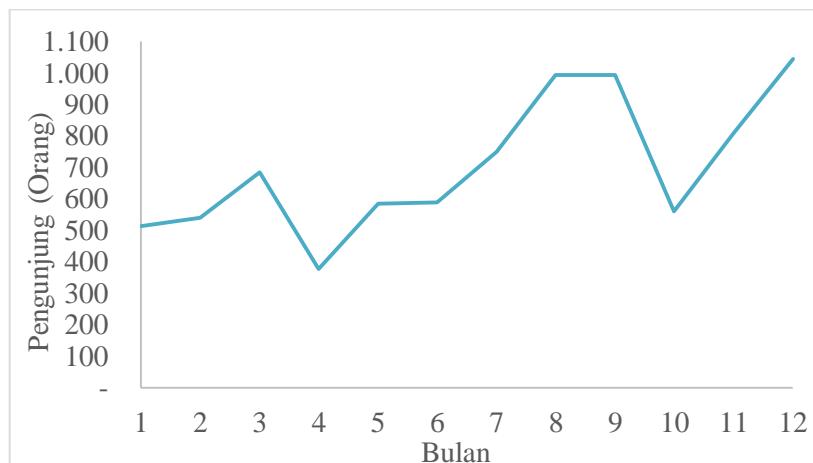
Bukit Penang merupakan salah satu destinasi wisata favorit yang selalu ramai dikunjungi oleh para wisatawan yang berlibur menuju Penang. Bukit Penang sudah menjadi ikon wisata di Penang, dari atas puncak bukit para wisatawan bisa meleihat Pulau Penang secara menyeluruh.



Gambar 4.15 Bukit Penang

(Reni, 2018)

Para wisatawan bisa mencapai bukit dengan memanfaatkan moda transportasi kereta wisata bernama Penang Hill Railway. Pada moda transportasi kereta ini nantinya wisatawan membutuhkan waktu perjalanan lima menit dari bawah dan sampai di Bukit Penang.



Gambar 4.16 Wisatawan Indonesia Menuju Bukit Penang

Bukit Penang menjadi tempat wisata yang menarik kunjungan terbanyak dengan persentase sebesar 20% sepanjang tahun 2018. Gambar 4.16 menunjukan, sebanyak 8.435 orang berkunjung pada tahun tersebut, arus menunjukan pada bulan Agustus dan September memiliki jumlah wisatawan yang sama dengan 993 kunjungan. Bulan Desember masih mendominasi jumlah kunjungan dengan persentase sebesar 11%.



Gambar 4.17 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Bukit Penang

Wisatawan yang ingin berkunjung langsung menuju Bukit Penang dapat ditempuh menggunakan moda darat dikarenakan adanya jembatan penyeberangan yang menghubungkan dengan Pulau Penang. Waktu yang ditempuh sekitar 55 menit sehingga tidak menghabiskan waktu saat di perjalanan.

## 2. Kek Lok Si Temple

Kek Lok Si Temple merupakan tempat bersejarah yang berada di Pulau Penang yang sangat unik dan sacral bagi penganut agama Buddha. Kek Lok Si Temple merupakan kuil Buddha terbesar yang ada di Asia Tengg seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18. Kuil ini memiliki arsitektur bangunan yang sangat khas dengan budaya Cina, sehingga terlihat sangat mirip dengan kuil Buddha yang ada di Thailand. Kek Lok Sie Temple merupakan kuil tempat beribadah untuk agama tertentu dari masyarakat Penang. Berdasarkan sejarah, kuil ini mempunyai umur lebih dari 1 abad, namun bangunan pada kuil masih kokoh sehingga menarik wisatawan.



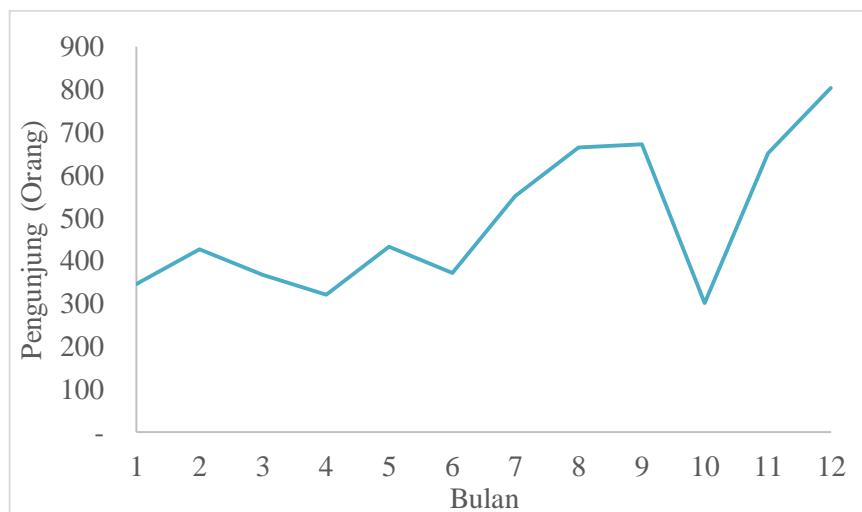
Gambar 4.18 Kek Lok Sie Temple

(Reni, 2018)



Gambar 4.19 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Kek Lok Sie Temple

Wisatawan bisa berkunjung langsung menuju Kek Lok Sie Temple dengan waktu 57 menit dari Penang Ferry Terminal, wisatawan bisa dengan mudah menggunakan transportasi darat untuk berkunjung ke tempat wisata tersebut.



Gambar 4.20 Wisatawan Indonesia Menuju Kek Lok Sie Temple

Terlihat pada Gambar 4.20, Kek Lok Sie Temple mempunyai kunjungan wisatawan tertinggi pada Bulan Desember dengan 804 wisatawan. Sama halnya dengan Bukit Penang, pada Bulan Agustus dan September memiliki kunjungan yang hampir sama dengan masing-masing sebanyak 664 dan 672 wisatawan

### 3. Penang Peranakan Mansion

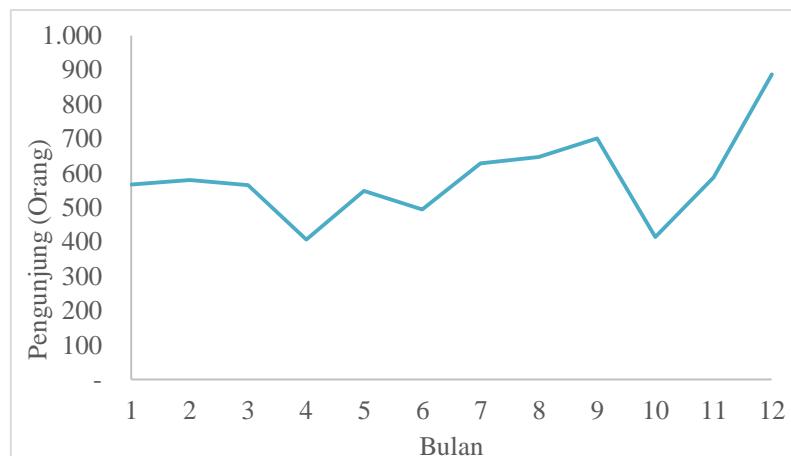
Penang Peranakan Mansion merupakan museum unik yang berisi berbagai macam peninggalan sejarah khas masyarakat Melayu. Di tempat ini wisatawan

dapat menikmati sunguhan wisata sejarah berupa artefak kuno, hasil pahatan kuno, furniture dan perhiasan kuno, serta berbagai macam gambar lukisan.



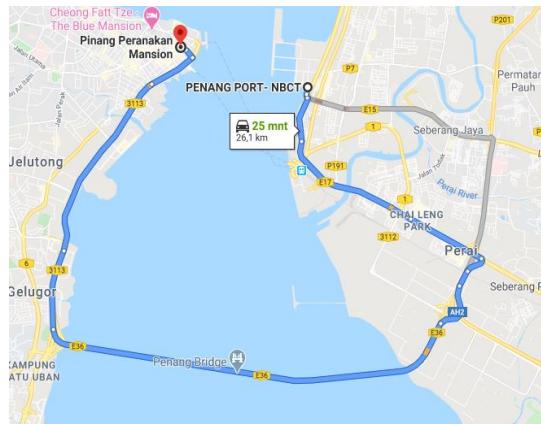
Gambar 4.21 Penang Peranakan Mansion  
(Reni, 2018)

Penang Peranakan Mansion dulunya adalah rumah pribadi milik keluarga kaya berdarah Cina. Pemilik rumah ini adalah seorang pecinta seni, sehingga rumahnya dipenuhi dengan berbagai macam barang antik yang bernilai seni tinggi.



Gambar 4.22 Wisatawan Indonesia Menuju Penang Peranakan Mansion  
(Omar & Mohammed, 2017)

Penang Peranakan Mansion merupakan destinasi wisata ke-2 di Pulau Penang. Gambar 4.22 menunjukkan persentase kunjungan sebanyak 17% pada tahun 2017 dengan total 7.027 wisatawan.



Gambar 4.23 Jarak Ferry Terminal Menuju Peranakan Mansion

Wisatawan bisa langsung menuju Penang Peranakan Mansion ketika tiba di Penang dengan menggunakan moda transportasi darat, waktu tempuh yang dibutuhkan sekitar 25 menit untuk sampai tujuan. Dapat disimpulkan bahwa jarak yang ditempuh menuju Penang Peranakan Mansion tidak terlau jauh

#### 4. Kuil Khoo Kongsi

Kuil Khoo Kongsi terletak di Cannon Street. Kuil ini memiliki nama sebenarnya yaitu Leong San Tong Khoo Kongsi Clan House. Kuil Khoo Kongsi ini merupakan kuil paling megah di Pulau Penang, dan didirikan oleh para imigran dari Desa Sin Kang, Provinsi Hokkien, Tiongkok.

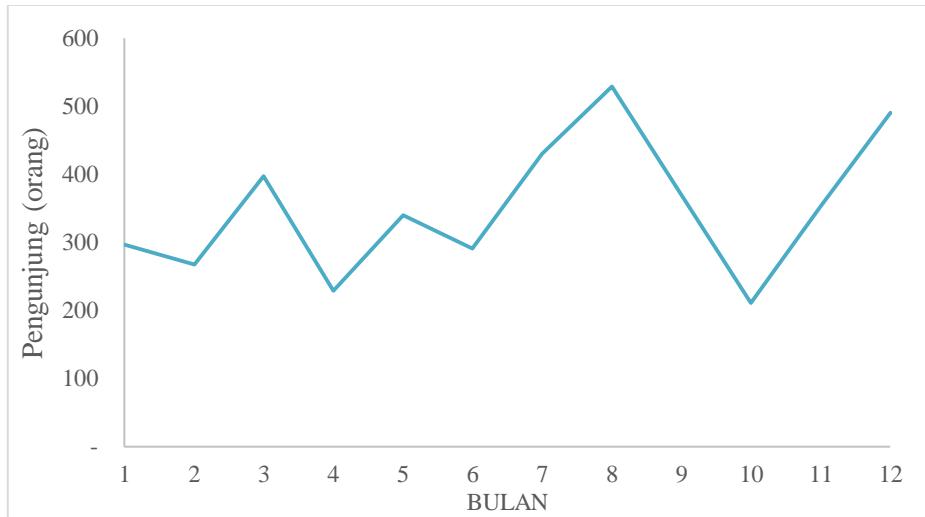


Gambar 4.24 Kuil Khoo Kongsi

Menurut sejarah, para anggota Klan Khoo (Tiongkok) dating ke Malaka dan Penang di abad ke-17. Secara umum, mereka didefinisikan sebagai golongan pedagang kaya. Maka dari itu, kompleks kuil ini merupakan “replica” atau

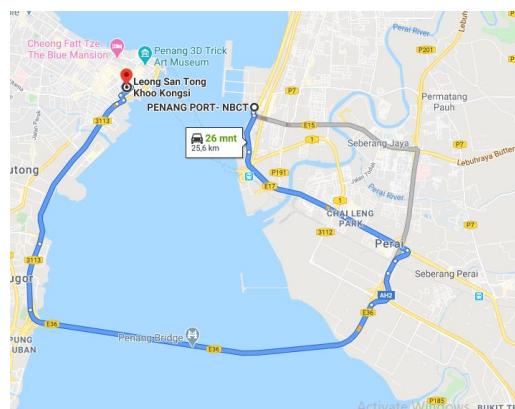
miniature dari desa Klan Khoo yang mempunyai sistem pemerintahan, pendidikan, dan kesejahteraan sosialnya sendiri.

Komplek kuil ini sempat terbakar pada tahun 1894, konon salah satu penyebabnya adalah karena dianggap menyaingi istana kaisar Tiongkok pada masa itu. Pembangunan kuil kembali pada tahun 1906.



Gambar 4.25 Wisatawan Indonesia Menuju Kuil Khoo Kongsi

Gambar 4.25 menunjukkan naik turunnya wisatawan tiap bulannya. Berbeda dengan tempat wisata lain yang berada pada Pulau Penang, kunjungan wisatawan terbanyak yang menuju Kuil Khoo Kongsi berada pada Bulan Agustus dengan 530 wisatawan. Kunjungan terendah pada Bulan Oktober dengan hanya 211 wisatawan.



Gambar 4.26 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Kuil Khoo Kongsi

Wisatawan bisa langsung menuju Kuil Khoo Kongsi pada saat tiba di Penang Ferry Terminal, waktu tempuh yang dibutuhkan selama 90 menit dengan menggunakan moda darat sebagai alat transportasi. Mudahnya akses dan tersedianya fasilitas dapat menarik kunjungan wisatawan

## 5. Fort Cornwallis

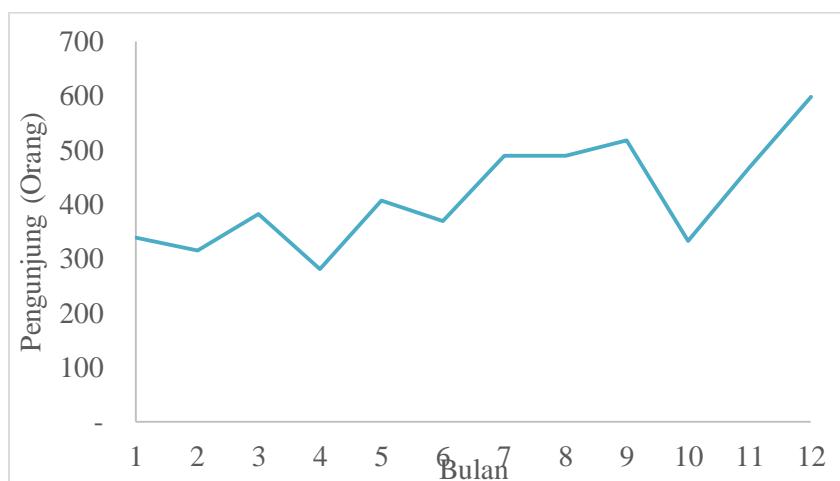
Fort Cornwallis yang ditunjukkan Gambar 4.27, merupakan salah satu tempat wisata legendaris saat berlibur ke Pulau Penang. Fort Cornwallis sudah berdiri sejak tahun 1786, pada masa awal pendiriannya, Fort Cornwallis merupakan sebuah banteng pertahanan milik Pemerintah Inggris.



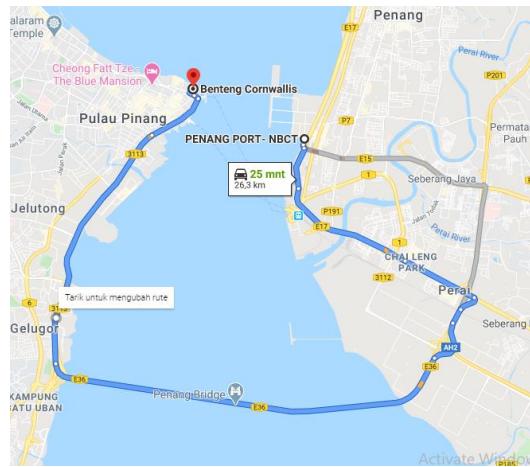
Gambar 4.27 Fort Cornwallis

(Reni, 2018)

Seperti yang ditunjukkan Gambar 4.28, Fort Cornwallis memiliki kunjungan wisatawan tertinggi pada Bulan Desember dengan 598 kunjungan. Kunjungan terendah berada pada Bulan April dengan hanya 281 wisatawan.



Gambar 4.28 Wisatawan Indonesia Menuju Fort Cornwallis

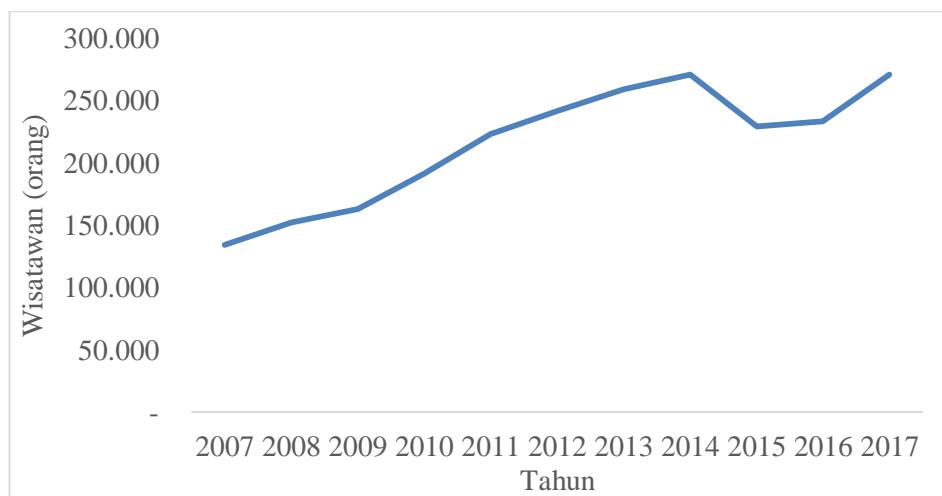


Gambar 4.29 Jarak Penang Ferry Terminal Menuju Fort Cornwallis

Di tempat ini wisatawan akan melihat berbagai macam benda-benda bersejarah peninggalan tentara Inggris seperti meriam, tiang bendera dan lampu kuno. Pada kepercayaan masyarakat Penang, salah satu meriam yang ada di banteng ini dapat memberikan kesuburan untuk kaum wanita.

#### 4.3 Arus Wisatawan Malaysia Menuju Indonesia

Wisatawan Malaysia yang berkunjung hanya menggunakan moda transportasi udara dikarenakan belum adanya moda transportasi laut yang melayani pada lintasan tersebut. Arus wisatawan menunjukkan peningkatan dari tahun 2007 hingga tahun 2014 dan mengalami penurunan pada tahun 2015.



Gambar 4.30 Arus Wisatawan Malaysia

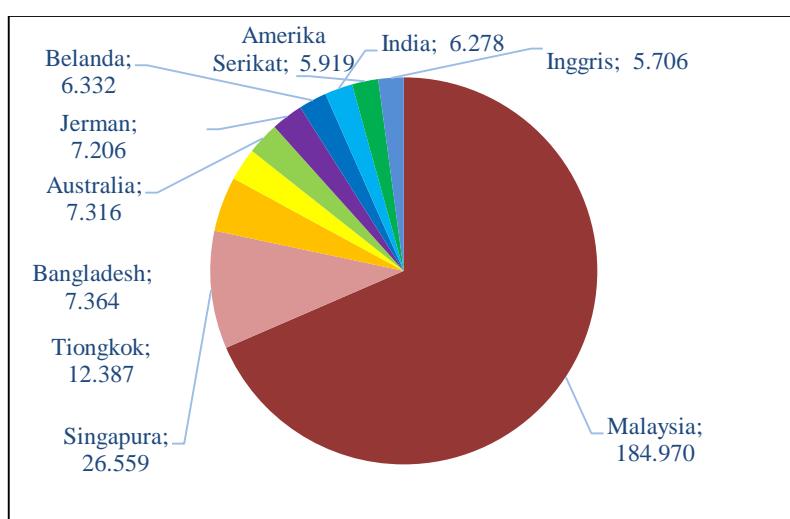
(Statistik, 2018) diolah kembali oleh penulis

Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.30, semenjak tahun 2007 kunjungan wisatawan terbanyak pada tahun 2014 dikarenakan faktor turunnya harga tiket

pesawat sehingga menarik wisatawan Malaysia untuk berlibur ke Provinsi Sumatera Utara. Arus wisatawan juga menunjukkan bahwa kunjungan wisatawan terendah pada tahun 2007 dengan hanya 134.130 orang sedangkan kenaikan terbesar pada tahun 2014 dengan jumlah wisatawan sebesar 270.837 orang.

#### 4.4 Wisatawan Menuju Sumatera Utara Berdasarkan Kewarganegaraan

Wisatawan yang datang menuju Provinsi Sumatera Utara tidak hanya berasal dari Negara Malaysia, namun ada beberapa wisatawan asing dari berbagai negara lain yang mengunjungi Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2018, ada 10 negara asal wisatawan yang mendominasi.

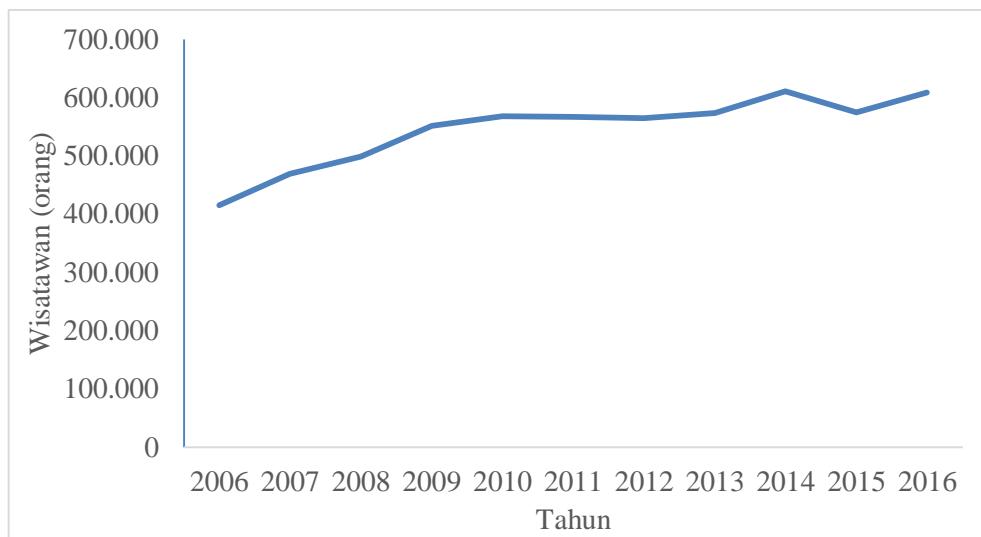


Gambar 4.31 Wisatawan Mancanegara Berdasarkan Kewarganeragaan  
(Statistik, 2018) diolah kembali oleh penulis

Sebagian besar wisatawan yang berkunjung ke Provinsi Sumatera Utara berkewarganegaraan Malaysia (68%), disusul oleh Singapura (9,84%) dan Tiongkok (4,59%). 7 (tujuh) negara lainnya berkontribusi dalam kisaran (2%) (lihat Gambar 4.31). Namun, masih belum diketahui secara jelas asal mula pintu masuk wisatawan asing tersebut apakah langsung berasal dari negara mereka masing-masing ataupun tidak.

#### 4.5 Arus Wisatawan Indonesia Menuju Malaysia

Warga negara Indonesia yang berlibur atau berkunjung ke negeri jiran cenderung lebih banyak dibandingkan sebaliknya dikarenakan jumlah penduduk Indonesia sendiri yang lebih banyak dibandingkan penduduk negeri jiran. Arus



Gambar 4.32 Arus Wisatawan Indonesia Menuju Malaysia

(Statistik, 2018) diolah kembali oleh penulis

wisatawan menunjukkan bahwa sejak tahun 2000, sudah ada 7.802.211 wisatawan Indonesia yang berkunjung ke Malaysia. Tren menunjukkan cenderung selalu adanya kenaikan jumlah wisatawan tiap tahunnya.

#### 4.6 Pelabuhan Belawan

Pelabuhan Belawan merupakan pelabuhan terbesar ketiga di Indonesia setelah Tanjung Priok dan Tanjung Perak. Pelabuhan Belawan berfungsi sebagai pintu gerbang perekonomian Sumatera Utara. Selain berfungsi sebagai pelabuhan niaga untuk melayani bongkar muat barang, juga melayani penumpang domestik maupun internasional. Pelabuhan ini memiliki dermaga khusus untuk melayani penumpang, yaitu, Dermaga Belawan Lama dikarenakan mempunyai fasilitas garbarata sebagai jalur masuk ataupun keluarnya penumpang dari kapal. Dermaga Belawan Lama memiliki panjang 689 meter dengan luas dermaga sebesar 9.833 m<sup>2</sup>. Kedalaman pada dermaga yang khusus melayani penumpang ini berkisar 5 (lima) – 7 (tujuh) meter sehingga tidak bisa melayani kapal-kapal besar dengan sarat yang tinggi (lihat Tabel 4.1)

Tabel 4.1 Dimensi Dermaga Domestik

	<b>Belawan Lama</b>	<b>Ujung Baru</b>	<b>Citra</b>	<b>IKD I &amp; II</b>
<b>Panjang (m)</b>	689	1.700	625	300
<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>	9.833	20.907	8.938	7.500
<b>Kedalaman (mLWS)</b>	-5 s.d -7	-9	-5 s.d -8	-4 s.d -6

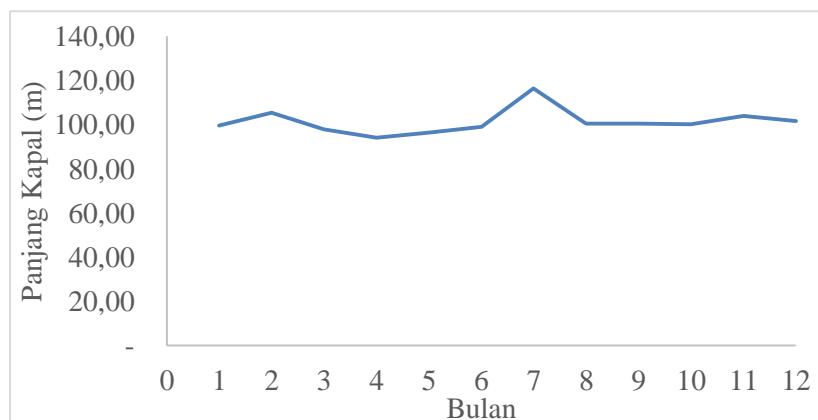
Gambar 4.33 menunjukkan bahwa Dermaga Ujung Baru merupakan dermaga terpanjang pada Pelabuhan Belawan dimana panjangnya mencapai 1700 meter dengan luas dermaga sebesar 9.833 m<sup>2</sup> sedangkan Dermaga IKD 1 dan 2 merupakan dermaga terkecil dengan panjang hanya 300 meter dan kedalaman hanya -6 mLWS yang berarti hanya kapal berukuran kecil saja yang bisa sandar. Pelabuhan Belawan memiliki data statistik seperti persentase terpakainya dermaga, banyaknya kapal yang sandar dan waktu pelayanan kapal yang dimana berfungsi sebagai dasar keputusan adanya pengembangan pelabuhan jika dibukanya kembali lintasan penyeberangan Belawan – Penang.



Gambar 4.33 Layout Pelabuhan Belawan

#### 4.6.1 Panjang Kapal Pada Dermaga Belawan Lama

Dermaga Belawan Lama dikhkususkan sebagai dermaga yang melayani kapal penumpang dan kapal ro-ro mengangkut muatan kendaraan. Dermaga Belawan Lama mempunyai fasilitas garbarata untuk terminal penumpang.

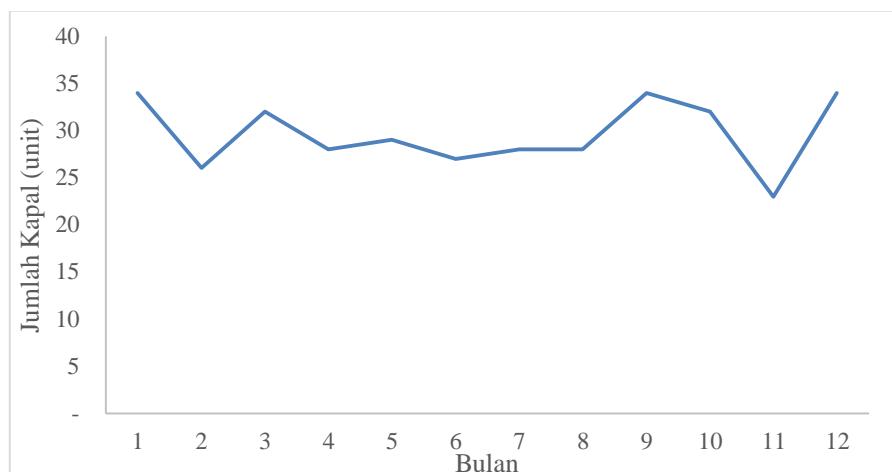


Gambar 4.34 Rata-Rata Panjang Kapal

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.34, tata-rata panjang kapal tertinggi yang sandar pada Dermaga Belawan Lama berada pada bulan juli dengan panjang 116,57 meter dan panjang kapal terendah pada bulan april sebesar 94,20 meter. Rata-rata panjang kapal selama tahun 2018 sebesar 101,37 meter.

#### 4.6.2 Jumlah Kunjungan Kapal

(Jumlah kapal dan kunjungan Dermaga Belawan Lama ini sangat bervariasi) Dermaga Belawan Lama merupakan dermaga yang mempunyai kunjungan kapal terendah dibandingkan dermaga lain yang ada di Pelabuhan Belawan. Selama tahun 2018, jumlah kunjungan kapal hanya 355 kapal. Hal ini disebabkan tidak adanya peralatan bongkar dan fasilitas gudang yang tidak terlalu besar dan ditambah dengan kebijakan bahwa Dermaga Belawan Lama hanya diperuntukan untuk kapal penumpang dan ro-ro sehingga tidak melayani muatan curah ataupun petikemas.

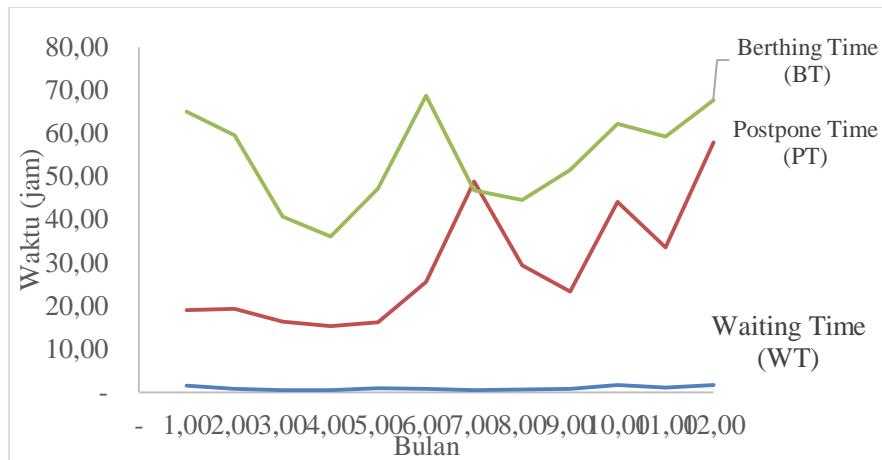


Gambar 4.35 Jumlah Kunjungan Kapal

Selama tahun 2018, kunjungan kapal terendah pada bulan November dengan hanya 23 kapal yang bersandar sedangkan pada Bulan Januari, September, dan Desember mempunyai kunjungan kapal tertinggi dengan total 34 kapal yang sandar pada dermaga.

#### 4.6.3 Service Time Belawan Lama

Waktu pelayanan kapal pada pelabuhan terdiri dari *waiting time* sebagai waktu tunggu kapal saat ingin sandar di pelabuhan, *postpone time* merupakan waktu pelayanan saat kepengurusan administrasi dari kapal tersebut dan *berthing time* sebagai lamanya kapal sandar di dermaga.

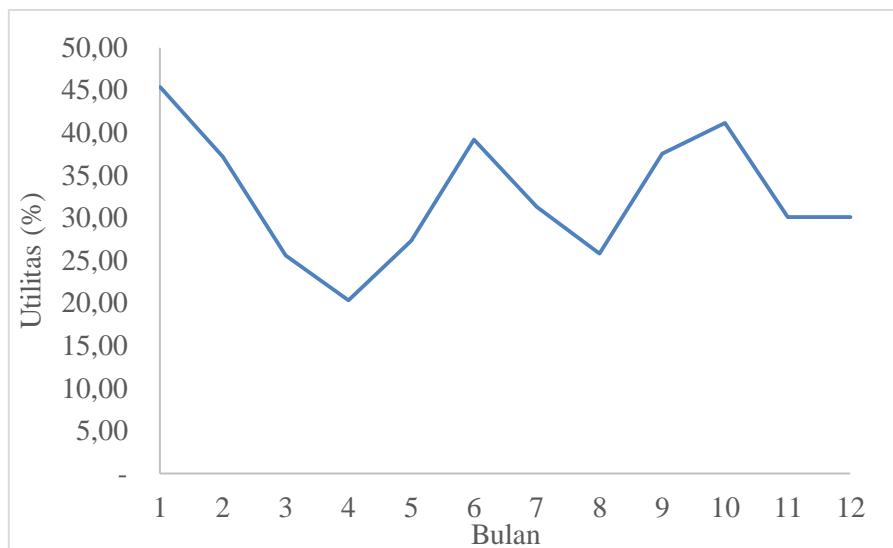


Gambar 4.36 Waktu Pelayanan Dermaga Belawan Lama

*Waiting time* pada dermaga belawan lama merupakan yang tercepat dibandingkan pada dermaga lainnya dikarenakan mayoritas kapal yang sandar merupakan kapal penumpang sehingga mempunyai prioritas lebih tinggi, rata-rata *waiting time* kapal 0,93 jam. *Postpone time* terlama terjadi pada bulan desember dengan rata-rata waktu pengurusan administrasi selama 58 jam dan rata-rata selama tahun 2018 sebesar 29,10 jam. *Berthing time* terlama terjadi pada bulan juni hingga mencapai 68,8 jam dengan rata-rata selama tahun 2018 sebesar 54,11 jam.

#### 4.7 Utilitas Dermaga

Dermaga Belawan Lama merupakan dermaga yang dikhkususkan untuk melayani kapal penumpang dan Ro-RO pada Pelabuhan Belawan, yang dimana memiliki panjang sebesar 689 meter. Sepanjang tahun 2018, belum banyaknya kapal penumpang yang sandar pada dermaga belawan lama dikarenakan hanya ada KM. Legundi milik PELNI yang mempunyai jadwal rutin pada dermaga ini. Maka dari itu persentase keterpakaian dermaga cukup rendah.



Gambar 4.37 Utilitas Dermaga Belawan Lama

Gambar 4.37 menjelaskan bahwa sepanjang tahun 2018 rata-rata terpakainya Dermaga Belawan Lama sebesar 32,56% dengan persentase tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 45,34% dan terendah pada bulan april dengan hanya 20,35%. Meningkatnya keterpakaian pada periode April hingga Mei dikarenakan adanya mudik lebaran sehingga peningkatan jumlah kapal PELNI yang beroperasi untuk melayani pemudik.

#### 4.8 Referensi Lintasan Penyeberangan

Referensi lintasan penyeberangan dibutuhkan untuk mencari persamaan tarif sehingga pada lintasan Belawan – Penang mempunyai tarif yang sesuai dengan pasar saat ini. Lintasan penyeberangan dengan moda kapal sudah sangat lazim di seluruh dunia dengan negara-negara yang terdiri dari 2 pulau atau lebih. Lintasan penyeberangan diperuntukan untuk imigrasi penduduk ataupun pengiriman logistik antar pulau untuk memenuhi kebutuhan. Setiap lintasan penyeberangan mempunyai tarif yang dikenakan untuk penumpang atau barang yang hendak menggunakan jasa penyeberangan, tarif pun relatif berbeda sesuai dengan ekonomi negara dengan jarak tempuh penyeberangan itu sendiri. Kelas pelayanan dari kapal juga berpengaruh terhadap tarif yang akan dikenakan.

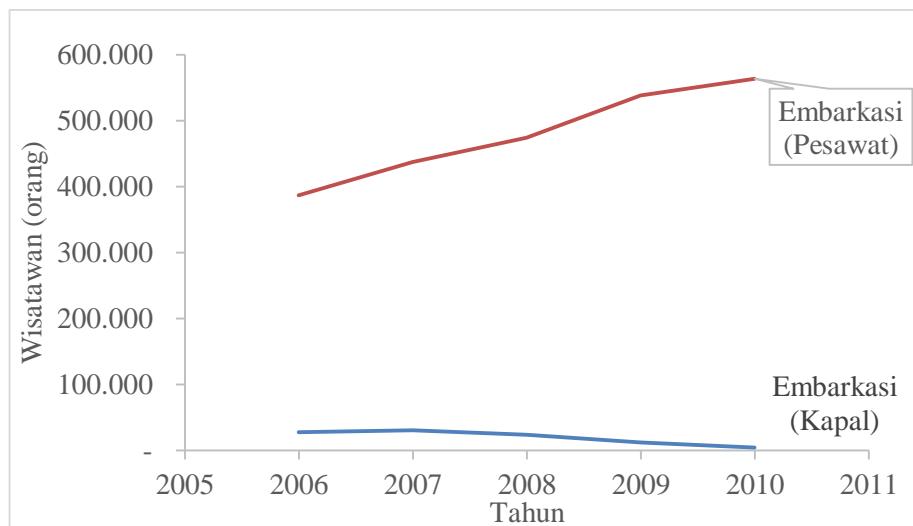
Tabel 4.2 Referensi Harga Tiket

No	Asal	Negara	Tujuan	Negara	Kelas	Tarif (Rp)
1	Merak	Indonesia	Bakauheni	Indonesia	Express	50.000
2	Merak	Indonesia	Bakauheni	Indonesia	Reguler	15.000
3	Ketapang	Indonesia	Gilimanuk	Indonesia	Reguler	6.500
4	Batam	Indonesia	Singapura	Singapura	Reguler	299.361
5	Padang Bai	Indonesia	Gili Trawangan	Indonesia	Fast Boat	356.374
6	Padang Bai	Indonesia	Gili Air	Indonesia	Fast Boat	55.995
7	Changi Ferry	Singapura	Desaru Coast	Malaysia	Reguler	349.603
8	Tanah Merah	Singapura	Bandar Bentan	Indonesia	Reguler	524.405
9	Pasir Gudang	Malaysia	Batam	Indonesia	Reguler	211.336
10	Mersing Jetty	Malaysia	Pulau Tioman	Malaysia	Reguler	154.644
11	Sanur Beach	Indonesia	Nusa Penida	Indonesia	Fast Boat	305.509
12	Kon Phi Phi	Thailand	Pansand Resort	Thailand	Fast Boat	942.196
13	Tanah Merah	Thailand	Batam Center	Indonesia	Fast Boat	291.336
14	Tanah Merah	Thailand	Sekupang	Indonesia	Fast Boat	291.336
15	Bai Vong	Vietnam	Ha Tien	Vietnam	Fast Boat	163.148
16	Bai Vong	Vietnam	Nam Du	Vietnam	Fast Boat	191.494
17	Bai Vong	Vietnam	Rach Gia	Vietnam	Express	241.100

Tarif penyeberangan di Indonesia relatif lebih murah dibandingkan negara-negara ASEAN lainnya. Tarif penyeberangan terendah di Indonesia berada pada lintasan Ketapang – Gilimanuk dengan hanya Rp.6500 per orang dan tarif termahal pada lintasan Padang Bai – Gili Trawangan dengan mencapai Rp.356.374 per orang. Tarif penyeberangan Internasional termurah pada lintasan Mersing Jetty – Pulau Tioman hanya Rp.154.644 per orang dan tarif termahal pada lintasan Kon Phi Phi – Pansand Resort mencapai Rp.942.196 per orang.

#### 4.9 Statistik Embarkasi dan Debarkasi

Tahun 2006 hingga tahun 2010 masih terdapat kapal penyebrangan pada lintasan Belawan – Penang dengan menggunakan KMP. Jatra III yang dioperasikan oleh PT. ASDP. Kapal tersebut hanya mengangkut penumpang, tidak ada muatan cargo yang dibawa.



Gambar 4.38 Statistik Embarkasi dan Debarkasi

(Furuichi, Kumazawa, & Shishido, 2015)

Gambar 4.38 menunjukkan perbedaan signifikan dari moda yang digunakan, dikarenakan moda udara mempunyai waktu yang lebih cepat dibandingkan moda laut. Semenjak tahun 2006, trend penurunan terjadi pada pemilihan penumpang yang menggunakan moda laut. Sebaliknya, moda udara selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya.

## Bab 5.

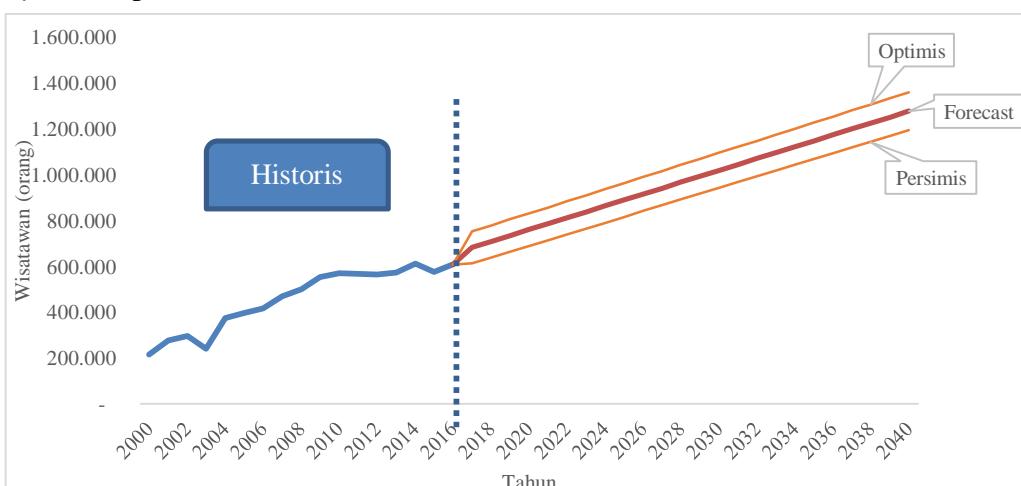
# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pengolahan data penumpang dan perhitungan merancang kapal yang akan digunakan untuk mendapatkan ukuran utama kapal optimum pada lintasan penyeberangan Belawan – Penang. Ukuran utama kapal dibutuhkan untuk membuat rencana garis dan rencana umum kapal dengan rencana menggunakan inovasi *sleeper seat* untuk penumpang.

### 5.1 Proyeksi Penumpang Indonesia Menuju Malaysia

Proyeksi penumpang Malaysia yang akan berkunjung ke Indonesia dapat dilakukan dengan menggunakan metode *forecast* proyeksi yang dimana diproyeksikan dengan adanya kondisi pesimis, moderat dan optimis. Kondisi pesimis dimana peningkatan tiap tahun sebesar 4% dari jumlah wisatawan, sedangkan pada kondisi moderat peningkatan tiap tahun sebesar 5,35% yang diperoleh dari rata-rata kenaikan tiap tahun yang didapatkan dari kunjungan wisatawan dan kondisi optimis mempunyai peningkatan 8% tiap tahun.

Kondisi pesimis cenderung tidak mempunyai peningkatan yang signifikan dengan proyeksi wisatawan pada tahun 2021 hanya sebesar 713.817 wisatawan, sedangkan kondisi moderat mencapai 785.115 wisatawan dan kondisi optimis mengalami kenaikan signifikan dengan 856.413 wisatawan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1. Ketiga kondisi tersebut akan digunakan untuk menghitung *payload* kapal.

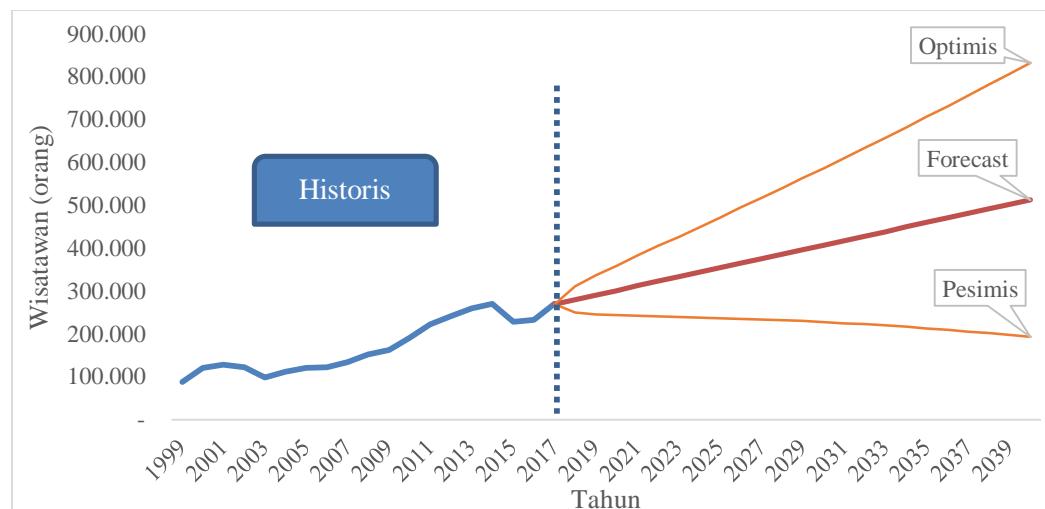


Gambar 5.1 Potensi Penumpang Malaysia

## 5.2 Proyeksi Penumpang Malaysia menuju Indonesia

Arus wisatawan menunjukkan dimana wisatawan Malaysia yang menuju Indonesia lebih Indonesia dibandingkan wisatawan Indonesia yang menuju Malaysia. Faktor tersebut dikarenakan jumlah penduduk Malaysia sendiri lebih sedikit dibandingkan Indonesia. Pada kondisi pesimis dan optimis menggunakan peningkatan 4% dan 8% setiap tahunnya sedangkan pada kondisi moderat menggunakan peningkatan sebesar 5,47%.

Gambar 5.2 menunjukkan bahwa kondisi pesimis, jumlah wisatawan pada tahun 2021 mencapai 242.058 wisatawan, kondisi moderat sebesar 312.294 wisatawan dan pada kondisi optimis hingga 382.530 wisatawan. Perhitungan proyeksi penumpang digunakan untuk menentukan *payload* kapal yang akan dibuat.



Gambar 5.2 Potensi Penumpang Indonesia

## 5.3 Penentuan *Demand* Penumpang

Penentuan *demand* penumpang dibutuhkan untuk menghitung *payload* kapal yang dibutuhkan. Kapal penumpang mempunyai probabilitas angkut yang berbeda dibandingkan kapal kargo dikarenakan perbedaan permintaan yang didasarkan pada musim liburan. Pada musim liburan memiliki kecenderungan peningkatan jumlah permintaan transportasi. Penentuan *demand* penumpang berpengaruh terhadap *payload* kapal yang akan digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal sehingga permintaan transportasi tertinggi bisa terpenuhi oleh moda kapal.

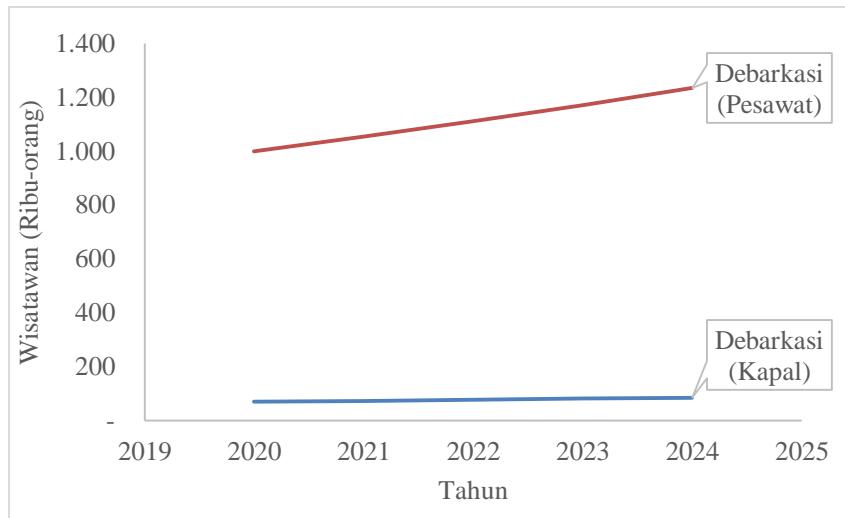


Gambar 5.3 Persentase Tiap Bulan

Persentase tersebut diperoleh berdasarkan rata-rata kunjungan tiap bulan dari tahun 2007 hingga tahun 2017. Untuk wisatawan Indonesia menuju Malaysia, Bulan Desember memiliki persentase sebesar 10,58% dan menjadi puncak permintaan transportasi. Dapat dilihat pada Gambar 5.3, permintaan transportasi tertinggi berada pada Bulan Desember dengan total 5.208 penumpang. Sedangkan untuk wisatawan Malaysia menuju Indonesia memiliki persentase tertinggi pada Bulan November dengan total 5.130 penumpang.

#### 5.4 Payload Kapal Penyebrangan

Penentuan jumlah *demand* menggunakan data historis tahun 2006 – 2010 ketika masih ada kapal penyeberangan yang beroperasi. Persentase wisatawan yang memilih menggunakan moda laut akan menjadi dasaran menentukan proyeksi penumpang. Pada kondisi saat ini, belum adanya kapal yang beroperasi sehingga diperlukan analisis potensi penumpang yang akan berpindah dari moda udara menjadi menggunakan moda laut.

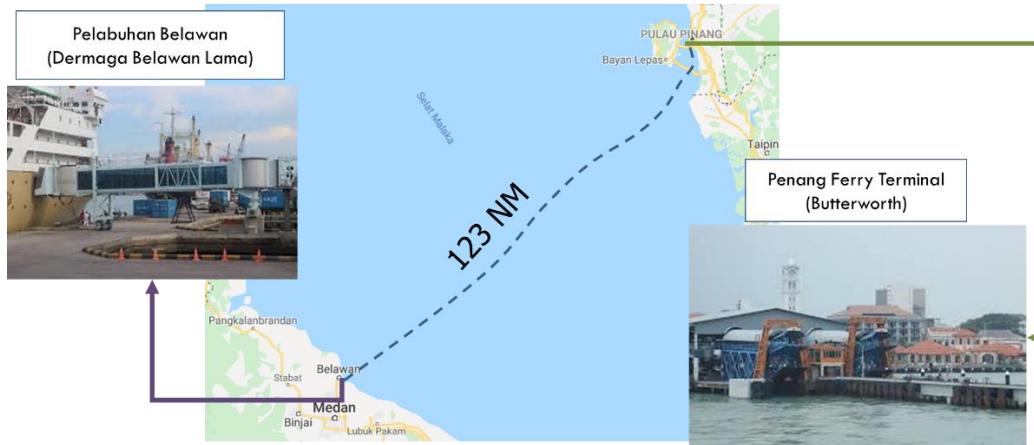


Gambar 5.4 Perbandingan Demand

Gambar 5.4, menjelaskan adanya penurunan wisatawan yang menggunakan moda laut pada tahun 2006 hingga tahun 2010. Penurunan tertinggi terjadi pada tahun 2010, hanya 9.252 penumpang yang menggunakan moda laut dan pada akhirnya lintasan penyeberangan Belawan – Penang ditiadakan. Namun berbeda kondisi dengan penggunaan moda udara sebagai pilihan wisatawan, data menunjukkan selalu ada peningkatan penumpang dari tahun ke tahun. Bahkan pada tahun 2010, 98,8% penumpang lebih memilih moda udara dibandingkan menggunakan kapal yang harga dari pesawat tersebut lebih murah dengan waktu yang lebih singkat.

### 5.5 Lintasan Belawan – Penang

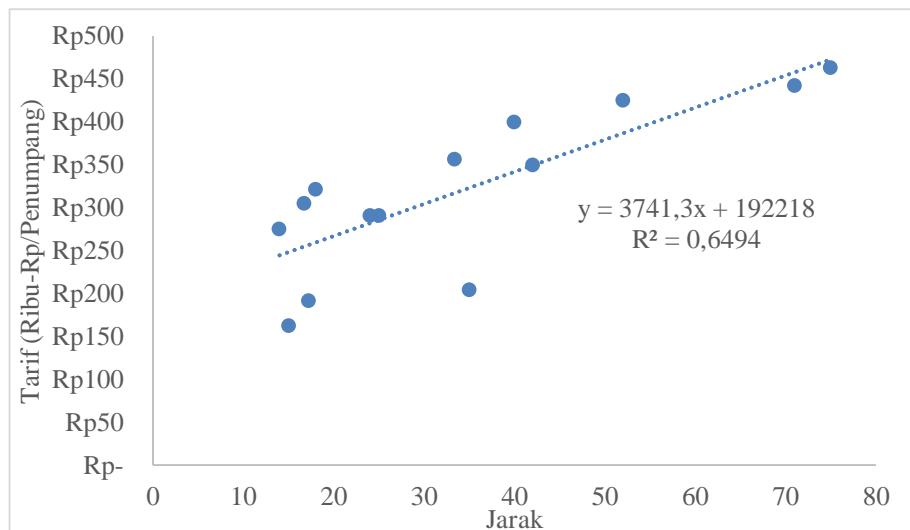
Lintasan ini memiliki panjang 123 *nautical mile* dengan pelabuhan asal yaitu Pelabuhan Belawan dengan menggunakan Dermaga Belawan Lama, demikian dengan Penang mempunyai Butterworth Ferry Terminal untuk melayani kapal penumpang yang sandar. Lintasan ini menyeberangi Selat Malaka. Pada masing-masing terminal di kedua tujuan memiliki garbarata yang berfungsi untuk memfasilitasi penumpang yang akan pergi atau kembali dari kapal. Lintasan pelayaran tersebut terlihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Lintasan Belawan - Penang

## 5.6 Regresi Tarif Penyeberangan

Regresi harga tiket penyeberangan dibutuhkan untuk mencari persamaan rupiah per jarak untuk menghitung batasan tarif penumpang sehingga bisa mengetahui kelayakan tarif yang akan dikenakan untuk calon penumpang lintasan Belawan – Penang. Regresi tersebut berdasarkan tarif tiket penyeberangan pada kondisi saat ini yang berada di lintasan penyeberangan lain.



Gambar 5.6 Regresi Tarif Penyeberangan

Dapat dilihat pada Gambar 5.6, tarif penyeberangan terendah berkisar Rp 150.000 sedangkan tarif penyeberangan tertinggi bernilai Rp 465.000. Dengan hasil regresi tersebut didapatkan persamaan:

$$y = 3741,3 x + 192218 \quad (5.1)$$

Dengan jarak 123 nm pada lintasan Belawan – Penang maka nilai  $x$  digantikan dengan jarak lintasan sehingga menghasilkan tarif Rp 652.398 pada lintasan ini.

### 5.7 Satuan Unit Produksi Penumpang

Satuan unit produksi pada Tugas Akhir ini adalah penumpang dikarenakan kapal penyebrangan ini dikhususkan untuk mengangkut penumpang. Satuan unit produksi mempunyai satuan meter<sup>3</sup> / penumpang. Satuan unit penumpang ini sama halnya dengan *stowage factor* pada muatan kapal barang untuk mengetahui besarnya volume yang terpakai untuk 1 unit penumpang.

Tabel 5.1 Komponen SUP Penumpang

Panjang Sleeper Seat	2	m
Lebar Sleeper Seat	1	m
Luas Sleeper Seat	2	m <sup>2</sup>
Tinggi Deck	2,5	m
Volume	5	m <sup>3</sup>
Berat Penumpang	70	kg
Bagasi Penumpang	50	kg
Berat Sleeper Seat	100	kg
Total Berat	220	kg

Tabel 5.1 menunjukam pada Tugas Akhir ini, penumpang mendapatkan fasilitas sleeper seat. Panjang sleeper seat tersebut 2,1 meter, lebar 0,5 meter, tinggi deck 2,5 meter sehingga didapatkan SUP 5 meter<sup>3</sup> dengan total berat 220 kilogram tiap penumpang.

### 5.8 Model Optimasi

Model optimasi yang dikembangkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini bertujuan untuk meminimumkan *total cost* pembangunan kapal dan biaya pelayaran sehingga didapatkan tarif yang lebih rendah sehingga bisa meningkatkan kembali jumlah wisatawan.

#### 5.8.1 *Objective Function*

*Objective function* merupakan parameter penentuan yang akan dijadikan patokan dalam model optimasi. Dalam pengerajan ini, yang menjadi *objective function* adalah biaya pembangunan kapal total dan pelayaran yang paling minimum. Biaya total diperoleh dari penjumlahan biaya pembangunan kapal baru, biaya operasional kapal, biaya perjalanan kapal dan biaya pelabuhan.

$$\min (\text{unit cost}) = \min(\text{Biaya Kapal} + \text{Biaya Penambahan Dermaga}) \quad (5.2)$$

$$\text{unit cost} = \sum_{i=1}^3 TCK_i + \left( + \sum_{j=1}^l TCD_j \right) \quad (5.3)$$

$$\min (\text{unit cost}) = \min(TCK_1X + TCK_2X + \dots + TCK_nX) + (TCD) \quad (5.4)$$

$$\begin{aligned} \min (\text{unit cost}) = & \min((CCk_1X + (OCK_1X) + (VCK_1X) + (PCk_1X)) + \\ & ((CCk_2X + (OCK_2X) + (VCK_2X) + (PCk_2X)) + ((CCk_3X + \\ & (OCK_3X) + (VCK_3X) + (PCk_3X)) + (TCD_l)) \end{aligned} \quad (5.5)$$

Persamaan (5.3) – (5.5) menjelaskan bahwa indeks (*i*) banyaknya jenis kapal dan menentukan jenis kapal yang terpilih, untuk *TCK* merupakan biaya total dari kapal yang terpilih pada indeks (*i*). Sedangkan untuk indeks (*j*) merupakan panjang dermaga yang akan ditambahkan apabila keputusan nilai BOR > 60% dan terakhir indeks *PC* merupakan biaya pinalti ketika *load factor* kapal tidak mencapai 100%.

#### 5.8.2 Decision Variable

*Decision variable* (DV) ini merupakan ukuran utama kapal yang dipakai mendapatkan *Objective Function* yang diinginkan. Ukuran utama kapal akan menjadi DV pada kasus lintasan Belawan – Penang.

#### 5.8.3 Constraint

*Constraint* merupakan batasan yang digunakan agar dalam *decision variable* mengalami perubahan dalam rentang yang tidak terlalu besar.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m B_{ij} \leq S \quad (5.4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Y_{ij} T_i \leq 330 \quad (5.5)$$

$$\text{Freeboard min} < \text{Freeboard} \quad (5.6)$$

$$\text{Berat Kapal} < \text{Displacement} \quad (5.7)$$

$$\text{Perbandingan Ukuran Utama} \quad (5.8)$$

$$\text{Stabilitas} > \text{Stabilitas IMO} \quad (5.9)$$

Batasan-batasan yang sudah ditentukan diatas memiliki penjelasan:

1. Persamaan (5.4) menjelaskan batasan permintaan (*B*) harus kurang dari sama dengan kapasitas angkut dikarenakan jumlah permintaan penumpang harus terpenuhi oleh kapasitas angkut kapal (*S*).

2. Persamaan (5.5) menjelaskan bahwa frekuensi roundtrip kapal harus dibawah hari operasional kapal yaitu 330 hari, dikarenakan kapal penumpang harus melakukan *docking* setiap tahunnya.
3. Persamaan (5.6) menjelaskan freeboard perhitungan harus lebih besar dibandingkan freeboard pada peraturan klasifikasi.
4. Persamaan (5.7) menjelaskan nilai displasmen harus lebih besar dibandingkan nilai berat kapal sehingga kapal mengapung.
5. Persamaan (5.8) merupakan batasan untuk ukuran utama kapal dengan ukuran kapal pembanding.
6. Persamaan (5.9) menjelaskan stabilitas kapal harus lebih besar dibandingkan syarat stabilitas yang dikeluarkan oleh IMO.

### 5.9 Perhitungan Biaya Kapal

Biaya pada kapal terdiri dari biaya kapital, operasional, perjalanan dan bongkar muat yang dimana fungsi dari biaya akan menghasilkan tarif yang dikenakan pada penumpang kapal penyebrangan lintasan Belawan – Penang.

#### 5.9.1 Biaya Kapital

Biaya kapital merupakan salah satu komponen biaya tetap yang bertujuan untuk mengetahui harga anuitas kapal selama umur ekonomis. Biaya kapital merupakan fungsi dari harga kapal yang terdiri dari komponen biaya pembangunan kapal dan berat baja kapal, umur ekonomis kapal, dan bunga bank.

Tabel 5.2 menunjukan dalam perhitungan biaya kapital, umur ekonomis kapal selama 20 tahun dengan bunga bank sebesar 11,50%. Dalam pembangunan kapal dibutuhkan biaya sebesar Rp 30,711 Milyar untuk Kapal Catamaran, Rp 74,235 Milyar untuk Kapal Ro-Ro dan Rp 23,217 Milyar untuk Fast Boat sehingga didapatkan biaya anuitas / biaya kapital masing-masing sebesar Rp 3,985 Milyar, Rp 3,280Milyar dan Rp 3,108 Milyar sehingga didapatkan kesimpulan bahwa Fast

Tabel 5.2 Perhitungan Biaya Kapital

	Satuan	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
Harga Kapal	Jt-Rp	30.711	74.235	23.217
Umur Ekonomis	Tahun	20	20	20
Bunga Bank	Persen	11,50%	11,50%	11,50%
Biaya Kapital	Jt-Rp	3.985	3.280	3.108

Boat mempunyai biaya kapital terendah dibandingkan Kapal Catamaran dan Ro-Ro.

#### 5.9.2 Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan salah satu komponen biaya tetap yang terdiri dari gaji anak buah kapal, persediaan dan perbekalan, minyak pelumas dan biaya perbaikan asuransi kapal.

Tabel 5.3 Perhitungan Biaya Operasional (Jt-Rp)

	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
Gaji Crew	985	1.511	1.182
Persediaan & Perbekalan	247	379,5	297
Minyak pelumas	19,2	34,9	64,9
Perbaikan dan Asuransi	1.535	7.423	2.201
Total	2.787	9.349	3.745

Seperi yang ditunjukkan oleh Tabel 5.3, biaya operasional dihitung selama umur ekonomis kapal sehingga komponen biaya tetap akan selalu sama tiap tahunnya walaupun ada asumsi inflasi 5% yang terjadi setiap tahun. Didapatkan biaya operasional sebesar Rp 2,787 Miliar untuk Kapal Catamaran, Rp 6.965 Miliar untuk Kapal Ro-Ro dan Rp 3.745 Miliar untuk Fast Boat sehingga didapatkan kesimpulan bahwa Kapal Catamaran mempunyai biaya operasional terendah.

#### 5.9.3 Biaya Pelayaran

Biaya pelayaran merupakan salah satu komponen biaya variabel yang dimana pengeluaran tersebut hanya terjadi jika kapal melakukan aktivitas pelayaran. Pada Tugas Akhir ini biaya pelayaran dihitung dengan jarak 123 nautical mile

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.4, perhitungan biaya pelayaran didasari oleh kecepatan pada masing-masing kapal yang mempengaruhi *seatsime* dan lamanya kapal di pelabuhan. Dengan kecepatan kapal sebesar 20 knot, didapatkan hasil perhitungan *seatsime* selama 6,15 jam untuk Kapal Catamaran, dengan kecepatan 13 knot didapatkan hasil perhitungan *seatsime* 9,46 jam untuk Kapal Ro-Ro dan kecepatan 23 knot didapatkan *seatsime* 5,35 jam untuk Fast Boat.

Tabel 5.4 Perhitungan Biaya Pelayaran Kapal

	Satuan	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
<i>Sea time</i>	Jam / Round Trip	6,15	9,46	5,35
Embarkasi	Jam / Kunjungan	8,93	7,27	9,33
Debarkasi	Jam / Kunjungan	8,93	7,27	9,33
<i>Port Time</i>	Jam / Kunjungan	17,85	14,54	18,66
Total waktu	Jam / Trip	24	24	24
	Hari / Trip	1	1	1
Frekuensi	Trip / Tahun	330	330	330
Konsumsi Bahan Bakar				
ME	Liter / Round Trip	1.092	1.568	2.912
AE	Liter / Round Trip	779	4.291	7.878
Air Tawar	Ton / Round Trip	6	9	7
Biaya BBM	Jt-Rp / Round Trip	14	41,2	76
	Jt-Rp / Tahun	2.368	6.802	12.534

Dengan dihasilkan perhitungan *seatime*, maka dapat dihitung kebutuhan bahan bakar untuk masing-masing kapal dengan biaya Rp 14 Juta untuk Kapal Catamaran, Rp 41,2 Juta untuk Kapal Ro-Ro dan Rp 76 Juta untuk Fast Boat.

#### 5.9.4 Biaya Pelabuhan

Biaya pelabuhan merupakan salah satu komponen biaya variabel yang terjadi ketika kapal melakukan aktivitas pelayaran sehingga kapal labuh ataupun sandar pada pelabuhan tertentu.

Tabel 5.5 menjelaskan bahwa biaya Pelabuhan terdiri dari biaya labuh, sandar, pandu dan tunda. Pelabuhan Penang mempunyai biaya pelabuhan yang lebih besar dibandingkan dengan Pelabuhan Belawan. Biaya pelabuhan terendah pada Kapal Catamaran dengan total biaya Rp 21,44 Juta per round trip dan Rp 3,537 Miliar per tahun.

Tabel 5.5 Perhitungan Biaya Pelabuhan Kapal Catamaran

	Satuan	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
<b>Pelabuhan Penang</b>	Jt-Rp/Kunjungan	12,61	17,64	12,64
<b>Labuh</b>	Jt-Rp/Kunjungan	1,05	2,51	1,06
<b>Sandar</b>	Jt-Rp/Kunjungan	1,26	3,00	1,27
<b>Pandu</b>	Jt-Rp/Kunjungan	5,20	5,91	5,20
<b>Pelabuhan Belawan</b>	Jt-Rp/Kunjungan	8,83	16,13	8,87
<b>Labuh</b>	Jt-Rp/Kunjungan	0,87	2,08	0,88
<b>Sandar</b>	Jt-Rp/Kunjungan	0,96	2,28	0,96
<b>Pandu</b>	Jt-Rp/Kunjungan	3,95	6,60	3,96
<b>Total Biaya Pelabuhan</b>	Jt-Rp/R.Trip	21,44	33,77	21,51
	Jt-Rp/Tahun	3.537	5.571	3.548

## 5.10 Hasil Optimasi Kapal

Hasil optimasi berupa ukuran utama kapal yang akan beroperasi pada lintasan Belawan – Penang. Ukuran utama kapal berpengaruh terhadap nilai koefisien, perhitungan hambatan, propulsi, dan berat kapal.

### 5.10.1 Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal terdiri dari panjang kapal, lebar kapal, tinggi kapal dan sarat kapal. Ukuran utama kapal berpengaruh pada perhitungan kapal sehingga menghasilkan kapasitas angkut atau *payload* kapal.

Tabel 5.6 menunjukkan nilai LPP untuk Kapal Catamaran 36,18 meter, lebar 12 meter, tinggi 4meter dan sarat kapal 5,01 meter sehingga menghasilkan *payload* sebanyak 90 orang. Dengan hasil analisis permintaan tertinggi angkutan per hari sebanyak 171 orang, maka dibutuhkan 4 unit kapal yang akan beroperasi.

Tabel 5.6 Ukuran Utama Kapal

	Satuan	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
LPP	meter	36,18	68,96	28,34
Lebar	meter	12,00	13,15	11,03
Tinggi	meter	5,01	4,42	6,05
Sarat	meter	2,39	3,04	5,5
Kecepatan	knot	20	13	23
Payload	orang	90	188	91
	mobil	-	20	-
Jumlah Kapal	Unit	4	4	4

Kapal Ro-Ro memiliki nilai LPP sebesar 68,96 meter, lebar 13,15 meter, tinggi 4,42 meter dan sarat kapal 3,04 meter sehingga didapatkan *payload* 188orang dan 20 unit mobil. Untuk memenuhi permintaan dan pola operasi kapal, maka jumlah kapal yang dibutuhkan sebanyak 4 unit.

Perhitungan ketiga merupakan kapal jenis Fast Boat yang memiliki nilai LPP 28,34 meter, lebar 11,03 meter, tinggi 6,05 meter dan sarat kapal 5,5 meter sehingga didapatkan *payload* 91 orang dalam sekali perjalanan. Untuk memenuhi permintaan maka dibutuhkan 4 unit kapal yang akan beroperasi.

### 5.10.2 Perhitungan Koefisien Kapal

Perhitungan koefisien kapal terdiri dari *froude number*, koefisien blok, koefisien midship, koefisien prismaik, koefisien water plane, volume displasemen dan displasemen kapal.

Tabel 5.7 Perhitungan Koefisien Kapal

	Satuan	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
<i>Froude Number</i>		0,30	0,35	0,35
<i>Coefficient Block</i>		0,53	0,54	0,54
<i>Coefficient Midship</i>		0,97	0,97	0,98
<i>Coefficient Prismatic</i>		0,55	0,55	0,555
<i>Coefficient Water Plane</i>		0,64	0,65	0,658
<i>Volume Displacement</i>	m <sup>3</sup>	587,72	1.546	1.060
<i>Displacement</i>	ton	593,19	1.585	1.087

Tabel 5.7 menunjukkan bahwa nilai koefisien tertinggi pada Kapal Ro-Ro dikarenakan badan kapal yang cenderung lebih lebar dibandingkan kapal jenis Catamaran dan Fast Boat, sehingga didapatkan nilai volume displasemen sebesar 1.546m<sup>3</sup> dan displasemen 1.585 ton untuk Kapal Ro-Ro.

#### 5.10.3 Perhitungan Hambatan Kapal

Hambatan kapal terdiri dari 3 komponen yaitu hambatan kekentalanm hambatan gelombang dan hambatan tonjolan kapal. Perhitungan hambatan

Tabel 5.8 Perhitungan Hambatan Kapal (kN)

Nama	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
<i>Viscosious Resistance</i>	25,2	28,9	30,1
<i>Appendages Resistance</i>	20,4	21,6	22,5
<i>Wave Making Resistance</i>	17,3	13,6	18,6

berpengaruh pada perhitungan propulsi yang dimana propulsi kapal harus lebih besar dibandingkan hambatan kapal.

Tabel 5.8 menunjukkan nilai hambatan gesekan tertinggi pada Fast Boat dengan nilai 30,1 kN, hambatan tonjolan tertinggi pada Fast Boat sebesar 22,5 kN dan hambatan gelombang tertinggi pada Fast Boat dengan nilai 18,6 kN sehingga dapat disimpulkan bahwa Fast Boat memiliki jumlah hambatan tertinggi dikarenakan kecepatan yang lebih besar dibandingkan Catamaran dan Ro-Ro.

#### 5.10.4 Perhitungan Propulsi Kapal

Propulsi kapal mempunyai 3 komponen yaitu BHP (*Brake Horse Power*) yang merupakan daya yang dikeluarkan oleh mesin induk pada saat mesin beroperasi, namun ketika sampai pada bagian SHP (*Shaft Horse Power*) daya tersebut berkurang akibat adanya pengurangan daya pada poros untuk mencegah terjadinya korosi dan koefisien propulsi merupakan daya yang dikeluarkan oleh propeller untuk mendorong kapal.

Tabel 5.9 Perhitungan Propulsi Kapal (kW)

Nama	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
Effective Horse Power	387	430	1.493
Propulsive Coefficient	672	748	2.526
Shaft Horse Power	686	763	2.578
Brake Horse Power	1.079	778	2.630

Dapat dilihat pada Tabel 5.9 bahwa perhitungan propulsi tertinggi pada kapal jenis Fast Boat dengan nilai *Effective Horse Power* (EHP) sebesar 1.493 kW, *Propulsive Coefficient* (CP) sebesar 2.526 kW, *Shaft Horse Power* (SHP) sebesar 2.578 kW dan *Brake Horse Power* (BHP) sebesar 2.630. Dapat disimpulkan bahwa semakin cepat dari laju kapal maka membutuhkan daya yang lebih besar.

#### 5.10.5 Perhitungan *Consumable* Kapal

Perhitungan *consumable* merupakan salah satu komponen DWT yang dimana terdiri dari jumlah kru yang ada pada kapal, berat bahan bakar yang dibutuhkan, minyak pelumas, air tawar, dan perbekalan.

Tabel 5.10 Perhitungan Crew & Consumable Kapal (Ton)

Nama	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
Berat Kru Total	1,13	3,74	2,72
Fuel Oil	0,9	1,64	2,86
Lubricating Oil	0,002	0,33	0,66
Diesel Oil	0,16	0,33	0,75
Fresh Water	5,87	2,79	1,62
Provision	0,26	0,49	0,10
Total Berat	7,20	5,32	5,61

Dapat dilihat pada Tabel 5.10 bahwa berat total pada kapal tertinggi pada perhitungan Kapal Catamaran dengan nilai sebesar 7,20 ton. Perhitungan *consumable* terbanyak berdasarkan fungsi jumlah muatan yang diangkut dikalikan dengan kebutuhan konsumsi tiap orang. Dengan kata lain *payload* pada Kapal Catamaran lebih banyak dibandingkan Ro-Ro dan Fast Boat.

#### 5.10.6 Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat total merupakan penjumlahan dari DWT dan LWT kapal sehingga mendapatkan berat kapal yang akan dibandingkan dengan berat displasemen kapal untuk mengetahui kondisi kapal bisa mengapung.

Tabel 5.11 Perhitungan Berat Total Kapal (Ton)

Nama	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
Berat Baja	415	902	267
Berat Peralatan	30,8	45,	15,6
Berat Permesinan	61,4	63,92	366
Berat Consumable	7,2	5,3	5,6
Berat Payload	65,9	58,9	16,9
Berat LWT	507	1012	649,4
Berat Total	580	1076	672

Tabel 5.11 menunjukkan berat baja tertinggi pada Kapal Ro-Ro dengan nilai 902 ton, berat peralatan tertinggi pada Kapal Ro-RO sebesar 45 ton, berat permesinan tertinggi pada Fast Boat sebesar 366 ton, berat *consumable* tertinggi pada Kapal Catamaran sebesar 7,2 ton, berat *payload* tertinggi pada Kapal Catamaran 65,9 ton, sehingga didapatkan total berat kapal tertinggi pada Kapal Ro-Ro dengan berat 1.076 ton.

#### 5.10.7 Perhitungan Stabilitas Kapal

Perhitungan stabilitas didasari oleh kriteria yang sudah ditetapkan oleh IMO (*International Maritime Organization*) ydimana nilai perhitungan harus lebih besar dibandingkan dengan standar minimum.

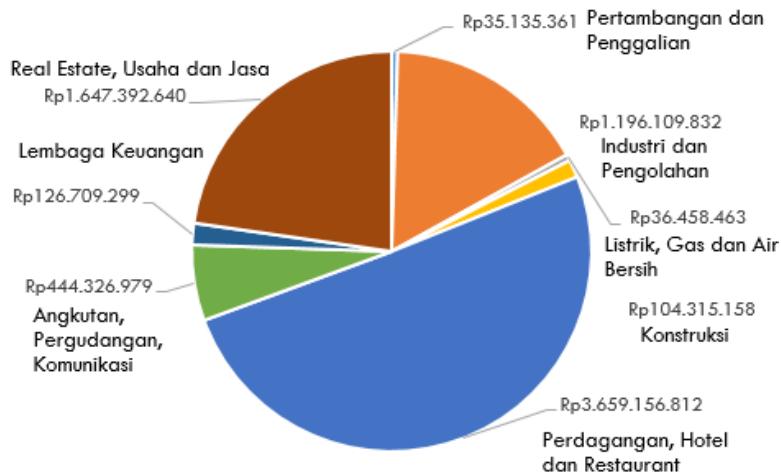
Tabel 5.12 Perhitungan Stabilitas Kapal

Stabilitas	Kriteria IMO	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
e30	0,055	2,64	0,91	5,61
e40	0,09	4,87	1,54	9,11
e40-30	0,03	2,23	0,63	3,49
h30	0,2	235,07	80,29	477,37
$\theta_{max}$	25	41,45	38,75	39,18
GM0	0,15	0,61	0,3	0,3

Tabel 5.12 menunjukkan bahwa perhitungan stabilitas pada Kapal Catamaran, Ro-Ro dan Fast Boat sudah memenuhi kriteria minimum yang dikeluarkan oleh IMO. Seluruh perhitungan stabilitas pada 3 jenis kapal yaitu katamaran, ro-ro dan fastboat sudah memenuhi kriteria yang diberikan oleh IMO. Perhitungan stabilitas berdasarkan titik berat muatan dan *consumable* yang ada pada kapal.

#### 5.11 Biaya Oportunitas

Biaya oportunitas digunakan untuk menentukan nilai *disbenefit* pada komponen biaya manfaat yang dimana bertujuan untuk mengetahui jenis kapal



Gambar 5.7 Biaya Oportunitas

yang akan beroperasi pada lintasan Belawan – Penang. Biaya oportunitas tersebut untuk mengetahui kerugian yang dialami calon penumpang ketika menggunakan moda laut dibandingkan moda udara yang memakan waktu lebih banyak. Biaya oportunitas tersebut berdasarkan pendapatan calon penumpang.

Gambar 5.7 menunjukkan pendapatan dari calon penumpang dalam waktu satu tahun yang dihitung berdasarkan waktu terbuang saat memilih menggunakan moda laut dibandingkan moda udara. Calon penumpang yang mempunyai pekerjaan dalam bidang perdagangan, hotel dan rumah makan memiliki biaya oportunitas tertinggi dalam waktu 1 (satu) tahun dengan nilai Rp 3,659 Miliar.

### 5.12 Analisa Biaya Manfaat

Analisa biaya manfaat merupakan perbandingan biaya tidak langsung dan manfaat tidak langsung ketika dibukanya kembali lintasan penyeberangan Belawan – Penang. Biaya tidak langsung terdiri dari biaya opportunity yaitu biaya ketika penumpang menghabiskan waktu lebih lama dikapal dan biaya penalty yaitu kerugian yang diakibatkan tidak tercapai 100% load factor kapal. Sebaliknya pada komponen manfaat tidak langsung yaitu lebih murahnya tiket kapal dibandingkan tiket pesawat, adanya pertumbuhan ekonomi dimana menambahkan lowongan kerja untuk ABK dan peningkatan profit pelabuhan.

Komponen BCR dihitung selama umur ekonomis kapal 20 tahun dengan asumsi adanya kenaikan biaya 5% pada tahun selanjutnya. Total biaya dan manfaat akan dihitung pada setiap tahunnya untuk dianalisis dalam nilai NPV (Net Present Value).

Tabel 5.13 Analisis BCR

	Catamaran	Ro-Ro	Fast Boat
NPV Manfaat (Jt)	Rp 152	Rp 149	-Rp 422
NPV Biaya (Jt)	Rp 110	Rp 226	Rp 132
BCR	1,38	0,66	-3,19
Kesimpulan	Layak	Tidak Layak	Tidak Layak

Nilai NPV dihitung dengan menggunakan bunga bank sebesar 11,50% sehingga didapatkan NPV Manfaat 239 Juta Rupiah dan NPV Biaya 108 Juta Rupiah. Didapatkan kesimpulan nilai BCR 2,196 maka lintasan Belawan – Penang dapat dikatakan layak jika dibuka kembali dengan menggunakan Kapal Catamaran (lihat pada Tabel 5.13)

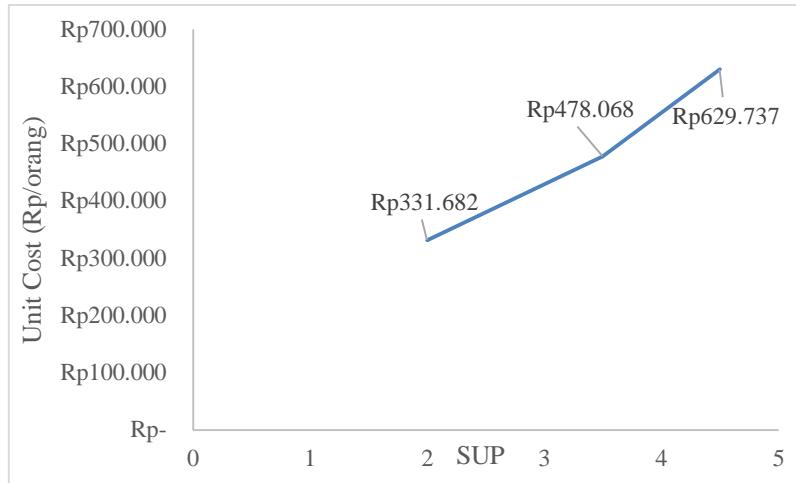
Tabel 5.14 Ukuran Utama Kapal Terpilih

Ukuran	Kapal Terpilih (catamaran)
Lpp (m)	36,18
B (m)	12
T (m)	2,39
H (m)	5,01
Frekuensi (kali)	330
Waktu Tempuh (jam)	5,35
Kapasitas Angkut (orang)	90
Jumlah Kapal (unit)	4

Tabel 5.14 menunjukkan ukuran utama kapal yang terpilih untuk beroperasi pada lintasan Belawan – Penang. Kapal ini mempunyai panjang 36,18 meter, lebar 12 meter, tinggi 5,01 meter, sarat 2,39 meter. Kapal beroperasi 330 *trip* dalam satu tahun dengan waktu tempuh 5,35 jam dalam setiap *trip* nya. Kapasitas angkut dari kapal tersebut sebanyak 90 orang dengan jumlah 4 unit.

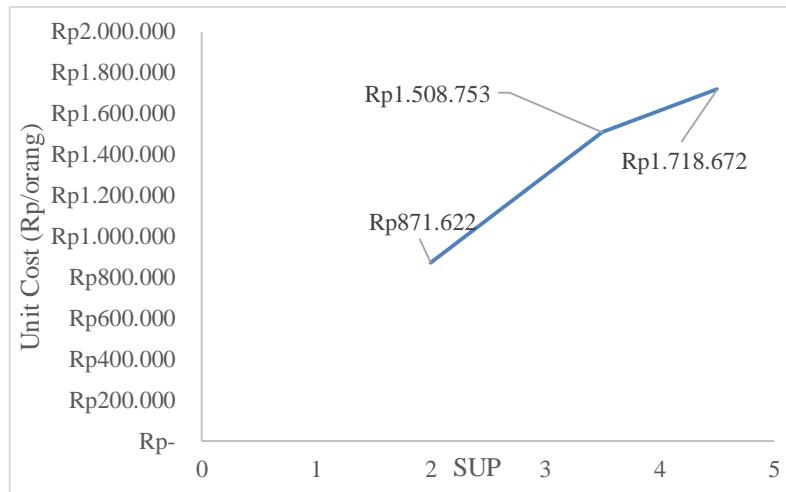
### 5.13 Analisis Sensitivitas Terhadap Satuan Unit Penumpang

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui biaya satuan penumpang ketika menggunakan *normal seat*, *premium seat*, dan *sleeper seat*. Penggunaan analisis ini menunjukan bahwa adanya perbedaan biaya satuan yang akan berpengaruh terhadap pendapatan dari masing-masing jenis kursi yang akan di analisis. Hal tersebut dipengaruhi terhadap *volume* yang terpakai ketika menggunakan masing-masing jenis kursi. Pada *sleeper seat* membutuhkan *volume* tertinggi dibandingkan 2 jenis kursi lainnya.



Gambar 5.8 Analisis Sensitivitas SUP Kapal Catamaran

Gambar 5.8 menunjukkan ketika Kapal Catamaran menggunakan kursi normal maka biaya satuan penumpang sebesar Rp 331.682, sedangkan jika menggunakan kursi kelas *premium* didapatkan biaya Rp 478.068 dan untuk *sleeper seat* didapatkan biaya satuan sebesar Rp 629.737 sehingga didapatkan kesimpulan jika Kapal Catamaran menggunakan kursi normal maka akan mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi. Namun kenyamanan penumpang lebih rendah dibandingkan menggunakan *sleeper seat*.

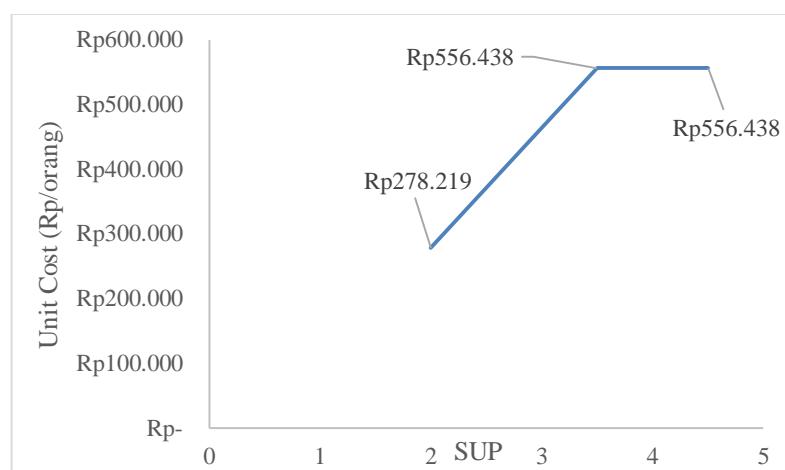


Gambar 5.9 Analisis Sensitivitas SUP *Fast Boat*

Jika *Fast Boat* menggunakan kursi normal maka biaya satuan penumpang sebesar Rp 871.622, sedangkan jika menggunakan kursi kelas *premium* didapatkan biaya Rp 1.598.753 dan untuk *sleeper seat* didapatkan biaya satuan sebesar Rp 1.718.672 seperti yang ditunjukan oleh Gambar 5.9, sehingga didapatkan

kesimpulan jika *Fast Boat* menggunakan kursi normal maka akan mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi.

Dilakukan analisis sensitivitas SUP pada kapal Ro-Ro dengan 3 (tiga) skenario. Jika pada skenario pertama menggunakan kursi normal maka biaya satuan penumpang sebesar Rp 278.219, sedangkan jika menggunakan kursi kelas *premium* didapatkan biaya satuan sebesar Rp 556.438 dan untuk *sleeper seat* didapatkan biaya satuan sebesar Rp 556.438 sehingga didapatkan kesimpulan jika Kapal Ro-Ro menggunakan kursi normal maka akan mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi. Namun berbeda dengan jenis kapal lain, pada biaya satuan untuk kursi *premium* dan *sleeper seat* memiliki nilai yang sama (dapat dilihat pada Gambar 5.10).



Gambar 5.10 Analisis Sensitivitas Kapal Ro-Ro

#### 5.14 Desain Konseptual Ferry

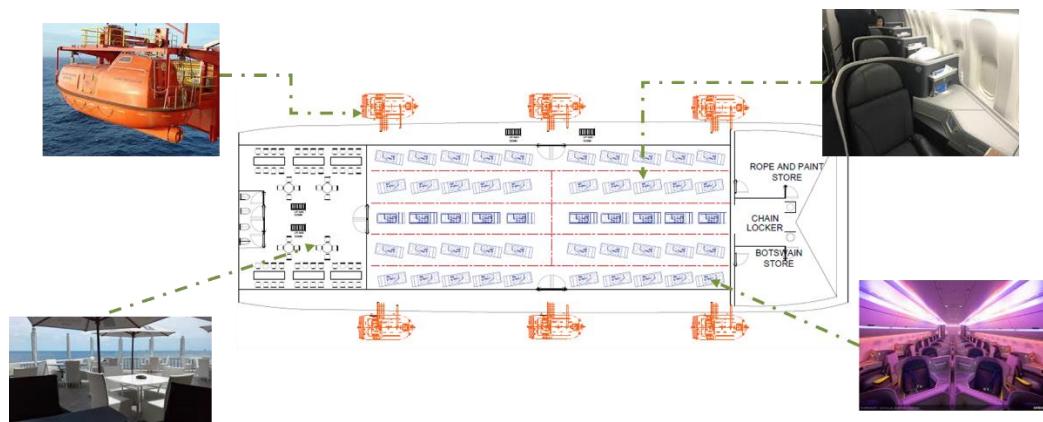
Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa kapal ferry jenis catamaran yang akan beroperasi pada lintasan Belawan – Penang dengan mempertimbangkan nilai analisa biaya manfaat yang telah dianalisis pada Tabel 5.13, analisa biaya manfaat Kapal Catamaran lebih tinggi dibandingkan 3 jenis kapal lainnya.



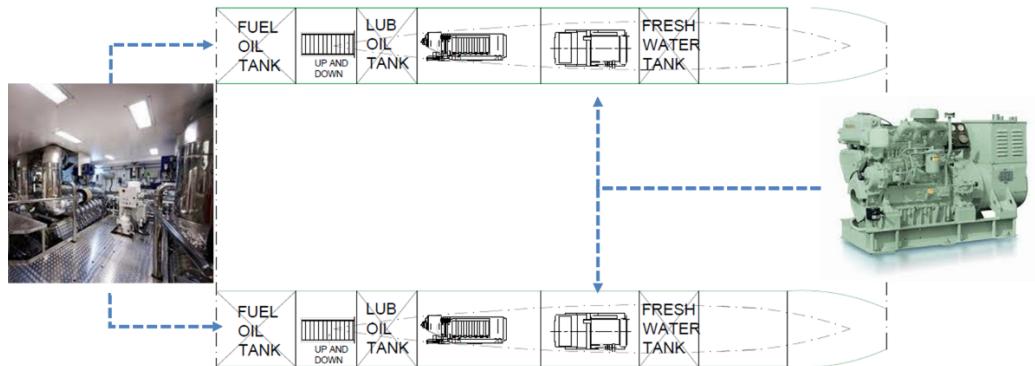
Gambar 5.12 *Layout Passenger Deck II*

Dapat dilihat pada Gambar 5.11, kapal ferry catamaran memiliki 2 (dua) geladak untuk penumpang yang dimana kapasitas pada geladak 1 (satu) berjumlah 50 orang dan pada geladak 2 (dua) berjumlah 40 orang. Sehingga kapasitas angkut pada Kapal Catamaran sebanyak 90 orang. Fasilitas yang didapatkan pada masing-masing geladak yaitu kursi yang bisa diubah menjadi mode kasur ditambah televisi yang berfungsi sebagai hiburan penumpang selama perjalanan. Pada bagian belakang geladak terdapat restoran terbuka dengan pemandangan laut terbuka.

Gambar 5.12 menunjukan *layout* dari dek penumpang yang dimana memiliki kapasitas 40 *sleeper seat* dengan 4 toilet. Pada masing-masing *sleeper seat* memiliki fasilitas seperti televisi, headset, dan stop kontak dengan kenyamanan kursi bisa diposisikan 180°. Sedangkan untuk toilet sendiri memiliki fasilitas kloset untuk memenuhi kebutuhan penumpang.



Gambar 5.11 *Layout Passenger Deck I*



Gambar 5.13 *Layout Bottom Deck*

Keunikan pada Kapal Catamaran mempunyai 2 (dua) geladak bawah yang terpisah dengan maksud mengurangi hambatan pada kapal yang berpengaruh terhadap lebih rendahnya daya mesin kapal. Semakin rendahnya daya mesin kapal maka akan mengurangi biaya perjalanan. Dapat dilihat pada Gambar 5.13, terdapat 2 (dua) jenis mesin utama serta 2 (dua) jenis mesin bantu pada geladak bawah.

## **Bab 6.**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada pengerojaan tugas akhir ini dapat disimpulkan:

1. Potensi penumpang yang akan menggunakan transportasi moda laut pada lintasan Indonesia - Malaysia sebanyak 36.350 penumpang dengan puncak tertinggi pada bulan Desember dengan 5.208 penumpang. Sedangkan Untuk lintasan Malaysia – Indonesia mencapai 17.510 penumpang dengan puncak tertinggi pada Bulan November dengan 5.130 penumpang.
2. Pola operasi kapal catamaran ini mempunyai 2 jadwal keberangkatan setiap harinya yaitu:
  7. Jadwal 1: Berangkat 08.00 WIB – 14.15 WIB
  8. Jadwal 2: Berangkat 10.00 WIB – 16.15 WIBJadwal tersebut berlaku pada kedua pelabuhan asal yaitu Pelabuhan Belawan dan Pelabuhan Penang.
3. Ukuran utama kapal yang akan melayani lintasan Belawan – Penang yaitu LPP 36,18 meter, lebar 12 meter, tinggi 5,01 meter dan sarat kapal 2,39 meter dan sebanyak 90 penumpang / kapal, Jumlah kapal yang akan melayani lintasan tersebut sebanyak 4 unit.
4. Tarif yang dikenakan untuk penumpang yang menggunakan moda kapal sebesar Rp 652.398 / penumpang.

#### 6.2 Saran

Untuk menambahkan akurasi dan ketepatan dalam penelitian ini, terdapat beberapa saran untuk mengembangkan penelitian:

1. Perlu ditambahkan analisis perhitungan konstruksi dan kekuatan kapal yang optimum sehingga mengetahui keamanan saat kapal berlayar pada Selat Malaka.
2. Analisis ATP dan WTP yang dilakukan pada kedua wilayah kasus sehingga tarif yang dikenakan pada penumpang dapat diterima oleh kondisi ekonomi pada kedua wilayah tersebut.

3. Penambahan analisis pola operasi kapal yang dibutuhkan oleh kedua wilayah sehingga permintaan jadwal keberangkatan ataupun kedatangan kapal sesuai dengan kondisi eksisting.
4. Penambahan analisis potensi muatan balik penumpang yang telah berangkat menggunakan moda kapal sehingga dapat diketahui pasti permintaan penumpang saat kembali menggunakan moda kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admiralty and Maritime Law Guide. (1969, April 16). International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969. *International Convention on Tonnage Measurement*. Dipetik July 31, 2020, dari maritimeworld.webpage.id: <https://bit.ly/Tonasse>
- ATW. (2014, April 29). *25 Tempat Wisata di Sumatera Utara Yang Menarik*. Dipetik April 3, 2020, dari Aneka Tempat Wisata: <https://bit.ly/TempatWisataSumateraUtara>
- BPS Sumut. (2018). *Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara Provinsi Sumatera Utara 2018*. Dipetik Maret 30, 2020
- Dakira. (2019, December 6). *Peta Sumatera Utara Lengkap HD Jelas dan Keterangannya*. Diambil kembali dari Peta-HD.com: <https://bit.ly/peta-hd>
- Furuichi, M., Kumazawa, K., & Shishido, T. (2015). *ASEAN-wide Connectivity by realizing RO/RO ShippingNetwork - Challenges and Opportunities* -. Malaysia. Dipetik April 15, 2020, dari <https://bit.ly/ASEANRoRoConnectivity>
- Khotimah, K., & Hasanudin. (2016). Desain Kapal untuk Wisata Rute Bangsring-Pulau Menjangan-Pulau Tabuhan. *Jurnal Teknik ITS*, 5. Dipetik Juni 20, 2020
- Khrisna. (2013, Agustus 25). *Analisis Regresi*. Dipetik June 17, 2020, dari datariset: <https://bit.ly/metoderegresi>
- Omar, S. I., & Mohammed, B. (2017). *Penang Tourist Survey Report 2017*. University Sains Malaysia. researchgate. doi:DOI: 10.13140/RG.2.2.31739.82724
- Parsons, M. G. (2003). *Parametric Design Chapter 11*. (Hnyeobi, Penyunt.) Dipetik March 30, 2020, dari Scribd: <https://bit.ly/ParametricDesignChapterIII>

- Reni. (2018, Juli 23). *9 Tempat Wisata Paling Menarik di Penang*. Dipetik Maret 13, 2020, dari gotravelly: <https://www.gotravelly.com/blog/tempat-wisata-di-penang/>
- Sadegh, B. (2014, Juni). *Forecasting the direction of stock market index movement using three data mining techniques: the case of Tehran Stock Exchange*. Dipetik Juny 12, 2020, dari researchgate: <https://bit.ly/Forecastproject>
- Satriawansyah, M. H., & Manfaat, D. (2016). Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi - Pelabuhan Benoa. *Jurnal Teknik ITS*, 5, 1. Dipetik July 01, 2020
- Society of Naval Architects. (1980). *Principles of Naval Architecture Second Revision Volume II* (Vol. II). (E. V. Lewis, Penyunt.) New Jersey: United States of America. Dipetik March 03, 2020, dari <https://bit.ly/PNAResistancePropulsion>
- Sokaroni, A. (2013, September 26). Dipetik July 31, 2020, dari [ajisokaroni.blogspot.com](http://ajisokaroni.blogspot.com): <https://bit.ly/KoefisienPrismatik>
- Statistik, B. P. (2018). *Statistik Kunjungan Wisatawan Mancanegara Provinsi Sumatera Utara 2018*. Medan: Badan Pusat Statistik. Dipetik Februari 01, 2020, dari <https://bit.ly/StatistikKunjunganWisatawanMancanegara>
- Supriatna, A. (2016, July 14). *Lalaukan*. Dipetik May 20, 2020, dari [lalaukan.com](http://lalaukan.com): <https://bit.ly/KapalFerryUjungGanda>
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua* (Vol. 2). Bandung: ITB Press. Dipetik February 17, 2020, dari <https://bit.ly/PerencanaanDanPemodelanTransportasi>

## **LAMPIRAN**

1. Historis Wisatawan menuju Sumatera Utara
2. Potensi Wisatawan menuju Penang
3. Proyeksi Penumpang menuju Sumatera Utara
4. Proyeksi Penumpang menuju Penang
5. Referensi Harga Tiket Penyeberangan
6. Historis Embarkasi, Perbandingan Moda Udara dan Laut, dan Maksud Kunjungan
7. Perhitungan Biaya Oportunitas
8. Perhitungan Rasio Biaya Manfaat
9. Proyeksi *Forecast*
10. Perhitungan *Load Factor*
11. Hasil Optimasi Kapal
12. Sensitivitas Permintaan
13. Sensitivitas Tarif
14. Penjadwalan
15. Perhitungan Muatan Balik
16. Perhitungan Pendapatan
17. Penambahan Panjang Dermaga
18. Kuisisioner *Online*
19. Analisis Biaya Manfaat
20. Perhitungan Laba-Rugi
21. Asumsi Biaya
22. Data Kapal
23. Perhitungan Biaya Operasional

24. Perhitungan Biaya Pelabuhan
25. Perhitungan Biaya Perjalanan
26. Perhitungan Koefisien Kapal
27. Perhitungan Berat Mesin
28. Perhitungan Awak dan Konsumsi
29. Perhitungan Tonase
30. Perhitungan Berat Total
31. Perhitungan Proporsi

Lampiran 1 Historis Wisatawan Sumatera Utara 2007-2017

		Bulan															
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Okttober	November	Desember	Jumlah			
Sumber: BPS Jumlah Wisatawan	Tahun	2007	9.122	9.385	11.374	10.045	11.614	10.414	11.715	14.060	8.760	11.080	12.717	13.844	134.130	5,66%	
			6,80%	7,00%	8,48%	7,49%	8,66%	7,76%	8,73%	10,48%	6,53%	8,26%	9,48%	10,32%			
		2008	10.069	10.850	11.840	10.906	14.056	11.230	13.471	16.517	10.454	12.283	12.783	18.040	152.499	6,43%	
			6,60%	7,11%	7,76%	7,15%	9,22%	7,36%	8,83%	10,83%	6,86%	8,05%	8,38%	11,83%			
		2009	12.877	10.012	15.312	12.668	13.768	15.206	15.187	12.926	11.157	12.990	13.407	17.649	163.159	6,88%	
			7,89%	6,14%	9,38%	7,76%	8,44%	9,32%	9,31%	7,92%	6,84%	7,96%	8,22%	10,82%			
		2010	14.067	15.765	17.038	15.091	15.959	17.302	16.205	13.584	14.780	15.848	16.549	19.278	191.466	8,08%	
			7,35%	8,23%	8,90%	7,88%	8,34%	9,04%	8,46%	7,09%	7,72%	8,28%	8,64%	10,07%			
		2011	15.757	17.034	17.138	17.192	19.133	18.888	19.911	16.289	16.522	17.289	22.849	25.127	223.129	9,41%	
			7,06%	7,63%	7,68%	7,70%	8,57%	8,47%	8,92%	7,30%	7,40%	7,75%	10,24%	11,26%			
		2012	18.139	17.580	22.123	19.386	21.137	19.128	18.273	18.511	19.092	18.720	24.481	25.263	241.833	10,20%	
			7,50%	7,27%	9,15%	8,02%	8,74%	7,91%	7,56%	7,65%	7,89%	7,74%	10,12%	10,45%			
		2013	17.277	19.135	21.738	17.503	23.711	23.490	18.188	18.960	20.949	20.158	27.310	30.880	259.299	10,94%	
			6,66%	7,38%	8,38%	6,75%	9,14%	9,06%	7,01%	7,31%	8,08%	7,77%	10,53%	11,91%			
		2014	22.594	22.058	21.374	19.072	22.345	21.939	19.983	19.190	20.539	23.624	25.102	33.017	270.837	11,43%	
			8,34%	8,14%	7,89%	7,04%	8,25%	8,10%	7,38%	7,09%	7,58%	8,72%	9,27%	12,19%			
		2015	20.103	21.820	19.720	17.455	19.943	17.754	18.543	18.949	17.635	16.430	18.911	22.025	229.288	9,67%	
			8,77%	9,52%	8,60%	7,61%	8,70%	7,74%	8,09%	8,26%	7,69%	7,17%	8,25%	9,61%			
		2016	13.103	17.737	18.017	15.647	17.628	15.084	20.524	18.198	21.679	23.426	23.650	28.950	233.643	9,86%	
			5,61%	7,59%	7,71%	6,70%	7,54%	6,46%	8,78%	7,79%	9,28%	10,03%	10,12%	12,39%			
		2017	20.554	17.301	22.781	21.391	21.144	20.327	22.189	27.169	20.954	22.663	25.677	28.642	270.792	11,43%	
			7,59%	6,39%	8,41%	7,90%	7,81%	7,51%	8,19%	10,03%	7,74%	8,37%	9,48%	10,58%			
			TOTAL												2.370.075	100%	



Lampiran 2 Historis Wisatawan Menurut Pintu Masuk

Sumber: BPS Menurut Pintu Masuk	Tahun	Kualanamu	Belawan	T.Balai Asahan	Jumlah
		1999	66.586	15.308	6.621
		2000	84.298	22.497	14.278
		2001	94.210	24.097	10.135
		2002	98.132	21.414	2.273
		2003	76.930	15.110	6.296
		2004	96.675	9.708	5.936
		2005	106.083	9.181	5.788
		2006	109.574	6.936	5.336
		2007	116.614	7.312	10.204
		2008	130.212	7.011	15.276
		2009	148.193	5.075	9.891
		2010	162.410	17.202	11.854
		2011	192.650	18.975	11.501
		2012	205.845	22.132	13.856
		2013	225.550	22.631	11.118
		2014	234.724	24.769	11.344
		2015	197.818	20.916	10.554
		2016	203.947	20.167	9.529
		2017	246.551	18.462	5.024
		2.797.002	308.903	176.814	3.282.719



### Lampiran 3 Historis Wisatawan Malaysia

Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>ASEAN</b>	7.194.965	9.208.136	9.878.233	8.033.464	12.491.030	13.238.898	13.856.726	15.620.290	16.636.977	18.386.363	18.937.179	18.885.302	18.809.736	19.105.915	20.372.841	19.146.514	20.271.144
<b>Indonesia</b>	215.849	276.244	296.347	241.004	374.731	397.167	415.702	468.609	499.109	551.591	568.115	566.559	564.292	573.177	611.185	574.395	608.134
<b>Australia &amp; New Zealand</b>	256.126	252.233	218.951	163.489	227.908	299.192	311.890	361.732	483.193	596.386	646.847	639.798	573.674	589.517	638.776	547.794	431.079
<b>Benua Eropah <sup>(a)</sup></b> <i>Europe Continent</i>	343.842	434.909	337.291	284.448	275.987	312.041	354.912	474.842	528.744	587.215	n.a.	580.058	596.819	572.448	653.787	584.191	496.581
<b>United Kingdom</b>	237.757	262.423	239.294	125.569	204.409	240.030	252.035	276.213	370.591	435.091	429.965	403.940	402.207	413.472	445.789	401.019	400.269
<b>India</b>	132.127	143.513	183.360	145.153	192.966	225.789	279.046	422.452	550.738	589.838	690.849	693.056	691.271	650.989	770.108	722.141	638.578
<b>Jepun Japan</b>	455.981	397.639	354.563	213.527	301.429	340.027	354.213	367.567	433.462	395.746	415.881	386.974	470.008	513.076	553.106	483.569	413.768
<b>Taiwan</b>	213.016	249.811	209.706	137.419	190.083	172.456	181.829	201.311	190.979	197.869	211.143	233.783	242.519	286.266	274.665	283.224	300.861
<b>Amerika Syarikat United States of America</b>	184.100	145.827	127.920	131.071	145.094	151.354	174.336	204.844	223.249	228.571	232.965	216.755	240.134	246.936	262.106	237.768	217.075
<b>The People's Republic of China (PRC)<sup>(b)</sup></b>	76.344	453.246	674.056	422.624	630.567	429.616	528.871	783.788	949.864	1.019.756	1.130.261	1.250.536	1.558.785	1.791.423	1.613.355	1.677.163	2.124.942
<b>Korea Selatan South Korea</b>	-	66.343	64.301	46.246	91.270	158.177	189.464	224.867	267.461	227.312	264.052	263.428	283.977	274.622	385.769	421.161	444.439
<b>Arab Saudi Saudi Arabia</b>	-	39.957	45.007	20.077	39.432	53.682	67.679	78.298	74.632	77.082	86.771	87.693	102.365	94.986	113.921	99.754	123.878
<b>Jerman Germany</b>	-	70.401	54.645	41.145	53.783	59.344	66.171	78.598	111.525	128.288	130.896	124.670	131.277	136.749	158.453	144.910	130.276
<b>Negara-negara lain Other countries</b>	1.127.324	1.050.635	904.683	812.685	879.448	750.349	929.689	1.878.020	1.231.073	776.674	1.400.387	948.331	929.936	1.039.061	1.194.639	972.043	764.502



#### Lampiran 4 Statistik Tempat Wisata di Penang

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	
Bukit Penang	8,00%	7,50%	7,30%	6,00%	6,70%	8,20%	8,00%	9,00%	8,80%	9,50%	10,00%	11,00%	100,00%
	171	180	228	126	195	196	250	331	331	187	269	348	2.812
Kek Lok Sie Temple	7,70%	8,50%	5,60%	7,30%	7,10%	7,40%	8,40%	8,60%	8,50%	7,30%	11,50%	12,10%	100,00%
	115	142	122	107	145	124	184	221	224	101	217	268	1.970
Penang Peranakan Mansion	10,40%	9,50%	7,10%	7,60%	7,40%	8,10%	7,90%	6,90%	7,30%	8,25%	8,56%	10,99%	100,00%
	189	193	188	135	183	165	210	216	233	138	196	296	2.342
Kuil Khoo Kongsi	9,25%	7,45%	8,50%	7,30%	7,80%	8,10%	9,20%	9,60%	6,55%	7,15%	8,75%	10,35%	100,00%
	99	89	133	76	113	97	144	177	123	70	118	164	1.403
Fort Cornwallis	8,80%	7,30%	6,80%	7,45%	7,77%	8,56%	8,72%	7,40%	7,65%	9,40%	9,65%	10,50%	100,00%
	113	105	127	94	136	123	163	163	173	111	156	199	1.663

#### Lampiran 5 Statistik Tempat Wisata di Sumatera Utara

	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	
Air Terjun Sipiso - piso	9,10%	8,20%	7,30%	6,00%	6,70%	7,40%	7,30%	7,80%	8,80%	9,50%	10,30%	11,60%	100,00%
	208	172	165	124	147	183	165	152	190	173	201	283	2.163
Taman Nasional Gunung Leuseur	7,70%	8,50%	5,60%	7,30%	7,10%	7,40%	8,40%	8,60%	8,50%	7,30%	11,50%	12,10%	100,00%
	298	302	214	254	264	310	321	283	311	225	379	500	3.663
Pulau Samosir	10,40%	9,50%	7,10%	7,60%	7,40%	8,10%	7,90%	6,90%	7,30%	8,25%	8,56%	10,99%	100,00%
	513	430	345	337	350	432	384	289	340	324	359	578	4.682
Danau Toba	9,25%	7,45%	8,50%	7,30%	7,80%	8,10%	9,20%	9,60%	6,55%	7,15%	8,75%	10,35%	100,00%
	570	422	517	405	461	539	559	503	382	351	459	681	5.848
Pantai Sorake	8,80%	7,30%	6,80%	7,45%	7,77%	8,56%	8,72%	7,40%	7,65%	9,40%	9,65%	10,50%	100,00%
	279	213	213	212	236	293	273	200	229	237	260	355	3.000

#### Lampiran 6 Referensi Harga Tiket Penyeberangan

No	Asal	Negara	Tujuan	Negara	Kelas	Tarif (Rp)	Jarak (nm)	Rp/nm	Estimasi Harga Belawan - Penang
1	Merak	Indonesia	Bakauheni	Indonesia	Express	50.000	22,62	Rp 2.210	Rp 271.883
2	Merak	Indonesia	Bakauheni	Indonesia	Reguler	15.000	22,62	Rp 663	Rp 81.565
3	Ketapang	Indonesia	Gilimanuk	Indonesia	Reguler	6.500	27	Rp 241	Rp 29.611
4	Batam	Indonesia	Singapura	Singapura	Reguler	299.361	50	Rp 5.987	Rp 736.428
5	Padang Bai	Indonesia	Gili Trawangan	Indonesia	Fast Boat	356.374	132	Rp 2.700	Rp 332.076
6	Padang Bai	Indonesia	Gili Air	Indonesia	Fast Boat	55.995	110	Rp 509	Rp 62.613
7	Changi Ferry	Singapura	Desaru Coast	Malaysia	Reguler	349.603	66	Rp 5.297	Rp 651.533
8	Tanah Merah	Singapura	Bandar Bentan	Indonesia	Reguler	524.405	106	Rp 4.947	Rp 608.508
9	Pasir Gudang	Malaysia	Batam	Indonesia	Reguler	211.336	96	Rp 2.201	Rp 270.774
10	Mersing Jetty	Malaysia	Pulau Tioman	Malaysia	Reguler	154.644	102	Rp 1.516	Rp 186.482
11	Sanur Beach	Indonesia	Nusa Penida	Indonesia	Fast Boat	305.509	23	Rp 13.283	Rp 1.633.809
12	Kon Phi Phi	Thailand	Pansand Resor	Thailand	Fast Boat	942.196	134	Rp 7.031	Rp 864.852
13	Tanah Merah	Thailand	Batam Center	Indonesia	Fast Boat	291.336	64	Rp 4.552	Rp 559.911
14	Tanah Merah	Thailand	Sekupang	Indonesia	Fast Boat	291.336	60	Rp 4.856	Rp 597.239
15	Bai Vong	Vietnam	Ha Tien	Vietnam	Fast Boat	163.148	198	Rp 824	Rp 101.350
16	Bai Vong	Vietnam	Nam Du	Vietnam	Fast Boat	191.494	130	Rp 1.473	Rp 181.183
17	Bai Vong	Vietnam	Rach Gia	Vietnam	Express	241.100	99	Rp 2.435	Rp 299.548
Rata - Rata								Rp 3.572	Rp 439.374
Median								Rp 2.210	Rp 271.883

### Lampiran 7 Historis Embarkasi dan Debarkasi

Aktivitas	2006	2007	2008	2009	2010
Indonesia Malaysia	28.102	30.488	24.397	12.667	4.503
Malaysia Indonesia	26.975	26.337	24.291	13.939	4.749
Total Wisatawan	138.567	156.203	166.370	183.864	189.372
	121.846	134.130	152.499	163.159	191.466

### Lampiran 8 Perbandingan Moda Udara dan Moda Laut

Wisatawan	2006	2007	2008	2009	2010
Moda Laut	55.077	56.825	48.688	26.606	9.252
Moda Udara	205.336	233.508	270.181	320.417	371.586
Prosentase Moda Laut	21,1%	19,6%	15,3%	7,7%	2,4%
Prosentase Moda Udara	78,9%	80,4%	84,7%	92,3%	97,6%

### Lampiran 9 Persentase Maksud Kunjungan

No	Jenis Wisatawan	Pengeluaran					
		<= RM 500	RM 501 - 1000	RM 1.001-5.000	RM 5.001 - 10.000	>= RM 10.001	Prosentase
1	Rekreasi / Berlibur	53,70%	23,60%	20,60%	1,70%	0,50%	53,80%
2	Budaya / Sejarah	51,90%	30,00%	16,30%	1,60%	0,30%	26,50%
3	Mengunjungi Keluarga	51,40%	25,90%	20,90%	1,40%	0,50%	4,00%
4	Edukasi / Pelatihan	63,30%	18,10%	17,60%	0,50%	0,50%	4,00%
5	Busines / Meeting	33,60%	29,30%	32,10%	4,30%	0,70%	4,00%
6	Berobat	12,40%	23,60%	59,60%	2,20%	2,20%	4,10%
7	Event / Sport Tournament	63,40%	17,20%	19,40%	0,00%	0,00%	0,70%
8	Berbelanja	50,90%	24,60%	22,80%	1,80%	0,00%	0,90%
9	Konvensi / Konferensi	18,50%	30,30%	18,20%	3,00%	0,00%	0,50%
10	Keagamaan	44,50%	37,00%	18,50%	0,00%	0,00%	1,40%
11	Lain - lain	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%

### Lampiran 10 Biaya Oportunitas

No	Jenis Wisatawan	Pengeluaran				
		<= RM 500	RM 501 - 1000	RM 1.001-5.000	RM 5.001 - 10.000	>= RM 10.001
1	Rekreasi / Berlibur	Rp 2.534.888.835	Rp 3.342.088.072	Rp 4.862.077.280	Rp 2.407.436.323	Rp 944.092.676
2	Budaya / Sejarah	Rp 1.206.745.225	Rp 2.092.621.777	Rp 1.894.985.276	Rp 1.116.064.948	Rp 279.016.237
3	Mengunjungi Keluarga	Rp 180.395.403	Rp 272.698.888	Rp 366.757.192	Rp 147.404.804	Rp 70.192.764
4	Edukasi / Pelatihan	Rp 222.160.098	Rp 190.573.354	Rp 308.848.162	Rp 52.644.573	Rp 70.192.764
5	Busines / Meeting	Rp 117.923.844	Rp 308.497.198	Rp 563.296.931	Rp 452.743.328	Rp 98.269.870
6	Berobat	Rp 44.607.502	Rp 254.694.444	Rp 1.072.018.988	Rp 237.427.024	Rp 316.569.366
7	Event / Sport Tournament	Rp 38.939.436	Rp 31.692.033	Rp 59.576.108	Rp -	Rp -
8	Berbelanja	Rp 40.194.131	Rp 58.277.542	Rp 90.022.220	Rp 42.642.104	Rp -
9	Konvensi / Konferensi	Rp 8.116.038	Rp 39.878.264	Rp 39.922.135	Rp 39.483.430	Rp -
10	Keagamaan	Rp 54.662.615	Rp 136.349.444	Rp 113.624.537	Rp -	Rp -
11	Lain - lain	Rp 8.774.096	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -

### Lampiran 11 Perhitungan BCR Catamaran

No	Manfaat	Satuan	Periode	2021	2022	2023	2024	2025
1	Tiket Kapal Lebih Murah	Jt-Rp	2021-2040	Rp 0,03	Rp 0,03	Rp 0,03	Rp 0,03	Rp 0,03
2	Ekonomi	Jt-Rp	2021-2040	Rp 22.134	Rp 23.241	Rp 24.403	Rp 25.623	Rp 26.904
a	Penghasilan ABK	Jt-Rp	2021-2040	Rp 986	Rp 1.035	Rp 1.087	Rp 1.141	Rp 1.198
b	Peningkatan Profit Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 21.148	Rp 22.206	Rp 23.316	Rp 24.482	Rp 25.706
	Total			Rp238.090,56	Rp 22.134	Rp 23.241	Rp 24.403	Rp 25.623
No	Biaya	Satuan	Periode	2021	2022	2023	2024	2025
1	Opportunity Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp 2.557	Rp 2.685	Rp 2.819	Rp 2.960	Rp 3.108
2	Penalty Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp 7.523	Rp 7.899	Rp 8.294	Rp 8.709	Rp 9.144
	Total			Rp108.426,71	Rp 10.080	Rp 10.584	Rp 11.113	Rp 11.669

## Lampiran 12 Perhitungan BCR Ro-Ro

No	Manfaat	Satuan	Periode	2021	2022	2023	2024	2025
1	Tiket Kapal Lebih Murah	Jt-Rp	2021-2040	-Rp 1,09	-Rp 1,15	-Rp 1,20	-Rp 1,26	-Rp 1,33
2	Ekonomi	Jt-Rp	2021-2040	Rp 22.134	Rp 23.241	Rp 24.403	Rp 25.623	Rp 26.904
a	Penghasilan ABK	Jt-Rp	2021-2040	Rp 986	Rp 1.035	Rp 1.087	Rp 1.141	Rp 1.198
b	Peningkatan Profit Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 21.148	Rp 22.206	Rp 23.316	Rp 24.482	Rp 25.706
	Total	Jt-Rp	Rp238.078,54	Rp 22.133	Rp 23.239	Rp 24.401	Rp 25.622	Rp 26.903
No	Biaya	Satuan	Periode	2021	2022	2023	2024	2025
1	Opportunity Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp 2.557	Rp 2.685	Rp 2.819	Rp 2.960	Rp 3.108
2	Penalty Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp 1.107.469,26	Rp 1.162.842,72	Rp 1.220.984,85	Rp 1.282.034,10	Rp 1.346.135,80
	Total		Rp11.940.338,14	Rp 1.110.026	Rp 1.165.527	Rp 1.223.804	Rp 1.284.994	Rp 1.349.244

## Lampiran 13 Perhitungan BCR Fast Boat

### Lampiran 14 Forecast Malaysia - Indonesia

Timeline	Values	Forecast	Lower Confidence Bound	Upper Confidence Bound	Column
1999	88.515				
2000	121.073				
2001	128.442				
2002	121.819				
2003	98.336				
2004	112.319				
2005	121.052				
2006	121.846				
2007	134.130				
2008	152.499				
2009	163.159				
2010	191.466				
2011	223.126				
2012	241.833				
2013	259.299				
2014	270.837				
2015	229.288				
2016	233.643				
2017	270.037	270.037	270.037	270.037	
2018		280.558	250.081	311.036	
2019		291.137	245.897	336.377	
2020		301.716	243.618	359.814	
2021		312.294	242.058	382.530	
2022		322.873	240.787	404.959	
2023		333.452	239.598	427.306	
2024		344.030	238.376	449.685	
2025		354.609	237.055	472.163	
2026		365.188	235.592	494.784	
2027		375.767	233.958	517.575	
2028		386.345	232.135	540.555	
2029		396.924	230.111	563.736	
2030		407.503	227.878	587.128	
2031		418.081	225.429	610.734	
2032		428.660	222.762	634.558	
2033		439.239	219.874	658.603	
2034		449.817	216.765	682.870	
2035		460.396	213.435	707.357	
2036		470.975	209.883	732.066	
2037		481.553	206.112	756.994	
2038		492.132	202.123	782.141	
2039		502.711	197.916	807.506	
2040		513.289	193.493	833.085	

### Lampiran 15 Forecast Indonesia - Malaysia

Timeline	Values	Forecast	Lower Confidence Bound	Upper Confidence Bound
2000	215.849			
2001	276.244			
2002	296.347			
2003	241.004			
2004	374.731			
2005	397.167			
2006	415.702			
2007	468.609			
2008	499.109			
2009	551.591			
2010	568.115			
2011	566.559			
2012	564.292			
2013	573.177			
2014	611.185			
2015	574.395			
2016	608.134	608.134	608.134	608.134
2017		681.975	612.921	751.029
2018		707.760	638.152	777.369
2019		733.545	663.378	803.713
2020		759.330	688.600	830.061
2021		785.115	713.817	856.413
2022		810.900	739.031	882.770
2023		836.685	764.240	909.130
2024		862.470	789.445	935.495
2025		888.255	814.646	961.864
2026		914.040	839.843	988.237
2027		939.825	865.036	1.014.614
2028		965.610	890.225	1.040.995
2029		991.395	915.411	1.067.380
2030		1.017.180	940.592	1.093.769
2031		1.042.965	965.769	1.120.162
2032		1.068.750	990.942	1.146.558
2033		1.094.535	1.016.112	1.172.959
2034		1.120.320	1.041.278	1.199.363
2035		1.146.105	1.066.440	1.225.771
2036		1.171.890	1.091.598	1.252.183
2037		1.197.675	1.116.753	1.278.598
2038		1.223.460	1.141.903	1.305.018
2039		1.249.245	1.167.051	1.331.440
2040		1.275.030	1.192.194	1.357.867

## Lampiran 16 Perhitungan Load Factor

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malaysia Indonesia	1.685	1.432	1.296	1.389	1.478	1.436	1.599	1.362	1.313	1.520	1.676	1.347
Malaysia Indonesia PP	1.676	1.425	1.289	1.382	1.470	1.429	1.591	1.355	1.307	1.512	1.668	1.340
Indonesia Malaysia	2.762	2.325	3.062	2.875	2.842	2.732	2.982	3.651	2.816	3.046	3.451	3.849
Indonesia Malaysia PP	2.748	2.313	3.046	2.860	2.827	2.718	2.967	3.633	2.802	3.030	3.433	3.830
Kapasitas Angkut (orang)	5.400	5.040	5.580	5.400	5.580	5.400	5.580	5.580	5.400	5.580	5.400	5.580
Load Factor (orang)	164%	149%	156%	158%	154%	154%	164%	179%	153%	163%	189%	186%
Load Factor Malaysia Indonesia	16%	14%	12%	13%	13%	13%	14%	12%	12%	14%	16%	12%
Load Factor Indonesia Malaysia	26%	23%	27%	27%	25%	25%	27%	33%	26%	27%	32%	34%
Permintaan Perhari MINDO Tanpa PP	56	51	42	46	48	48	52	44	44	49	56	43
Permintaan Perhari INDOM Tanpa PP	92	83	99	96	92	91	96	118	94	98	115	124
Permintaan Perhari Malaysia Indonesia	148	134	141	142	139	139	148	162	138	147	171	167
Permintaan Perhari Indonesia Malaysia	148	134	141	142	140	139	148	162	138	148	171	168
Supply Perhari	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Permintaan Perbulan Malaysia Indonesia	4.440	3.752	4.371	4.260	4.309	4.170	4.588	5.022	4.140	4.557	5.130	5.177
Permintaan Perbulan Indonesia Malaysia	4.440	3.752	4.371	4.260	4.340	4.170	4.588	5.022	4.140	4.588	5.130	5.208
Supply Perbulan	2.700	2.520	2.790	2.700	2.790	2.700	2.790	2.790	2.700	2.790	2.700	2.790
Syarat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sisa Muatan Perhari	32	46	39	38	40	41	32	18	42	32	9	12
Pengganti Muatan Saat Docking	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Permintaan Total	162	148	155	156	154	153	162	176	152	162	185	182
Sisa Kapasitas Perhari	10%	18%	14%	13%	14%	15%	10%	2%	16%	10%	-3%	-1%

## Lampiran 17 Optimasi Catamaran

## Lampiran 18 Optimasi Fast Boat

FAST BOAT								
Decision Variable			Constraints			Estimasi Harga Kapal		
Ukuran Utama	min	DV	max	Rasio Ukuran	min	value	max	
Lpp		20,00	28,34	L/B		1,50	2,57	2,69
B		8,00	11,03	B/T		3,00	1,82	6,00
H		4,00	5,50	T/H		0,58	1,10	0,89
T		2,50	6,05	L/T		7,00	4,69	7,32
								Asumsi
Ukuran Utama	Nilai			Berat Kapal	min	value	max	45% Biaya Baja = 45% Biaya Pembangunan
Lpp		28,34		Volume		789	6.875	Biaya Pembangunan
B		11,03		Displasemen		672	1.087	
H		5,50		Delta disp		1%	38%	10%
T		6,05						Asumsi Operasional Kapal
								Radius Pelayaran
				Freeboard	Fb	H-T		123 nm
Payload		91 orang/trip		H-T		0,088831277	1,40	
Speed		23 knot						Production Cost
Jarak Pelayaran		123 nm		Stabilitas	Kriteria IMO	Nilai		Rp 22.013 Jt-Rp
Luas		1 m3/orang		e30		0,055	5,61	Capital Cost
Demand		10.385 orang/bulan		e40		0,09	9,11	Rp 2.947.038.982 Rp/Tahun 15%
Kapasitas		1.411 orang/bulan		e40-30		0,03	3,49	Operational Cost
Jumlah Kapal		8 Kapal		h30		0,2	477,37	Voyage Cost
Jumlah Terangkut		16.562 orang/bulan		θmax		25	39,18	Port Cost
Sisa		11.366 orang/bulan						Sleeper Seat + TV
Penalty		1.107.469.256,157 Rp/tahun						Total Cost
		31.662.786 Rp/orang		Tonase	NT	GT		Rp 188.713.758,313 Rp/Tahun 100%
Kapasitas Angkut		240.240 orang/tahun						Cost/Unit
Demand		108.221 orang/tahun						Tarif
Sisa		205.263 orang/tahun						Batasan Tarif
	Rp	188.713.758,313						Unit Cost + Penalty Cost
Probabilitas Angkut		15%						Rp 37.058.153 Rp/Penumpang
								Margin
								Tarif
	Rp	1.107.469.256,157						Penalty Cost
		31.662.786						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
								Rp 652.398 Rp/orang
								Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
								Rp 31.662.786 Rp/orang

## Lampiran 19 Optimasi Ro-Ro

RO-RO								
Decision Variable			Constraints			Estimasi Harga Kapal		
Ukuran Utama	min	DV	max	Rasio Ukuran	min	value	max	
Lpp		39,00	68,96	90,00	L/B	3,58	5,24	5,29
B		10,90	13,15	B/T		3,00	4,33	3,56
H		3,30	4,42	T/H		0,58	0,69	0,75
T		1,90	3,04	L/T		20,53	22,69	18,83
								Asumsi
Ukuran Utama	Nilai			Berat Kapal	min	value	max	45% Biaya Baja = 45% Biaya Pembangunan
Lpp		68,96		Volume		4.642	7.674	Biaya Pembangunan
B		13,15		Displasemen		1.076	1.585	
H		4,42		Delta disp		1%	47%	10%
T		3,04						Asumsi Operasional Kapal
								Radius Pelayaran
Payload		20 mobil/trip		Freeboard	Fb	H-T		123 nm
Payload		268 orang/trip		H-T		0,422495757	2.882196	
Speed		13 knot						Production Cost
Jarak Pelayaran		123 nm		Stabilitas	Kriteria IMO	Nilai		Rp 74.235 Jt-Rp
Luas		8 m3/orang		e30		0,055	0,916509	Capital Cost
Demand		10.385 orang/bulan		e40		0,09	1.543077	Rp 4.149.739.898 Rp/Tahun 14%
Kapasitas		4.154 orang/bulan		e40-30		0,03	0,626568	Operational Cost
Jumlah Kapal		3 Kapal		h30		0,2	80,29441	Voyage Cost
Jumlah Terangkut		24.924 orang/bulan		θmax		25	38,74898	Sleeper Seat + TV
Sisa		9.016 orang/bulan						Total Cost
Penalty	Rp	93.554.659,130 Rp/tahun						Rp 88.412.426.858 Rp/Tahun 100%
	Rp	565.155 Rp/orang		Tonase	NT	GT		Cost/Unit
Kapasitas Angkut		340.704 orang/tahun						Tarif
Demand		108.221 orang/tahun						Batasan Tarif
Sisa		175.166 orang/tahun						Unit Cost + Penalty Cost
	Rp	88.412.426.858						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
Probabilitas Angkut		49%						Rp 652.398 Rp/orang
								Margin
	Rp	565.155						Tarif
	Rp	1.099.247						Penalty Cost
	Rp	93.554.659,130						Rp 565.155 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 181.967.085.988 Rp/tahun
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	565.155						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	1.099.247						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	565.155						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	1.099.247						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.426.858						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	565.155						Rp 1.099.247 Rp/Penumpang
	Rp	93.554.659,130						Rp 652.398 Rp/orang
	Rp	88.412.42						

## Lampiran 21 Sensitivitas Tarif

Normal	53.913	56.060	58.204	60.350	62.500	64.657	66.822	68.995	71.178	73.371	75.574	77.787	80.011	82.244	84.488	86.743	89.007	91.282	93.566	95.861	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Investasi Kapal																					
Biaya Operasional	Rp 3.890	Rp 4.084	Rp 4.288	Rp 4.503	Rp 4.728	Rp 4.964	Rp 5.212	Rp 5.473	Rp 5.747	Rp 6.034	Rp 6.336	Rp 6.652	Rp 6.985	Rp 7.334	Rp 7.701	Rp 8.086	Rp 8.490	Rp 8.915	Rp 9.361	Rp 9.829	
Biaya Bahan Bakar	Rp 6.142	Rp 6.449	Rp 6.772	Rp 7.110	Rp 7.466	Rp 7.839	Rp 8.231	Rp 8.643	Rp 9.075	Rp 9.529	Rp 10.005	Rp 10.505	Rp 11.031	Rp 11.582	Rp 12.161	Rp 12.769	Rp 13.408	Rp 14.078	Rp 14.782	Rp 15.521	
Biaya Pelabuhan	Rp 2.296	Rp 2.410	Rp 2.530	Rp 2.657	Rp 2.789	Rp 2.929	Rp 3.075	Rp 3.229	Rp 3.396	Rp 3.560	Rp 3.738	Rp 3.925	Rp 4.121	Rp 4.327	Rp 4.544	Rp 4.771	Rp 5.009	Rp 5.260	Rp 5.523	Rp 5.799	
Biaya Sleeper	Rp 625	Rp 656	Rp 689	Rp 723	Rp 759	Rp 797	Rp 837	Rp 879	Rp 923	Rp 969	Rp 1.017	Rp 1.068	Rp 1.122	Rp 1.178	Rp 1.237	Rp 1.298	Rp 1.363	Rp 1.431	Rp 1.503	Rp 1.578	
Pendapatan	Rp 35.173	Rp 36.574	Rp 37.972	Rp 39.372	Rp 40.775	Rp 42.182	Rp 43.594	Rp 45.012	Rp 46.437	Rp 47.867	Rp 49.305	Rp 50.748	Rp 52.199	Rp 53.656	Rp 55.120	Rp 56.591	Rp 58.068	Rp 59.552	Rp 61.043	Rp 62.540	
Profit 100%	- 30.711	Rp 22.221	Rp 22.975	Rp 23.694	Rp 24.379	Rp 25.033	Rp 25.653	Rp 26.299	Rp 26.789	Rp 27.302	Rp 27.776	Rp 28.209	Rp 28.598	Rp 28.941	Rp 29.235	Rp 29.478	Rp 29.666	Rp 29.797	Rp 29.868	Rp 29.874	Rp 29.813
Profit 95%	- 30.711	Rp 20.463	Rp 21.146	Rp 21.795	Rp 22.411	Rp 22.994	Rp 23.544	Rp 24.059	Rp 24.538	Rp 24.980	Rp 25.383	Rp 25.743	Rp 26.060	Rp 26.331	Rp 26.552	Rp 26.722	Rp 26.837	Rp 26.894	Rp 26.890	Rp 26.822	Rp 26.686
Profit 90%	- 30.711	Rp 19.905	Rp 20.442	Rp 20.955	Rp 21.434	Rp 21.879	Rp 22.288	Rp 22.658	Rp 22.989	Rp 23.278	Rp 23.523	Rp 23.721	Rp 23.966	Rp 24.007	Rp 23.991	Rp 23.913	Rp 23.770	Rp 23.559			
Profit 85%	- 30.711	Rp 16.946	Rp 17.489	Rp 17.998	Rp 18.474	Rp 18.916	Rp 19.325	Rp 19.699	Rp 20.037	Rp 20.337	Rp 20.596	Rp 20.813	Rp 20.985	Rp 21.111	Rp 21.186	Rp 21.210	Rp 21.278	Rp 21.087	Rp 20.935	Rp 20.718	Rp 20.432
Profit 80%	- 30.711	Rp 15.187	Rp 15.660	Rp 16.099	Rp 16.505	Rp 16.878	Rp 17.216	Rp 17.520	Rp 17.819	Rp 18.015	Rp 18.202	Rp 18.348	Rp 18.448	Rp 18.501	Rp 18.504	Rp 18.454	Rp 18.348	Rp 18.184	Rp 17.957	Rp 17.666	Rp 17.305
Profit 75%	- 30.711	Rp 13.428	Rp 13.832	Rp 14.201	Rp 14.536	Rp 14.839	Rp 15.107	Rp 15.340	Rp 15.536	Rp 15.693	Rp 15.809	Rp 15.882	Rp 15.910	Rp 15.891	Rp 15.821	Rp 15.698	Rp 15.519	Rp 15.280	Rp 14.980	Rp 14.614	Rp 14.178
Profit 70%	- 30.711	Rp 11.670	Rp 12.003	Rp 12.302	Rp 12.568	Rp 12.800	Rp 12.998	Rp 13.160	Rp 13.285	Rp 13.371	Rp 13.416	Rp 13.417	Rp 13.373	Rp 13.281	Rp 13.138	Rp 12.942	Rp 12.689	Rp 12.377	Rp 12.002	Rp 11.561	Rp 11.051
Profit 65%	- 30.711	Rp 9.911	Rp 10.174	Rp 10.403	Rp 10.599	Rp 10.761	Rp 10.889	Rp 10.981	Rp 11.095	Rp 11.049	Rp 11.022	Rp 10.952	Rp 10.836	Rp 10.671	Rp 10.455	Rp 10.186	Rp 9.860	Rp 9.474	Rp 9.025	Rp 8.509	Rp 7.924
Profit 60%	- 30.711	Rp 8.152	Rp 8.345	Rp 8.505	Rp 8.631	Rp 8.723	Rp 8.780	Rp 8.801	Rp 8.784	Rp 8.727	Rp 8.629	Rp 8.487	Rp 8.298	Rp 8.061	Rp 7.772	Rp 7.430	Rp 7.030	Rp 6.570	Rp 6.047	Rp 5.457	Rp 4.797
Profit 55%	- 30.711	Rp 6.394	Rp 6.517	Rp 6.606	Rp 6.662	Rp 6.684	Rp 6.671	Rp 6.621	Rp 6.533	Rp 6.406	Rp 6.236	Rp 6.022	Rp 5.761	Rp 5.451	Rp 5.090	Rp 4.674	Rp 4.200	Rp 3.667	Rp 3.069	Rp 2.405	Rp 1.670
Profit 50%	- 30.711	Rp 4.635	Rp 4.688	Rp 4.708	Rp 4.693	Rp 4.645	Rp 4.562	Rp 4.441	Rp 4.283	Rp 4.084	Rp 3.842	Rp 3.556	Rp 3.223	Rp 2.841	Rp 2.407	Rp 1.918	Rp 1.371	Rp 763	Rp 92	Rp 647	Rp 1.457

## Lampiran 22 Penjadwalan

Tambatan 1 Belawan																			
Kota Asal	Kode Kapal	Waktu	Start Loading	Berangkat ke Penang	Tiba di Penang	Berangkat ke Belawan	Tiba di Belawan	Kapasitas	Permintaan Penumpang										
1 Belawan	NV 1	01/01/2020	01/01/2020 00:00	01/01/2020 08:00	01/01/2020 14:09	02/01/2020 08:00	02/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
2 Penang	NV 3	02/01/2020	02/01/2020 00:00	02/01/2020 08:00	02/01/2020 14:09	03/01/2020 08:00	03/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
3 Belawan	NV 1	03/01/2020	03/01/2020 00:00	03/01/2020 08:00	03/01/2020 14:09	04/01/2020 08:00	04/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
4 Penang	NV 3	04/01/2020	04/01/2020 00:00	04/01/2020 08:00	04/01/2020 14:09	05/01/2020 08:00	05/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
5 Belawan	NV 1	05/01/2020	05/01/2020 00:00	05/01/2020 08:00	05/01/2020 14:09	06/01/2020 08:00	06/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
6 Penang	NV 3	06/01/2020	06/01/2020 00:00	06/01/2020 08:00	06/01/2020 14:09	07/01/2020 08:00	07/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
7 Belawan	NV 1	07/01/2020	07/01/2020 00:00	07/01/2020 08:00	07/01/2020 14:09	08/01/2020 08:00	08/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
8 Penang	NV 3	08/01/2020	08/01/2020 00:00	08/01/2020 08:00	08/01/2020 14:09	09/01/2020 08:00	09/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
9 Belawan	NV 1	09/01/2020	09/01/2020 00:00	09/01/2020 08:00	09/01/2020 14:09	10/01/2020 08:00	10/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
10 Penang	NV 3	10/01/2020	10/01/2020 00:00	10/01/2020 08:00	10/01/2020 14:09	11/01/2020 08:00	11/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
11 Belawan	NV 1	11/01/2020	11/01/2020 00:00	11/01/2020 08:00	11/01/2020 14:09	12/01/2020 08:00	12/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
12 Penang	NV 3	12/01/2020	12/01/2020 00:00	12/01/2020 08:00	12/01/2020 14:09	13/01/2020 08:00	13/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
13 Belawan	NV 1	13/01/2020	13/01/2020 00:00	13/01/2020 08:00	13/01/2020 14:09	14/01/2020 08:00	14/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
14 Penang	NV 3	14/01/2020	14/01/2020 00:00	14/01/2020 08:00	14/01/2020 14:09	15/01/2020 08:00	15/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
15 Belawan	NV 1	15/01/2020	15/01/2020 00:00	15/01/2020 08:00	15/01/2020 14:09	16/01/2020 08:00	16/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
16 Penang	NV 3	16/01/2020	16/01/2020 00:00	16/01/2020 08:00	16/01/2020 14:09	17/01/2020 08:00	17/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
17 Belawan	NV 1	17/01/2020	17/01/2020 00:00	17/01/2020 08:00	17/01/2020 14:09	18/01/2020 08:00	18/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
18 Penang	NV 3	18/01/2020	18/01/2020 00:00	18/01/2020 08:00	18/01/2020 14:09	19/01/2020 08:00	19/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
19 Belawan	NV 1	19/01/2020	19/01/2020 00:00	19/01/2020 08:00	19/01/2020 14:09	20/01/2020 08:00	20/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
20 Penang	NV 3	20/01/2020	20/01/2020 00:00	20/01/2020 08:00	20/01/2020 14:09	21/01/2020 08:00	21/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
21 Belawan	NV 1	21/01/2020	21/01/2020 00:00	21/01/2020 08:00	21/01/2020 14:09	22/01/2020 08:00	22/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
22 Penang	NV 3	22/01/2020	22/01/2020 00:00	22/01/2020 08:00	22/01/2020 14:09	23/01/2020 08:00	23/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
23 Belawan	NV 1	23/01/2020	23/01/2020 00:00	23/01/2020 08:00	23/01/2020 14:09	24/01/2020 08:00	24/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
24 Penang	NV 3	24/01/2020	24/01/2020 00:00	24/01/2020 08:00	24/01/2020 14:09	25/01/2020 08:00	25/01/2020 14:09	90 orang	148 orang										
25 Belawan	NV 1	25/01/2020	25/01/2020 00:00	25/01/2020 08:00	25/01/2020 14														









### Lampiran 23 Muatan Balik

Permintaan Penumpang	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Okttober	November	Desember
Malaysia Indonesia	1.685	1.432	1.296	1.389	1.478	1.436	1.599	1.362	1.313	1.520	1.676	1.347
Malaysia Indonesia PP	843	716	648	695	739	718	800	681	657	760	838	674
Indonesia Malaysia	2.762	2.325	3.062	2.875	2.842	2.732	2.982	3.651	2.816	3.046	3.451	3.849
Indonesia Malaysia PP	1.381	1.163	1.531	1.438	1.421	1.366	1.491	1.826	1.408	1.523	1.726	1.925
Permintaan Total	4.447	3.757	4.358	4.264	4.320	4.168	4.581	5.013	4.129	4.566	5.127	5.196
Permintaan PP	2.224	1.879	2.179	2.132	2.160	2.084	2.291	2.507	2.065	2.283	2.564	2.598
Kapasitas Angkut Catamaran	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800
Sisa Kapasitas	4.130	5.165	4.263	4.404	4.320	4.548	3.929	3.281	4.607	3.951	3.110	3.006

### Lampiran 24 Pendapatan

Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Okttober	November	Desember	Total
Penumpang	4.447	3.757	4.358	4.264	4.320	4.168	4.581	5.013	4.129	4.566	5.127	5.196	53.926
Pendapatan	Rp 2.901.213.461	Rp 2.451.058.910	Rp 2.843.150.048	Rp 2.781.824.646	Rp 2.818.358.928	Rp 2.719.194.447	Rp 2.988.634.780	Rp 3.270.470.673	Rp 2.693.750.929	Rp 2.978.848.811	Rp 3.344.844.033	Rp 3.389.859.488	Rp 35.181.209.155
Biaya	Rp 5.644.804.259	Rp 67.737.651.113											
Profit	-Rp 2.743.590.798	-Rp 3.193.745.349	-Rp 2.801.654.211	-Rp 2.862.979.614	-Rp 2.826.445.331	-Rp 2.925.609.812	-Rp 2.656.169.480	-Rp 2.374.333.587	-Rp 2.951.053.330	-Rp 2.665.955.448	-Rp 2.299.960.226	-Rp 2.254.944.771	-Rp 32.556.441.958

### Lampiran 25 Penambahan Panjang Dermaga

Perhitungan Penambahan Dermaga		
Hari Operasi / Tahun	365	hari
Jam Operasi / Hari	24	jam
Jam Operasi / Tahun	8760	jam
Panjang Dermaga	689	meter
Lebar Dermaga	14,27140784	meter
Luas Dermaga	9833	m2
Produktivitas	11	orang/jam
BOR Maksimum	60%	
Throughput / Tambatan	57.816	orang/tahun
Demand Penumpang	10.260	orang/tahun
Tambatan Dibutuhkan	1	unit
BOR Hasil	30%	
BOR Aktual	36%	

**Lampiran 26 Biaya Penambahan Dermaga**

<b>Biaya Penambahan Dermaga</b>			
Lahan dan Pematangan	Rp	-	/m2
Pembangunan Dermaga	Rp	-	/m2
Total Investasi	Rp	-	
Umur Dermaga		50	tahun
Rate		11,50%	
Anuitas		Rp0,00	/tahun
Garbarata		1	unit
Biaya Garbarata	Rp	-	
Total Investasi	Rp	-	
Anuitas		Rp0,00	/tahun
Biaya Kapital		Rp0	/tahun
<b>Biaya Operasional</b>			
Perawatan		2%	CC
a. Dermaga	Rp	-	Rp/tahun
b. Alat B/M	Rp	-	Rp/tahun
Asuransi		1%	CC
a. Dermaga	Rp	-	Rp/tahun
b. Alat B/M	Rp	-	Rp/tahun
Gaji Operator			
Besaran gaji	Rp	15.000.000	Rp/org/bulan
Faktor gaji		14	
Jumlah shift		4	
Gaji Operator	Rp	-	Rp/tahun
Minyak Pelumas	Rp	-	Rp/tahun
Biaya Variabel			
BBM Alat B/M			
Kons. Listrik	Rp	-	Listrik/jam
Jumlah Garbarata		1	Unit
Total Biaya Listrik	Rp	-	Per Tahun
Total Biaya Penambahan Dermaga	Rp	-	Rp/tahun
Beban per penumpang	Rp	-	Rp/orang

## Lampiran 27 Kusioner Online

Timestamp	Nama Lengkap	Jenis Kelamin	Kota Asal	Provinsi	Usia	Pekerjaan	Apakah bapak/bu/sodara pernah menuju Provinsi Sumatera Utara?	Dengan tujuan apa bapak/bu/sodara pada saat itu mengunjungi Provinsi Sumatera Utara?	Apakah bapak/bu/sodara pernah menuju Pulau Penang (Malaysia)?	Dengan tujuan apa bapak/bu/sodara pernah menuju Pulau Penang (Malaysia)?	Jika bapak/bu/sodara memiliki kesempatan menuju Pulau Penang dari Provinsi Sumatera Utara menggunakan kapal feri, berapa tarif yang harus dikeluarkan setiap orang dan apakah memilih menggunakan kapal dibandingkan pesawat ?
28/07/2020 01:10	Raihan	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Ya	Pendidikan	Ya	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 01:25	Nofatira A J	Perempuan	Tangerang Selatan	Banten	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak		Tidak		Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 01:26	Sabrina Sabasila Rahmunda	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak		Ya	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 01:30	Tri Hestiani	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	50-60 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Pendidikan	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 01:51	Dedek arda janethana	Laki-laki	surabaya	jatim	20-30 tahun	Mahasiswa	Tidak		Tidak		Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 02:04	ghaffar prasetyo	Laki-laki	bandar lampung	lampung	20-30 tahun	Mahasiswa	Ya	Beritbur	Ya	Beritbur	Rp500.000 - Rp600.000
28/07/2020 03:01	Daneng Fiantara	Laki-laki	Tulunggeung	Jawa Timur	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Ya	Mengunjungi Keluarga	Ya	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 03:07	Ratna Nashhatul Putri	Perempuan	Probolinggo	Jawa Timur	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak	Belum pernah	Tidak	Belum pernah	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 04:42	Mediana Suryati	Perempuan	Bandung	Jawa barat	50-60 tahun	Karyawan burudi	Ya	Pekerjaan	Ya	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 05:20	Agatha Kezia Caterina	Perempuan	Surabaya	Jawa Timur	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak				Rp600.000 - Rp700.000
28/07/2020 05:28	Gustian iqbal	Laki-laki	Jakarta Timur	DKI Jakarta	20-30 tahun	Mahasiswa	Tidak	Tidak Pernah	Tidak	Tidak Pernah	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 05:31	Dwi Priyono	Laki-laki	Bandar Lampung	Lampung	50-60 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Event Olahraga	Ya	Event Olahraga	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 05:33	M. Dastang Basuki	Laki-laki	Tangerang	Banten	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Pekerjaan	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 05:34	Nurul imamah	Perempuan	Surabaya	Jawa timur	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 06:21	Suseyo Tjiptadi	Laki-laki	Jakarta	DKI Jakarta	40-50 tahun	Karyawan Swasta	Ya	Pekerjaan	Ya	Pekerjaan	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 06:27	Kernanda Widjajanto	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	50-60 tahun	Dosen	Ya	Pekerjaan	Tidak	Pekerjaan	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 07:15	Nanis	Perempuan	Jakarta	DKI jakarta	40-50 tahun	Wiraswasta	Ya	Pekerjaan	Ya		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 07:53	Sri sedayi	Perempuan	Bandung	Jawa barat	50-60 tahun	Karyawan Swasta	Tidak		Ya	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 08:39	Eftyani	Perempuan	Bandar Lampung	Lampung	50-60 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Ya	Beritbur	Ya	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 08:52	Jenar Maheza Adje Panjalu	Laki-laki	Sidoarjo	Jawa Timur	20-30 tahun	Mahasiswa	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 09:09	M. Zulham Nasution	Laki-laki	Kab. Bogor	Jawa Barat	30-40 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Mengunjungi Keluarga	Tidak		Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 09:41	Nova Aulia Laradati	Perempuan	sidoarjo	jawa timur	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak	belum pemah	Tidak	belum pemah	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 10:12	Heriyadi hidayat	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	30-40 tahun	Swasta	Ya				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:15	Ahmad faizal setiadi	Laki-laki	Bandung	Jawa barat	20-30 tahun	Guru	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:19	Tresna Erwawati	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	60+ tahun	Pensiunan PNS	Tidak				Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 10:28	GIAD LENGO GENN	Perempuan	BELUTING	BELUTING	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:28	GIAD LENGO GENN	Perempuan	BELUTING	BELUTING	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:35	Siti Sulastri	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	40-50 tahun	Guru	Tidak				Rp500.000 - Rp600.000
28/07/2020 10:37	Rahayu Widyastuti	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	30-40 tahun	Karyawan Swasta	Ya	Mengunjungi Keluarga	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:38	Waisudin Surya S.	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Seminar	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:39	Rinrin Septariani	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	40-50 tahun	Karyawan Swasta	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:39	Dimitri Nuha	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 10:48	Lilis Numayanti	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	40-50 tahun	Ibu rumah tangga	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 11:36	rally syahry abubakar	Laki-laki	surabaya	jawa timur	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Tidak	belum pemah	Tidak	belum pemah	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 11:45	Triya Devi	Perempuan	Padang	Sumatera Barat	20-30 tahun	Mahasiswa	Ya	Mengunjungi Keluarga	Ya	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 12:54	Sunesro	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	30-40 tahun	Karyawan Swasta	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 13:06	Andi suryana	Laki-laki	Bandung	Jawa barat	30-40 tahun	Karyawan Swasta	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 13:10	Muammar Hardian	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	20-30 tahun	Karyawan Swasta	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 13:20	Siti Alwiana Forssén	Perempuan	Pkt. Berandan, Medan	SUMUT	40-50 tahun	Guru	Ya	Mengunjungi Keluarga	Tidak	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 13:20	Siti Alwiana Forssén	Perempuan	Pkt. Berandan, Medan	SUMUT	40-50 tahun	Guru	Ya	Mengunjungi Keluarga	Tidak	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 14:01	Nanis	Perempuan	Jakarta	DKI jakarta	40-50 tahun	Wiraswasta	Ya	Pekerjaan	Ya		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 15:20	Mimin Mintarsih	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	50-60 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Beritbur	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 15:26	Sahrulah Irawanti	Perempuan	Medan	Sumatera Utara	20-30 tahun	Wiraswasta	Ya	Pekerjaan	Ya	Beritbur	Rp600.000 - Rp700.000
28/07/2020 15:37	Nurhayati	Perempuan	Medan-Belawan	Sumatra utara	40-50 tahun	Wiraswasta	Ya	Saya tinggal di sumatra utara	Ya	Pekerjaan	Rp400.000 - Rp500.000
28/07/2020 15:42	Kiki, S.T	Laki-laki	Bandung	Jawa Barat	20-30 tahun	Guru	Ya	Aksi Kemanusiaan	Tidak	Tidak Pernah	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 15:54	Jakfar shodiq	Laki-laki	Bandung	Jawa barat	50-60 tahun	Karyawan Swasta	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 16:06	Dovanlands a	Laki-laki	Jakarta	DKI jakarta	20-30 tahun	Mahasiswa	Tidak				Rp500.000 - Rp600.000
28/07/2020 17:26	Tin Mulyawati	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	50-60 tahun	PNS/TNI/POLRI	Tidak				Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 21:09	Ami Nisrina Putri	Perempuan	Bandung	Jawa Barat	20-30 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Ya	Beritbur	Ya	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 21:34	Abdul Rahman	Laki-laki	Medan	Sumatera Utara	40-50 tahun	Pelajar / Mahasiswa	Ya	Pulang Kampung / Mudik Lebaran	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
28/07/2020 22:27	Anang makhruf	Laki-laki	Payakumbuh	Sumatera Barat	20-30 tahun	Mahasiswa	Ya	Beritbur	Tidak	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
29/07/2020 08:10	Nanis	Perempuan	Jakarta	DKI jakarta	40-50 tahun	Wiraswasta	Ya	Pekerjaan	Ya		Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:25	Dicky Edwar Dauley, M.Pd	Laki-laki	Medan	Sumatera Utara	30-40 tahun	Dosen	Ya	Pekerjaan	Tidak	Beritbur	Rp400.000 - Rp500.000
29/07/2020 21:28	Hesti Jiwono	Laki-laki	Tebing Tinggi	Sumatera Utara	30-40 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Pekerjaan	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:28	Freddy Dolokkaribu	Laki-laki	Tapanuli Utara	Sumatera Utara	30-40 tahun	Wiraswasta	Ya	Pekerjaan	Ya	Berobat	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:30	Nuriyoto	Laki-laki	Medan	Sumatera Utara	40-50 tahun	Karyawan Swasta	Ya	Tempat tinggal	Tidak	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:35	Fajar Apolo Snaga	Laki-laki	Sibutu, Padang Lawas	Sumut	50-60 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Tempat tinggal	Ya	Event Olahraga	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:38	Suhono	Laki-laki	Medan	Sumatera utara	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Mengunjungi Keluarga	Ya	Berobat	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:44	Dr. Novita, M.Pd	Perempuan	Medan	Sumatera utara	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Tempat tinggal	Ya	Medical check up	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:44	Adek John Hedi Nahulae	Laki-laki	Selatan	Sumatera Utara	30-40 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Mengunjungi Keluarga	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 21:44	Wafyo, M.Pd	Laki-laki	Medan	Sumatera utara	40-50 tahun	Guru	Ya	Warga sumatera utara	Ya	Pekerjaan	Rp400.000 - Rp500.000
29/07/2020 22:00	Yosia Zebus,S.Pd,MM	Laki-laki	Nias Barat	Sumatera utara	40-50 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Pendidikan	Tidak		Rp400.000 - Rp500.000
29/07/2020 22:01	Jonny Lie	Laki-laki	Medan	Sumatera utara	30-40 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Tinggal di sumatera utara	Tidak	Beritbur	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 22:02	Mesinan	Laki-laki	Medan	Sumatera Utara	50-60 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya		Ya	Event Olahraga	Rp300.000 - Rp400.000
29/07/2020 22:03	ali mukhtar	Laki-laki	medan	sumatera utara	30-40 tahun	PNS/TNI/POLRI	Ya	Pekerjaan	Tidak		Rp300.000 - Rp400.000



### Lampiran 28 Analisis Biaya Manfaat Catamaran

No	Manfaat	Satuan	Periode	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Tiket Kapal Lebih Murah	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 0,09	Rp 0,10	Rp 0,10	Rp 0,10	Rp 0,10	Rp 0,11	Rp 0,12	Rp 0,12	Rp 0,12	Rp 0,12	Rp 0,13	Rp 0,13	Rp 0,13	Rp 0,13	Rp 0,14					
2	Penghasilan ABK	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 986	Rp 1.005	Rp 1.025	Rp 1.046	Rp 1.067	Rp 1.088	Rp 1.110	Rp 1.132	Rp 1.155	Rp 1.178	Rp 1.201	Rp 1.225	Rp 1.250	Rp 1.275	Rp 1.300	Rp 1.326	Rp 1.353	Rp 1.380	Rp 1.408	Rp 1.436
3	Peningkatan Profit Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 2.295	Rp 2.341	Rp 2.388	Rp 2.435	Rp 2.484	Rp 2.534	Rp 2.584	Rp 2.636	Rp 2.689	Rp 2.743	Rp 2.797	Rp 2.853	Rp 2.910	Rp 2.969	Rp 3.028	Rp 3.089	Rp 3.150	Rp 3.213	Rp 3.278	Rp 3.343
4	Pembukaan Minimarket	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 564	Rp 575	Rp 587	Rp 599	Rp 610	Rp 623	Rp 635	Rp 648	Rp 661	Rp 674	Rp 688	Rp 701	Rp 715	Rp 730	Rp 744	Rp 759	Rp 774	Rp 790	Rp 806	Rp 822
5	Profit Hotel	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 24.628	Rp 25.121	Rp 25.623	Rp 26.136	Rp 26.659	Rp 27.192	Rp 27.736	Rp 28.290	Rp 28.856	Rp 29.433	Rp 30.022	Rp 30.622	Rp 31.235	Rp 31.860	Rp 32.497	Rp 33.147	Rp 33.810	Rp 34.486	Rp 35.176	Rp 35.879
6	Opportunity Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 7.250	-Rp 7.395	-Rp 7.542	-Rp 7.693	-Rp 7.847	-Rp 8.004	-Rp 8.164	-Rp 8.328	-Rp 8.494	-Rp 8.664	-Rp 8.837	-Rp 9.014	-Rp 9.194	-Rp 9.378	-Rp 9.566	-Rp 9.757	-Rp 9.952	-Rp 10.151	-Rp 10.354	-Rp 10.561
7	Penalty Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 6.697	-Rp 6.831	-Rp 6.968	-Rp 7.107	-Rp 7.249	-Rp 7.394	-Rp 7.542	-Rp 7.693	-Rp 7.847	-Rp 8.004	-Rp 8.164	-Rp 8.327	-Rp 8.494	-Rp 8.664	-Rp 8.837	-Rp 9.014	-Rp 9.194	-Rp 9.378	-Rp 9.565	-Rp 9.757
8	Pendapatan Tiket	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 2.452	Rp 2.575	Rp 2.704	Rp 2.839	Rp 2.981	Rp 3.130	Rp 3.286	Rp 3.451	Rp 3.623	Rp 3.804	Rp 3.995	Rp 4.194	Rp 4.404	Rp 4.624	Rp 4.855	Rp 5.098	Rp 5.353	Rp 5.621	Rp 5.909	Rp 6.197
9	Emisi Gas Buang Kendaraan	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 146	-Rp 148	-Rp 151	-Rp 154	-Rp 158	-Rp 161	-Rp 164	-Rp 167	-Rp 170	-Rp 174	-Rp 177	-Rp 181	-Rp 185	-Rp 188	-Rp 192	-Rp 196	-Rp 200	-Rp 204	-Rp 208	-Rp 212
	Total	Jt-Rp		Rp 152.251,96	Rp 16.833	Rp 17.243	Rp 17.665	Rp 18.100	Rp 18.547	Rp 19.007	Rp 19.481	Rp 19.969	Rp 20.472	Rp 20.990	Rp 21.524	Rp 22.075	Rp 22.642	Rp 23.227	Rp 23.830	Rp 24.452	Rp 25.094	Rp 25.757	Rp 26.441	Rp 27.147
No	Biaya	Satuan	Periode	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Investasi Pembangunan Kapal	Jt-Rp	2021-2040	Rp 30.711																				
2	Biaya Operasional	Jt-Rp	2021-2040	Rp 3.890	Rp 3.967	Rp 4.047	Rp 4.128	Rp 4.210	Rp 4.294	Rp 4.380	Rp 4.468	Rp 4.557	Rp 4.648	Rp 4.741	Rp 4.836	Rp 4.933	Rp 5.032	Rp 5.132	Rp 5.235	Rp 5.340	Rp 5.446	Rp 5.555	Rp 5.666	Rp 5.780
3	Biaya Perjalanan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 6.142	Rp 6.265	Rp 6.390	Rp 6.518	Rp 6.649	Rp 6.781	Rp 6.917	Rp 7.055	Rp 7.197	Rp 7.340	Rp 7.487	Rp 7.637	Rp 7.790	Rp 7.946	Rp 8.105	Rp 8.267	Rp 8.432	Rp 8.601	Rp 8.773	Rp 8.948	Rp 9.127
4	Biaya Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 2.295	Rp 2.341	Rp 2.388	Rp 2.435	Rp 2.484	Rp 2.534	Rp 2.584	Rp 2.636	Rp 2.689	Rp 2.743	Rp 2.797	Rp 2.853	Rp 2.910	Rp 2.969	Rp 3.028	Rp 3.089	Rp 3.150	Rp 3.213	Rp 3.278	Rp 3.343	Rp 3.410
	Total	Jt-Rp		Rp 110.052,50	Rp 12.573	Rp 12.825	Rp 13.081	Rp 13.343	Rp 13.610	Rp 13.882	Rp 14.159	Rp 14.443	Rp 14.731	Rp 15.026	Rp 15.327	Rp 15.633	Rp 15.946	Rp 16.265	Rp 16.590	Rp 16.922	Rp 17.260	Rp 17.605	Rp 17.957	Rp 18.317

### Lampiran 29 Analisis Biaya Manfaat Fast Boat

No	Manfaat	Satuan	Periode	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Tiket Kapal Lebih Murah	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	-Rp 0,30	-Rp 0,30	-Rp 0,31	-Rp 0,32	-Rp 0,32	-Rp 0,33	-Rp 0,33	-Rp 0,34	-Rp 0,35	-Rp 0,36	-Rp 0,36	-Rp 0,37	-Rp 0,38	-Rp 0,38	-Rp 0,39	-Rp 0,40	-Rp 0,41	-Rp 0,42	-Rp 0,42	-Rp 0,43
2	Penghasilan ABK	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 986	Rp 1.005	Rp 1.025	Rp 1.046	Rp 1.067	Rp 1.088	Rp 1.110	Rp 1.132	Rp 1.155	Rp 1.178	Rp 1.201	Rp 1.225	Rp 1.250	Rp 1.275	Rp 1.300	Rp 1.326	Rp 1.353	Rp 1.380	Rp 1.408	Rp 1.436
3	Peningkatan Profit Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 2.295	Rp 2.341	Rp 2.388	Rp 2.435	Rp 2.484	Rp 2.534	Rp 2.584	Rp 2.636	Rp 2.689	Rp 2.743	Rp 2.797	Rp 2.853	Rp 2.910	Rp 2.969	Rp 3.028	Rp 3.089	Rp 3.150	Rp 3.213	Rp 3.278	Rp 3.343
4	Pembukaan Minimarket	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 564	Rp 575	Rp 587	Rp 599	Rp 610	Rp 623	Rp 635	Rp 648	Rp 661	Rp 674	Rp 688	Rp 701	Rp 715	Rp 730	Rp 744	Rp 759	Rp 774	Rp 790	Rp 806	Rp 822
5	Profit Hotel	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 24.628	Rp 25.121	Rp 25.623	Rp 26.136	Rp 26.659	Rp 27.192	Rp 27.736	Rp 28.290	Rp 28.856	Rp 29.433	Rp 30.022	Rp 30.622	Rp 31.235	Rp 31.860	Rp 32.497	Rp 33.147	Rp 33.810	Rp 34.486	Rp 35.176	Rp 35.879
6	Opportunity Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 7.250	Rp 7.395	Rp 7.542	Rp 7.693	Rp 7.847	Rp 8.004	Rp 8.164	Rp 8.328	Rp 8.494	Rp 8.664	Rp 8.837	Rp 9.014	Rp 9.194	Rp 9.378	Rp 9.566	Rp 9.757	Rp 9.952	Rp 10.151	Rp 10.354	Rp 10.561
7	Penalty Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 20.321	-Rp 20.728	-Rp 21.142	-Rp 21.565	-Rp 21.996	-Rp 22.436	-Rp 22.885	-Rp 23.343	-Rp 23.809	-Rp 24.286	-Rp 24.771	-Rp 25.267	-Rp 25.772	-Rp 26.288	-Rp 26.813	-Rp 27.350	-Rp 27.897	-Rp 28.455	-Rp 29.024	-Rp 29.604
8	Pendapatan Tiket	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 39.909	-Rp 41.905	-Rp 44.000	-Rp 46.200	-Rp 48.510	-Rp 50.935	-Rp 53.482	-Rp 56.156	-Rp 58.964	-Rp 61.912	-Rp 65.008	-Rp 68.258	-Rp 71.671	-Rp 75.255	-Rp 79.017	-Rp 82.968	-Rp 87.117	-Rp 91.472	-Rp 96.046	-Rp 100.848
9	Emisi Gas Buang Kendaraan	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 146	-Rp 148	-Rp 151	-Rp 154	-Rp 158	-Rp 161	-Rp 164	-Rp 167	-Rp 170	-Rp 174	-Rp 177	-Rp 181	-Rp 185	-Rp 188	-Rp 192	-Rp 196	-Rp 200	-Rp 204	-Rp 208	-Rp 212
	Total	Jt-Rp		<b>-Rp422.675,40</b>	Rp 39.153	-Rp 41.133	-Rp 43.213	-Rp 45.397	-Rp 47.691	-Rp 50.100	-Rp 52.630	-Rp 55.287	-Rp 58.078	-Rp 61.008	-Rp 64.086	-Rp 67.318	-Rp 70.712	-Rp 74.276	-Rp 78.019	-Rp 81.950	-Rp 86.078	-Rp 90.414	-Rp 94.966	-Rp 99.747
No	Biaya	Satuan	Periode	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Investasi Pembangunan Kapal	Jt-Rp	2021-2040	Rp 23.217																				
2	Biaya Operasional	Jt-Rp	2021-2040	Rp 3.064	Rp 3.126	Rp 3.188	Rp 3.252	Rp 3.317	Rp 3.383	Rp 3.451	Rp 3.520	Rp 3.590	Rp 3.662	Rp 3.735	Rp 3.810	Rp 3.886	Rp 3.964	Rp 4.043	Rp 4.124	Rp 4.207	Rp 4.291	Rp 4.377	Rp 4.464	Rp 4.554
3	Biaya Perjalanan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 9.477	Rp 9.667	Rp 9.860	Rp 10.057	Rp 10.258	Rp 10.464	Rp 10.673	Rp 10.886	Rp 11.104	Rp 11.326	Rp 11.553	Rp 11.784	Rp 12.019	Rp 12.260	Rp 12.505	Rp 12.755	Rp 13.010	Rp 13.270	Rp 13.536	Rp 13.806	Rp 14.083
4	Biaya Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 2.291	Rp 2.337	Rp 2.383	Rp 2.431	Rp 2.480	Rp 2.529	Rp 2.580	Rp 2.631	Rp 2.684	Rp 2.738	Rp 2.792	Rp 2.848	Rp 2.905	Rp 2.963	Rp 3.023	Rp 3.083	Rp 3.145	Rp 3.208	Rp 3.272	Rp 3.337	Rp 3.404
	Total	Jt-Rp		Rp 132.424,67	Rp 15.129	Rp 15.432	Rp 15.740	Rp 16.055	Rp 16.376	Rp 16.704	Rp 17.038	Rp 17.379	Rp 17.726	Rp 18.081	Rp 18.442	Rp 18.811	Rp 19.187	Rp 19.571	Rp 19.962	Rp 20.362	Rp 20.769	Rp 21.184	Rp 21.608	Rp 22.040

### Lampiran 30 Analisis Biaya Manfaat Ro-Ro

No	Manfaat	Satuan	Periode	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
1	Tiket Kapal Lebih Murah	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 0,17	Rp 0,17	Rp 0,17	Rp 0,18	Rp 0,18	Rp 0,19	Rp 0,19	Rp 0,19	Rp 0,20	Rp 0,20	Rp 0,21	Rp 0,21	Rp 0,22	Rp 0,22	Rp 0,23	Rp 0,23	Rp 0,23	Rp 0,24	Rp 0,24		
2	Penghasilan ABK	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 986	Rp 1.005	Rp 1.025	Rp 1.046	Rp 1.067	Rp 1.088	Rp 1.110	Rp 1.132	Rp 1.155	Rp 1.178	Rp 1.201	Rp 1.225	Rp 1.250	Rp 1.275	Rp 1.300	Rp 1.326	Rp 1.353	Rp 1.380	Rp 1.408	Rp 1.436	
3	Peningkatan Profit Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 2.295	Rp 2.341	Rp 2.388	Rp 2.435	Rp 2.484	Rp 2.534	Rp 2.584	Rp 2.636	Rp 2.689	Rp 2.743	Rp 2.797	Rp 2.853	Rp 2.910	Rp 2.969	Rp 3.028	Rp 3.089	Rp 3.150	Rp 3.213	Rp 3.278	Rp 3.343	
4	Pembukaan Minimarket	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 564	Rp 575	Rp 587	Rp 599	Rp 610	Rp 623	Rp 635	Rp 648	Rp 661	Rp 674	Rp 688	Rp 701	Rp 715	Rp 730	Rp 744	Rp 759	Rp 774	Rp 790	Rp 806	Rp 822	
5	Profit Hotel	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 24.628	Rp 25.121	Rp 25.623	Rp 26.136	Rp 26.659	Rp 27.192	Rp 27.736	Rp 28.290	Rp 28.856	Rp 29.433	Rp 30.022	Rp 30.622	Rp 31.235	Rp 31.860	Rp 32.497	Rp 33.147	Rp 33.810	Rp 34.486	Rp 35.176	Rp 35.879	
6	Opportunity Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 7.250	-Rp 7.395	-Rp 7.542	-Rp 7.693	-Rp 7.847	-Rp 8.004	-Rp 8.164	-Rp 8.328	-Rp 8.494	-Rp 8.664	-Rp 8.837	-Rp 9.014	-Rp 9.194	-Rp 9.378	-Rp 9.566	-Rp 9.757	-Rp 9.952	-Rp 10.151	-Rp 10.354	-Rp 10.561	
7	Penalty Cost	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 16.731	-Rp 17.066	-Rp 17.407	-Rp 17.755	-Rp 18.110	-Rp 18.472	-Rp 18.842	-Rp 19.219	-Rp 19.603	-Rp 19.995	-Rp 20.395	-Rp 20.803	-Rp 21.219	-Rp 21.643	-Rp 22.076	-Rp 22.518	-Rp 22.968	-Rp 23.427	-Rp 23.896	-Rp 24.374	
8	Pendapatan Tiket	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 10.385	Rp 10.904	Rp 11.449	Rp 12.022	Rp 12.623	Rp 13.254	Rp 13.917	Rp 14.613	Rp 15.343	Rp 16.110	Rp 16.916	Rp 17.764	Rp 18.650	Rp 19.582	Rp 20.561	Rp 21.589	Rp 22.669	Rp 23.802	Rp 24.994	Rp 26.242	
9	Emisi Gas Buang Kendaraan	Jt-Rp	2021-2040	Rp -	Rp 146	-Rp 148	-Rp 151	-Rp 154	-Rp 158	-Rp 161	-Rp 164	-Rp 167	-Rp 170	-Rp 174	-Rp 177	-Rp 181	-Rp 185	-Rp 188	-Rp 192	-Rp 196	-Rp 200	-Rp 204	-Rp 208	-Rp 212	
Total		Jt-Rp		Rp149.756,92	Rp 14.732	Rp 15.338	Rp 15.972	Rp 16.635	Rp 17.328	Rp 18.053	Rp 18.812	Rp 19.606	Rp 20.436	Rp 21.305	Rp 22.215	Rp 23.167	Rp 24.163	Rp 25.205	Rp 26.297	Rp 27.440	Rp 28.636	Rp 29.889	Rp 31.201	Rp 32.575	
No	Biaya	Satuan	Periode	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
1	Investasi Pembangunan Kapal	Jt-Rp	2021-2040	Rp 74.235																					
2	Biaya Operasional	Jt-Rp	2021-2040	Rp 13.044	Rp 13.305	Rp 13.571	Rp 13.842	Rp 14.119	Rp 14.402	Rp 14.690	Rp 14.983	Rp 15.283	Rp 15.589	Rp 15.900	Rp 16.218	Rp 16.543	Rp 16.874	Rp 17.211	Rp 17.555	Rp 17.906	Rp 18.265	Rp 18.630	Rp 19.003	Rp 19.383	
3	Biaya Perjalanan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 6.802	Rp 6.938	Rp 7.076	Rp 7.218	Rp 7.362	Rp 7.510	Rp 7.660	Rp 7.813	Rp 7.969	Rp 8.129	Rp 8.291	Rp 8.457	Rp 8.626	Rp 8.799	Rp 8.975	Rp 9.154	Rp 9.337	Rp 9.524	Rp 9.714	Rp 9.909	Rp 10.107	
4	Biaya Pelabuhan	Jt-Rp	2021-2040	Rp 5.475	Rp 5.585	Rp 5.697	Rp 5.811	Rp 5.927	Rp 6.045	Rp 6.166	Rp 6.290	Rp 6.415	Rp 6.544	Rp 6.675	Rp 6.808	Rp 6.944	Rp 7.083	Rp 7.225	Rp 7.369	Rp 7.517	Rp 7.667	Rp 7.820	Rp 7.977	Rp 8.136	
Total		Jt-Rp		Rp226.068,40	Rp 25.827	Rp 26.344	Rp 26.871	Rp 27.408	Rp 27.957	Rp 28.516	Rp 29.086	Rp 29.668	Rp 30.261	Rp 30.866	Rp 31.484	Rp 32.113	Rp 32.756	Rp 33.411	Rp 34.079	Rp 34.760	Rp 35.456	Rp 36.165	Rp 36.888	Rp 37.626	

### Lampiran 31 Analisis Load Factor Penumpang

Permintaan Penumpang	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Okttober	November	Desember
Malaysia Indonesia	1.685	1.432	1.296	1.389	1.478	1.436	1.599	1.362	1.313	1.520	1.676	1.347
Malaysia Indonesia PP	843	716	648	695	739	718	800	681	657	760	838	674
Indonesia Malaysia	2.762	2.325	3.062	2.875	2.842	2.732	2.982	3.651	2.816	3.046	3.451	3.849
Indonesia Malaysia PP	1.381	1.163	1.531	1.438	1.421	1.366	1.491	1.826	1.408	1.523	1.726	1.925
Permintaan Total	4.447	3.757	4.358	4.264	4.320	4.168	4.581	5.013	4.129	4.566	5.127	5.196
Permintaan PP	2.224	1.879	2.179	2.132	2.160	2.084	2.291	2.507	2.065	2.283	2.564	2.598
Kapasitas Angkut Catamaran	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586	12.586
Sisa Kapasitas	5.916	6.951	6.049	6.190	6.106	6.334	5.715	5.067	6.393	5.737	4.896	4.792

### Lampiran 32 Perhitungan Profit Bulanan

Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Okttober	November	Desember	Total
Penumpang	4.447	3.757	4.358	4.264	4.320	4.168	4.581	5.013	4.129	4.566	5.127	5.196	53.926
Pendapatan	Rp 2.901.213.461	Rp 2.451.058.910	Rp 2.843.150.048	Rp 2.781.824.646	Rp 2.818.358.928	Rp 2.719.194.447	Rp 2.988.634.780	Rp 3.270.470.673	Rp 2.693.750.929	Rp 2.978.848.811	Rp 3.344.844.033	Rp 3.389.859.488	Rp 35.181.209.155
Biaya	Rp 5.679.233.966	Rp 68.150.807.588											
Profit	-Rp 2.778.020.504	-Rp 3.228.175.055	-Rp 2.836.083.917	-Rp 2.897.409.320	-Rp 2.860.875.038	-Rp 2.960.039.518	-Rp 2.690.599.186	-Rp 2.408.763.293	-Rp 2.985.483.037	-Rp 2.700.385.154	-Rp 2.334.389.932	-Rp 2.289.374.477	-Rp 32.969.598.432

### Lampiran 33 Perhitungan Laba-Rugi

Tahun ke	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Investasi Pembangunan Kapal	Jt-Rp	Rp 33.622																				
Biaya Pelabuhan	Jt-Rp		Rp 9.179	Rp 9.638	Rp 10.120	Rp 10.626	Rp 11.157	Rp 11.715	Rp 12.301	Rp 12.916	Rp 13.562	Rp 14.240	Rp 14.952	Rp 15.700	Rp 16.485	Rp 17.309	Rp 18.174	Rp 19.083	Rp 20.037	Rp 21.039	Rp 22.091	Rp 23.196
Biaya Operasional	Jt-Rp		Rp 3.890	Rp 4.084	Rp 4.288	Rp 4.503	Rp 4.728	Rp 4.964	Rp 5.212	Rp 5.473	Rp 5.747	Rp 6.034	Rp 6.336	Rp 6.652	Rp 6.985	Rp 7.334	Rp 7.701	Rp 8.086	Rp 8.490	Rp 8.915	Rp 9.361	Rp 9.829
Biaya Bahan Bakar	Jt-Rp		Rp 6.142	Rp 6.449	Rp 6.772	Rp 7.110	Rp 7.466	Rp 7.839	Rp 8.231	Rp 8.643	Rp 9.075	Rp 9.529	Rp 10.005	Rp 10.505	Rp 11.031	Rp 11.582	Rp 12.161	Rp 12.769	Rp 13.408	Rp 14.078	Rp 14.782	Rp 15.521
Pendapatan	Jt-Rp		Rp 70.603	Rp 74.133	Rp 77.840	Rp 81.732	Rp 85.819	Rp 90.110	Rp 94.615	Rp 99.346	Rp 104.313	Rp 109.529	Rp 115.005	Rp 120.755	Rp 126.793	Rp 133.133	Rp 139.789	Rp 146.779	Rp 154.118	Rp 161.824	Rp 169.915	Rp 178.411
Laba - Rugi	Jt-Rp	-Rp 33.622	Rp 51.392	Rp 53.962	Rp 56.660	Rp 59.493	Rp 62.467	Rp 65.591	Rp 68.870	Rp 72.314	Rp 75.930	Rp 79.726	Rp 83.712	Rp 87.898	Rp 92.293	Rp 96.908	Rp 101.753	Rp 106.841	Rp 112.183	Rp 117.792	Rp 123.681	Rp 129.865

### Lampiran 35 Asumsi Biaya

Asumsi Operasional		
<b>Kebutuhan air tawar</b>		
	Itr/orang.hari	200
	ton/orang.hari	0,0
comm.days	hari/tahun	330
<b>asumsi asumsi biaya</b>		
<b>Harga Bahan Bakar</b>		
HSD	/Itr	Rp 8.500,00
MFO	/Itr	Rp 6.500
air tawar	/ton	Rp 1.978
<b>Biaya Operasional</b>		
gaji kru	Rp/orang.bulan	Rp 5.475.000
persediaan dan perbekalan	Rp/orang.hari	Rp 50.000
perbaikan dan perawatan	%harga kapal	Rp 1.536
harga minyak pelumas	Rp/Itr	Rp 50.000
asumsi	%harga kapal	2%
biaya umum	%OC	2%
kenaikan biaya	per 1 tahun	5%

### Lampiran 34 Data Kapal

Data Kapal		
<b>Tipe</b>		Ferry
Harga Kapal	Rp/Unit	Rp 30.711
DWT		TON
payload	orang	3.251
GT		589
LOA	Meter	37,62828713
T	meter	2,387340516
VS		
Isi	knot	20
Kosong	knot	20
Mesin		
ME	kw	960
AE	Kw	201,2131106
Jenis BBM		MFO
	AE	HSD
SFOC		
ME	gr/kw.jam	185,00
AE	gr/kw.jam	217
Jumlah Crew	orang	15
Umur Ekonomis	tahun	20
Umur Kapal	tahun	-
SLOC	Itr/kw.Jam	0,00015
Prosentase Waktu Berlayar		
Hari Kerja	Hari/Tahun	330
Konsumsi Lo	Liter/Tahun	385,1651754

### Lampiran 36 Biaya Operasional

Tahun Ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
kenaikan biaya			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%		
Gaji Crew	Rp/orang.tahun	Rp 985.500.000	Rp 1.034.775.000	Rp 1.086.513.750	Rp 1.140.839.438	Rp 1.197.881.409	Rp 1.257.775.480	Rp 1.320.664.254	Rp 1.386.697.467	Rp 1.456.032.340	Rp 1.528.833.957	Rp 1.605.275.655	Rp 1.685.538.437	Rp 1.769.816.409	Rp 1.858.307.230	Rp 1.951.222.591	Rp 2.048.783.721	Rp 2.151.222.907	Rp 2.258.784.052	Rp 2.371.723.255	Rp 2.490.309.418
Persediaan & Perbekalan	Rp/orang.tahun	Rp 247.500.000	Rp 259.875.000	Rp 272.863.750	Rp 286.512.188	Rp 300.837.797	Rp 315.879.687	Rp 331.673.671	Rp 348.257.355	Rp 365.670.222	Rp 383.953.733	Rp 403.151.420	Rp 423.308.991	Rp 444.474.441	Rp 466.698.163	Rp 490.033.071	Rp 514.534.724	Rp 540.261.461	Rp 567.274.534	Rp 595.638.260	Rp 625.420.173
minyak pelumas	Rp/Liter.tahun	Rp 19.258.259	Rp 20.221.172	Rp 21.232.230	Rp 22.293.842	Rp 23.408.534	Rp 24.578.961	Rp 25.807.909	Rp 27.098.304	Rp 28.453.219	Rp 29.875.880	Rp 31.369.674	Rp 32.938.158	Rp 34.585.066	Rp 36.314.319	Rp 38.130.035	Rp 40.036.537	Rp 42.038.364	Rp 44.240.282	Rp 46.347.296	Rp 48.664.661
Perbaikan dan Asuransi	Rp/tahun	Rp 1.535.532.692	Rp 1.612.309.327	Rp 1.692.924.793	Rp 1.777.571.033	Rp 1.866.449.585	Rp 1.959.772.064	Rp 2.057.760.667	Rp 2.160.648.701	Rp 2.268.681.136	Rp 2.382.115.192	Rp 2.501.220.952	Rp 2.626.282.000	Rp 2.757.596.100	Rp 2.895.475.905	Rp 3.040.249.700	Rp 3.192.262.185	Rp 3.351.875.294	Rp 3.519.469.059	Rp 3.695.442.512	Rp 3.880.214.637
TOTAL	Rp/Tahun	Rp 2.787.790.951	Rp 2.927.180.499	Rp 3.073.539.524	Rp 3.227.216.500	Rp 3.388.577.325	Rp 3.558.006.191	Rp 3.735.906.503	Rp 3.922.701.826	Rp 4.118.836.917	Rp 4.324.778.763	Rp 4.541.017.701	Rp 4.768.068.586	Rp 5.006.472.015	Rp 5.256.795.616	Rp 5.519.635.397	Rp 5.795.617.167	Rp 6.085.398.025	Rp 6.389.667.926	Rp 6.709.151.323	Rp 7.044.608.889
Umur kapal		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
pv	Rp/tahun	Rp 2.500.260.943	Rp 2.354.505.821	Rp 2.217.247.634	Rp 2.087.991.045	Rp 1.966.269.594	Rp 1.851.644.012	Rp 1.743.700.640	Rp 1.642.049.930	Rp 1.546.325.046	Rp 1.456.180.536	Rp 1.371.291.088	Rp 1.291.350.352	Rp 1.216.069.838	Rp 1.145.177.875	Rp 1.078.418.626	Rp 1.015.551.173	Rp 956.348.638	Rp 900.597.372	Rp 848.096.180	Rp 798.655.596

### Lampiran 37 Biaya Pelabuhan

Alat Angkut Pelabuhan					
Produktifitas B/M					
POL (Pelabuhan Asal 1)	ton/jam				
POD (Pelabuhan Tujuan)	ton/jam				
Waktu Pelabuhan					
Pelabuhan Belawan (AT+WT+IT) jam	jam				
Pelabuhan Penang (AT+WT+IT) jam	jam				
Biaya Pelabuhan Penang		Biaya Pelabuhan Belawan			
Labuh	Rp/GT Call	Labuh	Rp/GT Call	Rp	1.956
Sandar	Rp/GT/Etmal	Sandar	Rp/GT/Etmal	Rp	2.340
Pandu		Pandu			
Tarif Tetap	Rp/gerakan	Tarif Tetap	Rp/gerakan	Rp	2.340.876
Tarif Variable	Rp/GT/Gerakan	Tarif Variable	Rp/GT/Gerakan	Rp	955
Tunda		Tunda			
Tarif Tetap	Rp/Jam	Tarif Tetap	Rp/Jam	Rp	4.296.740
Tarif Variable	Rp/GT/jam	Tarif Variable	Rp/GT/jam	Rp	1.500

Lampiran 38 Biaya Perjalanan

Biaya Perjalanan		
Seatime	Jam/r.trip	6,15
POL	Jam/call	8,93
POD	Jam/call	8,93
Porttime	Jam/call	17,85
Total waktu	Jam/r.trip	48,00
	Hari/r.trip	2,00
Frekuensi	trip/tahun	165
	r/trip/tahun	82
Konsumsi Bahan Bakar		
ME	Liter / Trip	1.092
AE	Liter/ Trip	779
Air Tawar	Ton/R.trip	6
Biaya BBM	Jt-Rp/R.trip	Rp 14
	JT-Rp/Tahun	Rp 2.368

Lampiran 39 Biaya Pelabuhan

Perhitungan Biaya Pelabuhan		
<b>TCH</b>	Rp/tahun	
Biaya Bahan Baka	Rp/ Trip	Rp 14.350.068
	Rp/tahun	Rp 2.367.761.220
Biaya Pelabuhan		
<b>Pelabuhan Penar</b>	Rp/call	Rp 7.776.484
Labuh	Rp/call	Rp 1.152.775
Sandar	Rp/call	Rp 1.379.185
Pandu	Rp/call	Rp 5.244.524
Tunda	Rp/call	
<b>Pelabuhan Belaw</b>	Rp/call	Rp 6.131.480
labuh	Rp/call	Rp 953.627
sandar	Rp/call	Rp 1.047.942
pandu	Rp/call	Rp 4.129.910
tunda	Rp/call	
total biaya pelab	Rp/r.trip	Rp 13.907.964
	Rp/tahun	Rp 2.294.814.083
total biaya	Rp/tahun	Rp 21.561.571.826
	Rp/bulan	Rp 1.796.797.652
	Rp/orang	Rp 490



Unit Proporsi	
$W_{gear}$	= Berat Gear Box
=	$(0.34 \sim 0.4) \cdot \square(6)$
=	1,352 ton
	Panjang Poros
=	3.5 m untuk area gearbox, poros, gangway dsb + 1.5 m untuk area gangway
=	5,000 m 14%
$M_s/l$	= Berat Poros/Panjang Poros
=	$0.081 \cdot (\square(64 \& PD,$
=	0,175 ton/m
$M_s$	= Berat Poros Propeler
=	$M_s/l \cdot$
=	0,877 ton

### Lampiran 41 Berat Mesin

Unit Elektrikal	
$W_{gs}$	= Berat untuk 2 Genset
=	16 ton
Lain - Lain :	
$W_{ot}$	= $(0.04 \sim 0.07) \cdot PB$
=	27,9949 ton
Berat Total Permesinan	
$W_{total}$	= $W_e + W_{proptotal} + W_{gs} + W_{ot}$
=	61,453 ton

Titik Berat Machinery :	
$h_{db}$	= Tinggi Double bottom
=	$((350+45 \cdot B)) /$
=	0,89 m
$KG$	= $h_{db} + 0.35 \cdot (H - h_{db})$
=	2,331708 m
$LCB$	= Panjang Ceruk Buritan
=	$5\% \cdot L_{PP}$
=	1,80905 m
$LCG_{FP}$	= $L_{WL} - LCB - 5$
=	30,82 m
$LCG_M$	= $-(LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{PP})$
=	-12,729 m



## Lampiran 42 Berat Awak dan Konsumsi

<b>Konsumsi Fuel Oil</b>		
SFR	=	0,000189 ton/kW h
MCR	=	643,882 kW
Margin	=	10%
WFO'	=	$SFR \cdot MCR \cdot S/V_S \cdot (1+Margin)$
	=	0,823257808 ton
WFO	=	$(W\_FO' + 4\% \cdot W\_FO')/\pi$
	=	0,90 ton
<b>Jumlah &amp; Berat Crew</b>		
CST	=	1,2 ; COEF. STEWARD (1.2 ~ 1.33)
CDK	=	11,5 ; COEF. DECK (11.5 ~ 14.5)
CENG	=	8,5 ; COEF. ENGINE (8.5 ~ 11 untuk diesel)
CADET	=	; UMUMNYA 2 ORANG
ZC	=	$\lceil C \rceil \cdot st \cdot C_{dk} \cdot ((L\_PP \cdot B \cdot H \cdot 35) / [10]^5)^{(1/6)} + C_{eng} \cdot (BHP / [10]^5)^{(1/3)} + cadet$
	=	15,06492918 orang
ZC	=	15 orang
CC&E	=	0,075 ton/orang ; ASUMSI BERAT-BERAT MANUSIA
WC&E	=	Berat Kru Total
	=	$Z_c \cdot C_{c\&e}$
	=	1,125 ton
<b>Lubricating Oil</b>		
SFR	=	0,000001 ton/kW h
MCR	=	160,970 kW
Margin	=	10%
WLO'	=	$SFR \cdot MCR \cdot S/V_S \cdot (1+Margin)$
	=	0,00
WLO''	=	$(W\_LO' + 4\% \cdot W\_LC)$
	=	0,002448171 ton
<b>Diesel Oil</b>		
CDO	=	0,15
WDO'	=	$W_{FO} \cdot C_{DO}$
	=	0,135187598 ton
WDO'	=	$(W\_DO' + 2\% \cdot W\_DO')/\pi$
	=	0,162 ton
<b>Provision &amp; Store</b>		
CPR	=	5 kg/orang hari
	=	0,000208333 ton/ orang jam
WPR	=	$\lceil C \rceil \cdot P \cdot S/V_S \cdot Z_c$
	=	0,299 ton
<b>Total Berat Consumable and Crew (WCONS)</b>		
	=	$W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO}$
	=	7,2380712739180 ton

Lampiran 43 Perhitungan Tonase

<b>Gross Tonnage</b>	
$V_U$	= $\Delta \cdot ((1.25 \cdot H/T) - 0.115)$
	= $1487,596376 \text{ m}^3$
$V_H$	= $V_{PO} + V_{FC} + V_{DH}$
	= $720,855 \text{ m}^3$
$V$	= $V_U + V_H$
	= $2208,451 \text{ m}^3$
$K_1$	= $0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V$
	= $0,266881757$
$GT$	= $V \cdot K_1$
	= $589,3953849 \text{ GT}$

<b>Net Tonnage</b>	
$V_{r'}$	= $1.900$
$K_2$	= $0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_C$
	= $0$
$K_3$	= $[1.25]^{(GT)}$
	= $1,266548557$
$a$	= $K_2 \cdot V_{r'} \cdot ((4 \cdot T))$
	= $203,7849372$
jadi,	$a \geq 0.25 \cdot GT$
<b>Kondisi</b>	= <b>Diterima</b>

#### Lampiran 44 Perhitungan Berat Total

Berat Baja		
WST	=	415,0088358 ton
LCGST	=	20,80031606 m
Berat Peralatan & Perlengkapan		
WE&O	=	30,82625061 ton
KGE&O	=	10,52189818 m
LCGE&O	=	27,99059543 m
Berat Consumable		
WCONS	=	7,238071274 ton
KGCONS	=	4,044047917 ton
LCGCONS	=	30,67314642 ton
KOREKSI		
Displasemen	=	593,193796 ton
Selisih Displasemen	=	9,094
Margin	=	2%
Kondisi	=	Diterima

Berat Permesinan		
WM	=	61,45271828 ton
KGM	=	2,331707745 m
Berat Payload		
Wpayload	=	70 ton
Kgpayload	=	$(H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$ 2,954582
LCGpayload	=	$(0.5 \cdot L_{RM}) + (0.5 \cdot \text{koferdam}) + L_{CH}$ 14,77664
Berat Total		
W	=	$LWT + W_{cons} + W_{payload}$
	=	584,100 ton
Berat LWT		
LWT	=	$W_{ST} + W_{E&O} + W_M$
	=	507,288 ton

## Lampiran 45 Perhitungan Propulsi

Perhitungan Awal		Propulsive Coefficient Calculation (X)	Shaft Horse Power
1+k	= 1,226	$\eta_H$ = Hull Efficiency = $(1-t)/(1-w)$ = 0,974	$\eta_S$ = Shaft Efficiency ; (0,981 ~ 0,985) = 0,98 ; untuk mesin di after
$C_F$	= $0,075/[(\log_{10} Rn - 2)]^2$	$\eta_O$ = Open Water Test Propeller Efficiency = $(J/(2 \cdot n)) \cdot (KT/KQ)$ ; Wageningen B-Series	$PS$ = Shaft Power = $PD/\eta_L$ = 685,874 kW
	= 0,00177	$\eta_r$ = Rotative Efficiency ; Ship Resistance and Propulsion Modul 7 hal. 2 = 0,985	
$C_A$	= 0,0007	$\eta_D$ = Quasi-Propulsive Coefficient = $\eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r$ = 0,576	<b>Brake Horse Power Calculation (BHP)</b>
$C_V$	= $(1+k) \cdot C_F + C_A$ = 0,0028466	$PD$ = Delivered Power at Propeller = $\eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r$ = 672,1567703 kW	$\eta_R$ = Reduction Gear Efficiency = 0,98
$w$	= $0,3 \cdot C_B + 10 \cdot C_V \cdot C_B - 0,1$ = 0,076		$PB_0$ = Brake Horse Power ( $BHP_0$ ) = $PS/\eta_R$ = 699,872 kW
$t$	= 0,1 ; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163		Koreksi MCR = 15% · $P_{B0}$ $PB$ = $(115\% \cdot P_{B0})$ = 804,852 kW
$V_a$	= Speed of Advance = $V_S \cdot (1-w)$ = 4,748		$BHP$ = 1079,325 HP

## BIODATA PENULIS



Raihan Ruhama Azhari Setyono adalah nama penulis Tugas Akhir ini. Penulis dilahirkan di Bandung, Jawa Barat pada tanggal 30 Maret 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Rahasia Rommel Purnomo Siregar dan Sri Sedyati. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Priangan Bandung tahun 2004-2010, SMP Negeri 7 Bandung tahun 2010-2013, dan SMA Negeri 1 Bandung tahun 2013-2016. Pada tahun 2016, penulis diterima di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Jurusan Transportasi Laut (saat ini Departemen Teknik Transportasi Laut), Fakultas Teknologi Kelautan. Selama menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, penulis ikut serta dan aktif dalam berbagai organisasi, pelatihan dan kegiatan, di antaranya sebagai Staff Departemen PSDM HIMASEATRANS, Staff Departemen BEM FTK, Staff Kementerian PSDM BEM ITS dan Koordinator OC HIMASEATRANS pada tahun 2017-2018. Pada tahun 2019 penulis berkesempatan menjadi Kepala Departemen Dalam Negeri BEM FTK. Selain itu, penulis pernah mengikuti kegiatan pelatihan seperti LKMM TD HIMASEATRANS, LKMM TM FTK-ITS dan LKMM TL NASIONAL pada tahun 2018.

Apabila pembaca ingin menghubungi penulis, dapat melalui email: [raihansiregarr@gmail.com](mailto:raihansiregarr@gmail.com)