



**TUGAS AKHIR - MS141501**

**ANALISIS DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN  
PELABUHAN PENGUMPUL TOL LAUT: STUDI  
KASUS PELABUHAN TAHUNA, KEPULAUAN  
SANGIHE**

**ABDUR RAFI ADDARAJAD  
NRP. 0441144000039**

**Dosen Pembimbing:**

**Ir. Tri Achmadi, Ph.D.**

**Christino Boyke SP, S.T., M.T.**

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



---

**TUGAS AKHIR - MS141501**

**ANALISIS DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN  
PELABUHAN PENGUMPUL TOL LAUT: STUDI  
KASUS PELABUHAN TAHUNA, KEPULAUAN  
SANGIHE**

**ABDUR RAFI ADDARAJAD  
NRP. 0441144000039**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.  
Christino Boyke SP, S.T., M.T.**

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



**FINAL PROJECT - MS141501**

**Development Planning of Port of Tahuna in  
Sangihe Island as a Support For Tol Laut**

**ABDUR RAFI ADDARAJAD  
NRP. 0441144000039**

**Supervisor:**

**Ir. Tri Achmadi, Ph.D.  
Christino Boyke SP, S.T., M.T.**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN PELABUHAN PENGUMPUL TOL LAUT: STUDI KASUS PELABUHAN TAHUNA, KEPULAUAN SANGIHE

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

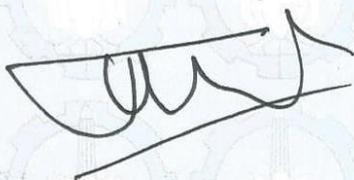
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ABDUR RAFI ADDARAJAD**  
NRP. 0441144000039

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I



**Ir. Tri Achmadi, Ph.D.**

**NIP. 19650110 198803 1 001**

Dosen Pembimbing II



**Christino Boyke SP, S.T., M.T.**

**NIP. 19831030 201504 1 000**

**SURABAYA, JULI 2018**



## LEMBAR REVISI

# ANALISIS DAN PERENCANAAN PENGEMBANGAN PELABUHAN PENGUMPUL TOL LAUT: STUDI KASUS PELABUHAN TAHUNA, KEPULAUAN SANGIHE

## TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 17 Juli 2018

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

Oleh:

**ABDUR RAFI ADDARAJAD**  
NRP. 0441144000039

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr.-Ing. Setyo Nugroho
2. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA
3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.
4. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Christino Boyke SP, S.T., M.T.



SURABAYA, JULI 2018

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan Tugas Akhir penulis yang berjudul **“Analisis dan Perencanaan Pengembangan Pelabuhan Pengumpul Tol Laut: Studi Kasus Pelabuhan Tahuna, Kepulauan Sangihe”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Christino Boyke SP, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan arahan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
2. Dosen-dosen Departemen Teknik Transportasi Laut atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
3. Mama, Ayah, Rauf, Dampa, Pak Maok dan anggota keluarga lain yang selalu memberikan dukungan moril dan materil, doa-doa yang mengalir tanpa putus dan dukungan untuk membantu akan kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
4. Teman-teman dari Seatrans 2014 (T-12 Danforth), Keluarga SEE YOU ON TOP (Jamil Dio, Nona, Devita, Dola, Algar), Warsus, RUN-GK5, UKM Musik, Keluarga Kos BF-12 yang telah memberikan ilmu, tawa, dan keluarga selama penulis merantau di Surabaya serta senantiasa memberikan dukungannya agar penulis lancar dalam kuliah dan mengerjakan tugas akhir.
5. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Juli 2018

Abdur Rafi Addarajad

## **Analisis dan Perencanaan Pengembangan Pelabuhan Pengumpul Tol Laut: Studi Kasus Pelabuhan Tahuna, Kepulauan Sangihe**

Nama Mahasiswa : Abdur Rafi Addarajad  
NRP : 04411440000039  
Jurusan / Fakultas : Teknik Transportasi Laut /  
Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.  
2. Christino Boyke SP, S.T., M.T.

### **ABSTRAK**

Harga bahan pokok di wilayah kepulauan terluar Indonesia jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan harga jual di Pulau Jawa. Melalui program Tol Laut pemerintah berupaya meningkatkan konektivitas, menjamin ketersediaan bahan pokok sekaligus mengurangi disparitas harga dengan melalui angkutan laut yang terjadwal dan bersubsidi. Trayek T-4 dengan Pelabuhan Tahuna sebagai salah satu pelabuhan singgahnya, pada penelitian ini direncanakan menjadi pelabuhan pengumpul Tol Laut untuk mendistribusikan muatan ke pulau-pulau lain di Kepulauan Sulawesi Utara yang akan ditunjang dengan kapal *feeder* karena permintaan dari pulau-pulau lain untuk ikut merasakan dampak dari muatan angkutan barang yang disubsidi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perencanaan pengembangan pada Pelabuhan Tahuna untuk mempersiapkan pelabuhan menjadi pelabuhan pengumpul Tol Laut dan mendapatkan perencanaan pola operasi dari kapal *feeder* untuk mendistribusikan muatan ke pelabuhan pengumpulan. Hasil penelitian didapatkan pengembangan pelabuhan jangka pendek (2018-2022) yaitu: pengembangan dermaga A (*cargo*) sebesar 56 x 20 m, dermaga B (penumpang) sebesar 70 x 12 m, lapangan penumpukan petikemas sebesar 50 x 35 m (492 teus), pelebaran gudang 40 x 23 m, penambahan 2 unit *reachstacker* dan pelebaran jalan sebesar 8 x 10 m dengan total biaya sebesar Rp. 77.319.526.000,- Pengembangan pelabuhan jangka menengah (2018-2027) yaitu: pengembangan dermaga A (*cargo*) sebesar 88 x 20 m, lapangan penumpukan petikemas sebesar 15 x 35 m (528 teus) dan pelebaran gudang 40 x 30 m dengan total biaya sebesar Rp. 44.783.611.000,- Pengembangan pelabuhan jangka panjang (2018-2032) yaitu: pengembangan gudang 40 x 38 m dengan total biaya sebesar Rp. 874.000.000,- dan didapatkan rute optimum yaitu: Sangihe – Kahakitang – Siau – Tagulandang – Biaro – Lirung – Melanguane – Kakorotan – Miangas – Marore – Sangihe dengan jarak sebesar 522 nm dan kapal *feeder* tipe kapal *General Cargo (Geared Vessel)* memiliki panjang 77 m, lebar 13,6 m, tinggi 6,7 m, sarat 4,7 m dengan kecepatan 12 knot yang ditempuh selama 9 hari untuk mengangkut kebutuhan bahan pokok sebesar 2550 ton dan biaya satuan sebesar Rp. 1.717,-/ton/nm.

**Kata kunci:** tol laut, pengembangan pelabuhan, pelabuhan pengumpul, pola operasi, kapal *feeder*.

## **Development Planning of Port of Tahuna in Sangihe Island as a Support For Tol Laut**

Author : Abdur Rafi Addarajad  
ID No. : 04411440000039  
Dept. / Faculty : Marine Transport Engineering /  
Marine Technology  
Supervisors : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.  
2. Christino Boyke SP, S.T., M.T.

### **ABSTRACT**

The price of primary materials in the outer islands of Indonesia is much more expensive when compared to prices in Java. Through the government's program Tol Laut, it enhances connectivity between islands, guarantee the availability of basic materials also reduce price disparities by way of scheduled and subsidized freight transport. The T-4 Tol Laut's route with the Port of Tahuna as one of its transit ports, in this study became a hub port to distribute to the other islands in the North Sulawesi Islands which will be supported by feeder vessel due to demand from other islands to share the impact of subsidized freight transport. This study aims to make a port development planning for the Port of Tahuna and create an operating pattern for feeder vessel to distributing freight to the other islands. The results of this study obtain the short-term port development planning (2018-2022) with pier A development of 56 x 20 m and pier B of 70 x 12 m, container yard of 50 x 35 m (492 teus), warehouse widening to 40 x 23 m, 2 units reachstacker and road widening to 8 x 10 m with a total cost of Rp. 77.319.526.000,- Medium-term port development planning (2018-2027) with pier A development of 88 x 20 m, container yard of 15 x 35 m (528 teus) and warehouse widening to 40 x 30 m with a total cost of Rp. 44.783.611.000,- Long-term port development planning (2018-2032) with warehouse widening to 40 x 38 m with a total cost of Rp. 874.000.000,- and obtained the optimal route are: Sangihe – Kahakitang – Siau – Tagulandang – Biaro – Lirung – Melanguane – Kakorotan – Miangas – Marore – Sangihe with the distance of 522 nm and ship type General Cargo (Geared Vessel) has a length of 77 meters, width of 13.6 meters, height 6.7 meters, draft 4.7 meters with a speed of 12 knots with a roundtrip of 9 day to distribute cargo of 2550 tons with unit cost of Rp. 1.717,-/ton/nm.

**Keywords:** tol laut, port development, hub port, operating pattern, feeder vessel.

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR REVISI .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Hipotesis .....	4
1.7 Sistematika Tugas Akhir .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pelabuhan.....	7
2.2 Perencanaan Pelabuhan .....	11
2.2.1 Tinjauan Persyaratan dan Perlengkapan Pelabuhan.....	14
2.3 Terminal.....	15
2.3.1 Terminal Petikemas.....	15
2.3.2 Terminal <i>General Cargo</i> .....	22
2.4 Dermaga.....	23
2.5 Operasional Pelabuhan .....	24
2.5.1 Pembagian Waktu Kapal di Pelabuhan .....	24

2.5.2	Kinerja Bongkar Muat Kapal .....	26
2.5.3	Utilitas Fasilitas dan Peralatan Terminal .....	26
2.6	Analisis Biaya Transportasi Laut .....	27
2.6.1	Biaya Modal ( <i>Capital Cost</i> ) .....	28
2.6.2	Biaya Operasional ( <i>Operating Cost</i> ).....	29
2.6.3	Biaya Pelayaran ( <i>Voyage Cost</i> ).....	32
2.6.4	Biaya Bongkar Muat ( <i>Cargo Handling Cost</i> ) .....	34
2.7	Teori Optimasi .....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		37
3.1	Metode Pengumpulan Data .....	37
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	37
3.3	Analisis Kondisi Eksisting.....	39
3.4	Pengolahan Data.....	39
3.4.1	Tahap Analisis Arus Barang dan Penumpang Eksisting .....	40
3.4.2	Tahap Perhitungan Demand .....	40
3.4.3	Penentuan Pola Operasi.....	40
3.4.4	Tahap Optimasi Ukuran Kapal.....	41
3.4.5	Tahap Perhitungan Biaya Kapal.....	41
3.4.6	Tahap Perhitungan Pergerakan Arus Barang Kedepan .....	41
3.4.7	Tahap Perhitungan Kebutuhan Pengembangan Pelabuhan .....	41
3.4.8	Tahap Rencana Pengembangan Pelabuhan .....	41
3.4.9	Tahap Perhitungan Biaya Pengembangan Pelabuhan .....	42
3.4.10	Tahap Analisis Biaya Manfaat .....	42
3.4.11	Kesimpulan dan Saran.....	42
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		43
4.1	Gambaran Umum Wilayah Provinsi Sulawesi Utara .....	43
4.2	Gambaran Umum Wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe .....	44

4.2.1	Kondisi Fisik dan Klimatologi .....	45
4.2.2	Kondisi Kependudukan .....	46
4.3	Pelabuhan Tahuna.....	47
4.3.1	Hinterland Pelabuhan .....	48
4.3.2	Kondisi Akses Jalan .....	49
4.3.3	Kondisi Bathimetri .....	49
4.3.4	Kondisi Pasang Surut .....	50
4.3.5	Kondisi Arus dan Gelombang .....	50
4.3.6	Fasilitas Pelabuhan Tahuna.....	51
4.3.7	Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna .....	55
4.3.8	Trayek kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna.....	56
4.3.9	Jumlah Kunjungan Kapal .....	57
4.3.10	Arus Barang dan Penumpang .....	58
4.3.11	Utilitas Fasilitas Pelabuhan Tahuna .....	60
4.4	Perencanaan Demand Kebutuhan Bahan Pokok Tol Laut.....	62
4.4.1	Tol Laut .....	62
4.4.2	Jumlah Penduduk dan Estimasi Kebutuhan Bahan Pokok.....	64
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>71</b>
5.1	Analisis Pergerakan Barang dan Penumpang Pelabuhan Tahuna .....	71
5.1.1	Analisis Arus Barang (Cargo) .....	71
5.1.2	Analisis Arus Petikemas.....	72
5.1.3	Analisis Arus Penumpang .....	74
5.2	Analisis Arus Kunjungan Kapal .....	75
5.3	Rancangan Pengembangan Pelabuhan .....	76
5.3.1	Rencana Pengembangan Gudang .....	76
5.3.2	Rencana Pengembangan Lapangan Penumpukan Petikemas.....	79

5.3.3	Rencana Pengembangan Terminal Penumpang .....	81
5.3.4	Rencana Pengembangan Dermaga .....	83
5.3.5	Kebutuhan Fasilitas Bongkar Muat Pelabuhan .....	86
5.3.6	Pelebaran Jalan Pelabuhan .....	86
5.4	Rencana Pengembangan Pelabuhan .....	87
5.5	Desain Layout Pelabuhan .....	89
5.6	<i>Cost Benefit Analysis</i> Pengembangan Pelabuhan Tahuna.....	92
5.6.1	<i>Cost</i> .....	92
5.6.2	<i>Benefit</i> .....	94
5.6.3	<i>Cost Benefit Ratio</i> .....	95
5.7	Perencanaan Kapal <i>Feeder</i> dan Rute Transportasi.....	96
5.7.1	Perhitungan Berat Kapal .....	99
5.7.2	<i>Commision Days</i> dan Frekuensi Kapal .....	99
5.7.3	<i>Sea Time</i> .....	100
5.7.4	<i>Port Time</i> .....	100
5.7.5	<i>Roundtrip Days</i> .....	101
5.7.6	Ukuran Utama Kapal.....	102
5.7.7	Struktur Biaya .....	103
5.7.8	Biaya Satuan.....	104
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		105
6.1	Kesimpulan.....	105
6.2	Saran .....	106
DAFTAR PUSTAKA .....		107
LAMPIRAN .....		108
BIODATA PENULIS .....		129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rute Tol Laut T4 (Surabaya – Makassar – Tahuna) 2018 .....	1
Gambar 1.2 Pelabuhan Tahuna, Kepulauan Sangihe .....	2
Gambar 2.1 Petikemas <i>Dry Cargo</i> .....	16
Gambar 2.2 <i>Reach Stracker</i> dan <i>Forklift Truck</i> .....	17
Gambar 2.3 <i>Straddle Carrier</i> .....	17
Gambar 2.4 <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i> .....	18
Gambar 2.5 <i>Container Yard</i> .....	19
Gambar 2.6 <i>Container Freight Station</i> .....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4.1 Provinsi Sulawesi Utara.....	43
Gambar 4.2 Peta Kabupaten Kepulauan Sangihe.....	44
Gambar 4.3 Pelabuhan Tahuna .....	47
Gambar 4.4 Pelabuhan Tahuna Kepulauan Sangihe .....	48
Gambar 4.5 Kota Tahuna .....	48
Gambar 4.6 Kondisi Jalan Masuk Pelabuhan Tahuna.....	49
Gambar 4.7 Kondisi Jalan Keluar Pelabuhan Tahuna.....	49
Gambar 4.8 <i>Fetch</i> di Perairan Tahuna .....	50
Gambar 4.9 Dermaga A ( <i>Cargo</i> ) Pelabuhan Tahuna.....	51
Gambar 4.10 Dermaga B Pelabuhan Tahuna .....	52
Gambar 4.11 Lapangan Penumpukan Kapasitas 300 Teus .....	53
Gambar 4.12 Proses Bongkar Muat Petikemas .....	53
Gambar 4.13 Terminal Penumpang Pelabuhan Tahuna.....	54
Gambar 4.14 Gudang Pelabuhan Tahuna 40 x 15 m.....	54
Gambar 4.15 Proses Bongkar Muat Petikemas dengan <i>Forklift</i> 28 ton.....	54
Gambar 4.16 Kapal Gloria 28 .....	56
Gambar 4.17 Kapal Penumpang Mercy Teratai.....	56
Gambar 4.18 Grafik Kunjungan Kapal Pelabuhan Tahuna.....	58
Gambar 4.19 Grafik Arus Barang Pelabuhan Tahuna 2012 - 2017 .....	59
Gambar 4.20 Grafik Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna 2012 - 2017 .....	59
Gambar 4.21 KM. Logistik Nusantara I.....	62

Gambar 4.22 Grafik Proyeksi Jumlah Penduduk .....	67
Gambar 4.23 Grafik Demand Terhadap Populasi Penduduk Tahun 2018 .....	69
Gambar 5.1 Grafik Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Tahuna 2018 – 2032.....	72
Gambar 5.2 Grafik Arus Petikemas Pelabuhan Tahuna 2018 - 2032 .....	73
Gambar 5.3 Grafik Proyeksi Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna .....	75
Gambar 5.4 Grafik Proyeksi Kunjungan Kapal Pelabuhan Tahuna.....	76
Gambar 5.5 Grafik Kebutuhan Luas Gudang dan Pengembangannya.....	78
Gambar 5.6 Grafik Kebutuhan Luas <i>Container Yard</i> dan Pengembangannya .....	80
Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Kebutuhan Luas Terminal dan Luas Eksisting	82
Gambar 5.8 Jembatan Garbarata untuk Jembatan Penumpang .....	83
Gambar 5.9 Kapal Berlabuh Secara Susun Sirih.....	84
Gambar 5.10 Lebar Jalan Pelabuhan Sebesar 8 meter .....	86
Gambar 5.11 Lebar Jalan di Depan Pos Jaga Pelabuhan Tahuna .....	87
Gambar 5.12 Layout Eksisting Pelabuhan Tahuna .....	90
Gambar 5.13 Layout Rencana Pengembangan Jangka Pendek (2018 – 2022).....	90
Gambar 5.14 Layout Rencana Pengembangan Jangka Menengah (2018 – 2027)	91
Gambar 5. 15 Layout Rencana Pengembangan Jangka Panjang (2018 – 2032)...	91
Gambar 5.16 Rute Kapal <i>Feeder</i> Tol Laut.....	98
Gambar 5. 17 Grafik Biaya Satuan / Ton Setiap Pulau.....	104

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Realisasi Muatan Tol Laut Tahuna 2017 .....	3
Tabel 2.1 Luasan diperlukan per TEU .....	22
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kabupaten Kepulauan Sangihe Tahun 2016 .....	46
Tabel 4.2 Fasilitas Laut Pelabuhan Tahuna .....	51
Tabel 4.3 Fasilitas Darat Pelabuhan Tahuna .....	52
Tabel 4.4 Spesifikasi Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna .....	55
Tabel 4.5 Rute Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna .....	56
Tabel 4.6 Arus Barang dan Penumpang Pelabuhan Tahuna .....	58
Tabel 4.7 <i>Shed Occupancy Ratio</i> (SOR) Pelabuhan Tahuna .....	60
Tabel 4.8 <i>Berth Occupancy Ratio</i> (BOR) Pelabuhan Tahuna .....	61
Tabel 4.9 <i>Yard Occupancy Ratio</i> (YOR) Pelabuhan Tahuna .....	61
Tabel 4.10 Summary KM. Logistik Nusantara (Tol Laut T4) .....	63
Tabel 4.11 Penurunan Harga Bahan Pokok Pulau Sangihe 2018 .....	63
Tabel 4.12 Konsumsi Bahan Pokok .....	64
Tabel 4.13 Daftar Pulau di Kepulauan Sulawesi Utara .....	64
Tabel 4.14 Jumlah Penduduk Kepulauan Sulawesi Utara .....	65
Tabel 4.15 Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun 2018 – 2032 .....	66
Tabel 4.16 Kebutuhan Bahan Pokok (Ton/Roundtrip) .....	68
Tabel 4.18 Total Demand Pelabuhan Pengumpul .....	69
Tabel 4.19 Total Demand Pelabuhan Pengumpan .....	70
Tabel 5.1 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Tahuna .....	71
Tabel 5.2 Proyeksi Arus Petikemas Pelabuhan Tahuna Sebagai <i>Hub</i> Tol Laut ...	73
Tabel 5.3 Proyeksi Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna .....	74
Tabel 5.4 Kunjungan Kapal Pelabuhan Tahuna .....	75
Tabel 5.5 Kebutuhan Luas Gudang .....	77
Tabel 5.6 Rekapitulasi Kebutuhan Luas Gudang Pelabuhan Tahuna .....	77
Tabel 5.7 Biaya Pengembangan Gudang Jangka Pendek 2018 .....	78
Tabel 5.8 Biaya Pengembangan Gudang Jangka Menengah 2023 .....	78
Tabel 5.9 Biaya Pengembangan Gudang Jangka Panjang 2028 .....	78
Tabel 5.10 Kebutuhan Luas Lapangan Penumpukan Petikemas .....	79

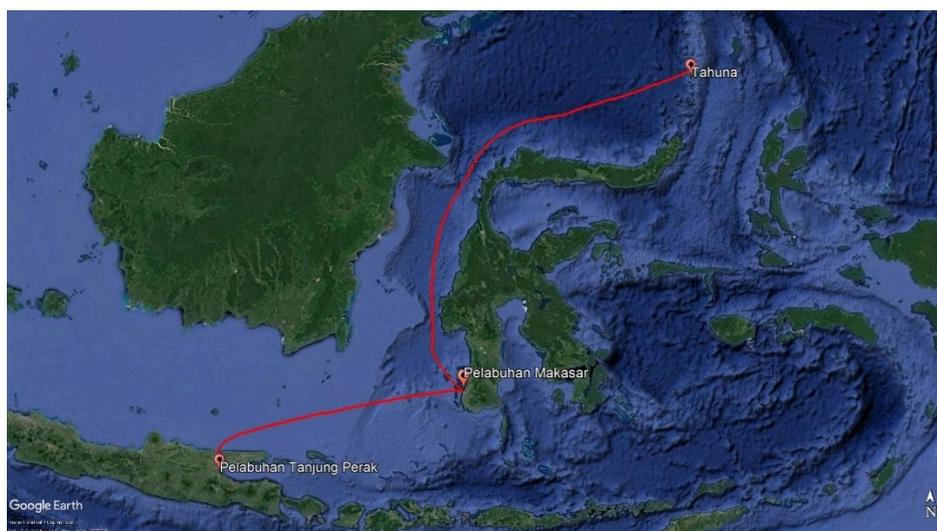
Tabel 5.11 Rekapitulasi Kebutuhan Lapangan Penumpukan Pelabuhan Tahuna .	80
Tabel 5.12 Biaya Pengembangan Lapangan Penumpukan Jangka Pendek .....	81
Tabel 5.13 Biaya Pengembangan Lapangan Penumpukan Jangka Menengah .....	81
Tabel 5.14 Kebutuhan Luas Terminal Penumpang .....	82
Tabel 5.15 Rencana Pengembangan Dermaga A .....	84
Tabel 5.16 Rencana Pengembangan Dermaga B .....	84
Tabel 5.17 Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Pendek.....	85
Tabel 5.18 Biaya Pengembangan Dermaga B Jangka Pendek.....	85
Tabel 5.19 Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Menengah .....	85
Tabel 5.20 Biaya Penambahan Fasilitas Bongkar Muat Pelabuhan.....	86
Tabel 5.21 Biaya Pelebaran Jalan Pelabuhan Tahuna.....	87
Tabel 5.22 Rekapitulasi Kebutuhan Pengembangan Pelabuhan Tahuna .....	88
Tabel 5.23 Biaya Pengembangan Pelabuhan Tahuna .....	92
Tabel 5.24 Biaya Operasional Pelabuhan Tahuna .....	93
Tabel 5. 25 Benefit Pengembangan Pelabuhan Tahuna 2018 - 2022 (dalam Juta Rupiah).....	94
Tabel 5.26 <i>Cost Benefit Ratio</i> Pengembangan Pelabuhan Tahuna .....	95
Tabel 5.27 Matriks Jarak (nm) .....	97
Tabel 5.28 Jarak Rute <i>Feeder</i> Tol Laut.....	98
Tabel 5.29 Kedalaman Masing-Masing Pelabuhan.....	99
Tabel 5.30 <i>Port Time</i> Setiap Pelabuhan .....	101
Tabel 5.31 Hasil Solver Kapal <i>Feeder</i> .....	102
Tabel 5. 32 Struktur Biaya Kapal <i>Feeder</i> Tol Laut.....	103
Tabel 5.33 Biaya Satuan Setiap Pulau .....	104



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perbandingan PDB antara Kawasan Timur Indonesia dan Kawasan Barat Indonesia, yaitu 18,6% berbanding 81,4% menunjukkan pemerataan ekonomi yang masih timpang antara Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) yang berdampak pada disparitas harga yang tinggi. Melalui program Tol Laut, pemerintah berupaya meningkatkan konektivitas antara Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekaligus mengurangi disparitas harga melalui angkutan laut yang terjadwal dan bersubsidi. Pada tahun 2015 Pemerintah telah menetapkan trayek Tol Laut melalui Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Laut Nomor Al.108/6/2/Djpl-15 Tanggal 26 Oktober 2015 Tentang Jaringan Trayek Penyelenggaraan Kewajiban Pelayanan Publik Untuk Angkutan Barang Dalam Rangka Pelaksanaan Tol Laut.



**Gambar 1.1 Rute Tol Laut T4 (Surabaya – Makassar – Tahuna) 2018**

Salah satu trayek yang ditetapkan adalah T-4 yang dilayani dengan kapal petikemas, dengan rute dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya menuju Pelabuhan singgah Makassar, dan Pelabuhan Tahuna.

Tol Laut sendiri adalah konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayani secara rutin dan terjadwal dari Kawasan Barat Indonesia (KBI) ke Kawasan Timur Indonesia (KTI). Dengan tujuan untuk menjangkau dan mendistribusikan logistik ke daerah tertinggal, terpencil, terluar, perbatasan dan

untuk menjamin ketersediaan barang dan mengurangi disparitas harga guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Terjadinya disparitas harga barang pokok dan barang penting yang sangat signifikan, ditambah pendapatan masyarakat di KTI jauh lebih kecil dibanding dengan KBI sehingga daya beli masyarakat di KTI sangat lemah contohnya di wilayah Kepulauan Sangihe. Disparitas harga terjadi disebabkan karena produk kebutuhan bahan pokok dan bahan penting yang dikonsumsi di KTI sebagian besar diproduksi di KBI karena pembentukan harga barang dipengaruhi oleh biaya transportasi. Kesiapan transportasi laut baik sarana seperti kesiapan pelabuhan dan kapal maupun prasarana diharapkan akan menekan disparitas harga antara Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI).

Kabupaten Kepulauan Sangihe merupakan salah satu wilayah di Kawasan Timur Indonesia (KTI) yang letaknya terpencil, berada diantara Pulau Sulawesi dan Pulau Mindanao (Republik Philipina) sehingga Kabupaten Kepulauan Sangihe dikategorikan sebagai daerah perbatasan. Sebagai wilayah kepulauan maka transportasi laut menjadi sarana yang vital untuk menghubungkan antar pulau-pulau disekitarnya.



*Sumber: KUPP Tahuna*

**Gambar 1.2 Pelabuhan Tahuna, Kepulauan Sangihe**

Pelabuhan Tahuna adalah pelabuhan terbesar di Kepulauan Sulawesi Utara, seiring dengan aktivitas Pelabuhan yang semakin meningkat, Pelabuhan Tahuna berfungsi sebagai pelabuhan pengumpul sekaligus sebagai sarana dan prasarana bongkar muat *cargo* serta transportasi perintis Provinsi Sulawesi Utara.

Untuk menunjang mobilisasi dan perekonomian pada Kepulauan Sulawesi Utara, transportasi laut masih menjadi transportasi utama bagi proses distribusi logistik dan arus penumpang dari dan menuju wilayah Sulawesi sehingga infrastruktur pelabuhan menjadi pemeran utama dalam kegiatan tersebut.

**Tabel 1.1 Realisasi Muatan Tol Laut Tahuna 2017**

<b>Voyage</b>	<b>Realisasi Muatan Tol Laut di Tahuna 2017</b>
Voy 1	46 TEUS
Voy 2	55 TEUS
Voy 3	50 TEUS
Voy 4	42 TEUS
Voy 5	56 TEUS
Voy 6	51 TEUS
<b>Total</b>	<b>300 TEUS</b>

*Sumber: Realisasi Tol Laut 2017, Kementerian Perhubungan*

Melihat data realisasi Tol Laut tahun 2017, trayek T4 ini hanya memiliki 6 roundtrip, jauh dari target dari pemerintah yaitu sebesar 18 roundtrip, dibandingkan dengan trayek tol laut rute Enggano dan Natuna dapat memenuhi target yaitu 18 dan 22 roundtrip.

Kapal Tol Laut sendiri hanya mendistribusikan muatan ke Tahuna saja dimana pulau lain disekitar Kepulauan Sangihe tidak dapat ikut merasakan dampak dari muatan bersubsidi. Maka pada penelitian ini akan direncanakan muatan bersubsidi atau Tol Laut yang dapat menjangkau pulau-pulau lain di Kepulauan Sulawesi Utara dikarenakan permintaan atau *demand* dari masyarakat di pulau sekitar untuk ikut merasakan dampak dari muatan angkutan barang yang disubsidi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Beberapa permasalahan yang dapat dikaji dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan pengembangan pada Pelabuhan Tahuna?
2. Bagaimana desain konseptual dari pengembangan Pelabuhan Tahuna?
3. Bagaimana perencanaan pola operasi kapal *feeder* untuk mendistribusikan muatan ke Pelabuhan pengumpan?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mendapatkan perencanaan pengembangan pada Pelabuhan Tahuna.
2. Mendapatkan desain konseptual dari pengembangan Pelabuhan Tahuna.
3. Mendapatkan perencanaan pola operasi kapal *feeder* untuk mendistribusikan muatan ke Pelabuhan pengumpan.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi kasus berada di Pelabuhan Tahuna, Kepulauan Sangihe Sulawesi Utara.
2. Penelitian dilakukan pada Kabupaten Kepulauan Sangihe, Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, dan Kabupaten Kepulauan Talaud.
3. Tidak menghitung muatan balik.

### **1.5 Manfaat**

Penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat mempersiapkan Pelabuhan Tahuna menjadi pelabuhan pengumpul Tol Laut yang menghubungkan antar Pulau, antar Kota, antar Provinsi, dan antar Kabupaten. Pembangunan dan pengembangan Pelabuhan Tahuna akan dapat mengaktifkan konektivitas masyarakat khususnya di pulau terluar yang berbatasan langsung dengan negara lain, seperti masyarakat di Kepulauan Sulawesi Utara dan dengan adanya pengembangan pada Pelabuhan Tahuna diharapkan harga bahan pokok di Kepulauan Sulawesi Utara akan menjadi lebih stabil dan tidak terjadi disparitas harga antara Indonesia Barat dengan Indonesia Timur.

### **1.6 Hipotesis**

Hipotesis dari Tugas Akhir ini adalah Pelabuhan Tahuna memerlukan pengembangan pelabuhan untuk menjadikan dan mempersiapkan pelabuhan Tahuna sebagai pelabuhan pengumpul atau *Hub* Tol Laut.

## **1.7 Sistematika Tugas Akhir**

**LEMBAR JUDUL**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ABSTRAK**

**ABSTRACT**

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

**DAFTAR GAMBAR**

**DAFTAR TABEL**

**BAB I            PENDAHULUAN**

**BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

**BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

**BAB IV          GAMBARAN UMUM**

**BAB V           ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**BAB VII         KESIMPULAN DAN SARAN**

**DAFTAR PUSTAKA**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pelabuhan**

Peran Pelabuhan, menurut Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 2001 adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi, sedangkan pengertian “Kepelabuhanan” meliputi segala sesuatu yang berkaitan dengan kegiatan penyelenggaraan pelabuhan dan kegiatan lainnya dalam melaksanakan fungsi pelabuhan untuk menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas kapal, penumpang dan atau barang, keselamatan berlayar, serta tempat perpindahan intra dan atau antar moda (Triatmodjo, 2010).

Menurut jenisnya, Pelabuhan dibagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu pelabuhan umum dan pelabuhan khusus. Pelabuhan umum adalah pelabuhan yang digunakan untuk melayani kepentingan umum, contohnya : Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, dan Pelabuhan Makassar di Makassar. Selain itu, juga terdapat pelabuhan khusus yang dioperasikan untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu, contohnya : pelabuhan milik Pertamina.

Selain itu, pelabuhan sebagai salah satu tempat yang mempunyai peran penting dalam kegiatan menerima dan mengirim barang harus mampu menjalankan fungsinya secara optimal. Barang yang ditransportasikan tidak hanya dalam bentuk general cargo, tetapi juga dalam bentuk petikemas, curah padat dan cair. Oleh karena itu, pelabuhan harus bisa melayani semua pengiriman atau penerimaan muatan dalam bentuk apapun.

Sedangkan menurut Undang Undang Nomor 21 Tahun 1992 tentang Pelayaran. Dalam undang-undang tersebut dimaksudkan bahwa pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang

dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar atau berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitasnya dan atau pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Selanjutnya dijelaskan pula bahwa sebagai penyelenggara kepelabuhanan dilaksanakan secara koordinasi antara kegiatan pemerintahan dan kegiatan pelayanan jasa di pelabuhan. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha milik negara yang didirikan untuk maksud tersebut berdasarkan peraturan perundang undangan yang berlaku. Badan usaha milik negara yang dimaksud tersebut adalah PT (Persero) Pelabuhan Indonesia yang menurut wilayahnya terbagi menjadi PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I, II, III dan IV (dan untuk selanjutnya disebut PT Pelabuhan). (BPKP, 2008).

Kegiatan pelayanan jasa kepelabuhanan yang diselenggarakan oleh PT Pelabuhan meliputi pelayanan jasa kapal, barang, alat alat bongkar muat, penumpang, peti kemas, informasi dan jasa kepelabuhanan lainnya. Untuk melaksanakan kegiatan kepelabuhanan diperlukan fasilitas fasilitas, baik fasilitas pokok maupun fasilitas penunjang. Fasilitas pokok meliputi : perairan tempat labuh, kolam labuh, alih muat antar kapal, dermaga, terminal penumpang, pergudangan, lapangan penumpukan, terminal (untuk peti kemas, curah cair, curah kering dan Ro-Ro), perkantoran (untuk kegiatan pemerintahan dan pelayanan jasa), fasilitas bunker, instalasi (air, listrik dan telekomunikasi), jaringan jalan dan rel kereta api, fasilitas pemadam kebakaran dan tempat tunggu kendaraan bermotor.

Dalam bahasa Indonesia dikenal dua istilah yang berhubungan dengan arti pelabuhan yaitu Bandar dan Pelabuhan. Kedua istilah tersebut sering tercampur aduk sehingga sebagian orang mengartikannya sama. Bandar (*harbor*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang dan angin untuk berlabuhnya kapal-kapal. Bandar ini hanya merupakan daerah perairan dengan bangunan-bangunan yang diperlukan pembentukannya, perlindungan dan perawatan, seperti pemecah gelombang, jetty dan sebagainya, dan hanya merupakan tempat bersinggahnya kapal untuk berlindung, mengisi bahan bakar, reparasi dan sebagainya. Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana

kapal dapat bertambat untuk melakukan bongkar muat barang maupun orang, *crane* untuk bongkar muat, gudang laut, dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan. Terminal ini dapat dilengkapi dengan rel kereta api, jalan raya, atau saluran pelayaran darat (Triatmodjo, 2010). Klasifikasi pelabuhan ditinjau dari beberapa sudut antara lain :

1) Dari sudut pemungutan jasa:

- a. Pelabuhan yang diusahakan, yaitu pelabuhan dalam pembinaan pemerintah yang sesuai kondisi, kemampuan dan pengembangan menurut hukum pemerintahan.
- b. Pelabuhan yang tidak diusahakan, yaitu pelabuhan dalam pembinaan pemerintah yang sesuai dengan kondisi, kemampuan dan pengembangan potensinya masih menonjol sifat *overheld zerg* dan atau yang belum ditetapkan sebagai pelabuhan yang diusahakan.
- c. Pelabuhan otonom, yaitu pelabuhan yang diberi wewenang untuk mengatur diri sendiri.

2) Dari sudut teknis:

- a. Pelabuhan alam (natural and protected harbor)

Pelabuhan ini merupakan suatu daerah yang menjurus kedalam (inlet), yang terlindungi oleh suatu pulau, jazirah atau terletak sedemikian rupa sehingga navigasi dan berlabuhnya kapal dapat dilakukan.

- b. Pelabuhan buatan (Artivical Harbour)

Pelabuhan buatan merupakan suatu daerah yang dibuat manusia sedemikian rupa, sehingga terlindung terhadap ombak, badai atau arus sehingga dapat memungkinkan kapal untuk merapat.

- c. Pelabuhan semi alam (semi Natural Harbour)

Pelabuhan ini merupakan kombinasi dari pelabuhan alam dan pelabuhan buatan.

3) Dari sudut perdagangan:

a. Pelabuhan laut

Pelabuhan yang terbuka untuk semua jenis perdagangan dalam maupun luar negeri yang menganut undang-undang pelayaran Indonesia.

b. Pelabuhan pantai

Pelabuhan yang terbuka untuk semua jenis perdagangan dalam negeri.

4) Dari sudut jenis pelabuhan:

a. Pelabuhan Utama

Pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri dan internasional, alih muat angkutan laut dalam negeri dan internasional dalam jumlah besar, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan antar Provinsi.

b. Pelabuhan Pengumpul

Pelabuhan pengumpul (*Hub Port*) adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah menengah, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan antar provinsi.

c. Pelabuhan Pengumpan

Pelabuhan pengumpan adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah terbatas, merupakan pengumpan bagi pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan provinsi.

## 2.2 Perencanaan Pelabuhan

Perencanaan pelabuhan harus dapat memenuhi dan merefleksikan fungsi dan perannya. Selain itu perencanaan pelabuhan harus dikaitkan pada aktivitas dan prasarana lainnya yang menunjang keberlangsungan pelabuhan itu sendiri. Perencanaan pelabuhan merupakan multi disiplin ilmu dan mempunyai kompleksitas yang cukup besar, sehingga berbagai disiplin ilmu terkait pada perencanaan pelabuhan ini. Seorang perencana pelabuhan (*port planner*) harus memimpin dan mengkoordinasikan berbagai keterkaitan disiplin ilmu tersebut menjadi suatu output perencanaan sesuai dengan tolok ukur/acuannya. Berbagai aspek atau disiplin saling berhubungan, sehingga permasalahan dalam perencanaan pelabuhan merupakan refleksi dari interrelasi aspek yang terkait. Oleh karenanya perencanaan pelabuhan merupakan proses iteratif.

Pada saat ini terdapat ribuan pelabuhan di dunia, yang secara fisik berfungsi sebagai jembatan penghubung antara transportasi darat dan laut. Fungsi dan peran pelabuhanpun berkembang dari masa ke masa selaras dengan perkembangan aspek-aspek yang terkait. Latar belakang keberadaan dan pengelolaan serta pengoperasian terhadap konsep/teori pengembangan/perencanaannya (PT. Pelabuhan Indonesia, 2009).

Secara umum perencanaan dan pengembangan pelabuhan dapat direfleksikan oleh sifat kelembagaannya, ada yang berorientasi bisnis (*bussiness oriented*) dan ada yang berorientasi kepada kepentingan umum. Pelabuhan yang berorientasi pada keuntungan, perencanaan pengembangan dilakukan secara bertahap dan dikaitkan pada pengembangan yang memberikan keuntungan langsung. Sebaliknya pelabuhan yang berorientasi pada kepentingan umum, perencanaan pengembangan dilaksanakan dalam jangka panjang dan komprehensif serta diarahkan pada pelabuhan sebagai prasarana umum yang menunjang perkembangan sosial ekonomi daerah dan nasional, guna memperoleh keuntungan menyeluruh. Hampir diseluruh negara di dunia, keberadaan pelabuhan merupakan elemen penting dalam perkembangan sosial ekonomi. Oleh karenanya perencanaan pelabuhan tidak hanya bagi pengembangan individu pelabuhan sendiri, tetapi juga harus dikaitkan luas

dalam aspek sosial ekonomi guna menunjang perannya pada pengembangan daerah dan nasional.

Perencanaan pelabuhan harus mempertimbangkan seluruh aspek yang terkait pada perkembangan daerah atau negara. Faktor-faktor yang diperlu diperhatikan dalam perencanaan pelabuhan, diantaranya (PT. Pelabuhan Indonesia, 2009):

- a. Kebutuhan akan ruang dan lahan kedepan
- b. Perkembangan ekonomi daerah hinterland pelabuhan
- c. Perkembangan industri yang terkait pada pelabuhan
- d. Arus dan komposisi barang yang ada dan diperkirakan kedepan
- e. Jenis dan ukuran kapal
- f. Hubungan transportasi darat dan perairan dengan hinterland
- g. Akses dari dan menuju pelabuhan
- h. Potensi pengembangan fisik kedepan
- i. Aspek nautis dan hidraulik
- j. Keamanan/keselamatan dan dampak lingkungan
- k. Fasilitas dan struktur yang ada

Pelabuhan yang baik harus mempunyai perencanaan yang terencana dan terstruktur guna menunjang peran dan fungsinya sesuai kemampuan kapasitas dukungnya. Perencanaan pelabuhan dikaitkan dengan jangkauan waktunya dapat dibagi menjadi:

- a. Perencanaan jangka pendek (*short term planning*), periode jangkauan waktunya 5 tahun, berisi perencanaan dan peningkatan dari sebagian fasilitas pelabuhan dan pengadaan peralatan.
- b. Perencanaan jangka menengah (*medium term planning*), periode jangkauan waktu pada perencanaan ini 5 sampai 10 tahun. Berisi perencanaan dan pelaksanaan fasilitas pelabuhan yang merupakan implementasi dari tahapan pengembangan pada rencana jangka panjang.
- c. Perencanaan jangka panjang (*long term planning*), periode jangkauan waktu pada perencanaan ini 15 tahun. Berisi rencana induk strategik dan pengembangan fasilitas pelabuhan.

Pembangunan pelabuhan diperlukan biaya yang sangat besar, oleh karena itu diperlukan suatu perhitungan, pertimbangan dan perencanaan yang matang untuk memutuskan pembangunan pelabuhan. Keputusan pembangunan pelabuhan biasanya didasari pada beberapa pertimbangan, anantara lain: ekonomi, politik dan bisnis. Pada pelabuhan khusus misalnya, produksi dari suatu perusahaan biasanya sudah diketahui sehingga, pelabuhan dapat direncanakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Triatmodjo, 2010).

Pembuatan perencanaan pelabuhan perlu dilakukan sebaik-baiknya sehingga setiap urutan ini memberi hasil (produk rancangan) dalam kesatuan tahapan. Langkah perencanaan, hasil, dan tahapan ini bersumber pada ketentuan pasar angkutan yang berlaku, yaitu atas dasar permintaan (*demand*) dan penawaran (*supply*) pasar angkutan. Perencanaan pelabuhan didapat atas dasar adanya keperluan dan kepentingan masyarakat. Tata urutan langkah perencanaan pelabuhan menghasilkan spesifikasi rancangan, dimana perlu diperbarui sesuai masukan data informasi yang didapat, baik dari lapangan maupun dari pasar angkutan, yaitu:

a. Teknis

Garis kedalaman pantai, besaran dan arah angin, pasang surut, gelombang dan pemecah gelombang (pada pelabuhan buatan), parameter ukuran/besaran pelabuhan, daya dukung tanah, perkiraan muatan yang harus dipikul konstruksi, jenis konstruksi yang terkait dengan standar yang berlaku (beton, baja, dinding, tiang, kaisan, dan lain sebagainya).

b. Lalu lintas angkutan

Besaran jenis kapal yang akan dilayani (dwt, curah, unitisasi/petikemas), cara penanganan muatan (Lo/Lo, Ro/Ro, pipa), interaksi dengan moda angkutan lain (darat yaitu: jalan raya/ kereta api, feri, dan sebagainya): angkutan antar moda, dan sebagainya.

c. Ekonomi mikro dan makro

Pendekatan ini diperlukan untuk mengetahui apakah perkiraan kasar investasi yang diperlukan dapat dikembalikan dan perkiraan jangka panjang akan memberi manfaat bagi masyarakat setempat. Bila diperlukan pengeluaran investasi dapat dilakukan alternatif dan/atau melalui tahapan investasi sampai dengan selesainya proyek secara keseluruhan.

### 2.2.1 Tinjauan Persyaratan dan Perlengkapan Pelabuhan

Kapal yang berada di pelabuhan harus membayar biaya jasa pelabuhan, yang meliputi: biaya tunda, labuh, tambat, pandu, dermaga, dsb. Untuk menghemat biaya kapal harus diusahakan sesingkat mungkin berada di pelabuhan, oleh karena itu berbagai kegiatan di pelabuhan harus dapat dilakukan secepat mungkin sehingga kapal dapat dengan segera meninggalkan pelabuhan. Untuk bisa 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 ke dan dari pelabuhan dengan mudah.
- b. Pelabuhan harus memiliki kedalaman dan lebar alur yang cukup.
- c. Kapal-kapal yang sandar di pelabuhan harus bisa membuang sauh selama menunggu untuk merapat.
- d. Pelabuhan harus mempunyai fasilitas bongkar muat barang dan gudang penyimpanan barang.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut maka pelabuhan pada umumnya memiliki bangunan-bangunan, sebagai berikut:

- a. Pemecah gelombang, sangat penting peranannya bagi pelabuhan laut, karena air di kolam pelabuhan akan lebih tenang sehingga dapat melindungi daerah pedalaman pelabuhan dari gelombang, dengan memecah gelombang laut dan dibangun menggunakan batu kali dengan berat tertentu atau pun dengan batu buatan
- b. Alur pelayaran, daerah yang dilalui kapal sebelum kapal masuk ke dalam wilayah pelabuhan dan batas wilayah pelabuhan sendiri dibatasi oleh pemecah gelombang (*breakwater*).
- c. Kolam pelabuhan, merupakan bagian dari sarana dan fasilitas pelabuhan yang berbentuk perairan yang berada di depan dermaga dan digunakan untuk bersandarnya kapal-kapal serta mempunyai kedalaman sesuai syarat yang telah ditentukan. Kolam pelabuhan berfungsi untuk menampung kapal dalam melakukan *berth time* selama dalam pelabuhan.

- d. Dermaga, bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan tambatnya kapal ketika melakukan proses bongkar muat.
- e. Alat penambat, digunakan untuk menambatkan kapal ketika kapal merapat di dermaga atau menunggu di perairan sebelum dapat merapat ke dermaga.
- f. Gudang, yang digunakan untuk menyimpan barang-barang yang berasal dari kapal atau yang akan dimuat ke kapal
- g. Gedung terminal untuk keperluan administrasi.
- h. Fasilitas bahan bakar untuk kapal.
- i. Fasilitas pandu kapal, kapal tunda dan perlengkapan lain yang diperlukan untuk membawa kapal memasuki atau keluar pelabuhan.
- j. Peralatan bongkar muat.

## **2.3 Terminal**

Terminal adalah salah satu fasilitas pelabuhan di daratan. Masing - masing terminal mempunyai bentuk dan fasilitas yang berbeda. Terminal barang potong (general cargo terminal) harus mempunyai perlengkapan bongkar muat berbagai bentuk barang yang berbeda. Terminal barang curah biasanya direncanakan untuk tunggal guna dan mempunyai peralatan bongkar muat untuk muatan curah. Demikian juga terminal peti kemas. Berbagai jenis terminal tersebut dapat berada dalam satu pelabuhan, serta letak antara terminal satu dengan lainnya dapat berdampingan.

### **2.3.1 Terminal Petikemas**

Pengangkutan dengan menggunakan petikemas memungkinkan barang-barang digabung menjadi satu dalam peti kemas sehingga aktivitas bongkar muat dapat dimekanisasikan. Hal ini dapat meningkatkan jumlah muatan yang bisa ditangani sehingga waktu bongkar muat menjadi lebih cepat. Ada beberapa jenis petikemas yang tergantung pada tipe muatan yang diangkut. *Dry Cargo container* digunakan untuk mengangkut barang umum kering yang tidak memerlukan perlakuan khusus. *Reefer container* digunakan untuk mengangkut barang yang dikapalkan dalam keadaan dingin atau beku seperti daging, ikan segar dan komoditi lainnya yang memerlukan pendinginan selama pengapalan. *Bulk container*

digunakan untuk mengangkut muatan curah seperti beras, gandum dan lainnya. (Triatmodjo, 2010).

Pengiriman dengan menggunakan peti kemas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu *full container load* (FCL) dan *less than container load* (LCL). Pada FCL seluruh isi petikemas milik seorang pengirim, sedangkan dalam LCL petikemas berisi beberapa pengirim yang masing-masing pengirim terdiri dari sejumlah muatan yang volumenya kurang dari satu petikemas.



Sumber: Dokumen stellenkg, tahun 2016

**Gambar 2.1** Petikemas Dry Cargo

Pengangkutan dengan petikemas ini memungkinkan diterapkan pengangkutan intermodal dari pintu ke pintu (*door to door*), yaitu pengangkutan yang berlangsung dari pintu gudang eksportir ke pintu gudang importit diselenggarakan oleh satu tangan. Dalam pengiriman digunakan berbagai macam alat transportasi seperti truk/kereta api – kapal laut – truk/kereta api sehingga sistem ini disebut intermoda. Pada pengiriman *door to door* ini muatan dimasukkan ke petikemas di gudang eksportir (*stuffing*) dan petikemas tersebut tidak dibuka sampai menyelesaikan seluruh rangkaian perjalanannya sampai di gudang importir untuk kemudian dibongkar isinya (*stripping*).

### **2.3.1.1 Penanganan Petikemas**

Penanganan bongkar muat di terminal petikemas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu *lif on/lift off* (Lo/Lo) dan *roll on/roll off* (Ro/Ro). Pemakaian kedua metode tergantung pada cara kapal bongkar muat muatannya. Pada metode Lo/Lo, bongkar muat dilakukan secara vertikal dengan menggunakan kran, baik kran kapal, kran mobil dan/atau kran tetap yang ada di dermaga. Pada metode

Ro/Ro, bongkar muat dilakukan secara horizontal dengan menggunakan truk/trailer.

Pada umumnya penanganan petikemas di lapangan penumpukan (*Container Yard*) dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa alat, yaitu:

- a. *Reach stacker*, *forklift truck* dan *side loader* yang dapat mengangkat petikemas dan menumpuknya sampai empat tingkat;



Sumber: Dokumen stellenkg, tahun 2016

**Gambar 2.2 Reach Stracker dan Forklift Truck**

- b. *Straddle carrier* yang dapat menumpuk petikemas dalam dua atau tiga tingkat;



**Gambar 2.3 Straddle Carrier**

- c. *Rubber tyred gantry crane (RTG)* yaitu kran petikemas yang berbentuk portal beroda karet atau yang dapat berjalan pada rel dimana dapat menumpuk petikemas sampai empat atau enam tingkat dan dapat mengambil petikemas tersebut dan menempatkannya di atas gerbong kereta api atau *truck trailer*;



Sumber: Dokumen stellenkg, tahun 2016  
**Gambar 2.4 Rubber Tyred Gantry Crane**

- d. Gabungan dari beberapa alat tersebut di atas.

### **2.3.1.2 Fasilitas Pada Terminal Petikemas**

Fasilitas – fasilitas pada terminal petikemas adalah dermaga, apron, *container yard* (lapangan penumpukan), *container freight station*, menara pengawas, bengkel pemeliharaan, dan fasilitas lain seperti jalan masuk untuk truck trailer dari luar pelabuhan ke dalam pelabuhan dan dermaga, tempat parkir, dsb. (Triatmodjo, 2010).

#### **1. Dermaga**

Pada umumnya dermaga petikemas berbentuk wharf dan jetty atau pier, hal ini mengingat beberapa hal berikut:

- a. Dermaga menerima beban cukup besar, baik petikemas maupun beban peralatan untuk bongkar muat dan alat pengangkutan. Tanah dipinggir pantai mempunyai daya dukung yang lebih besar dibanding tanah di perairan (apabila dermaga berbentuk jetty atau pier).
- b. Terminal petikemas memerlukan halaman luas untuk menampung petikemas dalam jumlah banyak. Di belakang dermaga bisa diperoleh lahan yang cukup luas dibanding dengan apabila dermaga bertipe jetty atau pier.

Panjang dermaga tergantung pada panjang dan jumlah kapal yang bersandar di dermaga

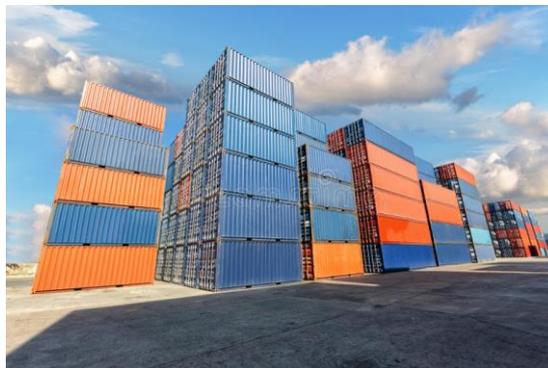
## 2. *Apron*

Apron terminal petikemas lebih lebar dibanding dengan apron untuk terminal lain, yang biasanya berukuran dari 20 m sampai 50 m. Pada apron ini ditempatkan peralatan bongkar muat petikemas dan jalan truk trailer. Pada penelitian ini apron hanya digunakan untuk akses jalan truk trailer karena alat bongkar muat menggunakan alat bongkar muat dari kapal Tol Laut dan kapal *feeder* sendiri.

## 3. *Container yard* (lapangan penumpukan petikemas)

Apron *Container yard* adalah lapangan untuk mengumpulkan, menyimpan dan menumpukan petikemas; dimana petikemas yang berisi muatan diserahkan ke penerima barang dan petikemas kosong diambil oleh pengirim barang. Pada terminal petikemas modern/besar *container yard* dibagi menjadi beberapa bagian yaitu *container yard* untuk petikemas export, *container yard* untuk import, *container yard* untuk petikemas dengan pendingin (*refrigerated container*), dan *container yard* untuk petikemas kosong.

Lapangan ini berada di daratan dan permukaannya harus diberi perkerasan untuk dapat mendukung peralatan bongkar muat petikemas. Penumpukan dapat dilakukan sampai tiga atau empat tingkat. Dengan cara penumpukan dapat mengurangi luas *container yard*, tetapi berakibat bertambahnya waktu penanganan muatan karena petikemas paling atas harus dipindahkan pada saat petikemas di bawahnya akan dikirim lebih dahulu. *container yard* harus memiliki gang-gang baik memanjang maupun melintang untuk beroperasinya peralatan penanganan petikemas.



Sumber: Dokumen *dreamstime*, tahun 2015

**Gambar 2.5** *Container Yard*

Pada pelabuhan yang relatif kecil salah satunya adalah Pelabuhan Tahuna, karena dermaga digunakan kapal lain untuk bongkar muat barang campuran, seperti barang umum dengan kemasan karung, general cargo, petikemas, dsb. Bongkar muat petikemas di dermaga dilakukan dengan menggunakan *forklift* kapasitas 20 ton.

#### 4. *Container freight station* (CFS)

*Container freight station* adalah gudang yang disediakan untuk barang-barang yang diangkut secara LCL. Di CFS pada pelabuhan pemuatan, barang-barang dari beberapa pengirim dimasukkan menjadi satu dalam petikemas. Di pelabuhan tujuan, petikemas yang bermuatan LCL diangkut ke CFS dan kemudian muatan tersebut dikeluarkan dan ditimbun dalam gudang perusahaan pelayaran yang bersangkutan dan petikemas ditempatkan di *container yard* untuk petikemas kosong, untuk sewaktu-waktu digunakan lagi dalam kegiatan ekspor.



*Sumber: Dokumen SeaNews, tahun 2010*

**Gambar 2.6** *Container Freight Station*

#### 5. Bengkel pemeliharaan

Mekanisasi kegiatan bongkar muat pada muatan petikemas menyebabkan dibutuhkannya perawatan dan reparasi pada peralatan yang digunakan. Kegiatan tersebut dilakukan di bengkel pemeliharaan atau perawatan. Seperti perawatan untuk *headtruck*, *chasis*, *forklift*, *reachstacker*, dan alat lainnya yang membutuhkan perawatan dan pemeliharaan dalam pengoperasiannya.

#### 6. Fasilitas lain

Di dalam pelabuhan petikemas diperlukan pula beberapa fasilitas umum lainnya seperti jalan masuk untuk truck, bangunan perkantoran, tempat parkir truck,

sumber tenaga listrik untuk petikemas khusus berpendingin, suplai bahan bakar, suplai air tawar, penerangan untuk pekerjaan pada malam hari dan keamanan, peralatan untuk membersihkan petikemas kosong dan peralatan bongkar muat.

### 2.3.1.3 Luas Lapangan Penumpukan Petikemas

Lapangan penumpukan digunakan untuk menempatkan petikemas yang akan dimuat ke kapal atau setelah dibongkar dari kapal, baik yang berisi muatan ataupun petikemas kosong. Dimana pada penelitian ini alat bongkar muat yang akan digunakan adalah reachstacker dan forklift melihat kondisi di Pelabuhan Tahuna yang belum terlalau ramai jika menggunakan RTG. Perhitungan kebutuhan luas area lapangan penumpukan petikemas atau *container yard* adalah sebagai berikut: (Velsink, 2012).

$$A_{CY} = \frac{N_c t_d A_{TEU}}{r_{bs} 365 m_c} \quad (2.1)$$

Dimana:

$A_{CY}$  : luas lapangan penumpukan petikemas yang diperlukan ( $m^2$ ).

$N_c$  : arus petikemas per tahun (teus).

$t_d$  : *dwelling time* atau jumlah hari petikemas dilapangan penumpukan (hari).

$A_{TEU}$  : luasan yang diperlukan untuk satu Teu (reachstacker dengan 3 tumpukan=  $20 m^2/Teu$ ).

$r_{bs}$  : *broken stowage* (luasan yang hilang karena adanya jalan dan jarak antar petikemas di lapangan penumpukan,  $1 - 0.3 = 0.7$ ).

365 : jumlah hari dalam 1 tahun.

$m_c$ : tingkat *occupancy container yard* yang di tolerir (0.7).

Tabel 2.1 Luasan diperlukan per TEU

Peralatan dan Metode Penanganan	Tinggi/Jumlah Penumpukan Petikemas	Luasan Diperlukan per TEU $A_{TEU}$ ( $m^2/TEU$ )
<i>Trailer</i>	1	60
<i>Reachstacker</i> <i>Truck forklift</i>	1	60
	2	30
	3	20
<i>Straddle Carrier</i>	1	30
	2	15
	3	10
<i>Rubber Tyred Gantry</i>	2	15
	3	10
	4	7.5

Sumber: Perencanaan Pelabuhan, tahun 1966

### 2.3.2 Terminal General Cargo

Fasilitas - fasilitas yang terdapat pada terminal *general cargo* terdiri dari:

#### 1. Apron

*Apron* adalah halaman di atas dermaga yang terbentang di sisi muka dermaga sampai gudang laut atau lapangan penumpukan terbuka. *Apron* digunakan untuk menempatkan barang yang akan dinaikkan ke kapal atau barang yang baru saja diturunkan dari kapal. Bentuk apron tergantung pada jenis muatan, apakah barang potongan, curah, atau peti kemas. Biasanya lebar apron adalah 15 - 25 m.

#### 2. Gudang

Gudang (*warehouse*) digunakan untuk menyimpan barang - barang dalam waktu yang lama. Gudang ini dibuat agak jauh dari dermaga. Perhitungan kebutuhan luas gudang atau *warehouse* adalah sebagai berikut (Velsink, 2012).

$$A = \frac{T \text{ TrT } Sf}{365 \text{ St}h (1-BS)} \quad (2.2)$$

Dimana:

A : kebutuhan luas gudang ( $m^2$ )

T : *throughput* gudang per tahun (ton)

TrT : transit time/dwelling time (hari)

Sf : *stowage factor* ( $0.7 \text{ ton}/m^3$ )

Sth : *stacking height* (tinggi tumpukan muatan)

BS: *broken stowage of cargo* (volume ruang yang hilang untuk lalu lintas alat pengangkut seperti forklift atau peralatan lain, 0.5)

### 3. Bangunan pendingin (*cold storage*)

Bangunan pendingin di pelabuhan diperlukan sebelum barang komoditas yang didinginkan didistribusikan ke tempat tujuan dengan kereta api atau truk yang sudah disediakan system pendinginan tertentu. Barang - barang komoditas yang perlu pendinginan adalah ikan, daging, buah - buahan, dan sayur. Dalam penelitian ini tidak menggunakan *cold storage*.

## 2.4 Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Di dermaga juga dilakukan kegiatan untuk mengisi bahan bakar untuk kapal, air minum, air bersih, saluran untuk air kotor/limbah yang akan diproses lebih lanjut di pelabuhan. Dimensi dermaga didasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu wharf atau quay dan jetty atau pier atau jembatan. Wharf adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. Jetty adalah dermaga yang menjorok ke laut. Sebelum merancang dan membangun dermaga, perlu diketahui untuk keperluan apa dermaga tersebut didirikan. (Triatmodjo, 2010).

Pemilihan tipe dermaga sangat dipengaruhi oleh kebutuhan yang akan dilayani, ukuran kapal, arah gelombang dan angin, kondisi topografi dan tanah dasar laut, dan tinjauan ekonomi untuk mendapatkan bangunan yang paling ekonomis. Dermaga merupakan salah satu bangunan terpenting di pelabuhan untuk tempat sandar kapal dan melakukan aktivitas bongkar muat. Terdapat 3 bentuk dermaga diantaranya :

#### a. Dermaga Quay Wall

Dermaga quay wall ini terdiri dari struktur yang sejajar pantai, berupa tembok yang berdiri di atas pantai, dan dapat dibangun dengan beberapa pendekatan konstruksi diantaranya sheet pile baja/beton, caisson beton atau open filled structure.

b. Dermaga Dolphin (*Trestle*)

Dermaga dolphin merupakan tempat sandar kapal berupa dolphin di atas tiang pancang. Biasanya dilokasi dengan pantai yang landai, diperlukan jembatan trestel sampai dengan kedalaman yang dibutuhkan. Kondisi eksisting pada Pelabuhan Tahuna menggunakan dermaga dolphin dan *trestle*

c. Dermaga Apung (*Jetty*)

Dermaga apung adalah tempat untuk menambatkan kapal pada suatu ponton yang mengapung di atas air. Digunakannya ponton adalah untuk mengantisipasi air pasang surut laut, sehingga posisi kapal dengan dermaga selalu sama, kemudian antara ponton dengan dermaga dihubungkan dengan suatu landasan/jembatan yang fleksibel ke darat yang bisa mengakomodasi pasang surut laut. Biasanya dermaga apung digunakan untuk kapal kecil, *yacht* atau feri seperti yang digunakan di dermaga penyeberangan yang banyak ditemukan di sungai-sungai yang mengalami pasang surut.

## 2.5 Operasional Pelabuhan

Operasional di pelabuhan adalah kegiatan yang dilakukan di pelabuhan baik oleh kapal yang sedang sandar ataupun oleh pekerja pelabuhan.

### 2.5.1 Pembagian Waktu Kapal di Pelabuhan

Kegiatan kepelabuhanan yang dilakukan oleh kapal adalah kegiatan labuh tambat dan bongkar muat muatan, jika dibagi sesuai waktu kerja kapal di pelabuhan, dapat dilihat uraiannya seperti di bawah ini:

- a. *Turn Round Time* (TRT) merupakan total waktu kapal berada di pelabuhan, dengan komponen utama *postpone time* (PT) + *Approaching Time* (AT) + *Waiting Time* (WT) dan *Berthing Time* (BT).
- b. *Postpone Time* adalah selang waktu diantara kedatangan kapal sampai dengan melakukan permintaan pelayanan kapal. Permintaan pelayanan kapal akan

diberikan bila kapal benar-benar berada di lokasi rede atau telah melewati ambang luar. PT merupakan domain kepentingan pihak kapal atau pelayaran, komponen PT antara lain adalah tunggu muatan, tunggu dokumen, tunggu order agen, tunggu perbaikan/repair, tunggu berangkat, tender/melambung tidak bekerja, tunggu air pasang, tunggu fumigasi serta pemeriksaan oleh instansi terkait.

- c. *Waiting Time* adalah jumlah rata-rata waktu tunggu kapal di perairan kolam labuh pelabuhan lokasi lego jangkar sampai pelayanan pemanduan dan pelayanan fasilitas tambat, WT terdiri atas *WT for berth* dan *WT for pilot*.
  - *Waiting Time for Pilot* adalah selisih waktu penetapan pelayanan pandu dengan waktu pandu naik ke kapal (*pilot on board*).
  - *Waiting Time for Berth* adalah selisih waktu sejak mengajukan permohonan tambat terhitung sejak kapal berlabuh di rede sampai dengan pandu naik ke kapal bergerak menuju tambatan.
- d. *Approach Time* adalah jumlah jam yang terpakai selama kapal berangkat dari lokasi lego jangkar / ambang luar sampai dengan ikat tali di tambatan atau sebaliknya, atau lamanya waktu pelayanan pemanduan selama kapal di pelabuhan.
- e. *Berthing Time* adalah waktu kapal selama berada di tambatan, dihitung sejak kapal ikat tali sampai dengan selesai lepas tali. BT terdiri dari dua komponen yaitu *Berth working Time* (BWT) dan *Not Operation Time* (NOT).
- f. *Berth Working Time* (BWT) adalah waktu kapal sandar di tambatan melakukan kegiatan bongkar muat dimulai sejak tanggal dan jumlah mulai kerja sampai dengan tanggal dan jam selesai kerja.
- g. *Not Operation Time* (NOT) adalah jumlah waktu kapal yang direncanakan tidak bekerja selama berada di tambatan, misalnya waktu menunggu persiapan bongkar/muat (buka/tutup palkah), waktu istirahat serta selesai bongkar muat dan waktu menunggu lepas tambat (keberangkatan).
- h. *Idle time* (IT) adalah jumlah waktu kapal sandar di tambatan yang terbuang akibat kegiatan kapal atau kegiatan bongkar/muat yang tidak efektif, misalnya waktu hujan, tunggu angkutan darat, tunggu muatan, peralatan rusak, kecelakaan kerja serta tunggu buruh.

- i. *Effective Time* (ET) adalah waktu kapal sandar di tambatan yang benar-benar efektif digunakan untuk kegiatan B/M.

### 2.5.2 Kinerja Bongkar Muat Kapal

Kinerja bongkar muat barang di Terminal Jamrud terdapat beberapa jenis kinerja bergantung pada jenis satuan muatan yang dibongkar ataupun dimuat di terminal tersebut. Berikut ini adalah penjelasan mengenai kinerja bongkar muat.

1. *Box / Crane / Hour* (B/C/H)

Kinerja bongkar muat petikemas dalam *box/crane/hour* yaitu kecepatan bongkar muat per kapal tiap jam selama kapal di tambatan atau jumlah rata-rata bongkar muat per kapal tiap jam selama kapal berada di tambatan.

$$\text{rate PK per crane } \left(\frac{B}{C/H}\right) = \frac{\text{jumlah PK yang dibongkar atau muat (box)}}{\text{jumlah alat} \cdot \text{efektif time (ET)}} \quad (2.3)$$

2. *Ton / Gang / Hour* (T/G/H)

Kinerja bongkar muat general cargo dalam *ton per gang per hour* adalah jumlah total muatan general cargo dalam ton atau m<sup>3</sup> yang dibongkar atau dimuat dalam waktu satu jam oleh satu gang TKBM

$$\text{Rate } \left(\frac{T}{G/H}\right) = \frac{\text{jumlah barang GC yang dibongkar muat per kapal}}{\text{jumlah gang per shift} \cdot \text{jam efektif tiap shift}} \quad (2.4)$$

3. *Ton / Ship / Hour*

Kinerja bongkar muat general cargo dalam *ton per ship per hour* adalah jumlah total muatan general cargo dalam ton atau m<sup>3</sup> yang dibongkar atau dimuat dalam waktu satu jam untuk setiap satu kapal yang sandar.

$$\frac{\text{Rate}^T}{H} = \frac{T}{G} * \text{jumlah gang per kapal} \quad (2.5)$$

### 2.5.3 Utilitas Fasilitas dan Peralatan Terminal

1. Rasio pemakaian gudang pelabuhan (SOR)

Rasio pemakaian gudang atau *Shed Occupancy Ratio* (SOR) menggambarkan tingkat pemakaian gudang penumpukan. SOR merupakan perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan gudang penumpukan yang dihitung dalam satuan ton hari dengan kapasitas gudang yang tersedia. Untuk menghitung rasio pemakaian gudang menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SOR (\%) = \frac{\text{Jumlah bongkar muat ton per hari} \times \text{dwelling time}}{\text{kapasitas gudang}} \times 100\%$$

## 2. Rasio pemakaian lapangan penumpukan (YOR)

Renyatakan rasio pemakaian lapangan penumpukan atau *yard occupancy ratio* (YOR) adalah perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan lapangan penumpukan petikemas yang dihitung dalam satuan teus 1 bulan/tahun dengan kapasitas penumpukan yang tersedia. Untuk menghitung YOR di lapangan dapat digunakan persamaan berikut

$$YOR (\%) = \frac{\text{Teus dalam 1 bulan/tahun} \times \text{dwelling time}}{\text{Kapasitas lap. penumpukan} \times \text{hari dalam 1 bulan/tahun}} \times 100\%$$

## 3. Rasio pemakaian dermaga (BOR)

*Berth Occupancy Ratio* (BOR) atau tingkat pemakaian tambatan adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian tiap tambatan dibanding dengan jumlah dermaga dan waktu yang tersedia selama periode tertentu yang dinyatakan dalam prosen.

$$BOR (\%) = \frac{\sum\{(LOA \text{ kapal}(m) + \text{space}(m)) \times \text{berthing time}(jam)\}}{\text{panjang dermaga} \times \text{waktu operasional pelabuhan}} \times 100\%$$

## 2.6 Analisis Biaya Transportasi Laut

Pada pelayaran tidak terdapat standart *cost classification* yang dapat diterima secara internasional, maka dari itu digunakan pendekatan dalam hal pengklasifikasiannya. Niko Wijnolst dan Tor Wergeland dalam bukunya *Shipping*, biaya ini dibagi menjadi 4 kategori (Leli, 2016):

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

Dari kategori biaya di atas, biaya tersebut dapat dikelompokkan menjadi biaya tetap atau *fixed cost* dan biaya tidak tetap atau *variable cost*. Menurut (Harnanto, 2003) biaya tetap adalah biaya yang jumlahnya sampai tingkat kegiatan tertentu relatif sama dan tidak terpengaruh oleh perubahan volume kegiatan. Biaya tidak

tetap adalah biaya yang jumlahnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan, namun biaya per unitnya tetap. Artinya, jika volume kegiatan diperbesar dua kali lipat, maka total biaya juga menjadi dua kali lipat dari jumlah semula. Nilai biaya variabel berubah secara marjinal. Penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel merupakan biaya keseluruhan. Biaya keseluruhan atau *total cost* terdiri dari beberapa komponen biaya dan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$TC = CC + OC + VC + CHC \quad (2.6)$$

Keterangan:

- TC : *Total Cost* (Rp)
- CC : *Capital Cost* (Rp)
- OC : *Operational Cost* (Rp)
- VC : *Voyage Cost* (Rp)
- CHC : *Cargo Handling Cost* (Rp)

Komponen total biaya pada rumus 2.1 terdiri dari penjumlahan biaya modal (*capital cost/CC*), biaya operasional (*operational cost/OP*), biaya pelayaran (*voyage cost/VC*) dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost/CHC*). Keempat komponen total biaya tersebut dapat pula dikelompokkan menjadi biaya langsung dan tidak langsung. Menurut (Hilton, 2006) biaya langsung adalah biaya yang terjadi pada suatu segmen dan terjadinya karena adanya segmen tersebut. Biaya ini merupakan biaya yang dapat ditelusuri dengan jelas dan nyata ke bagian segmen tertentu yang akan dianalisis. Sedangkan biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berkaitan dengan segmen. Contoh biaya tidak langsung adalah gaji dari eksekutif perusahaan.

### 2.6.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

Biaya modal merupakan biaya pengadaan armada yang dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Besar biaya modal untuk kapal baru dan kapal lama atau kapal bekas berbeda. Dalam (Kumar, 2014) dijelaskan bahwa biaya modal tergantung pada dua hal yaitu:

- a. Sumber biaya untuk pembelian kapal. Jika dibiayai dengan pinjaman maka tergantung pada ukuran pinjaman (*size of loan*), sumber pinjaman (*source of loan*), suku bunga (*interest rate*) dan ketentuan pinjaman

(*terms of loan*). Sehingga harga kapal dapat dirumuskan pada rumus berikut.

$$\begin{aligned}\text{Harga Akhir dari Kapal} &= \text{Harga Kapal} + \text{Bunga} \\ &= \text{Harga Kapal} + (n \times \text{Angsuran})\end{aligned}$$

Keterangan:

n : jangka waktu pinjaman

- b. Penyusutan atau depresiasi. Biaya ini dipengaruhi oleh penurunan nilai aset dan alokasi biaya aset berwujud untuk periode dimana aset tersebut digunakan. Contohnya biaya dari aset, nilai sisa aset yang diharapkan, estimasi masa manfaat aset, metode pembagian biaya selama aset digunakan.

$$\text{Biaya Penyusutan} = \frac{\text{Harga Kapal} - \text{Biaya Residu}}{\text{Masa Penyusutan}}$$

Keterangan:

Biaya Residu = 5% dari harga kapal

Masa Penyusutan = 20 tahun (kapal baru) dan 15 tahun (kapal lama)

### 2.6.2 Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Dalam (Leli, 2016) *operating cost* adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Biaya operasional terdiri dari beberapa komponen aspek operasional kapal dan setiap aspek ini harus selalu terpenuhi, jika tidak maka kapal tidak dapat dikatakan siap berlayar. Komponen-komponen tersebut dijelaskan pada rumus berikut.

$$\text{OC} = \text{M} + \text{ST} + \text{MN} + \text{I} + \text{AD} \quad (2.7)$$

Keterangan:

OC = *Operating Cost*

M = *Manning*

ST = *Stores*

MN = *Maintenance and Repair*

I = *Insurance*

AD = *Administrasi*

Dalam rumus di atas, yang termasuk biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan, *stores*, bahan makanan, asuransi dan administrasi. Berikut ini adalah penjelasan dari komponen-komponen biaya operasional di atas:

a. Biaya ABK atau *Manning Cost*

Merupakan biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal (ABK). ABK adalah orang yang mengemudikan kapal atau membantu dalam operasi, perawatan atau pelayanan dari sebuah kapal. Dalam hal ini ABK berarti seluruh orang yang bekerja di atas kapal. Biaya ABK tersebut meliputi gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial dan uang pensiun. Besarnya biaya ABK ditentukan oleh jumlah kru dan posisi atau jabatan dari ABK tersebut.

Umumnya struktur kerja pada sebuah kapal dibagi menjadi Perwira Departemen Dek, Perwira Departemen Mesin dan *Ratings* atau bawahan (terdiri dari bagian dek, bagian mesin dan bagian permakanan). Masing-masing bagian memiliki tugas dan tanggung jawab sendiri dan seluruh tanggung jawab terletak pada kapten kapal selaku pimpinan pelayaran. Berikut ini adalah contoh umum struktur pekerjaan di sebuah kapal:

1. Kapten/nahkoda/*Master* adalah pimpinan dan penanggung jawab pelayaran.
2. Mualim I/*Chief Officer/Chief Master* adalah orang yang bertugas mengatur muatan, persediaan air tawar dan sebagai pengatur arah dan navigasi.
3. Mualim II/*Second Officer/Second Mate* adalah orang yang bertugas membuat jalur atau rute peta pelayaran yang akan dilakukan dan pengatur arah navigasi.
4. Markonis/*Radio Officer/Spark* adalah orang yang bertugas sebagai operator radio dan komunikasi serta bertanggung jawab menjaga keselamatan kapal dari marabahaya.
5. Kepala Kamar Mesin (KKM)/*Chief Engineer* adalah pimpinan dan penanggung jawab atas semua mesin yang ada di kapal itu baik mesin induk, mesin bantu, mesin pompa, mesin *crane*, mesin sekoci, mesin kemudi, mesin *freezer*, dll.

6. Masinis 1/*First Engineer* adalah orang yang bertanggung jawab atas mesin induk.
7. Masinis 2/*Second Engineer* adalah orang yang bertanggung jawab atas semua mesin pompa.
8. Juru Listrik/*Electrician* adalah orang yang bertanggung jawab atas semua mesin yang menggunakan tenaga listrik dan seluruh tenaga cadangan.
9. Juru Minyak/*Oiler* adalah orang yang membantu para masinis atau *engineer*.
10. Botsun atau *boatswain* atau serang adalah kepala kerja bawahan.
11. *Able Bodied Seaman* (AB) atau jurumudi.
12. *Ordinary Seaman* (OS) adalah kelasi atau *sailor*.
13. Juru pompa atau *pumpman* (khusus untuk kapal *tanker*).
14. Mandor adalah kepala kerja *oiler* dan *wiper*.
15. Juru las atau *fitter*.
16. Juru Minyak atau *Oiler*.
17. *Wiper*.
18. Juru masak/*cook* adalah orang yang bertanggung jawab atas segala makanan, baik itu memasak, pengaturan menu makanan dan persediaan makanan.
19. *Mess Boy*/pembantu adalah orang yang bertugas membantu juru masak.

b. Biaya Perbekalan atau *Store Cost*

Biaya perbekalan disebut juga dengan biaya persediaan dan dikategorikan menjadi dua macam, yaitu untuk keperluan kapal (cadangan perlengkapan kapal dan peralatan kapal) dan keperluan ABK (bahan makanan).

c. Biaya Perawatan dan Perbaikan atau *Repair and Maintenance Cost*

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan mencakup semua permintaan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai standar kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi, biaya ini dibagi menjadi 3 kategori, yaitu survei klasifikasi, perawatan rutin, dan perbaikan.

d. Biaya Asuransi atau *Insurance Cost*

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

1. *Hull and Machinery Insurance (H&M)*
2. *Protection and Indemnity Insurance (P&I)*

e. Biaya Administrasi

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

### 2.6.3 Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Merupakan biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk permintaan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, ongkos-ongkos pelabuhan, pemanduan dan tunda.

$$VC = FC + PD + TP \quad (2.8)$$

Keterangan:

VC = *Voyage Cost*

PD = *Port Dues* (ongkos pelabuhan)

FC = *Fuel Cost*

TP = Tunda dan pandu

Biaya pelayaran ini berubah secara marjinal dengan aktivitas bisnis dan semua unit yang diproduksi. Berikut ini adalah penjelasan dari komponen-komponen biaya pelayaran di atas:

### 1. *Fuel cost*

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

### 2. *Port cost*

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

#### a. Jasa labuh

Jasa labuh dikenakan terhadap kapal yang menggunakan perairan pelabuhan. Tarif jasa labuh didasarkan pada *gross register ton* dari kapal yang dihitung per 12 hari.

#### b. Jasa tambat

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

#### c. Jasa pemanduan

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

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

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

Pada Kepulauan Sangihe dan sekitarnya khususnya di Pelabuhan Tahuna tidak menggunakan jasa pandu karena bukan termasuk dari daerah wajib pandu.

d. Jasa penundaan

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

Pada Kepulauan Sangihe dan sekitarnya khususnya di Pelabuhan Tahuna tidak menggunakan jasa tunda karena bukan termasuk dari daerah wajib tunda.

#### 2.6.4 Biaya Bongkar Muat (*Cargo Handling Cost*)

Kegiatan bongkar muat di pelabuhan dilakukan oleh perusahaan bongkar muat (PBM). Untuk menggunakan jasa bongkar muat, perusahaan pelayaran harus mengeluarkan biaya bongkar muat agar muatannya bisa dipindahkan dari darat ke kapal dan sebaliknya. Perhitungan biaya tenaga kerja bongkar muat (TKBM) dari darat ke kapal telah diatur dalam KM 35 tahun 2007. Berikut rumus perhitungannya,

$$T = \frac{F (W+H+I+K)+(S+M+A)}{P} \quad (2.9)$$

Keterangan:

- T = Besarnya tarif B/M (Rp/Teu)  
W = Upah Tenaga Kerja B/M (Rp/jam)  
H = Kesejahteraan tenaga Kerja B/M (Rp/jam)

I	=	Asuransi(Rp/jam)
K	=	Administrasi Koperasi tenaga Kerja B/M (Rp/jam)
S	=	Supervisi (Rp/jam)
M	=	Alat-alat B/M (Rp/jam)
A	=	Administrasi Perusahaan B/M (Rp/jam)
P	=	Produktivitas kerja B/M / gilir kerja / derek kapal (Ton/Jam/Gang)
F	=	Faktor Koefisien

## 2.7 Teori Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Dalam permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau meminimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa and Willy). Dengan adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan profit yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang.

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

*Linear Programming* (LP) adalah salah satu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktivitas yang berbeda dengan cara terbaik yang mungkin dapat dilakukan sehingga diperoleh keuntungan yang maksimum atau biaya yang minimum. Keputusan yang

diambil dalam program tersebut diambil dengan memilih dari beberapa alternatif yang ada.

Suatu masalah LP merupakan suatu masalah optimasi yang berkaitan dengan meminimumkan atau memaksimalkan suatu fungsi linier yang dibatasi oleh konstrain-konstrain atau kendala-kendala yang berbentuk baik persamaan ataupun ketidaksamaan (Bazara). Hasil akhir dapat dikatakan optimal jika hasil tersebut dapat mencapai tujuan yang terbaik di antara seluruh alternatif *feasible*. Permasalahan LP dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\text{Minimize: } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i$$

$$x_j \geq 0 \quad i = 1,2,3, \dots m$$

$$j = 1,2,3, \dots n$$

Keterangan:

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

Selain model LP seperti yang diformulasikan di atas, terdapat pula bentuk lain dari model LP, yaitu:

- Fungsi tujuan bukan minimasi, melainkan maksimasi
- Beberapa konstrain fungsionalnya mempunyai bentuk ketidaksamaan dalam bentuk lebih kecil ( $\leq$ )
- Beberapa konstrain lainnya mempunyai beberapa bentuk persamaan
- Menghilangkan konstrain non-negatif untuk beberapa variabel keputusan

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian berisikan tentang langkah pengerjaan Tugas Akhir yang direncanakan. Pada bab ini akan dijelaskan juga alur kerangka berpikir (dalam bentuk *flowchart*) dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

### **3.1 Metode Pengumpulan Data**

Jenis data dan cara pengumpulan data akan dijelaskan di bab ini. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dalam 2 (dua) cara yaitu:

1. Pengumpulan data langsung (primer)

Pengumpulan data primer ini dilakukan peneliti dengan cara:

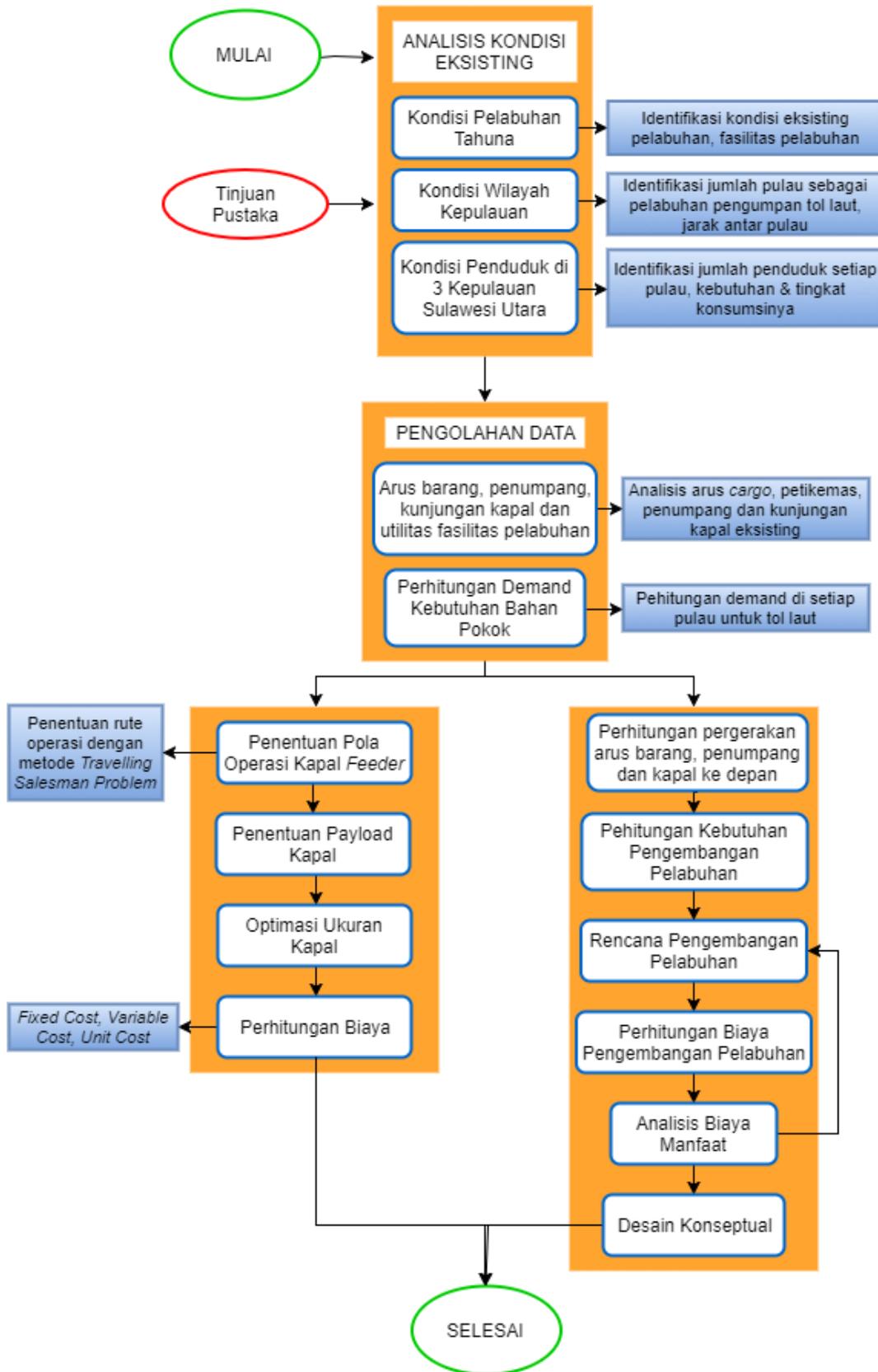
- a) Wawancara langsung. Peneliti melakukan survei selama delapan hari di Pelabuhan Tahuna, Sulawesi Utara pada 2-8 Mei 2018. Dalam waktu sepuluh hari tersebut, narasumber yang di wawancarai untuk Tugas Akhir ini adalah kepala pelabuhan, bagian operasional, bagian keuangan, bagian kesyahbandaraan, dan pegawai pelabuhan lainnya.
- b) Survei kondisi lapangan. Dilakukan survei Pelabuhan Tahuna dan kegiatan berlayar bersama Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna ke Pulau Kahakitang pada tanggal 6 Mei 2018.

2. Pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder)

Pengumpulan data ini dilakukan peneliti dengan mengambil data seperti fasilitas pelabuhan darat, fasilitas pelabuhan laut, daftar kapal yang dilayani, tarif pelabuhan, *throughput* pelabuhan, rasio pemakaian dermaga, rasio pemakaian lapangan penumpukan, rasio pemakaian gudang, dan realisasi muatan Tol Laut di Tahuna tahun 2016 – 2018.

### **3.2 Diagram Alir Penelitian**

Pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan melalui beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### **3.3 Analisis Kondisi Eksisting**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai kondisi eksisting pada Kepulauan Sulawesi Utara dimana kurangnya pasokan bahan pokok di daerah kepulauan yang terletak di bagian terluar Indonesia. Hal ini mengakibatkan terjadinya disparitas harga karena kelangkaan bahan pokok tersebut, maka pada penelitian ini direncanakan trayek Tol Laut yang dapat menjangkau pulau-pulau terluar Indonesia untuk mengurangi terjadinya disparitas harga.

Dilakukan identifikasi pulau-pulau yang ada di Kepulauan Sulawesi Utara yang akan direncanakan menjadi pelabuhan pengumpan Tol Laut yaitu:

- a) Jumlah pulau
- b) Jarak antar pulau
- c) Jumlah penduduk setiap pulau
- d) Kebutuhan dan tingkat konsumsinya

Dilakukan pula identifikasi kondisi eksisting pada Pelabuhan Tahuna yang dapat berpengaruh untuk menentukan pengembangan yang akan dilakukan, yaitu:

- a) Fasilitas darat pelabuhan
- b) Fasilitas laut pelabuhan
- c) Hinterland pelabuhan
- d) Kondisi akses jalan
- e) Kapal yang beroperasi dan trayeknya
- f) Arus barang dan penumpang
- g) Kunjungan kapal

### **3.4 Pengolahan Data**

Pada proses ini data jumlah penduduk setiap pulau, kebutuhan bahan pokok dan besar konsumsi yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan demand total dan demand tiap-tiap pulau secara spesifik untuk periode waktu tertentu yang harus terpenuhi. Dilakukan pula analisis arus barang, penumpang, kunjungan kapal, dan utilitas fasilitas pelabuhan eksisting pada pelabuhan Tahuna.

### 3.4.1 Tahap Analisis Arus Barang dan Penumpang Eksisting

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data arus *cargo* eksisting pada Pelabuhan Tahuna dari tahun 2012-2017 dan dilakukan pengumpulan data lainnya yaitu: arus petikemas, arus penumpang, kunjungan kapal (*ship call*) dan utilitas fasilitas pelabuhan (BOR, SOR, YOR). Hasil dari tahap ini akan digunakan untuk memproyeksikan arus di masa yang akan datang.

### 3.4.2 Tahap Perhitungan Demand

Pada tahap ini dilakukan analisis demand dari jumlah penduduk di masing-masing pulau yang menjadi daerah operasional dari penelitian ini, dengan pengolahan data penduduk dan data konsumsi yang telah diperoleh. Hasil dari perhitungan demand ini akan menjadi acuan pada proses perencanaan kapal dan perencanaan pengembangan Pelabuhan Tahuna sebagai pelabuhan pengumpul Tol Laut.

### 3.4.3 Penentuan Pola Operasi

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan pola operasi dari kapal *feeder* Tol Laut. Dilakukan perencanaan untuk menghasilkan rute yang paling optimal dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* dengan formulasi sebagai berikut.

Minimum total jarak :

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \quad (3.1)$$

*Subject to:*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, 3 \dots n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, 3 \dots n$$

Dengan batasan :

- Kapal harus kembali ke pelabuhan yang sama dari mana ia berangkat (origin).

- Setiap titik yang di suplai hanya dikunjungi satu kali dalam satu periode pengiriman.

Keterangan :

-  $X_{ij}$   $D_{ij}$  adalah fungsi waktu dan jarak dalam asal dan tujuan yang harus diminimalkan dan dinotasikan dengan Z

#### **3.4.4 Tahap Optimasi Ukuran Kapal**

Pada tahap ini dilakukan penentuan ukuran utama berdasarkan model optimasi menggunakan solver. Hasil dari tahap ini adalah adanya ukuran utama kapal *feeder* yang akan digunakan.

#### **3.4.5 Tahap Perhitungan Biaya Kapal**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan biaya yang timbul dari pembangunan maupun operasional kapal *feeder* Tol Laut. Biaya-biaya tersebut antara lain adalah *Fixed Cost*, *Variable Cost* serta *Unit Cost*.

#### **3.4.6 Tahap Perhitungan Pergerakan Arus Barang Kedepan**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan proyeksi untuk arus *cargo*, petikemas, penumpang, kunjungan kapal pada Pelabuhan Tahuna untuk tahun 2018 sampai 2032, yang nantinya akan menjadi acuan untuk pengembangan yang akan dilakukan.

#### **3.4.7 Tahap Perhitungan Kebutuhan Pengembangan Pelabuhan**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan kebutuhan luasan yang akan menjadi acuan untuk pengembangan dermaga, lapangan penumpukan petikemas, terminal penumpang, gudang, dan fasilitas bongkar muat petikemas.

#### **3.4.8 Tahap Rencana Pengembangan Pelabuhan**

Pada tahap ini dilakukan perencanaan pengembangan yang dibutuhkan pada Pelabuhan Tahuna, dimana akan dilakukan pengembangan dengan jangka waktu 5 tahun sekali selama 15 tahun.

### **3.4.9 Tahap Perhitungan Biaya Pengembangan Pelabuhan**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan biaya yang timbul dari setiap pengembangan pelabuhan yang dilakukan. Biaya tersebut meliputi biaya pengembangan dermaga, pengembangan lapangan penumpukan petikemas, pengembangan gudang, pengembangan terminal penumpang, pengembangan jalan, dan pengembangan fasilitas pelabuhan.

### **3.4.10 Tahap Analisis Biaya Manfaat**

Pada tahap ini dilakukan analisis biaya dan manfaat untuk menentukan kelayakan dari pengembangan. Biaya adalah biaya pengembangan dan biaya operasional pelabuhan. Manfaat didapat dari pemasukan pelabuhan setelah adanya pengembangan pelabuhan.

### **3.4.11 Kesimpulan dan Saran**

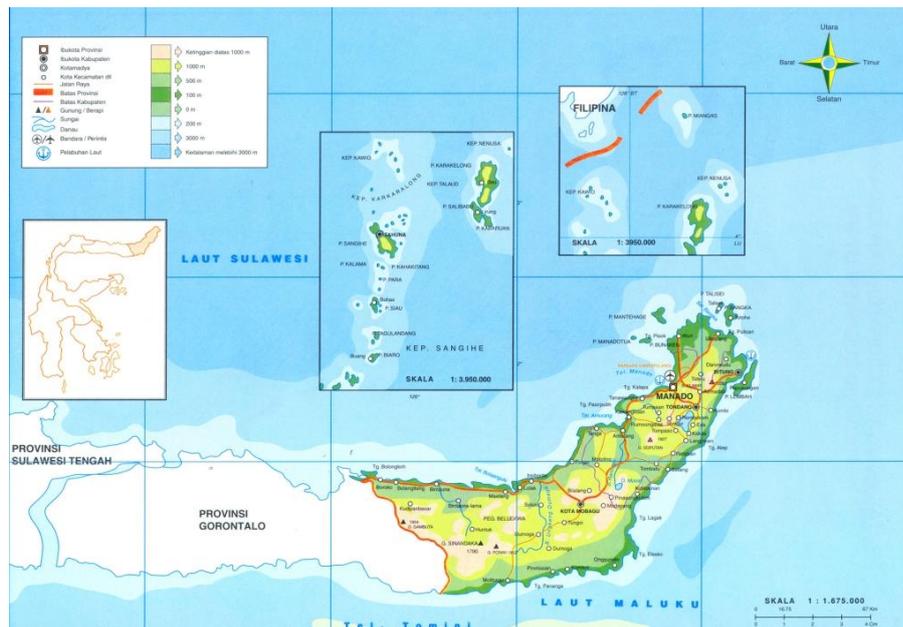
Pada tahap ini dirangkum hasil analisis yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Gambaran Umum Wilayah Provinsi Sulawesi Utara

Provinsi Sulawesi Utara dengan ibu kota Manado secara geografis terletak antara  $00^{\circ}15'$  -  $05^{\circ}34'$  Lintang Utara dan antara  $123^{\circ}07'$  -  $127^{\circ}10'$  Bujur Timur, yang berbatasan dengan Laut Sulawesi, Republik Filipina dan Laut Pasifik disebelah utara serta Laut Maluku di sebelah Timur, batas sebelah selatan dan barat masing-masing adalah Teluk Tomini dan Provinsi Gorontalo. Penduduk Sulawesi Utara berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2016 berjumlah 1.812.118 jiwa dengan luas wilayah 14.544,36 km<sup>2</sup>. Provinsi Sulawesi Utara yang memiliki wilayah sebagian besar adalah laut maka keberadaan fasilitas pelabuhan laut yang diperlukan sebagai transportasi penghubungan antar wilayah.



Sumber: Dishub Provinsi Sulawesi Utara

Gambar 4.1 Provinsi Sulawesi Utara

Luas wilayah provinsi Sulawesi Utara tercatat 15.273 km<sup>2</sup> yang terbagi atas 11 kabupaten dan empat kota antara lain :

1. Kabupaten Bolaang Mongondow
2. Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan

3. Kabupaten Bolaang Mongondow Timur
4. Kabupaten Bolaang Mongondow Utara
- 5. Kabupaten Kepulauan Sangihe**
- 6. Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro**
- 7. Kabupaten Kepulauan Talaud**
8. Kabupaten Minahasa
9. Kabupaten Minahasa Selatan
10. Kabupaten Minahasa Tenggara
11. Kabupaten Minahasa Utara
12. Kota Bitung
13. Kota Kotamobagu
14. Kota Manado
15. Kota Tomohon

#### **4.2 Gambaran Umum Wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe**

Kabupaten Kepulauan Sangihe berada antara pulau Sulawesi dengan pulau Mindanao (Republik Filipina) dan merupakan bagian dari Provinsi Sulawesi Utara dengan ibukota Tahuna.



**Gambar 4.2 Peta Kabupaten Kepulauan Sangihe**

Batas wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe adalah:

- Sebelah Utara : Laut Mindanao Republik Filipina dan Kepulauan Talaud
- Sebelah Timur : Laut Maluku

- Sebelah Selatan : Kepulauan Siau Tagulandang Biaro dan Laut Sulawesi
- Sebelah Barat : Laut Sulawesi dan Laut Sulu Republik Filipina

Kabupaten Kepulauan Sangihe merupakan bagian integral dari Provinsi Sulawesi Utara, dengan ibukota Tahuna. Kepulauan Sangihe berada diantara Pulau Sulawesi dan Pulau Mindanao (Filipina) sehingga Kabupaten Kepulauan Sangihe dikategorikan sebagai daerah perbatasan. Sebagai wilayah kepulauan maka transportasi laut menjadi sarana yang efisien untuk menghubungkan antar pulau pulau disekitarnya. Kabupaten Kepulauan Sangihe memiliki 15 kecamatan dengan total jumlah penduduk sebesar 70.000 jiwa pada tahun 2016, sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani, perkebunan dan nelayan.

Ibukota Kabupaten Kepulauan Sangihe adalah Tahuna yang merupakan pusat pemerintahan serta fasilitas yang berfungsi primer karena melayani seluruh kebutuhan penduduk, baik dari sektor ekonomi (perdagangan dan jasa), sektor transportasi (darat, laut, udara), sektor pendidikan, sektor pertanian-perkebunan, sektor perikanan, sektor kesehatan, sektor pertahanan dan keamanan. Bagi kepulauan sekitar yaitu Kepulauan Siau Tagulandang Biaro dan Kepulauan Talaud Sulawesi Utara, Tahuna berperan penting karena berfungsi sebagai pemasok dari berbagai macam kebutuhan baik pokok maupun kebutuhan penunjang. Dari pulau Sangihe ini, direncanakan barang-barang kebutuhan pokok yang berasal dari pulau Jawa (Tol Laut) akan didistribusikan ke kepulauan sekitar dengan menggunakan sarana transportasi laut.

#### **4.2.1 Kondisi Fisik dan Klimatologi**

##### **A. Iklim dan Curah Hujan**

Berdasarkan tipe iklim Schmidt Ferguson, sebagian besar iklim di Kabupaten Sangihe masuk kedalam iklim tipe A, yaitu iklim sangat basah dan vegetasi alamiahnya berupa hutan hujan tropika. Kabupaten Kepulauan Sangihe mempunyai iklim hutan hujan tropis. Iklim didaerah ini dipengaruhi oleh angin muson, musim kemarau pada bulan Juli – September dan penghujan pada bulan September – Nopember.

## B. Topografi

Kondisi topografi Kabupaten Kepulauan Sangihe merupakan daratan dengan ketinggian 0 sampai dengan 300 mdpl. Selain itu Kawasan Kepulauan Sangihe adalah daerah lintasan Gunung berapi trans pasifik dari daerah Hawaii, Jepang, Filipina dan berakhir di Kawasan Maluku.

### 4.2.2 Kondisi Kependudukan

Jumlah penduduk Kabupaten Kepulauan Sangihe pada tahun 2016 adalah 73.428 jiwa. Kabupaten Kepulauan Sangihe memiliki 15 Kecamatan. Kecamatan Tahuna memiliki jumlah penduduk terbanyak yaitu 14.031 jiwa dari seluruh jumlah penduduk di Kepulauan Sangihe.

**Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kabupaten Kepulauan Sangihe Tahun 2016**

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk
1	Manganitu Selatan	6231
2	Manganitu	4580
3	Tamako	9421
4	Tabukan Selatan	2456
5	Tabukan Barat	923
6	Tabukan Tenggara	1355
7	Tabukan Tengah	6752
8	Tabukan Utara	7256
9	Tahuna	14031
10	Tahuna Timur	9628
11	Tahuna Barat	3728
12	Tatoareng	727
13	Nusa Tabukan	2817
14	Marore	1435
15	Kahakitang	2088
Total		<b>73.428</b>

*Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Sangihe*

### 4.3 Pelabuhan Tahuna

Pelabuhan Tahuna secara geografis terletak di pulau Sangihe. Pelabuhan Tahuna berada di Kelurahan Batulawehe, Kecamatan Tahuna, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Provinsi Sulawesi Utara. Pelabuhan Tahuna adalah pelabuhan terbesar di Kepulauan Sangihe dan kepulauan lainnya, seiring dengan aktivitas pelabuhan yang semakin meningkat, Pelabuhan Tahuna berfungsi sebagai pelabuhan pengumpul sekaligus sebagai sarana dan prasarana bongkar muat serta transportasi perintis provinsi Sulawesi Utara.



*Sumber: KUPP Tahuna*

**Gambar 4.3 Pelabuhan Tahuna**

Pelabuhan Tahuna terletak di kawasan padat penduduk kelurahan Batulewehe dimana kawasan ini berada disisi timur laut pelabuhan. Lokasi Pelabuhan Tahuna berdampingan dengan muara Sungai Tapuang, namun untuk sedimentasi dari sungai tidak mempengaruhi kedalaman kolam sandar. Sisi area darat Pelabuhan Tahuna terdapat bukit di sisi selatan. Kondisi topografi Pelabuhan Tahuna relatif datar dan sudah memiliki fasilitas pokok dan fasilitas penunjang seperti dermaga, kantor pelabuhan, gedung terminal penumpang, parkir, lapangan penumpukan petikemas, gudang, kantin, pos jaga, pagar dan sebagainya.



**Gambar 4.4 Pelabuhan Tahuna Kepulauan Sangihe**

Pada trayek T4 Tol Laut mempunyai rute yaitu Tanjung Perak Surabaya, Makassar, menuju Tahuna. Direncanakan muatan akan di distribusikan ke tiga kepulauan yaitu Kepulauan Sangihe, Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, dan Kepulauan Talaud. Pelabuhan Tahuna direncanakan menjadi pelabuhan pengumpul Tol Laut, dimana permintaan atau *demand* dari masyarakat di kepulauan sekitar, untuk ikut merasakan dampak dari muatan angkutan barang yang disubsidi oleh pemerintah.

#### **4.3.1 Hinterland Pelabuhan**

Hinterland pelabuhan adalah daerah sekitar suatu pelabuhan, dimana luasnya relatif dan tidak mengenal batas administratif suatu daerah. Hinterland dari Pelabuhan Tahuna sendiri adalah beberapa kecamatan yang ada di Pulau Sangihe yaitu Manganitu, Tamako, Tabukan, Tahuna, dan Tatoareng dengan komoditi utamanya pertanian, perkebunan, dan perikanan.



*Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna*

**Gambar 4.5 Kota Tahuna**

### 4.3.2 Kondisi Akses Jalan

Kondisi jalan akses menuju Pelabuhan Tahuna sudah berupa aspal dan kondisi baik dengan lebar 8 m untuk jalan masuk dan lebar 8 m untuk jalan keluar.



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.6 Kondisi Jalan Masuk Pelabuhan Tahuna**



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.7 Kondisi Jalan Keluar Pelabuhan Tahuna**

### 4.3.3 Kondisi Bathimetri

Kondisi bathimetri perairan atau kedalaman laut di Pelabuhan Tahuna didapatkan kondisi perairan secara umum sebagai berikut:

- Kondisi elevasi permukaan dasar laut pada kolam Pelabuhan Tahuna berkisar antara -12 m LWS sampai dengan -15 m LWS.
- Kedalaman Kolam Pelabuhan bervariasi.

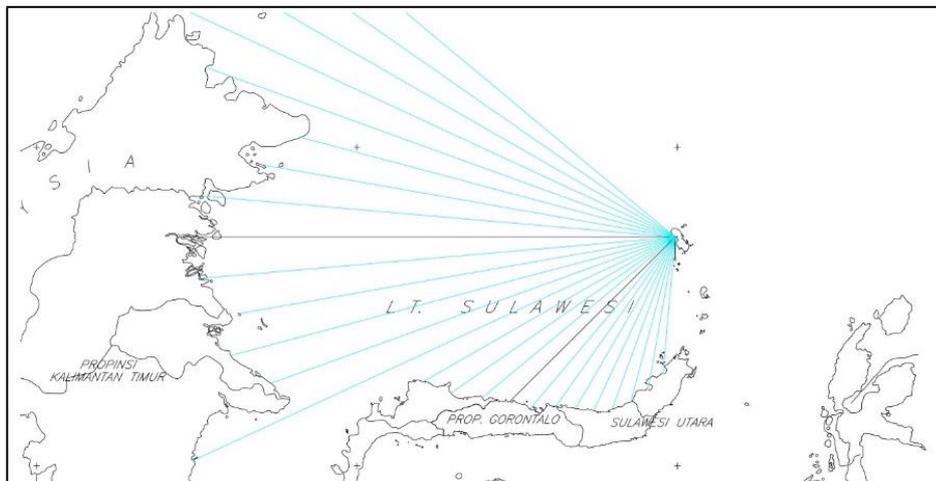
- Kedalaman pada dermaga Pelabuhan Tahuna sebesar -13 m LWS.
- Kedalaman dermaga pelra sebesar -4 m LWS.

#### 4.3.4 Kondisi Pasang Surut

Berdasarkan data yang diperoleh dari kantor unit penyelenggara Pelabuhan Tahuna, perairan di Pelabuhan Tahuna memiliki pasang surut jenis semi-diurnal (dalam 1 hari terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut) dengan perbedaan tinggi pasang surut mencapai 0,5-2 m.

#### 4.3.5 Kondisi Arus dan Gelombang

Arus yang terjadi di perairan Pelabuhan Tahuna merupakan interaksi yang saling mempengaruhi dari arus laut Sulawesi, arus pasang surut dan arus angin. Kecepatan arus berkisar antara 0,12 – 0,16 m/detik. Karakteristik arus yang terjadi di perairan Pelabuhan Tahuna secara mendasar tidak mempengaruhi olah gerak kapal baik saat akan sandar di dermaga maupun lepas sandar.



**Gambar 4.8 Fetch di Perairan Tahuna**

Berdasarkan data dari Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Tahuna, dapat diketahui rata-rata gelombang besar terjadi pada saat musim barat dimana arah gelombang datang dari barat cukup signifikan memberikan efek gelombang sampai di dermaga tahuna dengan ketinggian bervariasi antara 0,4 – 0,5 m. Dengan kondisi gelombang tersebut, maka Pelabuhan Tahuna dapat beroperasi sepanjang tahun.

### 4.3.6 Fasilitas Pelabuhan Tahuna

#### A. Fasilitas Laut

Pelabuhan Tahuna memiliki kondisi alur pelayaran dan kedalaman dermaga sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Fasilitas Laut Pelabuhan Tahuna**

<b>Alur</b>		
a	Panjang	1950 m
b	Lebar	195 m
c	Kedalaman	- 60 m LWS
<b>Kolam Dermaga</b>		
a	Kedalaman kolam dermaga	- 13 m LWS
b	Kolam Putar	D = 260m

*Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali*

#### B. Fasilitas Darat

Pelabuhan Tahuna yaitu mempunyai 2 dermaga yaitu dermaga A untuk kapal petikemas, *general cargo*, perintis dan dermaga B penumpang untuk kapal penumpang.



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.9 Dermaga A (Cargo) Pelabuhan Tahuna**



Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna

**Gambar 4.10 Dermaga B Pelabuhan Tahuna**

Kondisi eksisting fasilitas darat yang tersedia di Pelabuhan Tahuna masih belum memadai, pada dermaga A (dermaga cargo) hanya mempunyai panjang dermaga sebesar 100 meter dimana kapal petikemas Tol Laut sendiri memiliki panjang 130 m, hal ini berdampak pada pemakaian dermaga lain dimana harus memakai sebagian dermaga sebelah yaitu dermaga B penumpang. Fasilitas - fasilitas pelabuhan darat lain pada Pelabuhan tahuna dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3 Fasilitas Darat Pelabuhan Tahuna**

No	Fasilitas	Dimensi	Keterangan
1	Dermaga A (Dermaga Cargo)	(100 x 20) m	Kondisi baik kedalaman - 13 m LWS
2	Trestle A	27 x 6 m	Kondisi baik
3	Dermaga B (Penumpang)	(200 x 12) m	Kondisi baik kedalaman - 13 m LWS
4	Dermaga Pelra	70 x 5 m	Kedalaman - 4 m LWS
5	Trestle B1	35 x 6 m	Kondisi baik
	Trestle B2	35 x 6 m	Kondisi baik
	Trestle B3	35 x 6 m	Kondisi baik
6	Forklift 28 ton	1 Unit	Kondisi baik
7	Gudang	40 x 15 m	Kondisi baik
8	Lapangan penumpukan	300 Teus	Kondisi baik
9	Terminal penumpang	20 x 15	Kondisi baik
10	a. Menara suar	Tinggi 30 m	Kondisi baik
11	b. Lampu pelabuhan		Kondisi baik
	Gedung bengkel kapal	15 x 8 m	Kondisi baik
12	Tangki <i>fresh water</i>	50 ton	Kondisi baik

No	Fasilitas	Dimensi	Keterangan
13	Gedung kantor KPLP	15 x 10 m	Kondisi baik
14	Gedung kantor KUPP	15 x 10 m	Kondisi baik
15	Pos jaga	20 m <sup>2</sup>	Kondisi baik

*Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali*



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.11 Lapangan Penumpukan Kapasitas 300 Teus**



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.12 Proses Bongkar Muat Petikemas**



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.13 Terminal Penumpang Pelabuhan Tahuna**



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 4.14 Gudang Pelabuhan Tahuna 40 x 15 m**



**Gambar 4.15 Proses Bongkar Muat Petikemas dengan Forklift 28 ton**

*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

#### 4.3.7 Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna

Kapal-kapal yang beroperasi di Pelabuhan Tahuna adalah kapal penumpang, kapal perintis, kapal *general cargo* dan kapal Tol Laut (petikemas) dengan spesifikasi sebagai berikut.

**Tabel 4.4 Spesifikasi Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna**

No	Kapal	Dimensi	
		GT	LOA
<b>Kapal Penumpang</b>			
1	Express Bahari 2E	300 GT	55 m
2	Mercy Teratai	831 GT	60 m
3	Majestic Kawanua II	657 GT	55 m
4	Saint Marry	910 GT	65 m
5	Metro Teratai	654 GT	60 m
<b>Kapal Perintis</b>			
1	Berkat Taloda	1022 GT	70 m
2	Sabuk Nusantara 38	1202 GT	70 m
3	Sabuk Nusantara 51	1206 GT	70 m
4	Meliku Nusa	750 GT	70 m
<b>Kapal General Cargo</b>			
1	Gloria 28	254 GT	65 m
2	Venecian	1012 GT	70 m
3	Kelapa Dua	1105 GT	70 m
4	Yubellium II	245 GT	60 m
5	Terra Santa	1265 GT	70 m
<b>Kapal Peti Kemas</b>			
1	Logistik Nusantara I (Tol Laut)	7238 GT	130 m
<b>Kapal Pelra</b>			
1	Prima	34 GT	23 m
2	Josua	3 GT	7 m
3	Burung Kuning	22 GT	18 m
4	Siloam	16 GT	17 m
5	Grasia 2	27 GT	22 m

*Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali*



**Gambar 4.16 Kapal Gloria 28**



**Gambar 4.17 Kapal Penumpang Mercy Teratai**

#### **4.3.8 Trayek kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna**

Kapal-kapal yang beroperasi di Pelabuhan Tahuna memiliki rute trayek sebagai berikut:

**Tabel 4.5 Rute Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna**

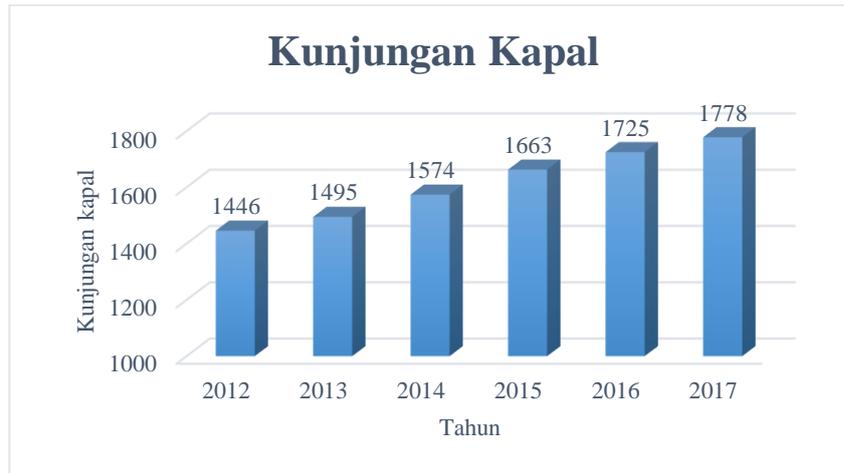
No	Kapal	Rute
1	Kapal Penumpang	a. Tahuna - Siau - Tagulandang - Manado b. Tahuna - Kahakitang - Para - Siau - Tagulandang - Biaro - Manado

No	Kapal	Rute
2	Kapal Perintis R-31 (Sabuk Nusantara 38)	Bitung - Tagulandang - Kahakitang - Tahuna - Lipang - Kawaluso - Matutuang - Kawio - Marore - Mangaran - Melonguane - Beo - Essang - Karatung - Marampit - Miangas
3	Kapal Perintis R-32 (Sabuk Nusantara 51)	Bitung - Likupang - Biaro - Tagulandang - Makalehi - Tahuna - Mangaran - Lirung - Rainis - Dapalan - Geme - Kakorotan - Miangas - Tahuna - Kawaluso - Matutuang - Kawio - Marore
4	Kapal Perintis R-33 (KM. Meliku Nusa)	Tahuna - Mangaran - Lirung - Melonguane - Essang - Kakorotan - Karatung - Miangas - Marore - Kawio - Kawaluso - Kahakitang - Siau - Bitung
5	Kapal Perintis R-34 (KM. Berkat Taloda)	Tahuna - Lipang - Bukide - Matutuang - Kawio - Marore - Kawaluso - Bukide - Manalu - Ngalipaeng - Kalama - Kahakitang - Para - Pehe - Makalehi - Tagulandang - Biaro - Bitung - Labukan Uki - Amurang
6	Kapal <i>General cargo</i>	a. Manado - Tahuna b. Siau - Tahuna - Manado c. Tarjun (Kalimantan Selatan) - Tahuna
7	Kapal Pelra	Manado - Tahuna
8	Kapal Tol Laut T-4	Surabaya Tj. Perak - Makassar - Tahuna

Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali

#### 4.3.9 Jumlah Kunjungan Kapal

Data pergerakan pada pelabuhan eksisting yang didapatkan dari Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Tahuna memberikan informasi mengenai aktivitas kepelabuhanan. Data kunjungan kapal atau *ship call* pada Pelabuhan Tahuna dijabarkan pada grafik di bawah ini.



Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali

**Gambar 4.18 Grafik Kunjungan Kapal Pelabuhan Tahuna**

Pada gambar di atas menunjukkan kunjungan kapal di Pelabuhan Tahuna pada tahun 2012 sampai dengan 2017 meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2013 jumlah kunjungan kapal di Pelabuhan Tahuna sebesar 1.495 kapal dan pada tahun 2014 mengalami peningkatan sebesar 5,3% dimana jumlah kunjungan pada tahun 2014 sebesar 1.574 kapal, hal ini terjadi dikarenakan bertambahnya kapal perintis untuk penyebrangan penumpang antar pulau. Pada tahun 2016 kunjungan kapal meningkat sebesar 3,7% dari tahun 2015, dan pada tahun 2017 kunjungan kapal di Pelabuhan Tahuna meningkat sebesar 3,1% dari tahun 2016 yaitu kunjungan sebesar 1.778 kapal. Sehingga diperkirakan arus kunjungan kapal pada Pelabuhan Tahuna akan selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya.

#### 4.3.10 Arus Barang dan Penumpang

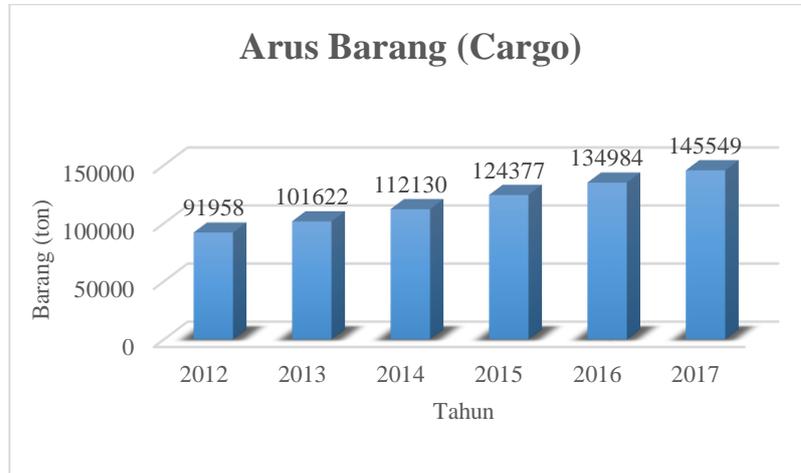
**Tabel 4.6 Arus Barang dan Penumpang Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Barang (Ton)	Petikemas (Teus)	Penumpang (Org)
2012	91958	-	291237
2013	101622	-	293752
2014	112130	-	303731
2015	124377	-	314411
2016	134984	252	318011
2017	145549	300	320438

Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali

Arus petikemas pada Pelabuhan Tahuna hanya dari kapal Tol Laut, ketersediaan data hanya dari tahun 2016 saat dimulainya rute Tol Laut trayek T4

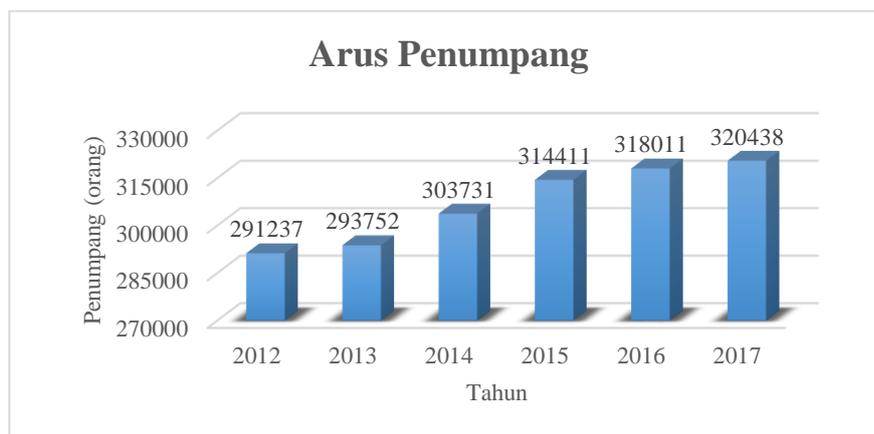
untuk rute Surabaya – Makassar – Tahuna dimana pada tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 48 teus dan memiliki 6 *roundtrip* dapat dilihat pada tabel 1.1, muatan balik dari Pelabuhan Tahuna adalah petikemas kosong.



Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali

**Gambar 4.19 Grafik Arus Barang Pelabuhan Tahuna 2012 - 2017**

Pada gambar di atas menunjukkan trafik atau arus barang *cargo* untuk bongkar dan muat di Pelabuhan Tahuna pada tahun 2012 sampai 2017 yang meningkat setiap tahunnya. Tahun 2015 arus barang yang masuk ke Pelabuhan Tahuna sebesar 124.377 ton naik 10,9% dari tahun 2014. Tahun 2016 arus barang masuk sebesar 134.984 ton naik sebesar 8.5% dari tahun sebelumnya. Dan tahun 2017 arus barang pada Pelabuhan Tahuna meningkat naik 7.8% dari tahun 2016, dimana arus barang sebesar 145.549 ton.



Sumber: Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Tahuna, diolah kembali

**Gambar 4.20 Grafik Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna 2012 - 2017**

Pada gambar di atas menunjukkan arus penumpang naik dan turun di Pelabuhan Tahuna pada tahun 2012 sampai 2017 meningkat setiap tahunnya. Pada

tahun 2015 arus penumpang di Pelabuhan Tahuna sebanyak 314.411 orang, mengalami peningkatan sebesar 3,5% dari tahun sebelumnya. Tahun 2016 arus penumpang sebanyak 318.001 orang, naik sebesar 1.8%. Dan pada tahun 2017 arus penumpang di Pelabuhan Tahuna sebanyak 320.438, mengalami peningkatan sebesar 1.2% dari tahun 2016.

#### 4.3.11 Utilitas Fasilitas Pelabuhan Tahuna

##### A. Rasio Pemakaian Gudang Pelabuhan (SOR)

Rasio pemakaian gudang Pelabuhan atau *Shed Occupancy Ratio* (SOR) menggambarkan tingkat pemakaian pada gudang Pelabuhan Tahuna. SOR merupakan perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan gudang yang dihitung dalam satuan ton hari dibandingkan dengan kapasitas gudang yang tersedia. Untuk menghitung rasio pemakaian gudang menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SOR (\%) = \frac{\text{Jumlah bongkar muat ton per hari} \times \text{dwelling time}}{\text{kapasitas gudang}} \times 100\%$$

Barang yang masuk ke gudang adalah 60% dari jumlah bongkar dan muat *cargo*, *dwelling time* merupakan rata-rata waktu dari barang yang ditumpuk yaitu 4 hari, dan kapasitas gudang di Pelabuhan Tahuna sebesar 1260 ton.

**Tabel 4.7 *Shed Occupancy Ratio* (SOR) Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Barang (Ton)		SOR (%)
	Jumlah	Ton/hari	
2012	55175	151	48
2013	60973	167	54
2014	67278	184	59
2015	74626	204	66
2016	80990	222	71
2017	87329	239	76

Standarisasi SOR adalah 65%. Artinya, untuk SOR <65% = baik, 65 sampai dengan 72% = cukup baik dan >72% = kurang baik. Dimana rasio pemakaian gudang (SOR) pada Pelabuhan Tahuna 76% termasuk dalam kurang baik.

##### B. Rasio Pemakaian Dermaga (BOR)

Rasio pemakaian dermaga/tambatan Pelabuhan atau *Berth Occupancy Ratio* (BOR) adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian tiap tambatan

dibanding dengan jumlah demaga dan waktu yang tersedia selama periode tertentu yang dinyatakan dalam persen.

$$BOR (\%) = \frac{\sum\{(LOA kapal(m) + space(m))x berthing time(jam)\}}{panjang dermaga x waktu operasional pelabuhan} x 100\%$$

**Tabel 4.8 Berth Occupancy Ratio (BOR) Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Kunjungan Kapal Dermaga A	BOR Dermaga A (%)	Kunjungan Kapal Dermaga B	BOR Dermaga B (%)
2012	417	33	1030	46
2013	457	37	1039	47
2014	500	40	1074	48
2015	551	44	1112	50
2016	601	48	1125	51
2017	645	51	1133	51

Standarisasi BOR Dermaga A dengan 1 tambatan adalah 40% dan standarisasi BOR terhadap Dermaga B dengan 3 tambatan adalah 55%. Dimana rasio pemakaian Dermaga A pada Pelabuhan Tahuna termasuk dalam kategori kurang baik.

### C. Rasio Pemakaian Lapangan Penumpukan Petikemas (YOR)

Rasio pemakaian lapangan penumpukan atau *Yard Occupancy Ratio* (YOR) adalah perbandingan antara jumlah pemakaian lapangan penumpukan petikemas yang dihitung dalam satuan teus untuk 1 bulan/tahun dibandingkan dengan kapasitas penumpukan yang tersedia yaitu 300 teus. Untuk menghitung YOR di lapangan dapat digunakan persamaan berikut

$$YOR (\%) = \frac{Teus\ dalam\ 1\ tahun\ x\ dwelling\ time}{Kapasitas\ lap.\ penumpukan\ x\ tahun} x 100\%$$

**Tabel 4.9 Yard Occupancy Ratio (YOR) Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Jumlah Teus	YOR (%)
2016	250	13
2017	300	16

Pada Pelabuhan Tahuna YOR masih di bawah 50% dikarenakan saat ini kapal petikemas Tol Laut hanya datang rata-rata 1 kali dalam 1 bulan.

## 4.4 Perencanaan Demand Kebutuhan Bahan Pokok Tol Laut

### 4.4.1 Tol Laut

Tol Laut adalah konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayani secara rutin dan terjadwal dari Kawasan Barat Indonesia (KBI) ke Kawasan Timur Indonesia (KTI). Dengan tujuan untuk menjangkau dan mendistribusikan logistik ke daerah tertinggal, terpencil, terluar dan perbatasan dan untuk menjamin ketersediaan barang dan mengurangi disparitas harga guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Disparitas harga terjadi disebabkan karena produk kebutuhan bahan pokok dan bahan penting yang dikonsumsi di KTI sebagian besar diproduksi di KBI karena pembentukan harga barang dipengaruhi oleh biaya transportasi. Kesiapan transportasi laut baik sarana seperti kesiapan pelabuhan dan kapal maupun prasarana diharapkan akan menekan disparitas harga antara Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI).

Pada trayek T4 Tol Laut mempunyai rute dari Surabaya – Makassar – Tahuna dengan menggunakan kapal petikemas yang dilengkapi dengan crane (*geared vessel*) yaitu KM. Logistik Nusantara I kapasitas 200 Teus.



*Sumber: Marine Traffic, 2018*

**Gambar 4.21 KM. Logistik Nusantara I**

Kapal Tol Laut hanya mendistribusikan muatan ke Tahuna, dimana pulau lain disekitar Pulau Sangihe tidak dapat ikut merasakan dampak dari muatan bersubsidi. Maka pada penelitian ini akan direncanakan muatan bersubsidi atau Tol Laut yang dapat menjangkau dan mendistribusikan logistik ke daerah tertinggal, terpencil, terluar, perbatasan dan untuk menjamin ketersediaan barang di Kepulauan Sulawesi

Utara karena permintaan atau *demand* dari masyarakat di pulau sekitar untuk ikut merasakan dampak muatan angkutan barang yang disubsidi.

**Tabel 4.10 Summary KM. Logistik Nusantara (Tol Laut T4)**

KM. Logistik Nusantara I		
LOA	130	meter
B	18,5	meter
T	6,7	meter
H	8,6	meter
Payload	200	teus
Total Port time (Sby - Mks - Tahuna)	63	jam
Total Seetime (1.202 nm)	301	jam
Total Roundtrip time	<b>16</b>	hari
<i>Commision days</i>	330	hari
Frekuensi kapal Tol Laut	<b>20</b>	kali
<i>Unit Cost</i> (PM. 29 Tahun 2018)	<b>Rp 6,984,000</b>	Rp/Teu

Tabel 4.10 merupakan *summary* dari *voyage* kapal Tol Laut KM. Logistik Nusantara, dimana memiliki *port time* selama 63 jam dan memiliki *seetime* selama 301 jam. Total waktu *roundtrip* kapal Tol Laut adalah 16 hari dan frekuensi kapal sebesar 20 kali/tahun maka angka ini akan menjadi acuan untuk pendistribusian muatan Tol Laut selanjutnya. *Unit cost* atau biaya satuan kapal didapatkan dari Peraturan Menteri Perhubungan RI nomor 29 tahun 2018 tentang Tarif Angkutan Barang di Laut Untuk Melaksanakan Pelayanan Publik yaitu Rp 6,984,000 Rp/Teu.

**Tabel 4.11 Penurunan Harga Bahan Pokok Pulau Sangihe 2018**

Penurunan Harga Bahan Pokok di Pulau Sangihe				
Jenis Komoditi	Sebelum Tol Laut		Sesudah Tol Laut	
Beras (Rp/Kg)	Rp	40,000	Rp	34,500
Minyak Goreng (Rp/Lt)	Rp	25,500	Rp	19,000
Daging Ayam (Rp/Kg)	Rp	38,000	Rp	32,000
Gula (Rp/Kg)	Rp	14,000	Rp	12,000
Telur Ayam (Rp/butir)	Rp	3,700	Rp	2,000
Tepung Terigu (Rp/Kg)	Rp	11,500	Rp	10,000

*Sumber: Survei Pulau Sangihe*

Tabel 4.11 merupakan penurunan harga barang bahan pokok sebelum dan sesudah adanya Tol Laut di pulau Sangihe Sulawesi Utara, dimana Tol Laut sudah berjalan selama 2,5 tahun dari tahun 2016. Survei menunjukkan harga bahan pokok turun rata-rata 30%. Diharapkan pulau-pulau lain yang berada di Sulawesi Utara dapat ikut merasakan penurunan harga bahan pokok seperti di pulau Sangihe.

#### 4.4.2 Jumlah Penduduk dan Estimasi Kebutuhan Bahan Pokok

Estimasi kebutuhan barang pokok dilakukan dengan cara memperhitungkan konsumsi masing-masing barang atau bahan pokok per kapita per hari. Data konsumsi bahan pokok ini merupakan data sekunder yang didapat dari Badan Pusat Statistik Indonesia. Barang-barang pokok yang akan didistribusikan didapatkan dari Peraturan Dirjen Perhubungan Laut nomor: AL.307/I/I/DTPL-18 tentang Daftar Jenis Barang Angkutan Kapal Tol Laut, untuk bahan pokok yang akan di distribusikan menggunakan kapal Tol Laut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.12 Konsumsi Bahan Pokok**

Bahan Pokok	Konsumsi Per Hari Per Kapita (Kg/Hari)
Beras	0.420
Minyak Goreng	0.025
Daging Ayam	0.100
Gula Pasir	0.050
Kedelai	0.020
Tepung Terigu	0.150
Susu Bubuk	0.010
Mie Instan	0.017
Obat Obatan	0.008
<b>Total (Kg/Hari)</b>	<b>0.800</b>
<b>Total (Ton/Hari)</b>	<b>0.0008</b>

*Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017*

Dalam penelitian ini, muatan Tol Laut direncanakan akan didistribusikan ke Kepulauan Sulawesi Utara yaitu Kepulauan Sangihe, Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, dan Kepulauan Talaud. Tabel berikut merupakan daftar pulau - pulau yang berada di Kepulauan Sulawesi Utara.

**Tabel 4.13 Daftar Pulau di Kepulauan Sulawesi Utara**

Kepulauan Sulawesi Utara	Pulau
Kepulauan Sangihe	Pulau Sangihe
	Pulau Kahakitang
	Pulau Marore
Kepulauan Siau Tagulandang Biaro	Pulau Tagulandang
	Pulau Siau
	Pulau Biaro
Kepulauan Talaud	Pulau Lirung
	Pulau Melanguane
	Pulau Kakorotan
	Pulau Miangas

Untuk menghitung estimasi jumlah penduduk tersebut diperlukan data jumlah penduduk untuk masing-masing pulau obyek penelitian. Pada tabel di bawah ini merupakan data kependudukan dari pulau yang ada di Kepulauan Sangihe, Kepulauan Siau Tagulandang Biaro, dan Kepulauan Talaud.

**Tabel 4.14 Jumlah Penduduk Kepulauan Sulawesi Utara**

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	P. Sangihe	P. Kahakitang	P. Siau	P. Tagulandang	P. Biaro
2014	67790	2075	42542	10863	2990
2015	68997	2088	42862	10901	2981
2016	69878	2102	43209	10940	2972
2017	71676	2115	43562	10979	2963

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
	P. Lirung	Melonguane	P. Kakorotan	P. Miangas	P. Marore
2014	18785	54991	1124	1186	2489
2015	18877	55901	1131	1191	2492
2016	18970	56825	1138	1198	2495
2017	19680	57755	1144	1201	2501

*Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara, 2017*

Tabel 4.14 merupakan pulau-pulau yang ada di tiga Kepulauan Sulawesi Utara. Perencanaan pemenuhan kebutuhan bahan pokok dilakukan selama jangka waktu 15 tahun, sehingga diperlukan estimasi jumlah penduduk pada lima belas tahun mendatang (2032).

Tabel 4.15 Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun 2018 – 2032

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk Setiap Pulau (Jiwa)									
	P. Sangihe	P. Kahakitang	P. Siau	P. Tagulandang	P. Biaro	P. Lirung	Melonguane	P. Kakorotan	P. Miangas	P. Marore
2018	72720	2128	43895	11017	2954	19772	58672	1151	1207	2504
2019	73973	2141	44235	11055	2945	20049	59593	1157	1212	2507
2020	75227	2154	44575	11093	2936	20327	60514	1163	1217	2511
2021	76480	2167	44915	11131	2927	20604	61435	1170	1222	2514
2022	77734	2180	45255	11169	2918	20881	62356	1176	1224	2518
2023	78987	2193	45595	11207	2909	21159	63277	1182	1236	2521
2024	80241	2206	45935	11245	2900	21436	64198	1188	1238	2525
2025	81494	2219	46275	11283	2891	21713	65119	1195	1243	2528
2026	82748	2232	46615	11321	2882	21990	66040	1201	1245	2532
2027	84001	2245	46955	11359	2873	22268	66961	1207	1251	2535
2028	85255	2258	47295	11397	2864	22545	67882	1213	1259	2539
2029	86508	2271	47635	11435	2855	22822	68803	1219	1263	2542
2030	87762	2284	47975	11473	2846	23099	69724	1226	1268	2546
2031	89015	2297	48315	11511	2837	23377	70645	1232	1272	2549
2032	90269	2310	48655	11549	2828	23654	71566	1238	1277	2553

Tabel 4.15 merupakan hasil proyeksi jumlah penduduk setiap pulau pada Kepulauan Sulawesi Utara dengan bantuan *Microsoft Excel*, dilakukan *forecasting* atau proyeksi untuk mendapatkan peramalan jumlah penduduk untuk 15 tahun kedepan.



**Gambar 4.22 Grafik Proyeksi Jumlah Penduduk**

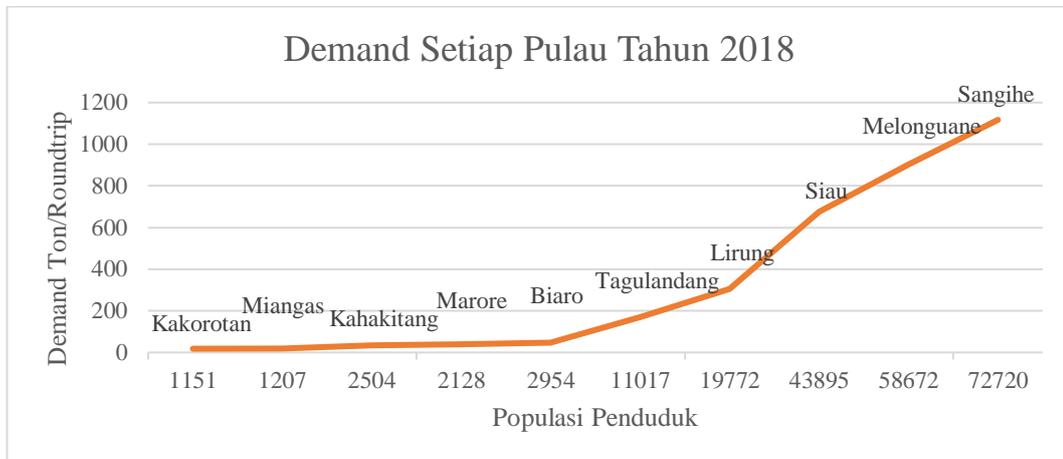
Berdasarkan tabel dan grafik di atas, didapatkan proyeksi jumlah penduduk mendatang untuk Pulau Sangihe, Pulau Kahakitang, Pulau Siau, Pulau Lirung, Pulau Melonguane, Pulau Miangas dan Pulau Marore semakin tahun mengalami peningkatan, dan untuk jumlah penduduk Pulau Tagulandang, Pulau Biaro semakin tahun semakin menurun. Peramalan dilakukan karena mempengaruhi jumlah kebutuhan pokok yang akan di suplai.

Perhitungan kebutuhan bahan pokok adalah jumlah dari seluruh konsumsi per ton per hari sesuai dengan Tabel 4.12 yaitu 0,008 ton, kemudian dikalikan jumlah penduduk setiap pulau dan ditambah dengan *safety stock* sebesar 20% dari kebutuhan dan dikalikan waktu *roundtrip* yaitu 16 hari. *Safety stock* berfungsi untuk mengantisipasi fluktuasi konsumsi harian sehingga tidak terjadi kekurangan persediaan bahan pangan. Pada tabel berikut dapat dilihat kebutuhan bahan pokok untuk masing-masing pulau per *roundtrip*.

Tabel 4.16 Kebutuhan Bahan Pokok (Ton/Roundtrip)

Tahun	Demand Kebutuhan Bahan Pokok (Ton / Roundtrip)									
	Tahuna	P. Kahakitang	P. Siau	P. Tagulandang	P. Biaro	P. Lirung	P. Melonguane	P. Kakorotan	P. Miangas	P. Marore
2018	1117	33	675	170	46	304	902	18	19	39
2019	1137	33	680	170	46	308	916	18	19	39
2020	1156	34	685	171	46	313	930	18	19	39
2021	1175	34	690	171	45	317	944	18	19	39
2022	1194	34	696	172	45	321	958	19	19	39
2023	1214	34	701	173	45	326	972	19	19	39
2024	1233	34	706	173	45	330	987	19	20	39
2025	1252	35	711	174	45	334	1001	19	20	39
2026	1272	35	717	174	45	338	1015	19	20	39
2027	1291	35	722	175	45	343	1029	19	20	39
2028	1310	35	727	176	44	347	1043	19	20	39
2029	1329	35	732	176	44	351	1057	19	20	40
2030	1349	36	737	177	44	355	1071	19	20	40
2031	1368	36	743	177	44	360	1086	19	20	40
2032	1387	36	748	178	44	364	1100	20	20	40

Kapal Tol Laut trayek T4 dengan rute Surabaya – Makassar – Tahuna merupakan kapal petikemas dengan *roundtrip* selama 16 hari, petikemas lalu di *stripping* di pelabuhan *hub* dan di distribusikan ke pelabuhan pengumpan dalam bentuk muatan *cargo*. Tabel 4.16 merupakan demand kebutuhan bahan pokok per *roundtrip* untuk setiap pelabuhan, dimana *demand* terbesar adalah Pulau Sangihe dan *demand* terkecil adalah Pulau Kakorotan. Perbedaan *demand* terjadi dikarenakan semakin kecil populasi penduduk maka *demand* akan semakin kecil. Berikut adalah grafik *demand* untuk setiap pulau tahun 2018.



Gambar 4.23 Grafik Demand Terhadap Populasi Penduduk Tahun 2018

Tabel 4.17 Total Demand Pelabuhan Pengumpul

Total Demand Pelabuhan Pengumpul (Kapal Tol Laut)		
Tahun	Teus / Roundtrip	Teus / Year
2018	170	3400
2019	171	3420
2020	174	3480
2021	176	3520
2022	178	3560
2023	181	3620
2024	183	3660
2025	185	3700
2026	186	3720
2027	190	3800
2028	192	3840
2029	193	3860
2030	195	3900
2031	198	3960
2032	200	4000

Tabel 4.18 merupakan total demand untuk kapal Tol Laut (*mother vessel*) atau pelabuhan pengumpul *hub* Tol Laut yaitu Pelabuhan Tahuna, dimana kapal Tol Laut mempunyai demand 170 teus per *roundtrip* pada tahun 2018 dan 200 teus per *roundtrip* pada tahun 2032.

**Tabel 4.18 Total Demand Pelabuhan Pengumpan**

<b>Total Demand Pelabuhan Pengumpan (Kapal Feeder)</b>		
<b>Tahun</b>	<b>Ton / Roundtrip</b>	<b>Ton / Year</b>
2018	2206	44120
2019	2229	44580
2020	2255	45100
2021	2277	45540
2022	2303	46060
2023	2328	46560
2024	2353	47060
2025	2378	47560
2026	2402	48040
2027	2427	48540
2028	2450	49000
2029	2474	49480
2030	2499	49980
2031	2525	50500
2032	2550	51000

Pada tabel 4.19 merupakan total demand untuk pelabuhan pengumpan atau demand kapal *feeder*, dimana 9 pelabuhan pengumpan adalah pelabuhan selain Pelabuhan Tahuna dan akan didistribusikan menggunakan kapal *feeder* dalam bentuk muatan *general cargo* ke 9 pelabuhan pengumpan di Kepulauan Sulawesi Utara.

## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Analisis Pergerakan Barang dan Penumpang Pelabuhan Tahuna

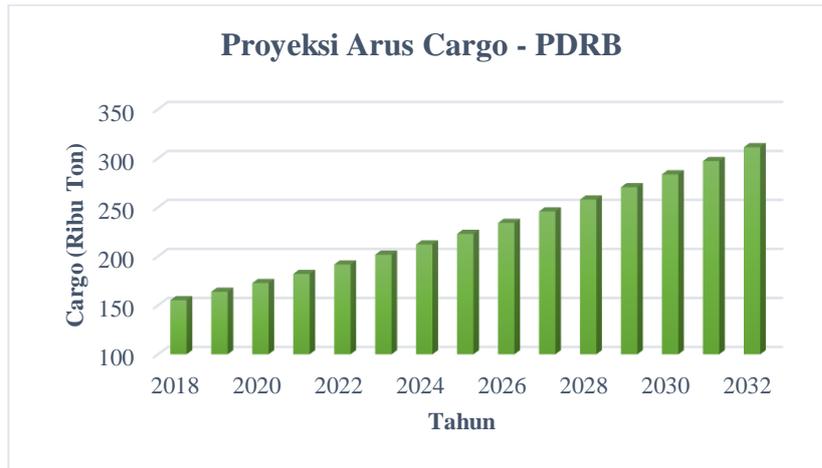
#### 5.1.1 Analisis Arus Barang (Cargo)

Langkah pertama dalam pengembangan pada Pelabuhan Tahuna adalah dengan merencanakan atau meramalkan arus barang (*general cargo*), petikemas, dan penumpang untuk kedepannya. Proyeksi atau peralaman dilakukan selama 15 tahun kedepan, dari tahun 2018 sampai tahun 2032 untuk mendapatkan besarnya arus pada Pelabuhan Tahuna yang nantinya akan digunakan untuk menentukan pengembangan-pengembangan yang diperlukan pada Pelabuhan Tahuna.

Untuk melakukan proyeksi untuk arus *cargo* yaitu dengan cara memproyeksikan PDRB Kepulauan Sangihe dengan arus volume *cargo* pada tahun-tahun sebelumnya dari data arus pergerakan barang yang sudah ada pada tahun 2012 – 2017.

**Tabel 5.1 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Volume Arus Cargo (Ton)
2018	156.467
2019	167.332
2020	178.199
2021	189.064
2022	199.931
2023	206.796
2024	221.663
2025	232.528
2026	243.395
2027	254.260
2028	265.127
2029	275.992
2030	286.859
2031	297.724
2032	308.591



**Gambar 5.1 Grafik Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Tahuna 2018 - 2032**

Gambar dan tabel 5.1 merupakan proyeksi arus barang (*general cargo*) pada Pelabuhan Tahuna untuk tahun 2018 sampai dengan tahun 2032 dimana selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya.

Jenis barang yang dibongkar di Pelabuhan Tahuna sangat bervariasi, dimulai dari beberapa jenis sembako seperti beras, telur, minyak goreng, gula, dan tepung. Hasil wawancara memberikan kesimpulan bahwa pergerakan asal/tujuan barang mayoritas dari wilayah Manado dan Bitung, dimana harga barang pokok di Manado dan Bitung sendiri sudah mahal, juga peralatan elektronik, hasil perkebunan serta sepeda motor dan bahan konstruksi seperti seng dan aspal, sedangkan untuk barang yang dimuat dari Pelabuhan Tahuna mayoritas adalah barang hasil perkebunan dan perikanan seperti: pala, cengkih, kopra, dan hasil perikanan laut.

### 5.1.2 Analisis Arus Petikemas

Selain barang dengan kemasan *general cargo*, di Pelabuhan Tahuna dilayani pula angkutan barang dengan menggunakan petikemas. Untuk arus petikemas pada Pelabuhan Tahuna ketersediaan data dari tahun 2016 saat dimulainya rute Tol Laut untuk rute Surabaya – Makassar – Tahuna sampai dengan tahun 2017 dan bukan sebagai pelabuhan pengumpul, pada penelitian ini Pelabuhan Tahuna direncanakan sebagai pelabuhan pengumpul atau *hub* Tol Laut yang akan mendistribusikan muatan bersubsidi ke pelabuhan pengumpan di 3 Kepulauan Sulawesi Utara. Arus petikemas pada tahun 2017 hanya sebesar 300 teus dan kapal Tol Laut hanya memiliki 6 *roundtrip*.

Arus petikemas didapatkan dari proyeksi *demand* di tiga Kepulauan Sulawesi Utara untuk 15 tahun kedepan dari tahun 2018 – 2032 yang dapat dilihat pada tabel 4-18. Berikut adalah arus petikemas Pelabuhan Tahuna sebagai pelabuhan *Hub* Tol Laut.

**Tabel 5.2 Proyeksi Arus Petikemas Pelabuhan Tahuna Sebagai *Hub* Tol Laut**

Tahun	Volume Bongkar (Teus)	Volume Muat (Teus)	Total
2018	3400	3400	6800
2019	3420	3420	6840
2020	3480	3480	6960
2021	3520	3520	7040
2022	3560	3560	7120
2023	3620	3620	7240
2024	3660	3660	7320
2025	3700	3700	7400
2026	3720	3720	7440
2027	3800	3800	7600
2028	3840	3840	7680
2029	3860	3860	7720
2030	3900	3900	7800
2031	3960	3960	7920
2032	4000	4000	8000



**Gambar 5.2 Grafik Arus Petikemas Pelabuhan Tahuna 2018 - 2032**

Tabel dan grafik di atas merupakan arus petikemas pada Pelabuhan Tahuna, dimana arus petikemas mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan jumlah penduduk di tiga Kepulauan Sulawesi Utara terus bertambah setiap tahunnya dan bahan pokok yang akan di suplai pun akan terus meningkat.

### 5.1.3 Analisis Arus Penumpang

Proyeksi arus penumpang pada Pelabuhan Tahuna dilakukan dengan memproyeksikan pertumbuhan penduduk dengan arus penumpang pada tahun-tahun sebelumnya. Jumlah arus penumpang sebagian besar adalah asal dan tujuan Pelabuhan Manado, dengan total penumpang turun di Pelabuhan Tahuna asal Pelabuhan Manado selama tahun 2017 adalah sebanyak 111.000 penumpang.

Karakteristik wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe dengan potensi laut seperti wisata bahari. Diantara potensi wisata yang ada adalah:

1. Wisata gunung api bawah laut, dimana gunung api di Kepulauan Sangihe sangat terkenal karena berada di dalam laut.
2. Pasir putih yang tersebar di pulau Sangihe.
3. Teluk Tahuna untuk kegiatan *jet ski*.

Dari kondisi di atas, maka potensi demand angkutan penumpang yang diprediksi akan menggunakan Pelabuhan Tahuna masih cukup potensial, dan akan terus meningkat.

**Tabel 5.3 Proyeksi Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Arus Penumpang (Org)
2018	332.834
2019	341.117
2020	349.565
2021	358.182
2022	366.972
2023	375.937
2024	385.082
2025	394.410
2026	403.924
2027	413.628
2028	423.527
2029	433.623
2030	443.922
2031	454.426
2032	465.141



**Gambar 5.3 Grafik Proyeksi Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna**

Tabel dan grafik di atas merupakan proyeksi untuk arus penumpang pada Pelabuhan Tahuna dilakukan selama 15 tahun kedepan dari tahun 2018 sampai tahun 2032, dengan memperhatikan data arus penumpang di Pelabuhan Tahuna pada tahun-tahun sebelumnya dan di proyeksikan dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Dimana arus penumpang naik dan turun di Pelabuhan Tahuna mengalami peningkatan setiap tahunnya.

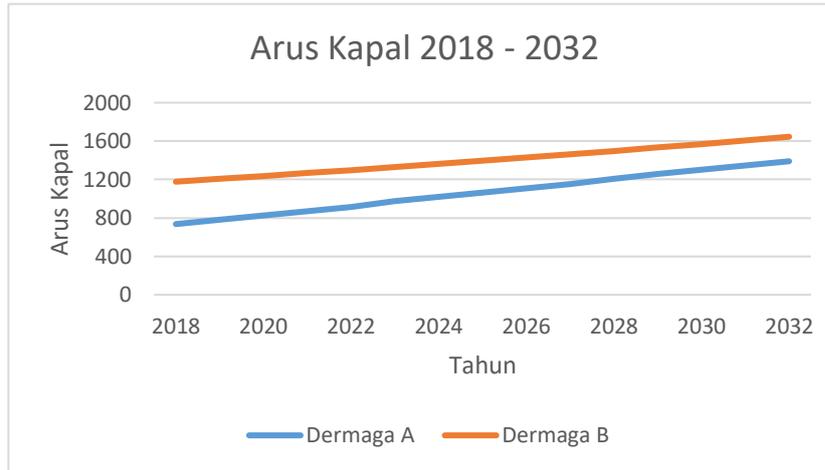
## 5.2 Analisis Arus Kunjungan Kapal

Proyeksi kunjungan kapal atau *ship call* dilakukan untuk mengetahui besarnya kunjungan kapal pada tahun-tahun mendatang. Proyeksi arus kapal didapatkan dari proyeksi besarnya arus barang, penumpang dan petikemas yang sudah didapatkan sebelumnya dan didapatkan jumlah arus kapal. Berikut adalah tabel proyeksi kunjungan kapal pada Pelabuhan Tahuna tahun 2018 – 2032.

**Tabel 5.4 Kunjungan Kapal Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Kunjungan Kapal Dermaga A	BOR Dermaga A (%)	Kunjungan Kapal Dermaga B	BOR Dermaga B (%)
2018	736	63	1177	53
2019	781	67	1206	54
2020	826	71	1236	56
2021	871	74	1267	57
2022	916	78	1298	58
2023	973	83	1330	60
2024	1018	86	1362	61
2025	1063	90	1395	63
2026	1108	94	1429	64

Tahun	Kunjungan Kapal Dermaga A	BOR Dermaga A (%)	Kunjungan Kapal Dermaga B	BOR Dermaga B (%)
2027	1153	98	1463	66
2028	1210	102	1498	67
2029	1255	106	1534	69
2030	1300	110	1570	70
2031	1345	113	1607	72
2032	1390	117	1645	74



Gambar 5.4 Grafik Proyeksi Kunjungan Kapal Pelabuhan Tahuna

Kunjungan kapal pada Pelabuhan Tahuna mengalami peningkatan setiap tahunnya dari 2018 sampai 2032 karena arus dari *general cargo*, penumpang, dan petikemas meningkat setiap tahunnya. Dimana pada Dermaga A digunakan untuk kapal petikemas, *general cargo*, dan perintis. Dermaga B digunakan untuk kapal penumpang.

### 5.3 Rancangan Pengembangan Pelabuhan

#### 5.3.1 Rencana Pengembangan Gudang

Perhitungan perencanaan luas area gudang atau *warehouse* dihitung berdasarkan proyeksi bongkar muat untuk barang jenis *general cargo*. Perhitungan kebutuhan luas gudang atau *warehouse* adalah sebagai berikut (Velsink, 2012).

$$A = \frac{T \cdot TrT \cdot Sf}{365 \cdot Sth \cdot (1-BS)} \quad (5.1)$$

A : kebutuhan luas gudang (m<sup>2</sup>)

T : *throughput* gudang per tahun (ton)

TrT : transit time/dwelling time (hari)

Sf : stowage factor (0.7 m<sup>3</sup>/ton)

Sth : stacking height (tinggi tumpukan muatan)

BS: broken stowage of cargo (volume ruang yang hilang untuk lalu lintas alat pengangkut seperti forklift atau peralatan lain, 0.5)

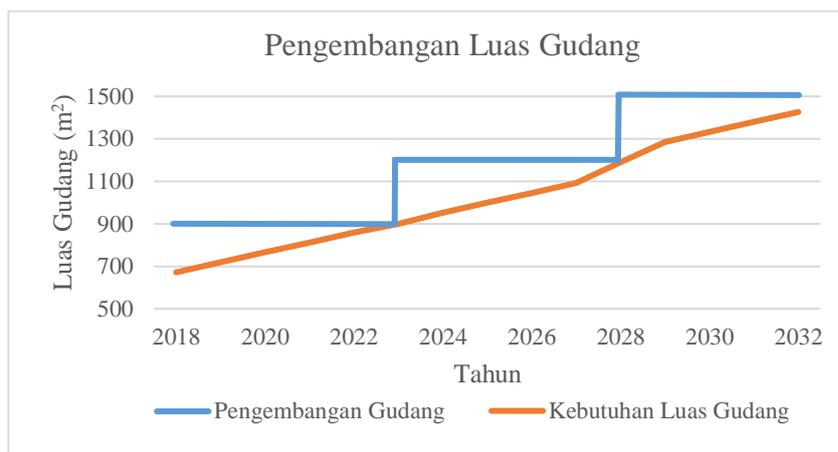
365 : jumlah hari dalam 1 tahun

**Tabel 5.5 Kebutuhan Luas Gudang**

Tahun	Arus Cargo (Ton)	Kebutuhan Luas Gudang (m <sup>2</sup> )
2018	93.880	672
2019	100.399	719
2020	106.919	766
2021	113.438	812
2022	119.959	859
2023	126.478	900
2024	132.998	952
2025	139.517	999
2026	146.037	1046
2027	152.556	1092
2028	159.076	1189
2029	165.595	1286
2030	172.115	1332
2031	178.634	1379
2032	185.155	1426

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Kebutuhan Luas Gudang Pelabuhan Tahunan**

Tahun	Kebutuhan Luas Gudang (m <sup>2</sup> )	SOR Sebelum (%)	SOR Sesudah (%)
2018	900 (40 x 23 m)	82	55
2023	1200 (40 x 30 m)	111	56
2028	1500 (40 x 38 m)	139	58



**Gambar 5.5 Grafik Kebutuhan Luas Gudang dan Pengembangannya**

Tabel dan grafik di atas merupakan kebutuhan luas gudang Pelabuhan Tahuna. Pengembangan dilakukan 3 kali selama 15 tahun yaitu tahun 2018 pengembangan gudang menjadi 900 m<sup>2</sup> dari eksisting 600 m<sup>2</sup>, tahun 2023 pengembangan gudang menjadi 1200 m<sup>2</sup>, dan tahun 2028 pengembangan gudang menjadi 1500 m<sup>2</sup>, dengan adanya pengembangan pada gudang Pelabuhan Tahuna diharapkan arus barang pada gudang lancar dan layak.

**Tabel 5.7 Biaya Pengembangan Gudang Jangka Pendek 2018**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Perluasan Gudang	m <sup>2</sup>	320	Rp 2,700,000	Rp 864,000,000
2	Biaya lain lain	-	-	-	Rp 10,000,000
Total Biaya Pengembangan Tahun 2018					<b>Rp 874,000,000</b>

**Tabel 5.8 Biaya Pengembangan Gudang Jangka Menengah 2023**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Perluasan Gudang	m <sup>2</sup>	280	Rp 2,700,000	Rp 756,000,000
2	Biaya lain lain	-	-	-	Rp 10,000,000
Total Biaya Pengembangan Tahun 2023					<b>Rp 766,000,000</b>

**Tabel 5.9 Biaya Pengembangan Gudang Jangka Panjang 2028**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Perluasan Gudang	m <sup>2</sup>	320	Rp 2,700,000	Rp 864,000,000
2	Biaya lain lain	-	-	-	Rp 10,000,000
Total Biaya Pengembangan Tahun 2028					<b>Rp 874,000,000</b>

Tabel di atas merupakan biaya yang diperlukan untuk pengembangan gudang pada Pelabuhan Tahuna. Harga satuan pengembangan gudang didapatkan dari

Peraturan Menteri Perhubungan RI nomor 78 tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan dengan biaya pengembangan jangka pendek sebesar Rp. 874.000.000,- jangka menengah sebesar Rp. 776.000.000,- dan jangka panjang sebesar Rp. 874.000.000,-

### 5.3.2 Rencana Pengembangan Lapangan Penumpukan Petikemas

Perhitungan perencanaan pengembangan luas area lapangan penumpukan petikemas atau *container yard* dihitung berdasarkan proyeksi arus barang untuk petikemas. Luas eksisting *container yard* sebesar 3150 m<sup>2</sup>. Perhitungan kebutuhan luas area lapangan penumpukan petikemas atau *container yard* adalah sebagai berikut (Velsink, 2012).

$$A_{CY} = \frac{N_c t_d A_{TEU}}{r_{bs} 365 m_c} \quad (5.2)$$

Dimana:

$A_{CY}$  : luas lapangan penumpukan petikemas yang diperlukan (m<sup>2</sup>).

$N_c$  : arus petikemas per tahun (teus).

$t_d$  : *dwelling time* atau jumlah hari petikemas dilapangan penumpukan (6 hari).

$A_{TEU}$  : luasan yang diperlukan untuk satu Teu (reachstacker dengan 3 tumpukan= 20 m<sup>2</sup>/Teu).

$r_{bs}$  : *broken stowage* (luasan yang hilang karena adanya jalan dan jarak antar petikemas di lapangan penumpukan, 1 – 0.3 = 0.7).

365 : jumlah hari dalam 1 tahun.

$m_c$ : tingkat *occupancy container yard* yang di tolerir (0.7).

**Tabel 5.10 Kebutuhan Luas Lapangan Penumpukan Petikemas**

Tahun	Bongkar (Teus)	Muat (Teus)	Jumlah (Teus)	Kebutuhan Luas Lapangan (m <sup>2</sup> )
2018	3400	3400	6800	4562
2019	3420	3420	6840	4598
2020	3480	3480	6960	4670
2021	3520	3520	7040	4724
2022	3560	3560	7120	4777

Tahun	Bongkar (Teus)	Muat (Teus)	Jumlah (Teus)	Kebutuhan Luas Lapangan (m <sup>2</sup> )
2023	3620	3620	7240	4858
2024	3660	3660	7320	4911
2025	3700	3700	7400	4965
2026	3720	3720	7440	4992
2027	3800	3800	7600	5099
2028	3840	3840	7680	5153
2029	3860	3860	7720	5180
2030	3900	3900	7800	5233
2031	3960	3960	7920	5314
2032	4000	4000	8000	5418

Tabel 5.11 Rekapitulasi Kebutuhan Lapangan Penumpukan Pelabuhan Tahuna

Tahun	Kebutuhan Lapangan Penumpukan (m <sup>2</sup> )	YOR (%)
2018	4900 (140 x 35 m)	69
2023	5425 (155 x 35 m)	68
2028	5425 (155 x 35 m)	71



Gambar 5.6 Grafik Kebutuhan Luas *Container Yard* dan Pengembangannya

Tabel dan grafik di atas merupakan kebutuhan luas lapangan penumpukan atau *container yard* pada Pelabuhan Tahuna. Pengembangan dilakukan 2 kali dalam jangka 15 tahun yaitu tahun 2018 pengembangan lapangan penumpukan petikemas jangka pendek menjadi 4900 m<sup>2</sup> atau 492 teus dari eksisting 3150 m<sup>2</sup> atau 300 teus. Tahun 2023 pengembangan lapangan penumpukan petikemas jangka menengah menjadi 5420 m<sup>2</sup> atau 528 teus.

Untuk penilaian YOR yang merupakan perbandingan kapasitas lapangan terhadap petikemas yang ditimbun, dimana semakin banyak petikemas yang ditimbun di terminal petikemas, berarti penggunaan lapangan penumpukan semakin mendekati kapasitas maksimal penumpukan di lapangan penumpukan tersebut dan setelah pengembangan YOR terbesar yaitu 73%.

**Tabel 5.12 Biaya Pengembangan Lapangan Penumpukan Jangka Pendek**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Pelebaran CY	m2	1750 (50 x 35m)	Rp 16,787,960	Rp 29,378,930,000
2	Biaya lain lain	-	-	-	Rp 500,000,000
Total Biaya Pengembangan Lapangan Penumpukan Tahun 2018					Rp 29,878,930,000

**Tabel 5.13 Biaya Pengembangan Lapangan Penumpukan Jangka Menengah**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Pelebaran CY	m2	525 (15 x 35m)	Rp 16,787,960	Rp 8,813,679,000
2	Biaya lain lain	-	-	-	Rp 500,000,000
Total Biaya Pengembangan Lapangan Penumpukan Tahun 2023					Rp 9,313,679,000

Tabel di atas merupakan biaya yang diperlukan untuk pengembangan lapangan penumpukan petikemas atau *container yard* pada Pelabuhan Tahuna, dengan biaya pengembangan jangka pendek sebesar Rp. 29.878.930.000,- dan biaya pengembangan jangka menengah sebesar Rp. 9.313.679.000,-

Harga satuan untuk pengembangan lapangan penumpukan petikemas didapatkan dari biaya pengembangan lapangan penumpukan sebelumnya pada Pelabuhan Tahuna tahun 2011 untuk 90 x 35m sebesar Rp. 50.363.800.000,- dan dinaikan suku bunga sebesar 5%.

### 5.3.3 Rencana Pengembangan Terminal Penumpang

Fasilitas terminal penumpang pada Pelabuhan Tahuna luas eksisting sebesar 300 m<sup>2</sup>. Perhitungan perencanaan pengembangan terminal penumpang dihitung berdasarkan proyeksi arus penumpang. Perhitungan kebutuhan luas area terminal penumpang adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 2010).

$$A_{TP} = \frac{N \gamma a}{d (1-BS)} \quad (5.3)$$

Dimana:

A<sub>TP</sub> : luas terminal penumpang yang dibutuhkan (m<sup>2</sup>)

N : total penumpang pertahun

$\gamma$  : waktu penumpang menunggu, (0.5 hari)

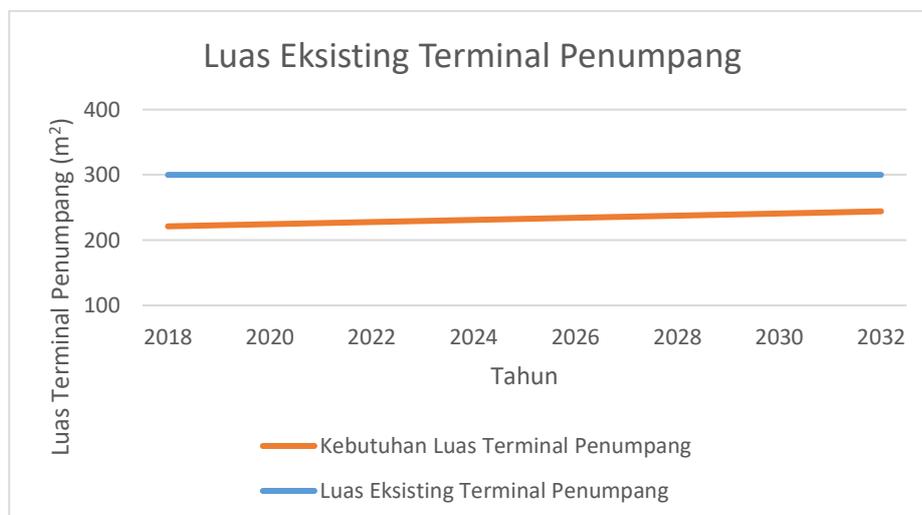
a : area per penumpang, (0.5 x 0.5 m = 0.25 m<sup>2</sup>)

BS: broken stowage, volume ruang yang hilang untuk ruang lain seperti administrasi, kantin (0.4)

d : waktu operasional (365 hari)

**Tabel 5.14 Kebutuhan Luas Terminal Penumpang**

Tahun	Arus Penumpang (Org)	Atp Luas Terminal (m <sup>2</sup> )
2018	332.834	190
2019	341.117	195
2020	349.565	200
2021	358.182	204
2022	366.972	209
2023	375.937	215
2024	385.082	220
2025	394.410	225
2026	403.924	231
2027	413.628	236
2028	423.527	242
2029	433.623	248
2030	443.922	253
2031	454.426	259
2032	465.141	265



**Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Kebutuhan Luas Terminal dan Luas Eksisting**

Tabel dan grafik di atas merupakan kebutuhan luas terminal penumpang dari tahun 2018 hingga 2032. Dari kebutuhan luas terminal di atas, tidak diperlukan adanya penambahan luasan terminal penumpang pada Pelabuhan Tahuna karena sampai tahun 2032 kebutuhan luas masih di bawah 300 m<sup>2</sup> yaitu: 265 m<sup>2</sup>. Dari segi keamanan lalu lintas penumpang dari terminal menuju dermaga, sudah dibangun jembatan garbarata untuk penyebrangan penumpang dari terminal penumpang ke dermaga, dengan tinggi jembatan sebesar 10 m yang tidak mengganggu jalan akses truk. Selain itu, pihak KUPP Tahuna memastikan tidak adanya penumpang yang masuk di area dermaga sebelum jadwal keberangkatan kapal penumpang.



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 5.8 Jembatan Garbarata untuk Jembatan Penumpang**

#### **5.3.4 Rencana Pengembangan Dermaga**

Kondisi eksisting dermaga Pelabuhan Tahuna total panjang adalah 300 meter. Dermaga A *cargo* sepanjang 100 meter dengan 1 tambatan untuk kapal *general cargo*, perintis, dan Tol Laut. Dermaga B *multipurpose* sepanjang 200 meter dengan 3 tambatan untuk kapal penumpang. Kapal Tol Laut memiliki panjang 130 meter dimana Dermaga A hanya memiliki panjang 100 meter, hal ini berakibat pada pemakaian dermaga sebelah sebesar 30 meter ketika kapal sandar. Kondisi dermaga pelabuhan saat ini selalu penuh, dapat dilihat pada gambar berikut dimana kapal berlabuh secara susun sirih pada dermaga B dimana dari segi keamanan tidak aman untuk berlabuh, hal ini menandakan Pelabuhan Tahuna membutuhkan pengembangan dermaga.



**Gambar 5.9 Kapal Berlabuh Secara Susun Sirih**

Perencanaan untuk pengembangan dermaga tergantung pada jumlah kapal dan dimensi kapal terbesar yang menggunakan dermaga dan dilihat dari BOR nya. Persamaan untuk menentukan panjang dermaga, diberikan dalam rumus berikut. (IMO (*International Maritim Organization*))

$$L_p = n L_{oa} + ((n + 1) \times 10\% \times L_{oa}) \quad (5.4)$$

Dimana:

$L_p$  : panjang dermaga

$L_{oa}$  : panjang kapal yang ditambat

$n$  : jumlah kapal yang ditambat

**Tabel 5.15 Rencana Pengembangan Dermaga A**

Rencana Pengembangan	Dermaga A (m)	BOR (%)	Batas BOR Maksimum
Eksisting	100	63	40% (1 tambatan)
Jangka Pendek	156	40	40% (1 tambatan)
Jangka Menengah	244	40	50% (2 tambatan)
Jangka Panjang	244	48	50% (2 tambatan)

**Tabel 5.16 Rencana Pengembangan Dermaga B**

Rencana Pengembangan	Dermaga B (m)	BOR (%)	Batas BOR Maksimum
Eksisting	200	58	55% (3 tambatan)
Jangka Pendek	270	43	60% (4 tambatan)
Jangka Menengah	270	49	60% (4 tambatan)
Jangka Panjang	270	55	60% (4 tambatan)

Tabel 5.15 dan 5.16 merupakan rencana pengembangan dermaga, dimana untuk jangka pendek Dermaga A diperpanjang sesuai ukuran kapal Tol Laut dan jangka menengah diperpanjang untuk 1 tambatan sesuai panjang kapal *general cargo* atau *feeder*. Untuk jangka pendek Dermaga B diperpanjang 1 tambatan sesuai ukuran kapal penumpang.

**Tabel 5.17 Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Pendek**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Pekerjaan Persiapan	-	-	-	Rp 20,000,000
2	Pekerjaan Dermaga A Jangka Pendek	m <sup>2</sup>	1120	Rp 17,416,861	Rp 19,506,884,382
3	Pekerjaan Pengerukan	m	56	Rp 9,705,150	Rp 543,488,400
Total Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Menengah					Rp 20,070,372,782

**Tabel 5.18 Biaya Pengembangan Dermaga B Jangka Pendek**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Pekerjaan Persiapan	-	-	-	Rp 20,000,000
2	Pekerjaan Dermaga B Jangka Pendek	m <sup>2</sup>	840	Rp 17,416,861	Rp 14,630,163,287
3	Pekerjaan Pengerukan	m	70	Rp 9,705,150	Rp 679,360,500
Total Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Menengah					Rp 15,329,523,787

**Tabel 5.19 Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Menengah**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Pekerjaan Persiapan	-	-	-	Rp 20,000,000
2	Pekerjaan Dermaga B Jangka Menengah	m <sup>2</sup>	1760	Rp 17,416,861	Rp 30,653,675,458
3	Pekerjaan Pengerukan	m	88	Rp 9,705,150	Rp 854,053,200
4	Trestle	-	27 x 6 m	-	Rp 3,176,204,159
Total Biaya Pengembangan Dermaga A Jangka Menengah					Rp 34,703,932,817

Tabel di atas merupakan biaya yang diperlukan untuk pengembangan dermaga pada Pelabuhan Tahuna yaitu untuk pengembangan Dermaga A jangka pendek 2018 – 2022 sebesar Rp. 20.070.372.782,- Pengembangan Dermaga A jangka menengah 2023 – 2027 sebesar Rp. 34.703.932.817,- dan pengembangan Dermaga B jangka pendek 2018 – 2022 sebesar Rp. 15.329.523.787,-

Harga satuan pekerjaan dermaga dan pengerukan didapatkan dari Peraturan Menteri Perhubungan RI nomor 78 tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan.

### 5.3.5 Kebutuhan Fasilitas Bongkar Muat Pelabuhan

Kondisi eksisting peralatan bongkar muat pada Pelabuhan Tahuna saat ini memiliki 3 buah peralatan penunjang yaitu 2 unit *forklift* dengan kapasitas 5 ton dan 1 unit *forklift* dengan kapasitas 28 ton. Berdasarkan kondisi pelabuhan serta kebutuhan peralatan penunjang yang mendasar, Pelabuhan Tahuna membutuhkan penambahan peralatan penunjang yaitu 2 unit *reachstacker* 45 ton untuk penanganan petikemas di lapangan penumpukan untuk menangani blok bongkar dan blok muat.

**Tabel 5.20 Biaya Penambahan Fasilitas Bongkar Muat Pelabuhan**

Alat	Harga	Jumlah	Total
Reachstacker 45 Ton	Rp 5,576,000,000	2	Rp 11,152,000,000

Tabel 5.20 merupakan biaya penambahan fasilitas bongkar muat pada Pelabuhan Tahuna, dibutuhkan dua buah *reachstacker* untuk penanganan di lapangan penumpukan petikemas. Total biaya penambahan kebutuhan fasilitas pelabuhan yaitu sebesar Rp. 11.152.000.000,-

### 5.3.6 Pelebaran Jalan Pelabuhan



*Sumber: Survei Pelabuhan Tahuna*

**Gambar 5.10 Lebar Jalan Pelabuhan Sebesar 8 meter**

Kondisi jalan pada Pelabuhan Tahuna memiliki jalur kendaraan masuk dan keluar yang terpisah. Lebar jalan pelabuhan sebesar 8 meter yang dapat dilalui oleh truk besar, tetapi area jalan di depan pos jaga pelabuhan yang hanya memiliki lebar

jalan sebesar 3 meter, dimana pada ruas tersebut tidak dapat dilewati oleh truk besar atau *trailer*, maka perlu adanya pengembangan luas jalan pada ruas tersebut.



**Gambar 5.11 Lebar Jalan di Depan Pos Jaga Pelabuhan Tahuna**

**Tabel 5.21 Biaya Pelebaran Jalan Pelabuhan Tahuna**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
1	Pelebaran Jalan	m <sup>2</sup>	80	Rp 165,000	Rp 13,200,000
2	Biaya lain lain	-	-	-	Rp 1,500,000
Total Biaya Pengembangan Jalan					<b>Rp 14,700,000</b>

Tabel 5.21 merupakan biaya pelebaran jalan pada titik pos jaga Pelabuhan Tahuna, dari kondisi eksisting lebar jalan 3 x 10 meter dilakukan pelebaran menjadi 8 x 10 meter. Pelebaran jalan dilakukan agar truk-truk besar dapat melewati atau masuk ke dalam Pelabuhan Tahuna, dengan total biaya pelebaran jalan sebesar Rp. 14.700.000,- harga satuan pelebaran jalan didapatkan dari Peraturan Menteri Perhubungan RI nomor 78 tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan.

#### **5.4 Rencana Pengembangan Pelabuhan**

Rekapitulasi kebutuhan pengembangan pada Pelabuhan Tahuna yang didasarkan pada perhitungan standar kebutuhan ruang, dengan prediksi atau proyeksi arus pada Pelabuhan Tahuna untuk 15 tahun kedepan, dari tahun 2018 sampai tahun 2032 dijabarkan pada tabel berikut:

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Kebutuhan Pengembangan Pelabuhan Tahuna**

No	Fasilitas	Satuan	Kondisi Eksisting	Jangka Pendek 2018-2022	Jangka Menengah 2018-2027	Jangka Panjang 2018-2032
1	Dermaga A <i>Cargo</i>	m	100	156	244	244
2	Dermaga B Penumpang	m	200	270	270	270
3	Lapangan Penumpukan	m	90 x 35	140 x 35	155 x 35	155 x 35
4	Gudang	m	40 x 15	40 x 23	40 x 30	40 x 38
5	Terminal Penumpang	m <sup>2</sup>	300	300	300	300
6	<i>Reachstacker</i> 45 ton	unit	0	2	2	2
7	Pelebaran Jalan	m	3 x 10	8 x 10	8 x 10	8 x 10

#### A. Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting Pelabuhan Tahuna telah memiliki beberapa fasilitas sisi darat diantaranya adalah sebagai berikut:

- Dermaga A *Cargo*: 100 x 20 m
- Dermaga B Penumpang: 200 x 12 m
- Lapangan penumpukan petikemas: 90 x 35 m atau 3150 m<sup>2</sup>
- Gudang: 40 x 15 m atau 600 m<sup>2</sup>
- Terminal penumpang: 300 m<sup>2</sup>
- *Forklift* 28 ton: 1 unit dan 5 ton: 2 unit.

#### B. Pengembangan Jangka Pendek

Pengembangan jangka pendek diarahkan pada pembangunan fasilitas pelabuhan dalam upaya memenuhi kebutuhan dan kekurangan fasilitas eksisting dan mempersiapkan Pelabuhan Tahuna sebagai pelabuhan *hub* Tol Laut. Rencana pengembangan yang akan dilakukan pada jangka pendek (2018 – 2022) adalah sebagai berikut:

- Penambahan panjang dermaga A *cargo* dengan panjang 56 m dan lebar 20 m
- Penambahan panjang dermaga B penumpang dengan panjang 56 m dan lebar 20 m
- Penambahan luas lapangan penumpukan petikemas dengan panjang 40 m dan lebar 35 m
- Perluasan gudang *cargo* menjadi panjang 40 m dan lebar 23 m

- Penambahan fasilitas bongkar muat *reachstacker* 2 unit dengan kapasitas 45 ton
- Pelebaran jalan didepan pos jaga menjadi 8 x 10 m

#### C. Pengembangan Jangka Menengah

Pengembangan jangka menengah diarahkan pada pembangunan fasilitas pelabuhan dalam upaya memenuhi kebutuhan pada 10 tahun mendatang. Rencana pengembangan yang akan dilakukan pada jangka menengah (2018 – 2027) adalah sebagai berikut:

- Penambahan panjang dermaga A *cargo* dengan panjang 88 m dan lebar 20 m
- Penambahan *trestle* dengan panjang 27 dan lebar 6 m.
- Penambahan luas lapangan penumpukan petikemas dengan panjang 15 m dan lebar 35 m
- Perluasan gudang *cargo* menjadi panjang 40 m dan lebar 30 m

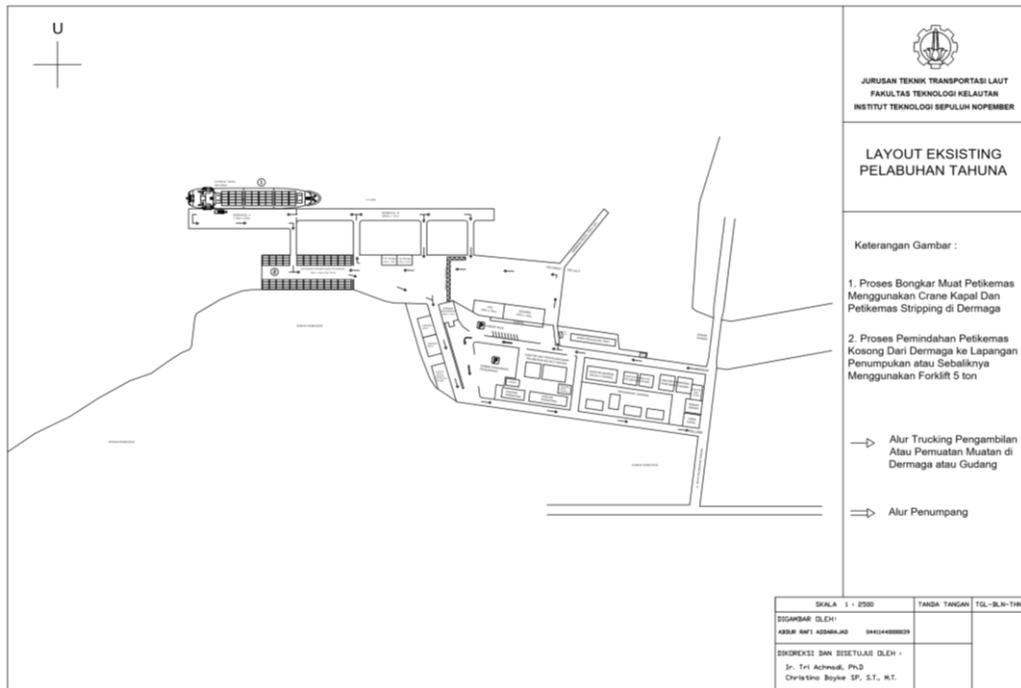
#### D. Pengembangan Jangka Panjang

Pengembangan jangka panjang diarahkan pada pembangunan fasilitas pelabuhan dalam upaya memenuhi kebutuhan pada 15 tahun mendatang. Rencana pengembangan yang akan dilakukan pada jangka panjang (2018 – 2032) adalah sebagai berikut:

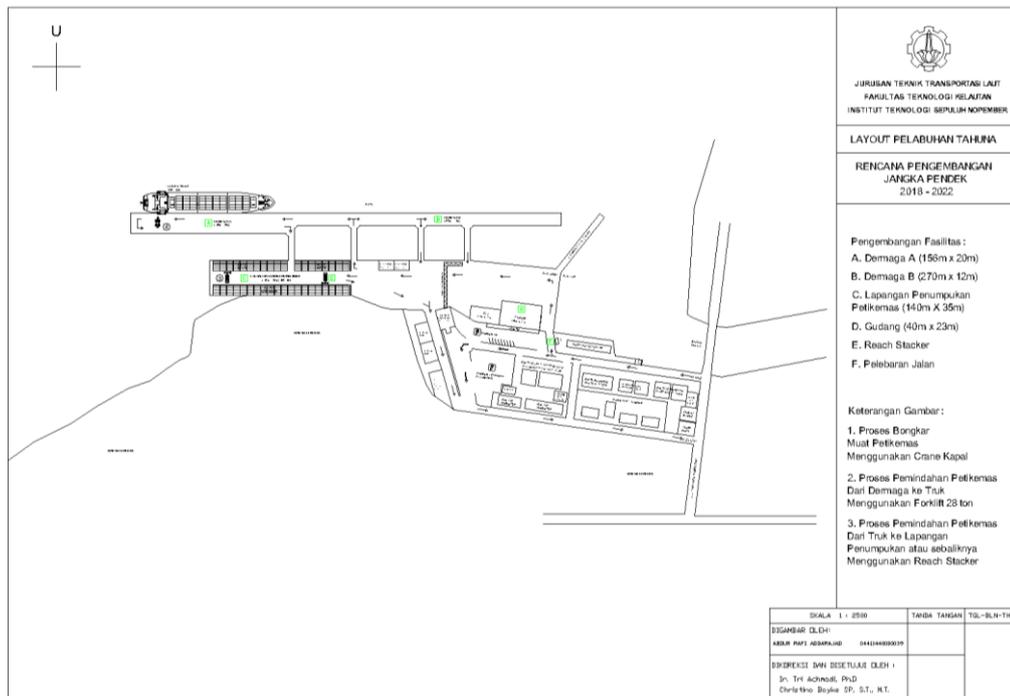
- Perluasan gudang *cargo* menjadi panjang 40 m dan lebar 38 m

### 5.5 Desain Layout Pelabuhan

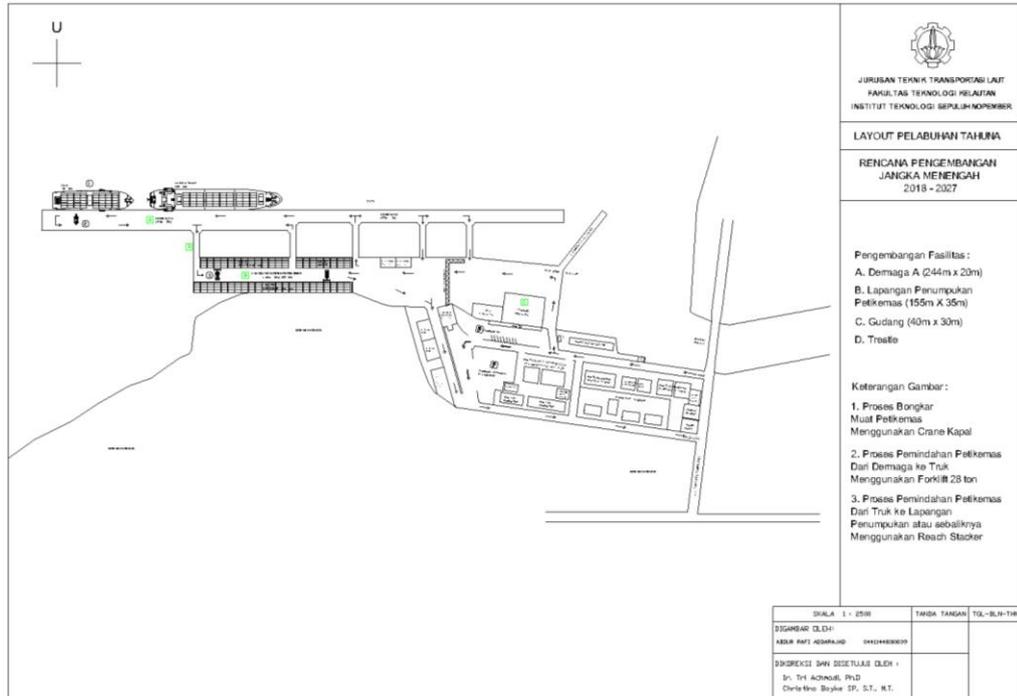
Desain layout eksisting Pelabuhan Tahuna dan layout rencana panjang pengembangan Pelabuhan Tahuna adalah sebagai berikut:



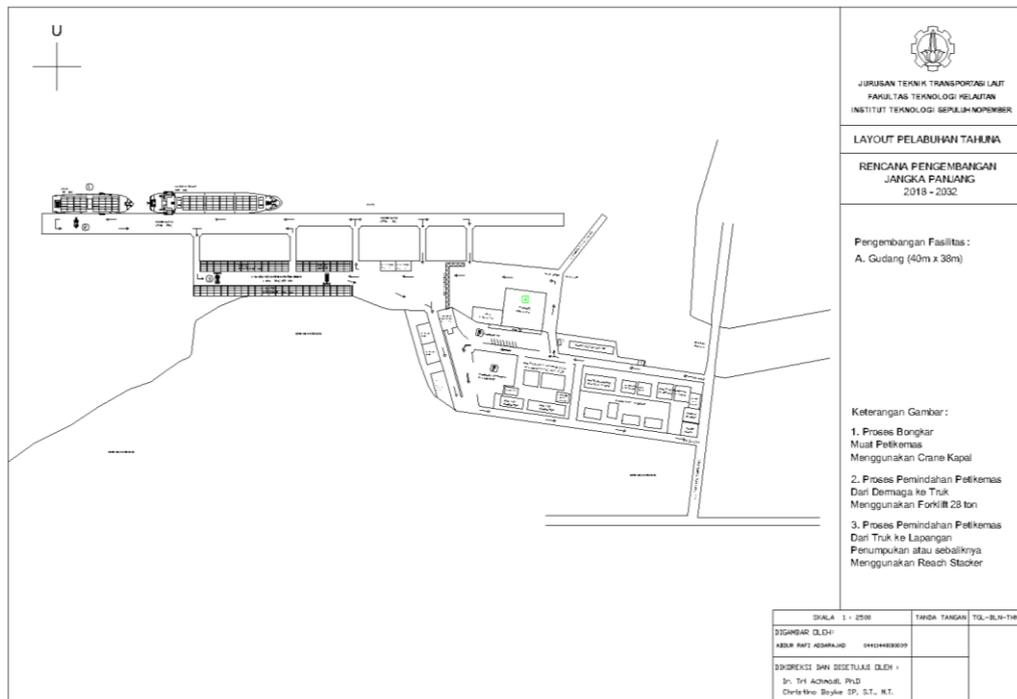
**Gambar 5.12 Layout Eksisting Pelabuhan Tahuna**



**Gambar 5.13 Layout Rencana Pengembangan Jangka Pendek (2018 – 2022)**



**Gambar 5.14 Layout Rencana Pengembangan Jangka Menengah (2018 – 2027)**



**Gambar 5. 15 Layout Rencana Pengembangan Jangka Panjang (2018 – 2032)**

## 5.6 Cost Benefit Analysis Pengembangan Pelabuhan Tahuna

### 5.6.1 Cost

#### A. Biaya Pengembangan Pelabuhan Tahuna

Kelayakan finansial pengembangan Pelabuhan Tahuna dilihat dari *benefit* setelah adanya pengembangan pelabuhan, dibandingkan dengan biaya operasional pelabuhan ditambah biaya pengembangannya. Biaya pengembangan pelabuhan sepenuhnya dibebankan kepada pemerintah selaku penanggung jawab dan penyedia jasa bagi masyarakat. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui apakah investasi untuk pengembangan pada Pelabuhan Tahuna layak. Syarat utama kelayakan adalah jika aliran kas masuk secara konsisten melebihi pengeluaran atau aliran kas keluar.

**Tabel 5.23 Biaya Pengembangan Pelabuhan Tahuna**

No	Fasilitas	Biaya Pengembangan Pelabuhan (Rupiah)		
		Jangka Pendek	Jangka Menengah	Jangka Panjang
		2018 - 2022	2018 - 2027	2018 - 2032
1	Dermaga A Cargo	Rp 20,070,372,782	Rp 34,703,932,817	-
2	Dermaga B Penumpang	Rp 15,329,523,787	-	-
3	Lapangan Penumpukan	Rp 29,878,930,000	Rp 9,313,679,000	-
4	Gudang	Rp 874,000,000	Rp 766,000,000	Rp 874,000,000
5	Terminal Penumpang	-	-	-
6	Reachstacker 45 ton	Rp 11,152,000,000	-	-
7	Pelebaran Jalan	Rp 14,700,000	-	-
<b>Total</b>		Rp 77,319,526,569	Rp 44,783,611,817	Rp 874,000,000
		<b>Rp 122,977,138,385</b>		

Tabel 5.23 merupakan biaya yang diperlukan untuk pengembangan Pelabuhan Tahuna. Total biaya pengembangan jangka pendek (2018-2022) sebesar Rp. 77.319.526.569,- total biaya pengembangan jangka menengah (2018-2027) sebesar Rp. 44.783.611.817,- total biaya pengembangan jangka panjang (2018-2032) sebesar Rp. 874.000.000,-

Total investasi yang diperlukan untuk 3 tahap pengembangan Pelabuhan Tahuna sebesar Rp. 122.977.138.385,- total biaya 3 tahap pengembangan

Pelabuhan Tahuna dilakukan *net present value* yaitu nilai pada masa yang akan datang didiskontokan pada saat ini, dengan umur ekonomis pelabuhan selama 15 tahun dan kenaikan suku bunga sebesar 1% yaitu sebesar Rp. 8.869.576.000,- per tahun.

### B. Biaya Operasional Pelabuhan Tahuna

Biaya operasional pelabuhan adalah biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan pelabuhan. Biaya operasional Pelabuhan Tahuna didapatkan dari biaya operasional pelabuhan (bahan bakar, listrik, pemeliharaan) ditambahkan dengan biaya kebutuhan belanja barang untuk operasional, dan gaji pegawai pelabuhan. Jumlah SDM di Pelabuhan Tahuna berjumlah 34 orang tenaga pelaksana. Tabel berikut merupakan biaya operasional Pelabuhan Tahuna untuk tahun 2018 sampai 2032.

**Tabel 5.24 Biaya Operasional Pelabuhan Tahuna**

<b>Tahun</b>	<b>Operasional &amp; Barang (Rp)</b>	<b>Pegawai (Rp)</b>
2018	7,418,812,000	3,394,014,000
2019	7,493,000,000	3,427,954,000
2020	7,567,930,000	3,462,234,000
2021	7,643,610,000	3,496,856,000
2022	7,720,046,000	3,531,825,000
2023	7,797,246,000	3,567,143,000
2024	7,875,219,000	3,602,814,000
2025	7,953,971,000	3,638,843,000
2026	8,033,511,000	3,675,231,000
2027	8,113,846,000	3,711,983,000
2028	8,194,984,000	3,749,103,000
2029	8,276,934,000	3,786,594,000
2030	8,359,703,000	3,824,460,000
2031	8,443,300,000	3,862,705,000
2032	8,527,733,000	3,901,332,000
<b>Total</b>	<b>Rp 174,052,952,000</b>	

Biaya operasional didapatkan dari biaya operasional Pelabuhan Tahuna tahun 2016 dan 2017. Biaya operasional pelabuhan mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan total biaya operasional Pelabuhan Tahuna tahun 2018 – 2032 sebesar Rp. 174.052.952.000,-

### 5.6.2 *Benefit*

Manfaat atau *benefit* yang diperoleh dari setelah adanya pengembangan Pelabuhan Tahuna yaitu semua kapal yang akan berlabuh di Pelabuhan Tahuna dapat dilayani secara optimal. *Benefit* atau pemasukan Pelabuhan Tahuna didapatkan dari jasa registasi kapal, jasa penambatan dan labuh kapal, jasa pelayanan bongkar muat, jasa penumpukan gudang dan petikemas, dan jasa pelayanan penumpang setelah pengembangan dengan dikalikan dengan *ship call* per tahunnya. Berikut adalah tabel *benefit* pengembangan Pelabuhan Tahuna setiap tahunnya.

**Tabel 5. 25 Benefit Pengembangan Pelabuhan Tahuna 2018 - 2022 (dalam Juta Rupiah)**

<b><i>Benefit</i></b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Pendapatan pelayanan kapal</b>					
Registrasi	297	307	350	361	413
Penambatan kapal	200	200	200	200	200
Labuh	100	100	100	100	100
<b>Pendapatan jasa pelayanan barang</b>					
Jasa pelayanan bongkar	5.100	5.200	5.300	5.400	5.500
Jasa pelayanan muat	4.850	4.950	5.050	5.150	5.250
Jasa penumpukan	4.426	4.576	4.726	4.876	5.026
Jasa pelayanan penumpang	900	950	1.000	1.050	1.100
<b>Total <i>benefit</i></b>	<b>15.873</b>	<b>16.283</b>	<b>16.726</b>	<b>17.137</b>	<b>17.589</b>

<b><i>Benefit</i></b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
<b>Pendapatan pelayanan kapal</b>					
Registrasi	427	480	492	547	559
Penambatan kapal	300	300	300	300	300
Labuh	150	150	150	150	150
<b>Pendapatan jasa pelayanan barang</b>					
Jasa pelayanan bongkar	5.700	5.900	6.100	6.300	6.500
Jasa pelayanan muat	5.450	5.650	5.850	6.050	6.250
Jasa penumpukan	5.276	5.526	5.776	6.026	6.276
Jasa pelayanan penumpang	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600
<b>Total <i>benefit</i></b>	<b>18.503</b>	<b>19.306</b>	<b>20.068</b>	<b>20.873</b>	<b>21.635</b>

<b><i>Benefit</i></b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>
<b>Pendapatan pelayanan kapal</b>					
Registrasi	628	641	724	742	822
Penambatan kapal	400	400	400	400	400
Labuh	200	300	300	300	300

<i>Benefit</i>	2028	2029	2030	2031	2032
Pendapatan jasa pelayanan barang					
Jasa pelayanan bongkar	6.900	7.300	7.800	8.300	8.800
Jasa pelayanan muat	6.650	7.050	7.550	8.050	8.550
Jasa penumpukan	6.576	6.876	7.176	7.476	7.776
Jasa pelayanan penumpang	1.750	1.900	2.050	2.200	2.350
Total <i>benefit</i>	<b>23.104</b>	<b>24.467</b>	<b>26.000</b>	<b>27.468</b>	<b>28.998</b>
<b>Total <i>benefit</i> tahun 2018 - 2032</b>	<b>Rp 314,030,000,000</b>				

Tabel 5.25 merupakan potensi *benefit* pada Pelabuhan Tahuna untuk tahun 2018 sampai 2032. *Benefit* pada pelabuhan tahun mengalami peningkatan setiap tahunnya karena total kunjungan kapal atau *ship call* bertambah setiap tahunnya, dengan total *benefit* selama 15 tahun (2018-2032) sebesar Rp. 314.030.000.000,-

### 5.6.3 *Cost Benefit Ratio*

*Cost benefit Ratio* (CBR) merupakan indikator pengambilan keputusan, dimana saat  $CBR < 1$  model dinyatakan tidak layak, untuk  $CBR > 1$  model dinyatakan layak, dan  $CBR = 1$  model tidak memberikan dampak sehingga perlu mempertimbangkan hal lain untuk memutuskan pengembangan pelabuhan layak atau tidak.

Pada dasarnya untuk menganalisis kelayakan suatu proyek langkah - langkah yang harus diambil adalah :

1. Menentukan semua manfaat dan biaya dari proyek yang akan dilaksanakan.
2. Menghitung manfaat dan biaya dalam nilai uang.
3. Menghitung masing- masing manfaat dan biaya dalam nilai uang.

Perhitungan CBR didapat dari pembagian antara total *benefit* dengan total *cost*. Total *cost* didapatkan dari biaya pengembangan dan biaya operasional, total *benefit* didapatkan dari tabel 5-23. Berikut adalah tabel *cost benefit ratio* (CBR) pengembangan Pelabuhan Tahuna.

**Tabel 5.26 *Cost Benefit Ratio* Pengembangan Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Biaya Pengembangan (Rp)	Biaya Operasional (Rp)	Total Biaya (Rp)	Benefit (Rp)	CBR
2018	8,869,576,000	10,812,827,000	19,682,403,000	11,904,750,000	0.60
2019	8,869,576,000	10,920,955,000	19,790,532,000	16,283,000,000	0.82

Tahun	Biaya Pengembangan (Rp)	Biaya Operasional (Rp)	Total Biaya (Rp)	Benefit (Rp)	CBR
2020	8,869,576,000	11,030,165,000	19,899,741,000	16,726,000,000	0.84
2021	8,869,576,000	11,140,466,000	20,010,042,000	17,137,000,000	0.86
2022	8,869,576,000	11,251,871,000	20,121,447,000	17,589,000,000	0.87
2023	8,869,576,000	11,364,390,000	20,233,966,000	18,503,000,000	0.91
2024	8,869,576,000	11,478,034,000	20,347,610,000	19,306,000,000	0.95
2025	8,869,576,000	11,592,814,000	20,462,390,000	20,068,000,000	0.98
<b>2026</b>	8,869,576,000	11,708,742,000	20,578,318,000	20,873,000,000	<b>1.01</b>
2027	8,869,576,000	11,825,830,000	20,695,406,000	21,635,000,000	1.05
2028	8,869,576,000	11,944,088,000	20,813,664,000	23,104,000,000	1.11
2029	8,869,576,000	12,063,529,000	20,933,105,000	24,467,000,000	1.17
2030	8,869,576,000	12,184,164,000	21,053,740,000	26,000,000,000	1.23
2031	8,869,576,000	12,306,006,000	21,175,582,000	27,968,000,000	1.32
2032	8,869,576,000	12,429,066,000	21,298,642,000	28,998,000,000	1.36

Nilai *cost benefit ratio* (CBR) pada tahun pertama Pelabuhan Tahuna masih dalam tahap kondisi eksisting dan diasumsikan dalam pembangunan pengembangan. Nilai *cost benefit ratio* (CBR) pada tahun 2026 bernilai 1,01 ini menyatakan pengembangan Pelabuhan Tahuna layak dilakukan karena  $CBR > 1$ .

## 5.7 Perencanaan Kapal *Feeder* dan Rute Transportasi

Konsep jaringan *hub and spoke* atau pelabuhan pengumpul dan pengumpan adalah model jaringan transportasi laut dimana terjadi pengiriman barang antar wilayah yang terpisah oleh laut. Pada masing-masing wilayah, dipilih satu pelabuhan sebagai *hub port* berdasarkan lokasi dan permintaan pengiriman barang, dalam penelitian ini adalah Surabaya dan Tahuna. Muatan yang akan diangkut dikonsolidasi di *hub port* dan kemudian diangkut dengan menggunakan kapal utama (*mother vessel*) yang memberikan layanan antar *hub port*, sedangkan untuk memberikan layanan dari *hub port* menuju pelabuhan kecil (*spoke*) menggunakan kapal berukuran kecil (*feeder vessel*).

Pada trayek T4 Tol Laut mempunyai rute yaitu Tanjung Perak Surabaya, Makassar, menuju Tahuna. Direncanakan muatan akan di distribusikan di tiga Kepulauan di Sulawesi Utara dengan Kepulauan Sangihe yaitu pulau Sangihe Tahuna, pulau Kahakitang dan pulau Marore. Kepulauan Siau Tagulandang Biaro

yaitu pulau Siau, pulau Tagulandang, dan pulau Biaro dan Kepulauan Talaud yaitu pulau Lirung, pulau Melangoane Karakelong, pulau Kakorotoan, dan pulau Miangas. Kapal Tol Laut sendiri tidak dapat mendistribusikan muatan sampai ke pelosok karena dibatasi oleh kedalaman pelabuhan yang rendah, maka dari itu dibutuhkan kapal penunjang berupa kapal *feeder* Tol Laut yang dilengkapi dengan crane kapal (*geared vessel*) yang dapat mendistribusikan muatan Tol Laut dari Pelabuhan Tahuna ke sembilan Pelabuhan pengumpan.

Perencanaan rute diperlukan untuk menentukan rute terpendek yang akan ditempuh oleh kapal *feeder* sehingga biaya transportasi dapat diminimalkan. Untuk mendapatkan rute terpendek, digunakan teori *Travelling Salesman Problem* (TSP) karena konsep TSP sama dengan syarat perencanaan rute transportasi penelitian ini, yaitu:

1. Kapal harus kembali ke pelabuhan yang sama dari mana ia berangkat (*origin*).
2. Setiap titik yang di suplai oleh kapal *feeder* hanya dikunjungi satu kali dalam satu periode pengiriman.

**Tabel 5.27 Matriks Jarak (nm)**

Asal/ Tujuan	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	0	27	48	76	89	92	104	131	143	72
1	27	0	30	51	66	82	95	133	157	94
2	48	30	0	21	37	101	115	155	178	116
3	76	51	21	0	16	120	135	176	203	143
4	89	66	37	16	0	135	151	192	218	157
5	92	82	101	120	135	0	27	59	96	84
6	104	95	115	135	151	27	0	48	86	82
7	131	133	155	176	192	59	48	0	65	92
8	143	157	178	203	218	96	86	65	0	81
9	72	94	116	143	157	84	82	92	81	0

Dimana:

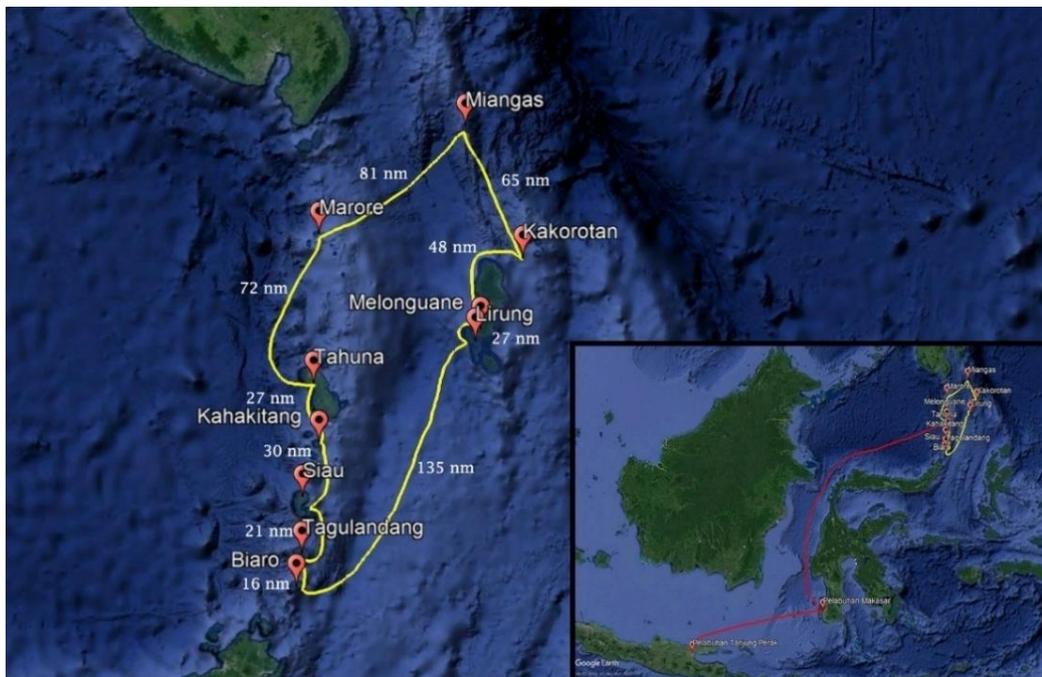
X	Tahuna
1	Kahakitang
2	Siau
3	Tagulandang
4	Biaro

5	Lirung
6	Melonguane
7	Kakorotan
8	Miargas
9	Marore

Dari perhitungan TSP menggunakan *solver* dengan perumusan matematis menggunakan persamaan 3.1 didapatkan rute terpendek yaitu Tahuna – Kahakitang – Siau – Tagulandang – Biaro – Lirung – Melonguane – Kakorotan – Miargas – Marore – Tahuna, dengan total jarak sebesar 522 nm.

**Tabel 5.28 Jarak Rute Feeder Tol Laut**

Rute	Jarak
Tahuna - Kahakitang	27 nm
Kahakitang - Siau	30 nm
Siau - Tagulandang	21 nm
Tagulandang - Biaro	16 nm
Biaro - Lirung	135 nm
Lirung - Melonguane	27 nm
Melonguane - Kakorotan	48 nm
Kakorotan - Miargas	65 nm
Miargas - Marore	81 nm
Marore - Tahuna	72 nm
<b>Total Jarak</b>	<b>522 nm</b>



**Gambar 5.16 Rute Kapal Feeder Tol Laut**

Dengan adanya trayek Tol Laut atau *feeder* yang dapat melewati pelabuhan pada pulau-pulau di Kepulauan Sulawesi Utara, maka distribusi barang akan semakin lancar sampai ke pelosok-pelosok sehingga dapat menekan disparitas harga khususnya di wilayah Kepulauan Sulawesi Utara.

Tabel berikut merupakan kedalaman pelabuhan masing-masing pelabuhan untuk menjadi acuan perencanaan kapal *feeder*.

**Tabel 5.29 Kedalaman Masing-Masing Pelabuhan**

No	Pelabuhan	Kedalaman -LWS (m)
1	Tahuna	13
2	Kahakitang	5
3	Siau	9
4	Tagulandang	6
5	Biaro	5
6	Lirung	5
7	Melanguane	10
8	Kakorotan	5
9	Miangas	5
10	Marore	6

### 5.7.1 Perhitungan Berat Kapal

Perhitungan berat kapal dilakukan berdasarkan formula yang diberikan *David G.M Watson* dalam bukunya *Practical Ship Design*. Dalam perhitungan berat kapal ada dua jenis yaitu DWT dan LWT yang diperoleh dari penjumlahan seluruh berat baja kapal, permesinan, dan peralatan dan perlengkapan kapal.

### 5.7.2 *Commision Days* dan Frekuensi Kapal

*Commision days* yaitu berapa hari kapal itu aktif atau berapa hari kapal itu akan dioperasikan selama setahun. Dalam penelitian ini, *commision days* ditentukan selama 330 hari kapal beroperasi, dimana dalam setahun kapal maksimal melakukan operasi selama 330 hari dan 35 hari yang tidak digunakan merupakan waktu yang digunakan untuk melakukan perawatan dan perbaikan.

*Roundtrip* kapal Tol Laut (*mother vessel*) adalah 16 hari, maka kapal Tol Laut (*mother vessel*) memiliki frekuensi 20 kali per tahun dan kapal *feeder* akan memiliki frekuensi yang sama yaitu 20 kali per tahun.

### 5.7.3 *Sea Time*

*Seatime* adalah waktu kapal selama berlayar di laut. Waktu ini diperoleh dari hasil pembagian dari total jarak antar 10 pelabuhan dibagi dengan kecepatan kapal *feeder*. *Seatime* akan berpengaruh pada konsumsi bahan bakar selama perjalanan dimana biaya terbesar dalam transportasi laut adalah konsumsi bahan bakar sehingga perlu perencanaan yang tepat dan kecepatan kapal ditentukan sebesar 12 knot. *Seatime* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Sea Time} = \frac{S}{V_s} \quad (5.5)$$

Keterangan:

S : Jarak pelayaran = 522 nm

V<sub>s</sub> : Kecepatan kapal = 12 knot

Seatime : 44 jam

### 5.7.4 *Port Time*

*Port time* adalah waktu kapal selama di pelabuhan dimana waktu ini terdiri dari beberapa komponen, diantaranya:

#### A. *Loading time* (waktu muat)

*Loading time* atau waktu pemuatan adalah waktu yang dibutuhkan kapal selama kegiatan memuat muatan ke dalam ruang muat kapal. *Loading time* ditentukan oleh produktivitas alat muat, dalam penelitian ini alat muat yang digunakan adalah *crane* kapal. Waktu muat didapatkan dari total ton yang di muat dibagi dengan kecepatan alat bongkar muat.

#### B. *Discharging time* (waktu bongkar)

Waktu bongkar atau *discharging time* yaitu waktu yang dibutuhkan kapal untuk menurunkan muatan dari kapal. Waktu bongkar didapatkan dari total ton yang di bongkar dibagi dengan kecepatan alat bongkar muat yaitu *crane* kapal.

### C. Idle time

*Idle time* yang dimaksud disini waktu yang tidak digunakan oleh kapal saat di pelabuhan. *Idle time* termasuk *waiting time* dan *approaching time*. Dimana, total dari *idle time*, *waiting time* dan *approaching time* di asumsikan sama setiap pelabuhan yaitu 5 jam. Berikut adalah hasil perhitungan *port time* untuk masing – masing pelabuhan dengan total *port time* kapal *feeder* selama 152 jam:

**Tabel 5.30 Port Time Setiap Pelabuhan**

Pelabuhan	Bongkar Muat (Ton)	Port Time (Jam)
Tahuna	5100	56
Kahakitang	72	6
Siau	1496	20
Tagulandang	356	8.5
Biaro	88	6
Lirung	728	12
Melanguane	2200	27
Kakorotan	40	5.4
Miangas	40	5.4
Marore	80	5.8
Total Port time		152

#### 5.7.5 Roundtrip Days

*Roundtrip days* merupakan waktu yang diperlukan oleh kapal *feeder* dari origin (Tahuna) menuju destination (9 pelabuhan pengumpan) hingga kembali lagi ke origin (Tahuna), dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$\text{RTD} : \text{Total Seetime} + \text{Total Port time} \quad (5.6)$$

$$\text{RTD} : 44 \text{ Jam} + 152 \text{ Jam} = 196 \text{ Jam (9 hari)}$$

Sehingga ditemukan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pelayaran dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan dan kembali adalah selama 9 hari. Waktu *roundtrip days* kapal *feeder* harus kurang dari 16 hari, karena kapal Tol Laut (*mother vessel*) mensuplai kebutuhan bahan pokok untuk 16 hari karena kapal memiliki *roundtrip days* selama 16 hari.

### 5.7.6 Ukuran Utama Kapal

Tipe kapal *General Cargo* dengan fasilitas *crane* kapal (*geared vessel*) dipilih karena tipe kapal ini dapat mendistribusikan muatan dan berlabuh ke pelabuhan-pelabuhan pengumpan. Untuk mendapatkan ukuran kapal *feeder* yang optimal untuk mendistribusikan muatan Tol Laut, dilakukan optimasi dengan menggunakan solver. Model matematis dari model dapat dituliskan sebagai berikut:

- **Objective Function**

$$\text{Min. Unit Cost} = \frac{(FC) + (VC \times \text{Frek}) + (PC)}{D} \quad (5.7)$$

Dimana:

FC : *Fixed Cost*

VC: *Variable Cost*

PC : *Penalty Cost*

Frek : Frekuensi kapal

D : Kapasitas Terangkut (*payload x frekuensi*)

- **Decision Variable**

Ukuran LPP

- **Constraint**

- Sarat kapal  $\leq$  Sarat terendah di pelabuhan pengumpan
- Kapasitas terangkut  $\geq$  Total *demand* per tahun
- Ukuran LPP  $\leq$  Batas atas ukuran LPP
- Ukuran LPP  $\geq$  Batas bawah ukuran LPP

Hasil optimasi untuk kapal *feeder* disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 5.31 Hasil Solver Kapal Feeder**

Item	Nilai	Satuan
Tipe Kapal	<i>Geared Vessel General Cargo</i>	
LPP	77	m
B	13.6	m
T	4.77	m
H	6.73	m
Payload	2550	Ton

Item	Nilai	Satuan
Kapasitas Terangkut	51000	Ton/tahun
Permintaan	51000	Ton/tahun
Total Biaya	Rp 6,059,092,000	/Tahun

### 5.7.7 Struktur Biaya

Struktur biaya dalam pola operasi ini antara lain adalah *capital cost*, *operational cost*, *voyage cost*, *port charges*, dan *cargo handling cost*. Perhitungan ini akan menghasilkan total investasi yang diperlukan untuk kapal *feeder* dengan biaya total investasi kapal sebesar Rp 6,059,092,000,- Biaya-biaya tersebut akan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. 32 Struktur Biaya Kapal *Feeder* Tol Laut

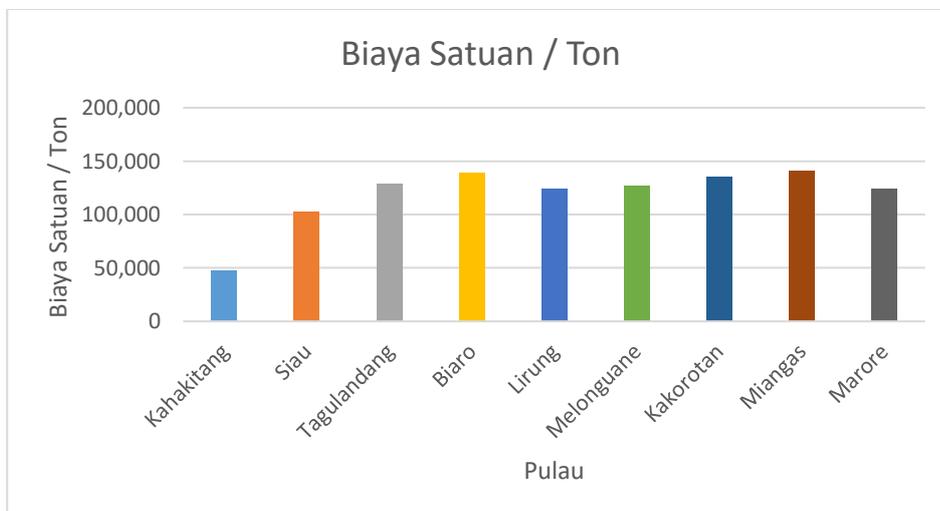
		Item	Unit	Biaya
Shipping Cost	Capital Cost	Hull Structural	Rupiah	Rp 8,887,305,847
		Hull Outfitting	Rupiah	Rp 2,419,291,835
		Machinery (ME, AE)	Rupiah	Rp 447,097,152
		Non Weight cost	Rupiah	Rp 1,175,369,483
		<b>Capital Cost Total</b>	Rupiah	Rp 13,575,517,533
			<b>Rupiah/tahun</b>	<b>Rp 974,448,076</b>
	Operating Cost	Gaji crew	Rupiah/tahun	Rp 1,650,000,000
		Reparasi dan Perawatan	Rupiah/tahun	Rp 29,233,442
		Store and Lubricants	Rupiah/tahun	Rp 247,500,000
		Insurance	Rupiah/tahun	Rp 14,616,721
		Administrasi	Rupiah/tahun	Rp 100,000,000
		<b>Operational Cost Total</b>	<b>Rupiah/tahun</b>	<b>Rp 1,793,850,163</b>
	Voyage Cost	Biaya MFO	Rupiah/tahun	Rp 1,492,772,065
		Biaya MDO	Rupiah/tahun	Rp 255,719,281
		Biaya Fresh Water	Rupiah/tahun	Rp 96,135
		<b>Voyage Cost Total</b>	<b>Rupiah/tahun</b>	<b>Rp 1,748,587,481</b>
	Port Charges	<b>Port Charges Total</b>	<b>Rupiah/tahun</b>	Rp 584,343,364
	Cargo Handling Cost	<b>Cargo Handling Cost Total</b>	<b>Rupiah/tahun</b>	Rp 612,000,000
	Penalty Cost	<b>Penalty Cost Total</b>	<b>Rupiah/tahun</b>	Rp 345,863,125
	Total	<b>Total Biaya</b>	<b>Rupiah/tahun</b>	Rp 6,059,092,209

### 5.7.8 Biaya Satuan

Biaya satuan atau *unit cost* didapatkan dari hasil optimasi sebelumnya yaitu: Rp. 118.806/Ton. Untuk mendapatkan *unit cost* setiap tujuan atau pulau, *unit cost* dibagi dengan total rata-rata jarak dari Pelabuhan Tahuna dan didapatkan *unit cost* per *nautical mile* yaitu sebesar Rp. 1.717,-/Ton/nm. Berikut adalah tabel *unit cost* untuk setiap tujuan dari Pelabuhan Tahuna.

**Tabel 5.33 Biaya Satuan Setiap Pulau**

Rute	Biaya Satuan/Ton (Rp)
Kahakitang	47,745
Siau	103,009
Tagulandang	128,761
Biaro	139,062
Lirung	123,611
Melonguane	127,045
Kakorotan	135,629
Miangas	140,779
Marore	123,611



**Gambar 5. 17 Grafik Biaya Satuan / Ton Setiap Pulau**

Tabel dan grafik diatas merupakan biaya satuan atau *unit cost* untuk setiap tujuan atau pulau, dimana biaya satuan terendah adalah Pulau Kahakitang karena jarak pulau yang terdekat dan biaya satuan tertinggi adalah Pulau Miangas karena memiliki jarak terjauh.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rencana pengembangan pada Pelabuhan Tahuna meliputi:
  - a. Rencana pengembangan pelabuhan jangka pendek (2018-2022) meliputi:
    - 1) Pengembangan Dermaga A (*cargo*) sebesar 56 x 20 meter.
    - 2) Pengembangan Dermaga B (penumpang) sebesar 70 x 12 meter.
    - 3) Pengembangan lapangan penumpukan petikemas sebesar 50 x 35 meter (492 teus).
    - 4) Pengembangan gudang menjadi 40 x 23 meter (1.890 ton).
    - 5) Penambahan kebutuhan peralatan bongkar muat yaitu *Reachstacker* berjumlah 2 unit.
    - 6) Pelebaran jalan sebesar 8 x 10 m.

Dengan total investasi sebesar Rp. 77.319.526.000,-

- b. Rencana pengembangan pelabuhan jangka menengah (2018-2027) meliputi:
      - 1) Pengembangan Dermaga A (*cargo*) sebesar 88 x 20 meter.
      - 2) Pengembangan lapangan penumpukan petikemas sebesar 15 x 35 meter (528 teus).
      - 3) Penambahan *trestle* 27 x 6 meter.
      - 4) Pengembangan gudang menjadi 40 x 30 meter (2.520 ton).

Dengan total investasi sebesar Rp. 44.783.611.000,-

- c. Rencana pengembangan pelabuhan jangka panjang (2018-2032) meliputi:
      - 1) Pengembangan gudang menjadi 40 x 38 meter (3.150 ton).

Dengan total investasi sebesar Rp. 874.000.000,-

Nilai *cost benefit ratio* bernilai 1,01 pada tahun 2026 maka pengembangan Pelabuhan Tahuna layak dilakukan.

2. Pola operasi dengan metode *Travelling Salesman Problem* menghasilkan rute optimum yaitu: Sangihe – Kahakitang – Siau – Tagulandang – Biaro – Lirung – Melanguane – Kakorotan – Miangas – Marore – Sangihe dengan jarak sebesar 522 nm dan kapal *feeder* tipe *General Cargo (Geared Vessel)* memiliki panjang 77 meter, lebar 13,6 meter, tinggi 6,73 meter, sarat 4,77 meter dengan kecepatan 12 knot yang ditempuh selama 9 hari untuk mengangkut kebutuhan bahan pokok sebesar 2.550 ton dan biaya satuan sebesar Rp. 1.717,-/ton/nm.

## **6.2 Saran**

Dari hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Perlu adanya kajian pengembangan pelabuhan lainnya khususnya di daerah terpencil dan terluar, dengan membangun Indonesia dari daerah terluar untuk memperkuat kerangka negara kesatuan dan upaya untuk mewujudkan nawacita pertama yaitu indonesia sebagai negara maritim dan dapat mengaktifkan konektivitas masyarakat khususnya di pulau terluar yang berbatasan langsung dengan negara lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adris, A. (2011). Pengembangan Infrastruktur Pelabuhan Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan.
- Anwar, M. (2015). Kajian Pengembangan Pelabuhan Dalam Menunjang Arus Bongkar Muat di Pelabuhan Makassar.
- Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara. (2017). *Kepadatan Penduduk Menurut Wilayah*.
- H. Velsink, H. L. (2012). *Ports and Terminals*. Leeghwaterstraat: VSSD.
- Harnanto, Z. (2003). *Manajemen Biaya*. Yogyakarta: BPFE.
- Hartoyo, P. (2016). *Analisis Pengembangan Fasilitas Dan Operasional Pelabuhan Tanjung Priok*. Jakarta.
- Hilton, R. W. (2006). *Managerial Accounting: Creative Value in a Dynamic Business Environment*. McGraw-Hill/Irwin.
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. (2016). *Implementasi Konsep Tol Laut*. Jakarta Pusat.
- Kumar, A. (2014). *Capital, Voyage and Operating Cost of A Ship*.
- Leli, N. (2016). Kinerja Angkutan dan Konektivitas Pelayaran Rakyat: Studi Kasus Pelabuhan Rakyat Kalimas.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 114 Tahun 2017. (n.d.). *Tarik Angkutan Barang Di Laut Dalam Rangka Pelaksanaan Kewajiban Pelayanan Publik (Public Service Obligation)*.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2014. (n.d.). *Standar Biaya Di Lingkungan Kementerian Perhubungan*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2016. (n.d.). *Jenis dan Tarif Atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak Yang Berlaku Pada Kementerian Perhubungan*.
- PT. Pelabuhan Indonesia. (2009). *Pengoperasioan Pelabuhan*.
- PT. Pelabuhan Indonesia. (2009). *Perencanaan, Perancangan dan Pembangunan Pelabuhan*.
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

## **LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Data Penduduk Kepulauan Sangihe
- Lampiran 2. Data Penduduk Kepulauan Talaud
- Lampiran 3. Data Penduduk Kepulauan Tagulandang Siau Biaro
- Lampiran 4. Fasilitas Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 5. Kapal yang Beroperasi di Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 6. Proyeksi Arus General Cargo Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 7. Proyeksi Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 8. Proyeksi Arus Petikemas Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 9. Arus Kapal Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 10. Voyage Kapal Tol Laut (*Mother Vessel*)
- Lampiran 11. Voyage Kapal Feeder
- Lampiran 12. Port Time Kapal Feeder
- Lampiran 13. Pehitungan Kapal Feeder
- Lampiran 14. Perhitungan Biaya Kapal
- Lampiran 15. Perhitungan Fasilitas Laut
- Lampiran 16. Layout Pengembangan Pelabuhan Tahuna
- Lampiran 17. Layout Pengembangan Tampak Samping
- Lampiran 18. Layout Alur Pelayaran Pelabuhan Tahuna

**Lampiran 1. Data Penduduk Kepulauan Sangihe**

<b>Kepulauan Sangihe</b>					
	<b>Kecamatan</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Pulau Sangihe</b>	Manganitu	9902	10013	9839	9731
	Tabukan Selatan	5860	5926	5957	5956
	Tabukan Tengah	2708	2738	2751	2753
	Tahuna	17048	17628	17952	19618
	Tahuna Timur	12377	12517	12949	13128
	Tahuna Barat	5443	5504	5685	5760
	Tabukan Utara	14452	14671	14745	14730
<b>Pulau</b>	<b>Kahakitang</b>	<b>2075</b>	<b>2088</b>	<b>2102</b>	<b>2115</b>
<b>Pulau</b>	<b>Marore</b>	<b>1414</b>	<b>1435</b>	<b>1448</b>	<b>1466</b>

**Lampiran 2. Data Penduduk Kepulauan Talaud**

<b>Kepulauan Talaud</b>				
<b>Pulau</b>	<b>Kecamatan</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Pulau Lirung</b>	Lirung	6 138	6320	6347
	Salibabu	5 561	5639	5625
	Kalongan	3 058	3296	3357
	Moronge	3 510	3622	3641
<b>Pulau Karakelong (Melonguane)</b>	Melonguane	10 435	13575	14373
	Melonguane Timur	2 958	3155	3189
	Beo	5 515	5774	5815
	Beo Utara	3 599	3720	3736
	Beo Selatan	3 499	3439	3391
	Rainis	5 969	6139	6165
	Tampan Amma	5 495	5831	5925
	Pulutan	1 954	2095	2120
	Essang	3 401	3463	3471
	Essang selatan	3 218	3324	3345
Gemeh	5 461	5386	5295	
<b>Pulau</b>	<b>Kakorotan</b>	<b>3 335</b>	<b>3248</b>	<b>3167</b>
<b>Pulau</b>	<b>Miangas</b>	<b>728</b>	<b>785</b>	<b>796</b>

**Lampiran 3. Data Penduduk Kepulauan Siau Tagulandang Biaro**

<b>Kepulauan Siau Tagulandang Biaro</b>				
	<b>Kecamatan</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Pulau</b>	<b>Tagulandang</b>	<b>11628</b>	<b>11517</b>	<b>11480</b>
<b>Pulau Siau</b>	Siau Barat Selatan	4088	4318	4359
	Siau Timur Selatan	7876	8147	8192
	Siau Barat	3899	3915	3913
	Siau Tengah	1857	1950	1967

Kepulauan Siau Tagulandang Biaro				
	Siau Timur	15879	16875	17060
	Siau Barat Utara	7309	7657	7718
<b>Pulau</b>	Biaro	3253	2981	2972

#### Lampiran 4. Fasilitas Pelabuhan Tahuna

No	Fasilitas	Dimensi	Keterangan
1	Dermaga A (Dermaga Cargo)	(100 x 20) m	Kondisi baik kedalaman - 13 m LWS
2	Trestle A	27 x 6 m	Kondisi baik
3	Dermaga B Penumpang	(200 x 12) m	Kondisi baik kedalaman - 13 m LWS
4	Dermaga Pelra	70 x 5 m	Kedalaman - 4 m LWS
5	Trestle B1	35 x 6 m	Kondisi baik
	Trestle B2	35 x 6 m	Kondisi baik
	Trestle B3	35 x 6 m	Kondisi baik
6	Forklift 5 ton (untuk bongkar muat petikemas)	2 Unit	Kondisi baik
7	Gudang	40 x 15 m	Kondisi baik
8	Lapangan penumpukan	300 Teus	Kondisi baik
9	Terminal penumpang	20 x 15	Kondisi baik
10	a. Menara suar	Tinggi 30 m	Kondisi baik
11	b. Lampu pelabuhan		Kondisi baik
	Gedung bengkel kapal	15 x 8 m	Kondisi baik
12	Tangki <i>fresh water</i>	50 ton	Kondisi baik
13	Gedung kantor KPLP	15 x 10 m	Kondisi baik
14	Gedung kantor KUPP	15 x 10 m	Kondisi baik
15	Pos jaga	20 m <sup>2</sup>	Kondisi baik

#### Lampiran 5. Kapal di Pelabuhan Tahuna

No	Kapal	Dimensi	
		GT	LOA
<b>Kapal Penumpang</b>			
1	Express Bahari 2E	300 GT	55 m
2	Mercy Teratai	831 GT	60 m
3	Majestic Kawanua II	657 GT	55 m
4	Saint Marry	910 GT	65 m
5	Metro Teratai	654 GT	60 m
<b>Kapal Perintis (penyebrangan antar pulau)</b>			
1	Berkat Taloda	1022 GT	70 m

No	Kapal	Dimensi	
		GT	LOA
2	Sabuk Nusantara 38	1202 GT	70 m
3	Sabuk Nusantara 51	1206 GT	70 m
4	Meliku Nusa	750 GT	70 m
<b>Kapal General Cargo</b>			
1	Gloria 28	254 GT	65 m
2	Venecian	712 GT	70 m
3	Kelapa Dua	1105 GT	70 m
4	Yubellium II	245 GT	60 m
5	Terra Santa	1265 GT	70 m
<b>Kapal Peti Kemas</b>			
1	Logistik Nusantara I (Tol Laut)	7238 GT	130 m
<b>Kapal Pelra</b>			
1	Prima	34 GT	23 m
2	Josua	3 GT	7 m
3	Burung Kuning	22 GT	18 m
4	Siloam	16 GT	17 m
5	Grasia 2	27 GT	22 m

#### Lampiran 6. Proyeksi Arus General Cargo Pelabuhan Tahuna

Tahun	Volume Arus Cargo (Ton)
2018	156467
2019	167332
2020	178199
2021	189064
2022	199931
2023	206796
2024	221663
2025	232528
2026	243395
2027	254260
2028	265127
2029	275992
2030	286859
2031	297724
2032	308591

#### Lampiran 7. Proyeksi Arus Penumpang Pelabuhan Tahuna

Tahun	Arus Penumpang (Org)
2018	332834
2019	341117
2020	349565
2021	358182

<b>Tahun</b>	<b>Arus Penumpang (Org)</b>
2022	366972
2023	375937
2024	385082
2025	394410
2026	403924
2027	413628
2028	423527
2029	433623
2030	443922
2031	454426
2032	465141

**Lampiran 8. Proyeksi Arus Petikemas Pelabuhan Tahuna**

<b>Tahun</b>	<b>Volume Bongkar (Teus)</b>	<b>Volume Muat (Teus)</b>	<b>Total</b>
2018	3400	3400	6800
2019	3420	3420	6840
2020	3480	3480	6960
2021	3520	3520	7040
2022	3560	3560	7120
2023	3620	3620	7240
2024	3660	3660	7320
2025	3700	3700	7400
2026	3720	3720	7440
2027	3800	3800	7600
2028	3840	3840	7680
2029	3860	3860	7720
2030	3900	3900	7800
2031	3960	3960	7920
2032	4000	4000	8000

**Lampiran 9. Arus Kapal Pelabuhan Tahuna**

Tahun	Penumpang (orang)	Trip Kapal Penumpang				Cargo (ton)	Trip <i>General Cargo</i>				Petikemas (teus)	Trip Kapal	Perintis - trip per minggu	Trip Kapal	Trip Kapal Keseluruhan		
		per hari	per minggu	per bulan	per tahun		per hari	per minggu	per bulan	per tahun		per tahun		per tahun	Ship Call Dermaga A	Ship Call Dermaga B	
2018	332834	4	25	98	1177	156467	2	13	54	648	6800	40	4	48	1913	736	1177
2019	341117	4	25	101	1206	167332	2	14	58	693	6840	40	4	48	1987	781	1206
2020	349565	4	26	103	1236	178199	2	15	61	738	6960	40	4	48	2062	826	1236
2021	358182	4	26	106	1267	189064	2	16	65	783	7040	40	4	48	2138	871	1267
2022	366972	4	27	108	1298	199931	2	17	69	828	7120	40	4	48	2214	916	1298
2023	375937	4	28	111	1330	210796	3	18	73	873	7240	40	5	60	2303	973	1330
2024	385082	4	28	113	1362	221663	3	19	76	918	7320	40	5	60	2380	1018	1362
2025	394410	4	29	116	1395	232528	3	20	80	963	7400	40	5	60	2458	1063	1395
2026	403924	4	30	119	1429	243395	3	21	84	1008	7440	40	5	60	2537	1108	1429
2027	413628	4	30	122	1463	254260	3	22	88	1053	7600	40	5	60	2616	1153	1463
2028	423527	4	31	125	1498	265127	3	23	92	1098	7680	40	6	72	2708	1210	1498
2029	433623	5	32	128	1534	275992	3	24	95	1143	7720	40	6	72	2789	1255	1534
2030	443922	5	33	131	1570	286859	4	25	99	1188	7800	40	6	72	2870	1300	1570
2031	454426	5	33	134	1607	297724	4	26	103	1233	7920	40	6	72	2952	1345	1607
2032	465141	5	34	137	1645	308591	4	27	107	1278	8000	40	6	72	3035	1390	1645

**Lampiran 10. Perhitungan Voyage Kapal Tol Laut (Mother Vessel)**

No	Asal/Tujuan	Pelabuhan	Demand (Teus/RTD)		LWS (m)	AT WT IT (jam/call)
			Muat	Bongkar		
1	Asal	Surabaya	200	200	15	5
a	Tujuan	Makassar	50	50	14	5
b		Tahuna	200	200	13	5

Ukuran Utama		
Loa	130.00	m
Lpp	122.00	m
B	18.50	m
H	8.60	m
T	6.70	m
Vs	10	knot
	4.1152	m/s
<b>Payload</b>	<b>200</b>	Teus

<b>Rute</b>	<b>Surabaya - Makassar</b>	436 nm
	<b>Makassar - Tahuna</b>	766 nm
Jarak	<b>1,202</b>	Nm
Sea Time	150	jam
Total Sea Time	301	jam

Port Time Surabaya		
Kecepatan Quay Crane	25	b/c/h
Bongkar + Muat	400	Teus
AT + WT + IT	5	jam
<b>Total Port Time</b>	<b>21</b>	<b>jam</b>

Port Time Makassar		
Kecepatan Quay Crane	20	b/c/h
Bongkar + Muat	100	Teus
AT + WT + IT	5	jam
<b>Total Port Time</b>	<b>10</b>	<b>jam</b>

Port Time Tahuna		
Kecepatan Crane Kapal	15	b/h
Bongkar + Muat	400	Teus
AT + WT + IT	5	jam
<b>Total Port Time</b>	<b>31.7</b>	<b>jam</b>

KM. Logistik Nusantara I (Tol Laut)		
Total Port Time (Sby - Mks - Tahuna)	63	jam
Total Seatime	301	jam
Total Time Roundtrip	363	jam
	16	hari
Commision days	330	hari
Frekuensi kapal Tol Laut	20	kali
Unit Cost (PM. 29 Tahun 2018)	Rp 6,984,000.00	Rp/Teu

### Lampiran 11. Perhitungan Voyage Kapal Feeder

No	Asal/Tujuan	Pelabuhan	Demand (Ton / Roundtrip)		LWS (m)	AT WT IT (jam/call)	Kecepatan B/M (t/h)
			Muat	Bongkar			
1	Asal (Pengumpul)	Tahuna	2550	2550	13	5	100
2	Tujuan (Pengumpan)	9 pelabuhan pengumpan	2550	2550	5	5	

	Rasio			
	Min	Nilai	Max	Rata - Rata Rasio
L/B	5.0190	5.674	6.3286	5.6738
B/T	2.4347	2.848	3.0913	2.7630
L/T	14.3261	16.161	17.9957	16.1609
B/H	1.8462	2.020	2.1944	2.0203
LOA/LPP	1.0759	1.043	1.0907	1.0833
LPP =	10	77.091	300	
Roundtrip day =	-	7	16	

Ukuran Utama		
Loa	80.40	m
Lwl	79.40	m
Lpp	77.09	m
B	13.59	m
T	4.77	m
H	6.73	m
Vs	12	knot
	6.2	m/s

<b>Rute Feeder</b>	Tahuna - Kahakitang	27 nm
	Kahakitang - Siau	30 nm
	Siau - Tagulandang	21 nm
	Tagulandang - Biaro	16 nm
	Biaro - Lirung	135 nm
	Lirung - Melanguane	27 nm
	Melanguane - Kakorotan	48 nm
	Kakorotan - Miangas	65 nm
	Miangas - Marore	81 nm
	Marore - Tahuna	72 nm
<b>Total Jarak</b>	<b>522</b>	Nm
Total Sea Time	44	jam
Kedalaman terendah	<b>5</b>	m

Total Time	
Total Port Time	152 jam
	196 jam
<b>Total Time per R.Trip</b>	<b>9 hari</b>
Commision days	330 hari
Frekuensi Max Kapal	37 kali
Frekuensi Kapal Feeder	<b>20</b> kali
Jumlah Kapal	1 kapal
Umur Ekonomis Kapal	15 tahun
Suku bunga	1.20% /tahun

Kedalaman Pelabuhan	
Pelabuhan	Kedalaman (-LWS)
P. Kahakitang	5
P. Siau	9
P. Tagulandang	6
P. Biaro	5
P. Lirung	5
P. Melonguane	11
P. Kakorotan	5
P. Miangas	5
P. Marore	6

<b>Kargo Terangkut</b>	51,000	Ton
Permintaan	51,000	Ton
biaya pinalti	Rp 100,000	/Ton
Total biaya	Rp 6,059,092,209	/tahun
<b>Biaya Satuan</b>	<b>Rp 118,806</b>	/Ton

Rute	Biaya Satuan (Rp)	Jarak (nm)
Kahakitang	Rp 47,745	28
Siau	Rp 103,009	60
Tagulandang	Rp 128,761	75
Biaro	Rp 139,062	81
Lirung	Rp 123,611	72
Melonguane	Rp 127,045	74
Kakorotan	Rp 135,629	79
Miangas	Rp 140,779	82
Marore	Rp 123,611	72

Rute	Total Pemasukan	Demand (2018)
Kahakitang	Rp 34,376,195	720
Siau	Rp 1,541,016,050	14960
Tagulandang	Rp 458,390,469	3560
Biaro	Rp 122,374,804	880
Lirung	Rp 899,887,447	7280
Melonguane	Rp 2,794,980,090	22000
Kakorotan	Rp 54,251,456	400
Miangas	Rp 56,311,638	400
Marore	Rp 98,888,730	800
<b>Total Pemasukan</b>	<b>Rp 6,060,476,880</b>	OK
<b>Total Biaya Kapal</b>	<b>Rp 6,059,092,209</b>	

## Lampiran 12. Port Time Kapal Feeder

Port Tahuna			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		5100 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
<b>Total Port Time</b>		<b>56 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	30,600,000
CHC (per trip)	=	Rp	30,600,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>612,000,000</b>

Port Lirung			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		728 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
<b>Total Port Time</b>		<b>12.28 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	4,368,000
CHC (per trip)	=	Rp	4,368,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>87,360,000</b>

Port Kahakitang			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		72 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
<b>Total Port Time</b>		<b>5.72 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	432,000
CHC (per trip)	=	Rp	432,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>8,640,000</b>

Port Melanguane			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		2200 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
<b>Total Port Time</b>		<b>27 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	13,200,000
CHC (per trip)	=	Rp	13,200,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>264,000,000</b>

Port Siau			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		1496 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
Total Port Time		<b>19.96 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	8,976,000
CHC (per trip)	=	Rp	8,976,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>179,520,000</b>

Port Kakorotan			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		40 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
Total Port Time		<b>5.4 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	240,000
CHC (per trip)	=	Rp	240,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>4,800,000</b>

Port Tagulandang			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		356 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
Total Port Time		<b>8.56 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	2,136,000
CHC (per trip)	=	Rp	2,136,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>42,720,000</b>

Port Miangas			
Kecepatan B/M		100 t/h	
Bongkar + Muat		40 Ton	
AT + WT + IT		5 jam	
Total Port Time		<b>5.4 jam</b>	
Port Charges			
Biaya Labuh	=	GT Kapal x tarif labuh	
		Rp	174,431
Biaya Tambat	=		
		Rp	4,971,279
Port Charges (per trip)	=	Rp	5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>102,914,204</b>
Cargo Handling Cost			
Biaya Penumpukan	=	Rp	240,000
CHC (per trip)	=	Rp	240,000
<b>CHC (per Year)</b>	=	<b>Rp</b>	<b>4,800,000</b>

Port Biaro		Port Marore	
Kecepatan B/M	100 t/h	Kecepatan B/M	100 t/h
Bongkar + Muat	88 Ton	Bongkar + Muat	80 Ton
AT + WT + IT	5 jam	AT + WT + IT	5 jam
Total Port Time	<b>5.88 jam</b>	Total Port Time	<b>5.8 jam</b>
<b>Port Charges</b>		<b>Port Charges</b>	
Biaya Labuh	= GT Kapal x tarif labuh Rp 174,431	Biaya Labuh	= GT Kapal x tarif labuh Rp 174,431
Biaya Tambat	= Rp 4,971,279	Biaya Tambat	= Rp 4,971,279
Port Charges (per trip)	= Rp 5,145,710	Port Charges (per trip)	= Rp 5,145,710
<b>Port Charges (per Year)</b>	= <b>Rp 102,914,204</b>	<b>Port Charges (per Year)</b>	= <b>Rp 102,914,204</b>
<b>Cargo Handling Cost</b>		<b>Cargo Handling Cost</b>	
Biaya Penumpukan	= Rp 528,000	Biaya Penumpukan	= Rp 480,000
CHC (per trip)	= Rp 528,000	CHC (per trip)	= Rp 480,000
<b>CHC (per Year)</b>	= <b>Rp 10,560,000</b>	<b>CHC (per Year)</b>	= <b>Rp 9,600,000</b>

Port Charges			
Tarif Pelabuhan Kepulauan Sangihe dan sekitar			
NO	JENIS JASA	TARIF (Rp)	KETERANGAN
1	JASA LABUH	Rp	84 per GT/kapal
2	JASA TAMBAT		
	- Kapal dalam negeri	Rp	42 per GT/etmal

Cargo Handling Cost			
Tarif Bongkar Muat Pelabuhan Kepulauan Sangihe dan sekitar			
NO	JENIS JASA	TARIF (Rp)	KETERANGAN
1	Biaya Penumpukan	Rp 500 x Jumlah hari (3 hari)	
		Rp	6,000 Per Ton

Unit Penyelenggara Pelabuhan Sulawesi Utara (PP 15 Tahun 2016)

## Lampiran 13. Pehitungan Kapal Feeder

Perhitungan Koefisien Utama			
$F_n =$	0.219	$\frac{\sqrt{S}}{\sqrt{L}}$	$0,15 \leq F_n \leq 0,32$
$C_b =$	0.72	$-4.22 + 27.8\sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3$	(Parametric Ship Design hal. 11-12)
$C_m =$	0.91	$0.877 + 0.085(C_b - 0.6)$	(Parametric Ship Design hal. 11-12)
$C_{wp} =$	0.83	$C_b / (0.471 + (0.551 * C_b))$	(Parametric Ship Design hal. 11-16)
$C_p =$	0.79	$C_b / C_m$	(max $F_n = 0,35$ )
a. LCB (%)=	1.77	$-13.5 + 19.4 C_p$	dalam %L
b. LCB dari M=	1.36	$(LCB (\%)) / 100 L_{pp}$	
c. LCB dari AP=	37.182	$0.5 \cdot LPP - LCBM$	
Volume Displacement	3685.28	m <sup>3</sup>	
$\Delta$ Displacement	3777.41	ton	
$\Delta = LWT + DWT$			
LWT	1175.37	ton	
DWT	2602.04	ton	
Payload	2550.00	ton	

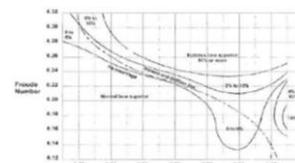


Fig. 8.1 The relationship of Froude number and block coefficient at which a hullform has to be built to the ship designer.

Perhitungan Hambatan	
1. Viscous Resistance	
$C_{stern} = 0$	
$R_n = 412468923.028$	$\frac{L_{WL} \cdot V_s}{1.18831 \cdot 10^{-6} \cdot 0.075}$
<b>CF (coefficient friction) = 0.00171</b>	$\frac{0.075}{(\log R_n - 2)^2}$
$L_R/L = 0.1380$	$\frac{(1 - C_p) + (0.06 \cdot C_p \cdot LCB)}{4 \cdot C_p - 1}$
$L_R = 10.9591$	
$C_{13} = 1$	$1 + 0.011 C_{stern}$
$1 + k_1 = 1.323$	$0.93 + 0.4871 \cdot C \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L}\right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_{WL}}\right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L_{WL}^3}{L^3}\right)^{0.3649} \cdot (1 - C_p)^{-0.6042}$
2. Resistance Appendages	
$A_{BT} = 0$	(tanpa bulb)
<b>S(m2) = 1241.77</b>	$L_{WL} \cdot (2 \cdot T + B) \cdot \sqrt{C_M} \cdot (0.453 + 0.4425 \cdot C_B - 0.2862 \cdot C_M - 0.003467 \cdot \frac{B}{T} + 0.3696 \cdot C_{WP} + 2.38 \cdot \frac{A_{BT}}{C_B})$
$S_{rudder} = 12.87$	$2 \cdot (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot 1.75 \cdot L_{PP} \cdot \frac{T}{100})$
Panjang keel = 34.12	$0.6 \times C_b \times L$
Tinggi keel = 0.35	$0.18 / (C_b - 0.2)$
$S_{bilgekeel} = 47.60$	panjang keel $\times$ tinggi keel $\times 4$
$S_{app} = 60.47$	S Rudder + S bilge Keel
<b>Stot = 1302.23</b>	S + Sapp
$1 + k_2 = 1.4$	untuk k2 lebih dari 1 digunakan rumus: $(1+k_2) = \sum S_i(1+k_2)_i / \sum S_i$
$1 + k = 1.327$	$(1 + k_1) + ((1 + k_2) - (1 + k_1)) \cdot \frac{S_{APP}}{S_{TOT}}$

Perhitungan Daya Mesin	
$P_E = 559.027$ [kW]	
$C_V = 0.003095 (1 + k) C_f + C_A$	
$w = 0.14 \cdot 0.3 C_b + 10 C_v \cdot C_b - 0.1$	
$P_T = 536.051$ PE $(1 - w) / (1 - t)$	$t = 0.1$
$\mu_r = 0.970$ (Rotative efficiency)	$0.97 \leq \eta_r \leq 1.07$
$\mu_0 = 0.669$ (Open water efficiency)	$0.50 \leq \eta_0 \leq 0.669$
$P_D = 826.05$ [kW]	$P_D = P_T / \eta_P = P_T / (\eta_0 \eta_r) = P_E / (\eta_0 \eta_r \eta_t)$
	$\mu_s \mu_b = \text{Stern tube and bearing efficiency}$
$P_S = 842.91$ [kW]	$P_S = P_D / (\eta_s \eta_b)$ 0.98
$P_B = 864.5254913$ [kW]	$P_B = P_S / \eta_t$ 0.97
<b>BHP = 1159.328684</b> HP	(Normal Continuous Rati) 0.975
$MCR = BHP + 15\% BHP$	(Maximum Continuous Rating)
= 994.20 [kW]	(parametric design chapter 11, p11-29)
= <b>1333.23</b> HP	
$P_D = 826.05$ kW	
Kebutuhan Daya ME = 994 kW	
Kebutuhan Daya AE = 249 kW	
RPM = 1000	

PENENTUAN MESIN UTAMA DAN MESIN BANTU :	
<b>MCR Mesin ME :</b>	
BHP	= 864.53 Kw
	= 1159.33 HP
<b>Mesin :</b>	
Merk	= YUCHAI
Type	= YC6C670L
<b>Daya Mesin Yang Digunakan :</b>	
Daya	= 950 Kw
	= 1291.62 HP
Berat	= 2 Ton
<b>Konsumsi Bahan Bakar :</b>	
SFOC	= 195 g/kW/hr
	= 0.000195 ton/kw/hr
<b>Konsumsi Pelumas (Oli) :</b>	
Cylinder Oil	= 0.80

<b>MCR Mesin AE :</b>	
BHP	= 216.13 Kw
	= 293.85 HP
<b>Mesin :</b>	
Merk	= CATERPILLAR
Type	= C4
Berat	= 0.5 ton
<b>Daya Mesin Yang Digunakan :</b>	
Daya	= 300 Kw
	= 407.88 HP
<b>Konsumsi Bahan Bakar :</b>	
SFOC	= 195 g/kW/hr
	= 0.000195 ton/kw/hr
<b>Konsumsi Pelumas (Oli) :</b>	
Cylinder Oil	= 0.80

Fuel Oil	
SFR	= 0.000195 ton/kW h
MCR	= 950.000 kW
Margin	= 10% ; (5% ~ 10%)
$W_{FO'}$	= $SFR \cdot MCR \cdot S / VS \cdot (1 + \text{Margin})$
	= 8.058 ton
$W_{FO}$	= $(W_{FO'} + 4\% \cdot W_{FO'}) / \pi$ ; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\pi = 0.95$
$W_{FO}$	= 8.38 ton
	9.86 m3

Lubricating Oil	
SFR	= 0.000195 ton/kW h ; dari data mesin (diambil yang terbesar)
MCR	= 300.000 kW
Margin	= 10% ; (5% ~ 10%)
$W_{LO'}$	= $SFR \cdot MCR \cdot S / VS \cdot (1 + \text{Margin})$
	= 2.799 ton
$W_{LO''}$	= $(W_{LO'} + 4\% \cdot W_{LO'}) / \pi$ ; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\pi = 0.9$
	= 3.23 ton
Perhitungan Tambahan Lubricating Oil System ( $W_{LO''+}$ )	
Lama Berlayar	= 43.50 jam
	= 1.81 hari
	= 2 hari
$SFR_L$	= 3.333333E-05 ton/jam
$W_{LO''+}$	= 0.0014500 ton ; $SFR_L \cdot \text{Lama Berlayar}$
$W_{LO}$	= $W_{LO''} + W_{LO''+}$ ; Ada penambahan dari Lubricating Oil system
$W_{LO}$	= 3.24 ton

Diesel Oil	
SFR	= 0.000195 ton/kW h
MCR	= 300.000 kW
Margin	= 10% ; (5% ~ 10%)
$W_{DO'}$	= $SFR \cdot MCR \cdot S / VS \cdot (1 + \text{Margin})$
	= 1.40 ton
$W_{DO}$	= $(W_{DO'} + 4\% \cdot W_{DO'}) / \pi$ ; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\pi = 0.95$
$W_{DO}$	= 1.46 ton
	1.71 m3

Fresh Water	
$W_{FW}$	= 0.17 ton/orang . hari
Parametric design chapter 11, hal. 11-24	
$W_{FWtotal}$	= 4.62 ton
$W_{FW}$	= $W_{FWtotal} + 4\% \cdot W_{FWtotal}$ ; terdapat penambahan 2% koreksi 2% untuk pendingin mesin
$W_{FW}$	= 4.81 ton

Provision & Store	
$C_{PR}$	= 6 kg/orang hari ; Koef. Provision & Store
	= 0.00025 ton/ orang jam
$W_{PR}$	= $CP \cdot (S/VS) \cdot Z_c$ ; Berat Provision & Store
$W_{PR}$	= 0.16 ton
Total Berat Consumable and Crew ( $W_{cons}$ )	
$W_{cons}$	= $W_{LO} + W_{PR} + W_{FW} + W_{DO} + W_{FO}$
$W_{cons}$	= 18.042 ton

Total Weight			
Total weight =	LWT	3777.41	ton
Displacement	=	3777.41	ton
Total Weight	=	3777.41	ton
Selisih	=	0.00	
%selisih	=	0.00%	
Batasan Hukum fisika <b>TERIMA</b>			
Langkah Pengerjaan TD 1 oleh Wasis D. Aryawan			

## Lampiran 14. Perhitungan Biaya Kapal

Biaya Operasional			
Jumlah Crew	=	15	Orang
Gaji Crew/Bulan	=	Rp	10,000,000
<b>Gaji Crew</b>	=	Rp	1,650,000,000 /tahun
<b>Repair &amp; Maintenance</b>	=		3% dari harga kapal
	=	Rp	29,233,442 /tahun
<b>Asuransi Kapal</b>	=		1.5% dari harga kapal
	=	Rp	14,616,721 /tahun
<b>Supplies Crew</b>	=	Rp	50,000 /orang/hari
	=	Rp	247,500,000 /tahun
<b>Dokumen &amp; Administrasi</b>	=	Rp	5,000,000 /roundtrip
	=	Rp	100,000,000 /tahun
<b>Total Operasional Cost</b>	=	Rp	1,793,850,163 kapal/tahun
	=	<b>Rp</b>	<b>1,793,850,163 /tahun</b>

Biaya Pengadaan Kapal (Capital Cost)			
<b>Input Data</b>			
$W_{ST}$	=	888.731	Ton
$W_{E\&O}$	=	241.929	Ton
$W_{ME}$	=	45	Ton
Harga Baja/C	=	Rp	10,000,000 /ton
<b>Perhitungan Biaya</b>			
1. Structural Cost			
$P_{ST}$	=	$W_{ST} \cdot \text{Harga Baja}$	
	=	Rp	8,887,305,847
2. Outfit Cost			
$P_{E\&O}$	=	$W_{E\&O} \cdot C_{E\&O}$	
	=	Rp	2,419,291,835
3. Machinery Cost			
$P_{ME}$	=	$W_{ME} \cdot C_{ME}$	
	=	Rp	447,097,152
4. Non-weight Cost			
$C_{NW}$	=	10%	
$P_{NW}$	=	$C_{NW} \cdot (P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME})$	
	=	Rp	1,175,369,483
<b>Biaya</b>	=	$P_{ST} + P_{E\&O} + P_{ME} + P_{NW}$	
	=	Rp	13,575,517,533

Biaya Bahan Bakar (Voyage Cost)			
Fuel Cost			
Main Engine	=	Rp	74,638,603 /roundtrip
	=	Rp	1,492,772,065 /tahun
Auxiliary Engine	=	Rp	12,785,964 /roundtrip
	=	Rp	255,719,281 /tahun
Fresh Water Cost	=		4.81 ton/roundtrip
	=	Rp	96,135.00
<b>Total</b>	=	Rp	1,748,587,481 kapal/tahun
	=	<b>Rp</b>	<b>1,748,587,481 /tahun</b>

Biaya Pelabuhan (Port Charges)			
Port Charges	=	Rp	29,217,168 /roundtrip
<b>Total Port Charges (per Year)</b>	=	Rp	584,343,364 /tahun

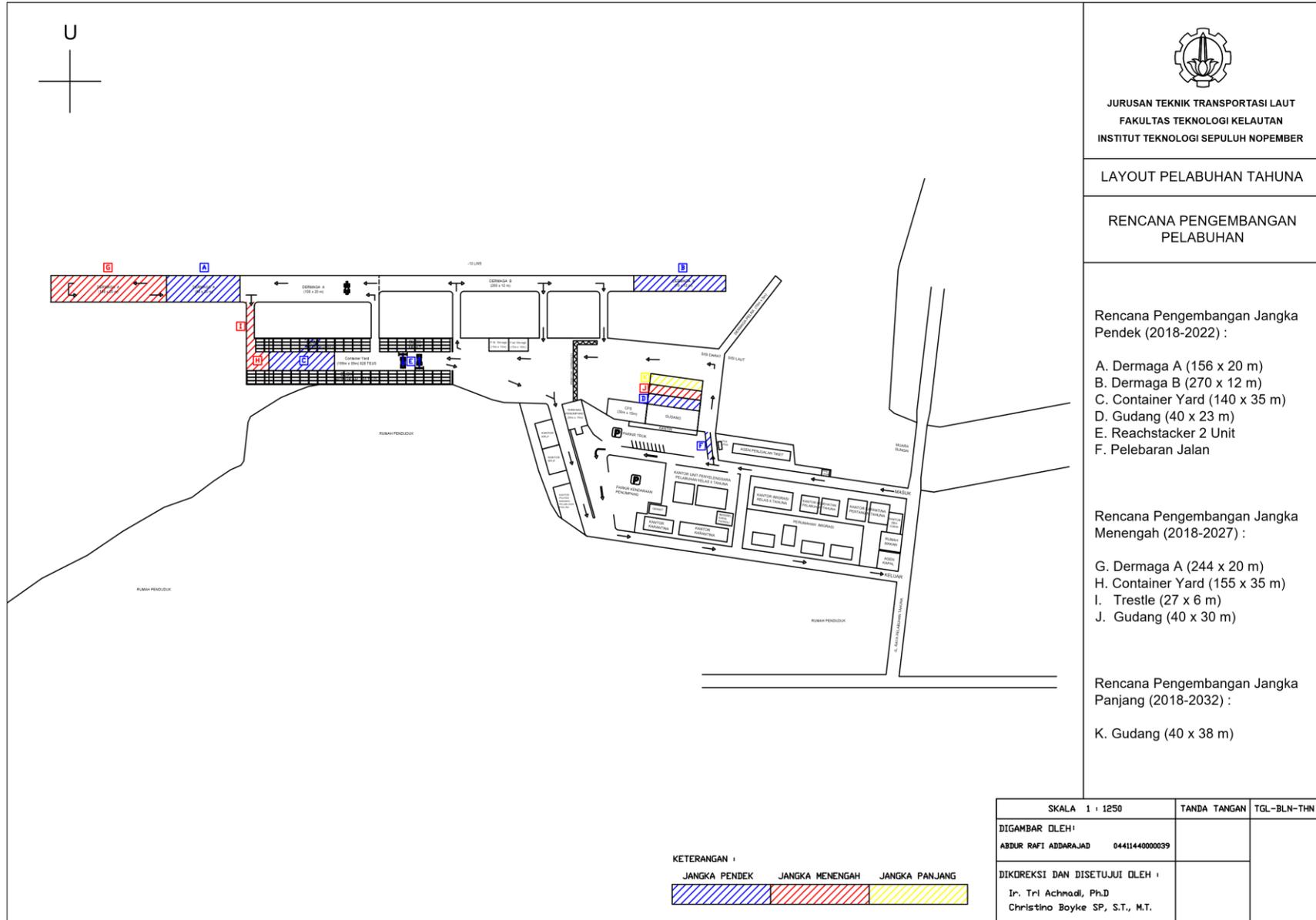
Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost)			
CHC	=	Rp	30,600,000 /roundtrip
<b>Total CHC (per Year)</b>	=	Rp	612,000,000 /tahun

Biaya Pinalti			
Tahun	Ton pinalty		Pinalti Cost
2018	6880	Rp	687,996,205
2019	6420	Rp	641,996,205
2020	5900	Rp	589,996,205
2021	5460	Rp	545,996,205
2022	4940	Rp	493,996,205
2023	4440	Rp	443,996,205
2024	3940	Rp	393,996,205
2025	3440	Rp	343,996,205
2026	2960	Rp	295,996,205
2027	2460	Rp	245,996,205
2028	2000	Rp	199,996,205
2029	1520	Rp	151,996,205
2030	1020	Rp	101,996,205
2031	500	Rp	49,996,205
2032	0	Rp	-
<b>Total Pinalti Cost</b>		Rp	5,187,946,875
		<b>Rp</b>	<b>345,863,125</b> per tahun

## Lampiran 15. Pehitungan Fasilitas Laut

FASILITAS PERAIRAN PELABUHAN TAHUNA							
<b>1 Area Penjangkaran</b>							
> MENUNGGU/INSPEKSI MUATAN							
- Penjangkaran baik (swinging) :							
jari-jari	=	LOA + 6d					
	=	181.6 m					
- penjangkaran baik (multiple) :							
jari-jari	=	LOA + 4,5d					
	=	168.7 m					
- penjangkaran jelek (swinging) :							
jari-jari	=	LOA + 6d + 30					
	=	211.6 m					
- penjangkaran jelek (multiple) :							
jari-jari	=	LOA + 4,5d + 25					
	=	193.7 m					
> MENUNGGU CUACA BAIK							
- kecepatan angin 20 m/s :							
jari-jari	=	LOA + 3d + 90					
	=	245.8 m					
<b>2 Alur Masuk (Entrance Channel)</b>							
	<b>NO</b>	<b>LOKASI</b>	<b>UKURAN</b>	<b>HASIL</b>	<b>SATUAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	
	1.	Kedalaman nominal	1,2d	10.3	m	Laut Terbuka	
				1,15d	9.9	m	Alur Masuk
				1,1d	9.5	m	Depan Dermaga
	2.	Lebar (Alur Panjang)	2LOA	260.0	m	Kapal sering papasan	
				1,5LOA	195.0	m	kapal jarang papasan
			Lebar (Alur Pendek)	1,5LOA	195.0	m	Kapal sering papasan
			1LOA	130.0	m	kapal jarang papasan	
	3.	Panjang alur	7LOA	910.0	m	10.000 DWT; 16 knots	
				18LOA	2340.0	m	200.000 DWT; 16 knots
				1LOA	130.0	m	10.000 DWT; 5 knots
				3LOA	390.0	m	200.000 DWT; 5 knots
				5LOA	650.0	m	Kapal ballast/kosong
<b>3 KOLAM PUTAR (TURNING BASIN)</b>							
> Diameter Kolam Putar							
Db	=	2LOA					
	=	260.0 m					
<b>4 KOLAM DERMAGA (BASIN)</b>							
> PANJANG							
Panjang Kolam Dermaga							
L	=	1,25LOA					
	=	162.5 m					
> LEBAR							
Lebar Kolam Dermaga							
B	=	2B + 50					
	=	87.0 m					
<b>5 KEDALAMAN PERAIRAN</b>							
> PERAIRAN TENANG							
H	=	1,1d					
	=	9.5 m					
> PERAIRAN TERBUKA BERGELOMBANG							
H	=	1,2d					
	=	10.3 m					

## Lampiran 16. Layout Pengembangan Pelabuhan Tahuna



JURUSAN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT  
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LAYOUT PELABUHAN TAHUNA

RENCANA PENGEMBANGAN  
 PELABUHAN

Rencana Pengembangan Jangka Pendek (2018-2022) :

- A. Dermaga A (156 x 20 m)
- B. Dermaga B (270 x 12 m)
- C. Container Yard (140 x 35 m)
- D. Gudang (40 x 23 m)
- E. Reachstacker 2 Unit
- F. Pelebaran Jalan

Rencana Pengembangan Jangka Menengah (2018-2027) :

- G. Dermaga A (244 x 20 m)
- H. Container Yard (155 x 35 m)
- I. Trestle (27 x 6 m)
- J. Gudang (40 x 30 m)

Rencana Pengembangan Jangka Panjang (2018-2032) :

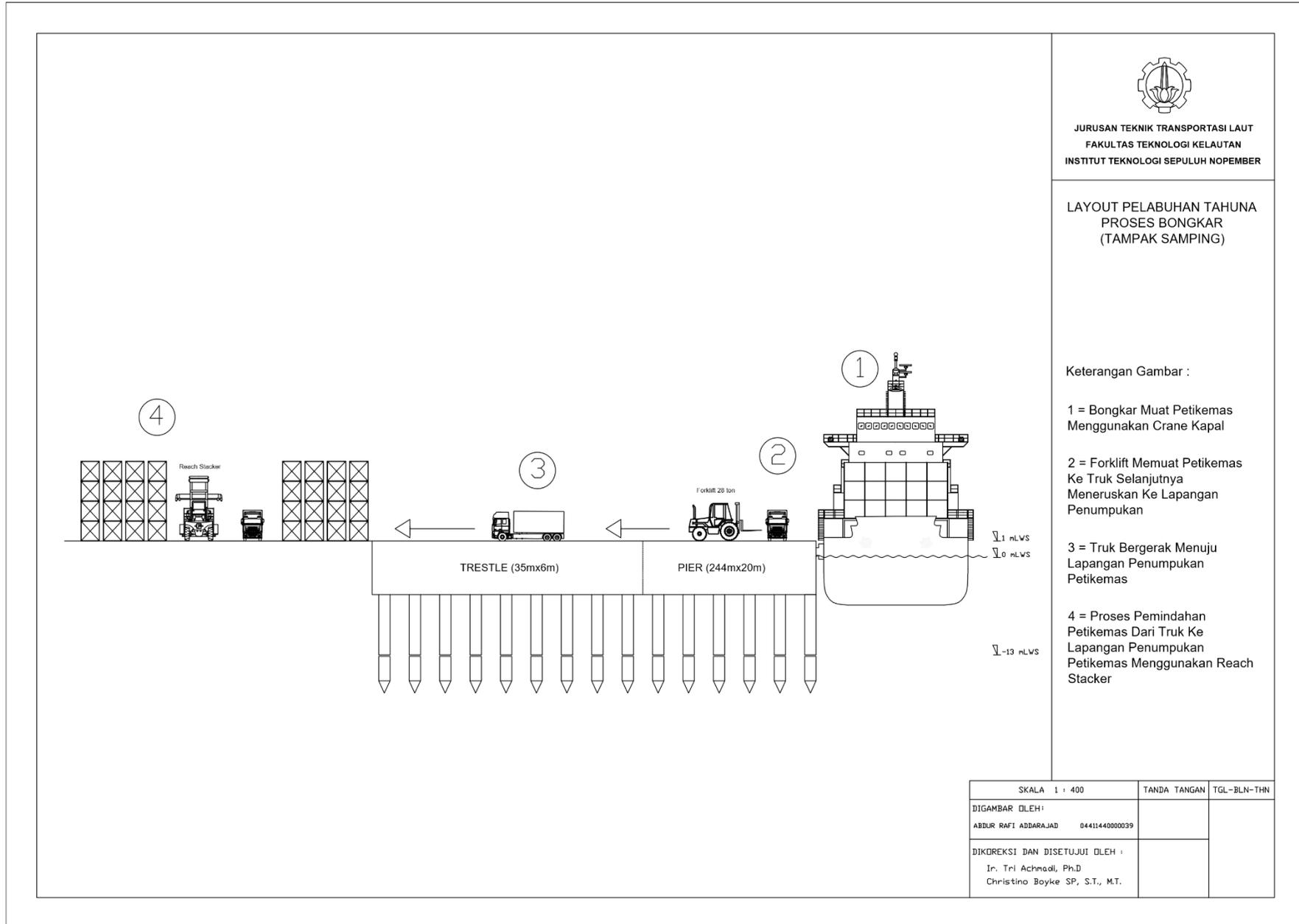
- K. Gudang (40 x 38 m)

KETERANGAN :

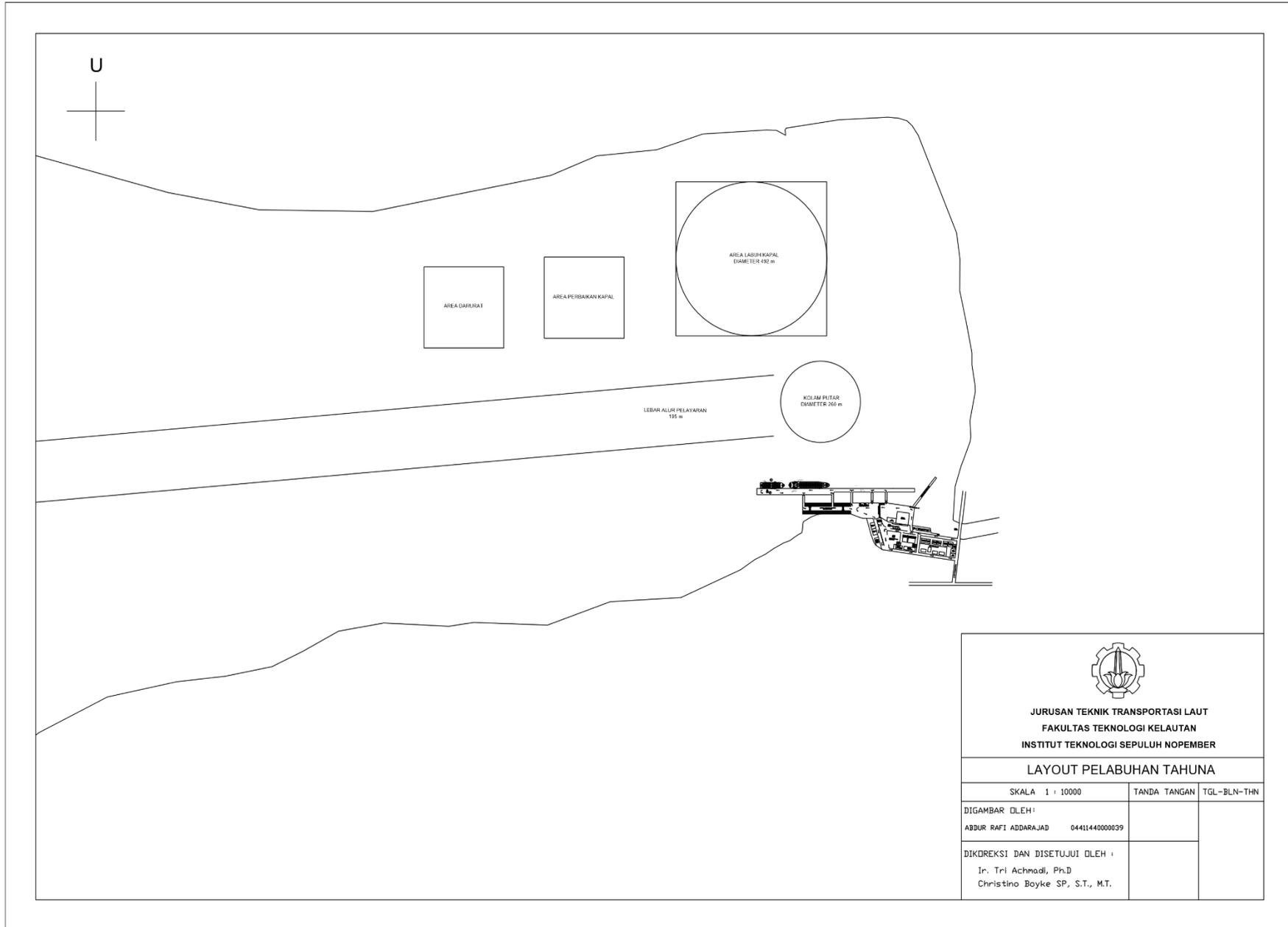
JANGKA PENDEK	JANGKA MENENGAH	JANGKA PANJANG

SKALA 1 : 1250	TANDA TANGAN	TGL-BLN-THN
DIGAMBAR OLEH: ABDUR RAFI ABDARAJAD 0441144000039		
DIKOREKSI DAN DISETUJUI OLEH : Ir. Tri Achmad, Ph.D Christino Boyke SP, S.T., M.T.		

## Lampiran 17. Layout Pengembangan Tampak Samping



## Lampiran 18. Layout Alur Pelayaran Pelabuhan Tahuna



JURUSAN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT  
 FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### LAYOUT PELABUHAN TAHUNA

SKALA	TANDA TANGAN	TGL-BLN-THN
1 : 10000		
DIGAMBAR OLEH :		
ABDUR RAFI ADDARA JAD	04411440000039	
DIKOREKSI DAN DISETUJUI OLEH :		
Ir. Tri Achmadi, Ph.D Christino Boyke SP, S.T., M.T.		

## **BIODATA PENULIS**

Nama lengkap penulis adalah Abdur Rafi Addarajad. Dilahirkan di Jakarta, pada 29



Desember 1996. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari TK Muzdalifah Bekasi (2002), SD Hang Tuah 7 Bekasi (2002-2008), SMPI Al-Azhar 19 Jakarta (2008-2011), SMA Labschool Cibubur (2011-2014) dan pada tahun 2014, penulis diterima di Jurusan Transportasi Laut (yang saat ini menjadi Departemen Teknik Transportasi Laut), Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan terdaftar dengan NRP. 04411440000039. Penulis pernah aktif pada organisasi dan kegiatan yang ada di kampus, antara lain UKM Musik ITS dan pernah mengikuti berbagai pelatihan dan seminar nasional.

*Email:* [addarajad@yahoo.co.id](mailto:addarajad@yahoo.co.id)