



**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**ANALISIS SKALA PENAMBANGAN MINERAL DAN  
PENGANGKUTAN: STUDI KASUS ANGKUTAN NIKEL DI  
SULAWESI TENGGARA**

**KARINA NOVITA SARI SETIAWAN**  
NRP. 0441134 0000 049

**DOSEN PEMBIMBING**  
Ir. TRI ACHMADI, Ph. D  
SITI DWI LAZUARDI, S.T., M.Sc.

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



**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**ANALISIS SKALA PENAMBANGAN MINERAL DAN  
PENGANGKUTAN: STUDI KASUS ANGKUTAN NIKEL DI  
SULAWESI TENGGARA**

KARINA NOVITA SARI SETIAWAN  
NRP 0441134 0000 049

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. TRI ACHMADI, Ph. D  
SITI DWI LAZUARDI, S.T., M.Sc.

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



---

**FINAL PROJECT - MS 141501**

**ANALYSIS OF MINERAL MINING SCALE AND  
TRANSPORTATION: CASE STUDY OF NICKEL  
TRANSPORT IN SOUTHEAST SULAWESI**

**KARINA NOVITA SARI SETIAWAN  
NRP 0441134 00000 49**

**SUPERVISOR  
Ir. TRI ACHMADI, Ph. D  
SITI DWI LAZUARDI, S.T., M.Sc.**

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



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS SKALA PENAMBANGAN MINERAL DAN**  
**PENGANGKUTAN : STUDI KASUS ANGKUTAN NIKEL DI**  
**SULAWESI TENGGARA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Keluatan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**KARINA NOVITA SARI SETIAWAN**  
**NRP. 0441134 0000 049**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Tri Achmadi, Ph. D**  
**NIP. 19650110198803 1 001**



**Dosen Pembimbing II**



**Siti Dwi Lazuardi, ST., M.Sc.**

**SURABAYA, JANUARI 2018**

## LEMBAR REVISI

# ANALISIS SKALA PENAMBANGAN MINERAL DAN PENGANGKUTAN : STUDI KASUS ANGKUTAN NIKEL DI SULAWESI TENGGARA

### TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir  
Tanggal Januari 2018

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

Oleh:

**KARINA NOVITA SARI SETIAWAN**  
**NRP. 0441134 0000 049**

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Eng I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng
2. Christino Boyke Surya Permana., S.T., M.T
3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

SURABAYA, JANUARI 2018

**ANALISIS SKALA PENGAMBANGAN MINERAL DAN  
PENGANGKUTAN : STUDI KASUS NIKEL DI SULAWESI  
TENGGARA**

**Nama Penulis** : Karina Novita Sari Setiawan  
**NRP** : 0441134 0000 049  
**Departemen** : Transportasi Laut,  
Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**Dosen Pembimbing** : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph. D  
2. Siti Dwi Lazuardi, S. T., M. Sc.,

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, termasuk bahan tambang, salah satunya yakni nikel. Hasil olahan nikel yaitu feronikel, merupakan bahan baku pembuatan *stainless steel*, yakni pelapis besi anti karat. Sampai saat ini masih banyak ditemui berbagai permasalahan terkait pengiriman feronikel. Kurangnya perhatian terhadap hubungan antara kapasitas armada kapal dengan jumlah muatan hasil produksi tambang, khususnya feronikel menyebabkan biaya transportasi menjadi acak dan tidak ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya dan keekonomisan antara moda transportasi laut yaitu kapal *bulk carrier*, kapal general cargo dan kapal *self-propeller barge* untuk melayani permintaan selama 5 (lima) tahun mendatang. Penggunaan metode optimasi dengan biaya pengiriman optimum sebagai kriteria utama serta pemenuhan permintaan akan memberikan solusi moda transportasi yang sesuai. Berdasarkan hasil optimasi, moda transportasi kapal *bulk carrier* merupakan moda yang optimum dengan *optimum cost* untuk pengiriman feronikel dengan *unit cost* sebesar Rp 524.735,93, sedangkan jika menggunakan kapal *general cargo* dan *self-propeller barge* menghasilkan *unit cost* sebesar Rp 549.168,18 dan Rp 583.118,20.

**Kata Kunci:** *Biaya Transportasi Laut, Optimum Unit Cost, Ukuran Kapal Optimal.*

**ANALYSIS OF MINERAL MINING SCALE AND  
TRANSPORTATION: CASE STUDY OF NICKEL TRANSPORT IN  
SOUTHEAST SULAWESI**

**Name** : Karina Novita Sari Setiawan  
**Student No.** : 0441134 0000 049  
**Department** : Marine Transportation Engineering,  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**Supervisor** : 1. Ir. Tri Achmadi, Ph. D  
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

**ABSTRACT**

Indonesia is one country that has abundant natural resources, including mining materials, one of which is nickel. Nickel processed product ferronickel, is a raw material for making stainless steel, ie anti-rust iron coating. Until now there are many problems encountered related to the delivery of ferronickel. Lack of attention to the relationship between the capacity of the ship's fleet to the amount of cargo produced by the mine, especially ferronickel causes the transportation cost to be random and uneconomical. This study aims to determine the ratio of cost and economics between the sea transportation modes of bulk carrier, general cargo and self-propeller barge vessels to serve demand for the next 5 (five) years. The use of optimization method with optimum delivery cost as the main criterion as well as fulfillment of demand will provide suitable transportation mode solution. Based on the optimization result, bulk carrier vessel transportation mode is the optimum mode having optimum unit cost for delivering ferronickel is Rp 524.735,93, whereas if using general cargo vessel and self-propeller barge produces unit cost Rp 549.168,18 and Rp 583.118,20 respectively.

**Keywords:** *Sea Transportation Cost, Optimum Unit Cost, Optimum Size of Ship*



*Dipersembahkan Kepada Allah SWT, Mama dan Papa atas Kasih  
Sayangnya yang Mengalir Tiada Henti*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan pada pengerjaan Tugas Akhir dengan Judul **“Analisis Skala Penambangan Mineral dan Pengangkutan: Studi Kasus Angkutan Nikel di Sulawesi Tenggara”**. terselesaikannya Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari peran berbagai pihak yang telah mendukung penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 (satu) yang dengan sepenuh hati memberikan bimbingan, ilmu dan arahan terkait proses penyusunan Tugas Akhir.
2. Ibu Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 2 (dua) yang dengan tulus memberikan arahan, ilmu dan bimbingannya selama proses Tugas Akhir.
3. Bapak Dr-ing Setyo Nugroho. selaku Dosen Wali sepanjang tahun pertama saat penulis menempuh pendidikan di Jurusan Transportasi Laut.
4. Seluruh staff dan karyawan PT. ANTAM Pomalaa, yang telah membantu penulis mengumpulkan data – data untuk Tugas Akhir ini
5. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang telah memberi semangat, motivasi, doa dan nasehat yang luar biasa dalam pencapaian penulis menjalankan pendidikan tinggi.
6. Teman – teman SEATRANS ITS dan ECSTASEA yang telah mendukung penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Suci Eka Pricilia, teman penulis yang setia menemani dan mendukung penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Dzaky Alpin Kurniawan, yang selalu memberikan support pada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu yang telah banyak membantu selama proses pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Untuk melengkapi kekurangan pada Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun. Dan semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan kebermanfaatannya yang lebih bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2018  
Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR REVISI.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan .....	2
1.4    Batasan Masalah .....	2
1.5    Manfaat .....	2
1.6    Hipotesis Awal.....	2
1.7    Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Nikel.....	5
2.2    Jenis Nikel.....	6
2.3    Transportasi Nikel.....	8
2.4    Regresi .....	12
2.5    Optimasi.....	12
2.6    Metode Optimisasi .....	13
2.7    Shipping Business .....	15
2.8    Penyewaan Kapal.....	16
2.9    Biaya Transportasi Laut.....	17

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	21
3.1 Tahap Pengumpulan Data .....	21
3.2 Tahap Pengolahan Data .....	21
3.3 Tahap Analisis Data .....	21
3.4 Model Matematis untuk Penentuan Rute dan Armada Optimum .....	22
3.5 Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir .....	24
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	26
BAB 4 GAMBARAN UMUM .....	27
4.1 Bahan Tambang di Indonesia .....	27
4.2 Persebaran Nikel di Indonesia .....	27
4.3 PT. ANTAM (Persero) Tbk., .....	32
4.4 Distribusi Feronikel .....	34
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	35
5.1 Analisa Kondisi Eksisting .....	35
5.2 Analisis Perhitungan Satuan Unit Biaya Eksisting .....	58
5.3 Analisis Permintaan Feronikel .....	58
5.4 Analisis Optimasi Penentuan Ukuran Kapal .....	59
5.5 Analisis Keekonomisan .....	66
5.6 Penggunaan Armada untuk Memenuhi Permintaan Feronikel .....	82
5.7 Analisis Skala Penambangan Nikel .....	89
5.8 Analisis penambahan permintaan feronikel .....	97
BAB 6 KESIMPULAN .....	105
6.1 Kesimpulan .....	105
6.2 Saran .....	106
DAFTAR PUSTAKA .....	109
LAMPIRAN .....	110

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Logam Nikel .....	5
Gambar 2-2 Stainless steel sebagai pelapis peralatan masak (kiri), dan sebagai pelapis meja besi (kanan).....	6
Gambar 2-3 Jenis – jenis nikel.....	7
Gambar 2-4 Konstruksi Melintang Kapal Pengangkut Bijih Besi/Ore Carrier .....	9
Gambar 2-5 Konstruksi Melintang Kapal Bulk carrier (Open Hatch).....	10
Gambar 2-6 Konstruksi Melintang Kapal Bulk carrier Double Hull.....	10
Gambar 2-7 Kapal General Cargo .....	11
Gambar 2-8 Kapal Self-Propelled Barge .....	11
Gambar 2-9 Tanggungan Biaya Pada Proses Charter .....	17
Gambar 2-10 Komponen Biaya Transportasi Laut .....	20
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 4-1 Posisi Indonesia yang menjadi bagian dari Pacific Ring of Fire (di sisi sebelah barat) .....	27
Gambar 4-2 Persebaran Bahan Tambang di Indonesia.....	27
Gambar 4-3 Lokasi Tambang Nikel di Indonesia.....	28
Gambar 4-4 Wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara .....	28
Gambar 4-5 Wilayah Penambangan PT. ANTAM Tbk.,.....	29
Gambar 4-6 Pengangkutan Nikel Ore.....	30
Gambar 4-7 Alur proses pembuatan feronikel.....	31
Gambar 4-8 Alur Distribusi Ferronikel via Domestik .....	34
Gambar 5-1 KM Bunga Teratai XVII.....	35
Gambar 5-2 Rute dan jarak Pengiriman Ferronikel (transit) .....	38
Gambar 5-3 Proses Pemuatan Ferronikel Bag dengan menggunakan sling dan crane kapal .....	39
Gambar 5-4 Feronikel yang dikemas dalam jumbo bag .....	45
Gambar 5-5 Truck flat bed.....	46
Gambar 5-6 Grafik Permintaan feronikel di tahun 2012 – 2017 .....	59
Gambar 5-7 Grafik Jumlah Permintaan FeNi tahun 2018 – 2023 .....	59
Gambar 5-8 Tampilan Solver Model Optimasi pada Ms. Excel.....	62
Gambar 5-9 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Surya Persada) .....	83
Gambar 5-10 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Surya Persada) .....	83

Gambar 5-11 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Surya Persada).....	83
Gambar 5-12 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Philips).....	84
Gambar 5-13 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Philips) .....	84
Gambar 5-14 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Philips) .....	85
Gambar 5-15 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Bunga Melati).....	85
Gambar 5-16 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Bunga Melati).....	86
Gambar 5-17 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Bunga Melati).....	86
Gambar 5-18 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Bunga Teratai XVII).....	87
Gambar 5-19 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Bunga Teratai XVII) .....	87
Gambar 5-20 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Bunga Teratai XVII) .....	88
Gambar 5-21 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Karina) .....	88
Gambar 5-22 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Karina).....	89
Gambar 5-23 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Karina).....	89
Gambar 5-24 Lokasi dan Jarak Wilayah Tambang Utara dan Pabrik .....	90
Gambar 5-25 Lokasi dan Jarak Wilayah Tambang Tengah dan Pabrik .....	90
Gambar 5-26 Lokasi dan Jarak Wilayah Tambang Selatan dan Pabrik.....	91
Gambar 5-27 Persentase Wilayah Tambang.....	91
Gambar 5-28 Persentase jumlah wilayah yang ditambang (tahun 2012 – 2023) dengan total wilayah tambang, (kiri atas) untuk wilayah tambang utara, (kanan atas) wilayah tambang tengah, (bawah) wilayah tambang selatan .....	92
Gambar 5-29 Grafik Jumlah produksi nikel dan ore yang ditambang (tahun 2012 – 2023) .....	94
Gambar 5-30 Dump Truck (kiri) dan Excavator PC – 200 (kanan) .....	94
Gambar 5-31 Jumlah Armada untuk Penambangan – Tambang Utara .....	95
Gambar 5-32 Jumlah Armada untuk Penambangan – Tambang Tengah .....	95
Gambar 5-33 Jumlah Armada untuk Penambangan – Tambang Selatan .....	95
Gambar 5-34 Jumlah armada yang dibutuhkan untuk kegiatan penambangan .....	96
Gambar 5-35 Kompleks Pabrik FeNi di Pomalaa, Sulawesi Tenggara.....	97
Gambar 5-36 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Surya Persada (tahun 2012 – 2023) .....	98
Gambar 5-37 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Philips (tahun 2012 – 2023).....	99
Gambar 5-38 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Bunga Melati (tahun 2012 – 2023) .....	100

Gambar 5-39 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Bunga Teratai XVII (tahun 2012 – 2023).....	101
Gambar 5-40 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Sinar Mulia I (tahun 2012 – 2023).....	102
Gambar 5-41 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh kapal terpilih (tahun 2012 – 2023) .....	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Jumlah Permintaan Feronikel Tahun 2012 – 2017 .....	33
Tabel 4-2 Proyeksi Permintaan FeNi .....	33
Tabel 5-1 Kapal Kondisi Eksisting .....	35
Tabel 5-2 Jumlah muatan feronikel KM Surya Persada .....	36
Tabel 5-3 Jumlah muatan feronikel KM Philips .....	36
Tabel 5-4 Jumlah muatan feronikel KM Bunga Melati .....	36
Tabel 5-5 Jumlah muatan feronikel KM Bunga Teratai XVII.....	37
Tabel 5-6 Jumlah muatan feronikel KM Sinar Mulia I.....	37
Tabel 5-7 Waktu Berlayar Kapal .....	38
Tabel 5-8 Kecepatan Bongkar Muat di Pelabuhan Muat dan Bongkar .....	39
Tabel 5-9 Waktu Bongkar Muat KM Surya Persada .....	39
Tabel 5-10 Waktu Bongkar Muat KM Philips.....	40
Tabel 5-11 Waktu Bongkar Muat KM Bunga Melati .....	40
Tabel 5-12 Waktu Bongkar Muat KM Bunga Teratai XVII.....	40
Tabel 5-13 Waktu Bongkar Muat KM Sinar Mulia I .....	42
Tabel 5-14 Waktu Tunggu Kapal (WT, AT, IT) .....	43
Tabel 5-15 Total Waktu di Pelabuhan KM Surya Persada .....	43
Tabel 5-16 Total Waktu di Pelabuhan KM Philips.....	43
Tabel 5-17 Total Waktu di Pelabuhan KM Bunga Melati .....	44
Tabel 5-18 Total Waktu di Pelabuhan KM Bunga Teratai XVII.....	44
Tabel 5-19 Total Waktu di Pelabuhan KM Sinar Mulia I .....	45
Tabel 5-20 Rincian Biaya Operasional Truk per hari .....	46
Tabel 5-21 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Surya Persada .....	46
Tabel 5-22 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Philips .....	47
Tabel 5-23 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Bunga Melati .....	47
Tabel 5-24 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Bunga Teratai XVII.....	47
Tabel 5-25 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Sinar Mulia I.....	48



Tabel 5-26 Total Biaya Operasional Truck masing – masing kapal dan jumlah muatannya .....	48
Tabel 5-27 Harga Time Charter masing – masing kapal .....	48
Tabel 5-28 Tarif Pelabuhan di Pelabuhan Asal (Pomalaa) .....	49
Tabel 5-29 Tarif Pelabuhan di Pelabuhan Tujuan (Tanjung Perak) .....	49
Tabel 5-30 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Surya Persada .....	50
Tabel 5-31 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Philips .....	50
Tabel 5-32 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Bunga Melati .....	51
Tabel 5-33 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Bunga Teratai XVII .....	51
Tabel 5-34 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Sinar Mulia I .....	51
Tabel 5-35 Spesifikasi Mesin Induk masing – masing kapal .....	52
Tabel 5-36 Spesifikasi Mesin Bantu masing – masing kapal .....	52
Tabel 5-37 Total Biaya Bahan Bakar KM Surya Persada .....	53
Tabel 5-38 Total Biaya Bahan Bakar KM Philips .....	53
Tabel 5-39 Total Biaya Bahan Bakar KM Bunga Melati .....	54
Tabel 5-40 Total Biaya Bahan Bakar KM Bunga Teratai XVII .....	54
Tabel 5-41 Total Biaya Bahan Bakar KM Sinar Mulia I .....	55
Tabel 5-42 Tarif Bongkar Muat di Pelabuhan Muat (Pomalaa) .....	55
Tabel 5-43 Tarif Bongkar Muat di Pelabuhan Bongkar (Tanjung Perak) .....	55
Tabel 5-44 Biaya Bongkar Muat KM Surya Persada .....	56
Tabel 5-45 Biaya Bongkar Muat KM Philips .....	56
Tabel 5-46 Biaya Bongkar Muat KM Bunga Melati .....	56
Tabel 5-47 Biaya Bongkar Muat KM Bunga Teratai XVII .....	56
Tabel 5-48 Biaya Bongkar Muat KM Sinar Mulia I .....	57
Tabel 5-49 Satuan Unit Biaya masing – masing kapal .....	58
Tabel 5-50 Permintaan feronikel tahun 2012 – 2017 .....	58
Tabel 5-51 Permintaan Ferronikel tahun 2018 – 2023 mendatang .....	59
Tabel 5-52 Data Kapal Bulk Carrier .....	60
Tabel 5-53 Data Kapal General Cargo .....	61
Tabel 5-54 Data Kapal Self-propeller barge .....	61
Tabel 5-55 Hasil running model untuk kapal bulk carrier .....	63
Tabel 5-56 Hasil running model untuk kapal general cargo .....	64
Tabel 5-57 Hasil running model untuk kapal self – propeller barge .....	64

Tabel 5-58 Satuan Unit Biaya Masing – masing kapal; (kiri atas) untuk kapal bulk carrier (BC), (kanan atas) untuk kapal general cargo (GC), dan (tengah bawah) untuk kapal self – propeller barge (SPB) .....	65
Tabel 5-59 Ukuran Utama dan total biaya kapal terpilih.....	65
Tabel 5-60 Spesifikasi KM Surya Persada .....	66
Tabel 5-61 Data pendukung lain yang dibutuhkan .....	67
Tabel 5-62 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Surya Persada .....	67
Tabel 5-63 Analisis Keekonomisan KM Surya Persada Tahun 2012 – 2017.....	68
Tabel 5-64 Analisis Keekonomisan KM Surya Persada Tahun 2012 – 2017.....	68
Tabel 5-65 Analisa Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Surya Persada.....	69
Tabel 5-66 Spesifikasi KM Philips .....	69
Tabel 5-67 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Philips.....	70
Tabel 5-68 Analisis Keekonomisan KM Philips Tahun 2012 – 2017 .....	70
Tabel 5-69 Analisis Keekonomisan KM Philips Tahun 2018 – 2023 .....	71
Tabel 5-70 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Philips .....	71
Tabel 5-71 Spesifikasi KM Bunga Melati .....	72
Tabel 5-72 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Bunga Melati .....	73
Tabel 5-73 Analisis Keekonomisan KM Bunga Melati Tahun 2012 – 2017 .....	73
Tabel 5-74 Analisis Keekonomisan KM Bunga Melati Tahun 2018 – 2023 .....	74
Tabel 5-75 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Bunga Melati.....	74
Tabel 5-76 Spesifikasi KM Bunga Teratai XVII.....	75
Tabel 5-77 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Bunga Teratai XVII.....	75
Tabel 5-78 Analisis Keekonomisan KM Bunga Teratai XVII Tahun 2012 – 2017 .....	76
Tabel 5-79 Analisis Keekonomisan KM Bunga Teratai XVII Tahun 2018 – 2023 .....	76
Tabel 5-80 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Bunga Teratai XVII .....	77
Tabel 5-81 Spesifikasi KM Sinar Mulia I.....	77
Tabel 5-82 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Sinar Mulia I.....	78
Tabel 5-83 Analisis Keekonomisan KM Sinar Mulia I Tahun 2012 – 2017 .....	78
Tabel 5-84 Analisis Keekonomisan KM Sinar Mulia I Tahun 2018 – 2023 .....	79
Tabel 5-85 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Sinar Mulia I .....	79
Tabel 5-86 Spesifikasi KM Karina .....	80
Tabel 5-87 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Karina .....	80
Tabel 5-88 Analisis Keekonomisan KM Karina Tahun 2012 – 2017 .....	81
Tabel 5-89 Analisis Keekonomisan KM Karina Tahun 2018 – 2023 .....	81

Tabel 5-90 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Karina.....	82
Tabel 5-91 Luas Wilayah Tambang (dalam %).....	91
Tabel 5-92 Jumlah Produksi nikel dan ore yang ditambang (2012 – 2023) .....	93
Tabel 5-93 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Surya Persada) .....	97
Tabel 5-94 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Philips) ....	98
Tabel 5-95 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Bunga Melati) .....	99
Tabel 5-96 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Bunga Teratai XVII).....	100
Tabel 5-97 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Sinar Mulia I) .....	101
Tabel 5-98 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Karina) ..	102



# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Nikel bermanfaat bagi kehidupan manusia dalam kehidupan sehari – hari, yakni sebagai bahan dasar pembuatan peralatan makan (sendok, garpu, sumpit, dll), pembuatan knalpot motor dan mobil, hingga rantai jam tangan. Sedangkan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri, yakni sebagai bahan dasar pelindung baja (*stainless steel*), pelindung tembaga, industri baterai, elektronik, dll.

Menurut Laporan USGS (United States Geological Survey) pada tahun 2015, Indonesia menempati urutan ke – 6 penghasil nikel terbesar di dunia dan menempati urutan ke – 2 penghasil nikel terbesar di Asia dengan jumlah sumber daya nikel mencapai 170,000 metrik ton dan cadangan yang ada sebesar 4.5 juta ton.

Kegiatan penambangan nikel tersebut tentunya berhubungan erat dengan proses produksi dan pendistribusian kepada para konsumennya. Agar dapat menambah nilai guna nikel, maka dibutuhkan proses produksi. Untuk dapat menghubungkan proses penambangan, produksi dan pendistribusian nikel tersebut, maka diperlukan adanya transportasi. Oleh karena itu, diperlukan sinkronisasi transportasi pengangkutan feronikel hingga distribusi feronikel yang efisien dengan satuan unit biaya yang optimum.

Kurangnya perhatian terhadap kondisi pengangkutan hasil olahan bahan tambang, seperti feronikel dan hubungan antara kapasitas armada kapal dengan jumlah muatan hasil produksi tambang juga menjadi salah satu faktor penting yang menyebabkan biaya transportasi menjadi acak dan tidak ekonomis.

Perlu diketahui bahwa kontribusi transportasi laut menjadi semakin penting karena nilai biaya yang dikeluarkan adalah yang paling minimum bila dibandingkan dengan biaya transportasi darat maupun udara. Keefektifan terhadap operasional pelayaran akan menurunkan biaya operasional yang memberikan dampak yang besar baik bagi konsumen, produsen maupun penyedia layanan transportasi laut itu sendiri. Selain itu, pengiriman dengan menggunakan kapal kapasitasnya jauh lebih besar dibanding dengan transportasi darat maupun udara. Efisiensi dalam proses transportasi laut dan distribusi menjadi salah satu hal yang penting karena proporsi biaya transportasi bisa mencapai 50% dari keseluruhan biaya logistik.

Untuk mencapai biaya transportasi yang optimum, maka diperlukan armada kapal yang sesuai untuk mengirim feronikel dengan mempertimbangkan jumlah produksi feronikel.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting pengangkutan feronikel di Sulawesi Tenggara?
2. Berapa biaya optimum (*unit cost* optimum) yang dikeluarkan untuk pengangkutan feronikel?
3. Bagaimana ukuran, jenis dan kebutuhan jumlah armada untuk mengoptimalkan biaya transportasi feronikel di Sulawesi Tenggara?
4. Jika permintaan feronikel berubah – ubah, sampai jumlah berapakah permintaan yang dapat dilayani dengan kapal yang terpilih?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting pengangkutan feronikel di Sulawesi Tenggara.
2. Menganalisis dan mengidentifikasi biaya transportasi feronikel guna mengoptimalkan biaya transportasi feronikel.
3. Menentukan ukuran dan kebutuhan armada optimum untuk mendukung satuan unit biaya pengiriman feronikel yang optimum.
4. Mengidentifikasi kenaikan permintaan yang masih bisa dilayani oleh kapal terpilih.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Penelitian ini menganalisis kebutuhan armada optimum termasuk kapasitas dan jumlahnya untuk menghasilkan satuan unit biaya optimum.
2. Ukuran kapal, jumlah kapal serta satuan biaya optimum (*unit cost* optimum) dihitung hanya untuk pengiriman feronikel dari wilayah tambang di Pomala milik PT. ANTAM Tbk.,
3. Lebih fokus dan detail dalam komponen biaya transportasi laut`
4. Terfokus pada pengangkutan produk hasil pengolahan nikel, yakni feronikel.
5. Analisis biaya pengiriman feronikel ekspor hanya dalam wilayah domestik, tidak untuk jalur ekspor (ke luar negeri).

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui moda transportasi laut yang optimal untuk mengangkut feronikel dengan jarak dan biaya yang optimum.

## 1.6 Hipotesis Awal

Dugaan awal dari hasil pengenerjaan Tugas Akhir ini yaitu pengiriman feronikel menggunakan moda transportasi jenis kapal *bulk carrier* akan mendapatkan biaya optimum

sehingga dapat menekan biaya transportasi daripada menggunakan kapal *general cargo* dan SPB.

## **1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh jika penelitian berhasil dilakukan, batasan masalah penelitian yang meliputi batasan-batasan yang digunakan dan penggunaan asumsi yang diperlukan agar penelitian ini lebih fokus, serta sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang teori – teori yang digunakan sebagai dasar yang kuat dalam melakukan penelitian ini. Selain itu, pembahasan teori tersebut bertujuan sebagai sarana untuk mempermudah pembaca dalam memahami konsep yang digunakan dalam penelitian. Teori-teori yang digunakan pada penelitian tugas akhir bersumber dari berbagai literatur, penelitian sebelumnya, jurnal, dan artikel. Selain itu, dipaparkan pula tentang metode atau pendekatan yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain konsep optimasi dan konsep biaya.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Metodologi menggambarkan alur kegiatan dan kerangka berpikir yang digunakan oleh peneliti selama melakukan penelitian.

### **BAB 4 GAMBARAN UMUM**

Bab ini memuat tentang gambaran umum objek penelitian secara keseluruhan, pengumpulan data jumlah permintaan ferronikel; jarak dan rute pelayaran; biaya yang dikeluarkan, dan data kebutuhan (*demand*) yang digunakan untuk melakukan *running* optimasi, dengan hasil keluaran (*output*) berupa jumlah dan ukuran kapal yang optimum serta satuan unit biaya yang optimum.

### **BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini dilakukan analisa secara mendalam tentang analisis kondisi eksisting dan hasil optimasi.

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dirangkum hasil analisis yang didapat dan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai teori dasar yang digunakan dalam menunjang penelitian beserta konsep – konsep yang mendukung penelitian dalam Tugas Akhir.

### 2.1 Nikel

#### 2.1.1 Pengertian Nikel

Nikel adalah logam putih seperti perak yang bersifat keras dan anti karat. Logam ini membantu dalam proses pengubahan beberapa logam olahan dalam bentuk larutan yang menghasilkan energi panas. Selain itu Ni juga berperan penting dalam beberapa proses pengendapan logam keras dalam bentuk paduan logam (alloy) seperti Stainlestel yang mengandung 18% Ni dan 8% Cr dan Nikhrome yang mengandung 80% Ni dan 20% Cr disarankan oleh Roberts (Rusmini: 2010).

Nikel terletak dalam tabel periodik yang memiliki symbol Ni dengan nomor atom 28 merupakan unsur logam transisi dengan nomor massa 58,71 yang terletak dalam golongan VIII periode 4 dengan konfigurasi elektron [Ar] 3d<sup>8</sup> 4s<sup>2</sup>. Pada umumnya tingkat oksidasi dari Ni adalah +2. Ni pada tingkat oksidasi +3 hanya sedikit dikenal. Hidrat ion Ni<sup>2+</sup> berwarna hijau dan garam-garam Ni<sup>2+</sup> umumnya berwarna hijau dan biru (Heslop dan Robinson, 1960). Logam nikel dapat di lihat pada **Gambar 2-1**.



**Gambar 2-1 Logam Nikel**

#### 2.1.2 Sifat – sifat Nikel

Nikel bersifat liat, dapat ditempa dan sangat kokoh. Logam ini melebur pada 1455°C. Selain itu, nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras, mudah ditempa, sedikit ferromagnetis, dan merupakan konduktor yang agak baik terhadap panas dan listrik. Nikel tergolong dalam grup logam besi – kobalt, yang dapat menghasilkan alloy yang sangat berharga.

### 2.1.3 Kegunaan Nikel

Salah satu pemakaian nikel dalam bentuk logam murni adalah pelapis untuk menambah kekerasan, daya tahan terhadap korosi permukaan, ketahanan kepadaran, dan sebagainya. Selain itu digunakan pelapis mata uang logam dan digunakan dalam industri kimia.

Pemakaian dalam bentuk aliase terutama dengan besi adalah dalam industri alat angkut, permesinan baja, konstruksi baja, alat pembangkit tenaga listrik, alat pertanian, alat pertambangan, bagian dari mesin berkecepatan tinggi, dan bagian yang bersuhu tinggi. Dan terutama dengan makin bertambahnya pemakaian stainless steel, disamping juga untuk kebutuhan nikel sebagai paduan elemen pada mesin-mesin yang lainnya.

Berikut kegunaan logam Nikel yang lain yaitu sebagai campuran dalam pembuatan *stainless steel*, untuk pelapisan logam lain (*nickel plating*), bahan untuk industri kimia (sebagai katalis) untuk pemurnian minyak, bahan untuk industri peralatan rumah tangga, dll.



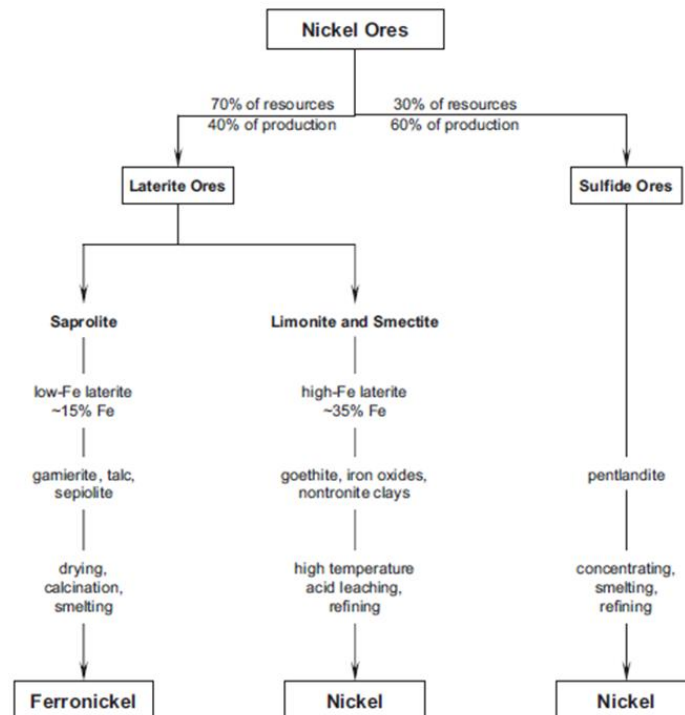
**Gambar 2-2** *Stainless steel* sebagai pelapis peralatan masak (kiri), dan sebagai pelapis meja besi (kanan)

## 2.2 Jenis Nikel

Nikel ditambang dari dua jenis bijih, yakni laterit dan sulfida. Meski 70% cadangan bijih ditemukan di bijih laterit, namun hanya sekitar 40% produksi nikel yang berasal dari laterit. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2-2, laterit banyak digunakan untuk menghasilkan feronikel, yang digunakan langsung dalam pembuatan baja. Beberapa bijih laterit digunakan untuk membuat *melting – grade nickel* dan *nickel matte*. Sulfida disempurnakan untuk menghasilkan nikel bermutu tinggi.

Pengambilan nikel dan feronikel dari bijih laterit dan *sulfide*. Bijih laterit terbagi menjadi lapisan saprolit, smektit dan limonit. Karena perbedaan komposisi dan mineralogi, mereka memerlukan metode ekstraksi yang berbeda. Saprolite, yang dimana memiliki kandungan kadar besi relatif rendah akan dilebur. Sedangkan untuk bijih *limonite* dan

*smectite*, yang dimana memiliki kadar besi tinggi, akan dicuci dan disaring. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 2-3.



**Gambar 2-3 Jenis – jenis nikel**

Bijih laterit banyak ditemukan di daerah tropis dan ditambang untuk ekstraksi nikel dan kobalt di negara – negara seperti Indonesia, Filipina dan Kuba. Sedangkan untuk bijih sulfide, sebagian besar ditemukan di Kanada dan Siberia utara. Baik bijih laterit dan sulfide ditambang untuk nikel dan kobalt bila konsentrasinya melebihi sekitar 1,3% Ni dan 0,1% Co. Bijih laterit terdapat di dekat permukaan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, bijih ditambang dengan metode penambangan permukaan. Laterit adalah bijih kompleks yang terbentuk oleh pelapukan dasar laut yang ada didorong oleh kekuatan tektonik. Pelapukan ini, yang telah terjadi jutaan tahun, telah menghasilkan profil berbagai mineral dari permukaan ke batuan dasar. Tiga lapisan bantalan nikel biasanya diidentifikasi menjadi seperti berikut :

- a) Lapisan limonit, yang terjadi di dekat permukaan;
- b) Lapisan smektit, yang juga terjadi di dekat permukaan; dan,
- c) Lapisan saprolit, yang terjadi di bawah lapisan limonit dan smektit.

Kemungkinan terdapat beberapa lapisan lain yang dapat diidentifikasi, seperti *ferricrete* dan zona warna yang berbeda, dalam profil laterit. Lapisan limonit terdiri dari campuran mineral yang memiliki zat besi tinggi dan kandungan MgO rendah. Satu

kelompok mineral adalah limonit atau besi terhidrasi oksida,  $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Nikel pengganti zat besi dalam mineral ini (Carvalho-e-Silva et al., 2003). Rumus generik *goethite*,  $(\text{Fe}, \text{Ni})\text{OOH}$ , digunakan untuk mewakili bijih limonit dalam reaksi kimia.

Lapisan tanah liat *smeectite*, seperti nontronite, ditemukan di beberapa endapan contohnya di Murrin – Murrin, yang terletak di wilayah Australia barat. Lapisan saprolit berada di bawah lapisan limonit. Bijih saprolit memiliki kandungan besi yang rendah dan kandungan MgO yang tinggi. Karena lebih jauh dari permukaan, kurangnya terpapar cahaya sehingga warnanya lapuk, atau diubah secara kimia dibanding limonit. Mineral yang ditemukan dalam lapisan ini adalah magnesium hidroksisilikat, seperti chysotile,  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Rumus generik garnierit,  $(\text{Mg}[\text{Ni}, \text{Co}])_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , digunakan untuk mewakili bijih saprolit dalam reaksi kimia.

Identifikasi terhadap lapisan ini pada kumpulan bijih laterit sangat penting, karena adanya perbedaan metode ekstraksi digunakan. Terdapat dua cara utama untuk pengolahan laterit: peleburan untuk menghasilkan feronikel dan pelindian dan pemurnian untuk menghasilkan logam nikel. Kandungan besi dalam bijih limonite dan bijih smektit tinggi agar bisa dilebur secara ekonomis, sedangkan kandungan MgO dari bijih saprolit terlalu tinggi agar bisa dikeluarkan secara ekonomis. Dengan demikian, metode ekstraksi disesuaikan dengan jenis bijih.

Baik bijih saprolit dan limonit, yang biasanya mengandung kadar Ni 1,3% -2,5% dan 0,05-0,15% Co, ditingkatkan sebelum pengerjaan metalurgi.

## **2.3 Transportasi Nikel**

Dalam pendistribusian nikel dan produk – produk pengolahan nikel (feronikel, bijih nikel), maka dibutuhkan alat transportasi, salah satunya alat transportasi laut; yakni kapal. Berikut beberapa opsi jenis kapal yang memungkinkan untuk mengangkut ferronikel.

### **2.3.1 Kapal Bulk Carrier**

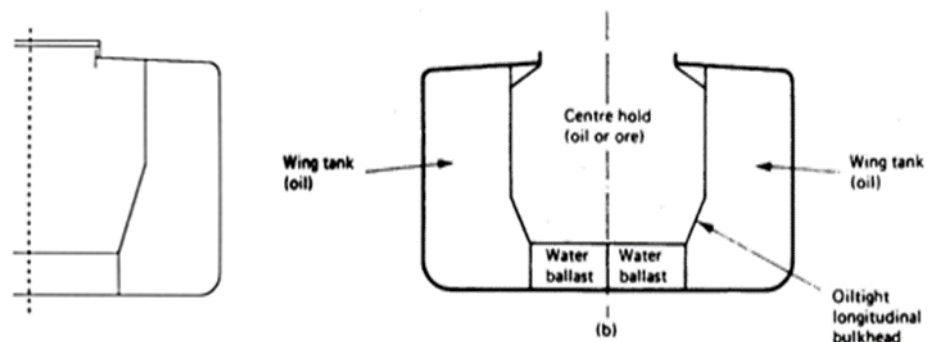
*Bulk carrier* merupakan jenis kapal yang digunakan untuk mengangkut barang atau muatan curah. Bulk carrier umumnya memiliki ukuran yang cukup besar dengan panjang rata – rata lebih dari 100 meter. Kapal jenis ini tergolong ke dalam kapal khusus seperti halnya *oil tanker*, *chemical tanker*, maupun *LNG ship*. Hal ini dikarenakan kapal jenis ini memiliki perlakuan khusus dalam perawatan, reparasi, maupun survei yang dilakukan surveyor terhadapnya, seperti pemeriksaan ruang muat yang dipilih pada kapal yang berumur lebih dari 10 tahun. Selain itu, dilihat dari konstuksi lambungnya, *bulk carrier*

memiliki sistem konstruksi lambung campuran, yaitu konstruksi melintang pada bagian sisi lambung dan memanjang pada *bottom* dan *deck* sehingga konstruksi *double bottom* pada kapal jenis ini merupakan konstruksi intercostal.

Berdasarkan spesifikasinya yang khusus, kapal *bulk carrier* memiliki karakteristik umum yang menonjol. Beberapa ciri kapal *bulk carrier* adalah sebagai berikut :

- 1) Memiliki *single deck*. Kapal muatan curah tidak memerlukan *deck* tambahan di ruang muat karena muatannya ditimbun begitu saja di atas pelat alas dalam kapal hingga pada batas tertentu. Untuk itu konstruksi alas pada *kapal bulk carrier* harus lebih diperkuat.
- 2) Posisi kamar mesin di belakang kapal, alasan yang dipilih adalah karena memiliki *top side tank* dan *hopper side tank*. Di pakai untuk mengurangi pergeseran muatan. Orientasi perencanaan kapal adalah kapasitas muatan sebesar – besarnya. Namun ukuran kapal di batasi kedalaman perairan. Besar ukuran kapal *bulk carrier* bergantung pada ukuran/kedalaman dermaga (*port*) tujuan. Sebab bongkar muat *bulk carrier* harus rapat sedekat mungkin dengan dermaga (maksimal 10 m). Berbeda dengan kapal tanker, bongkar muat kapal tanker dapat dilakukan dari jarak yang jauh dari dermaga karena menggunakan pipa. Jaraknya dapat berkisar antara 10 – 50 m.

Pada Gambar 2-4 memperlihatkan gambaran dan penjelasan ciri-ciri utama dari beberapa jenis kapal *bulk carrier*.



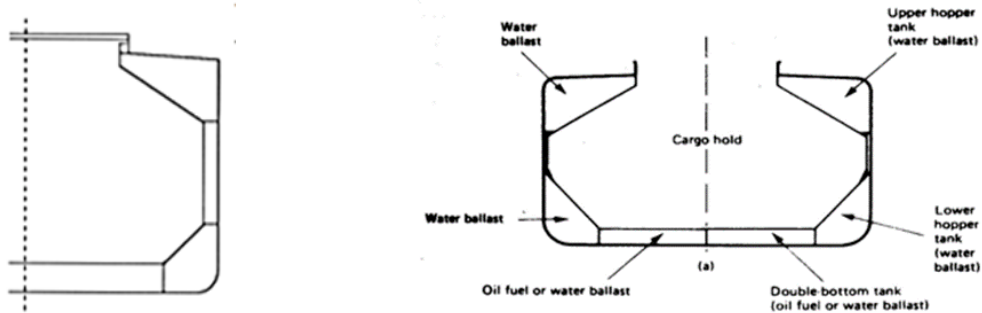
**Gambar 2-4 Konstruksi Melintang Kapal Pengangkut Bijih Besi/Ore Carrier**

Karena berat jenisnya muatan yang tinggi, maka ruang palkanya dibuat relatif lebih kecil dan tanki – tanki sampingnya menjadi lebih besar. Selama tahun 1970-an, banyak tanki – tanki samping dari kapal-kapal pengangkut muatan kombinasi dimanfaatkan sebagai tanki – tanki minyak, namun kapal-kapal jenis ini sekarang makin jarang.



**Gambar 2-5 Konstruksi Melintang Kapal Bulk carrier (*Open Hatch*)**

Konstruksi Melintang kapal *bulk carrier* dengan lubang palka yang lebih besar dapat dilihat pada Gambar 2-5. Kegunaannya adalah meningkatkan efisiensi penanganan muatan / kargo. Karena berat jenis cargonya yang rendah, maka ruang – ruang palkanya dibuat dalam dan tanki – tanki top sides di hilangkan agar bisa memuat volume muatan yang lebih banyak. Diperlukan perhatian pada penguatan bagian bawah dari dek utama, karena keran – keran pengangkat dan ban – ban berjalan (*belt conveyors*). Jenis kapal pengangkut ini sebelumnya dianggap hanya mengangkut satu jenis muatan saja, namun penggunaannya belakangan makin berkembang termasuk bisa dimanfaatkan untuk memuat makanan dan kacang kedelai.



**Gambar 2-6 Konstruksi Melintang Kapal Bulk carrier Double Hull**

Pada Gambar 2-6 dapat terlihat bahwa kapal *bulk carrier* saat ini harus diwajibkan untuk memiliki lambung ganda. Karena ber dinding ganda, kerangka penguat dalam ruang muatan bisa ditutup dengan lambung yang berada di dalam, dan hal ini memungkinkan kerangka-kerangka penguat tersebut terlindungi dari lingkungan korosif diruang palka, serta meningkatkan efisiensi penanganan muatan / kargo. Kapal ini sama seperti kapal *bulk carrier* berlambung tunggal, sama-sama perlu memenuhi aturan-aturan alami “*Common Structure Rules*”. Menjelang akhir tahun 1980-an, sejumlah kapal *bulk carrier* tenggelam dan disiarkan secara besar – besaran dan berurutan dalam suatu publikasi insiden –

insiden maritim. Dalam menanggapi peristiwa – peristiwa ini, IMO telah mengadopsi serangkaian amandemen yang dinamakan *Enhance Survey Programme* dalam Konvensi SOLAS agar bisa meningkatkan kualitas pemeriksaan kapal *bulk carrier*.

### 2.3.2 Kapal General Cargo

Kapal *General Cargo* merupakan kapal yang mengangkut berbagai jenis muatan. Terdapat pembungkus (*packaging*) tertentu pada setiap barang yang akan dimuat ke dalam kapal *General Cargo*. Dalam penyusunan muatan di dalam kapal tersebut, disesuaikan dengan berat serta volume barang tersebut. Untuk gambaran bagaimana bentuk dari kapal *General Cargo* dapat dilihat pada Gambar 2-7.



**Gambar 2-7 Kapal General Cargo**

(Sumber: <http://www.up-jual.com/wp-content/uploads/2015/01/www-up-Jual-Kapal-Petikemas.1.png> )

### 2.3.3 Kapal Self-propeller Barge

Kapal *Self Propelled Barge* merupakan suatu jenis kapal dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung dan memiliki sistem pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya.



**Gambar 2-8 Kapal Self-Propelled Barge**

(Sumber : <http://wpangrekhitam.azurewebsites.net/wp-content/uploads/2015/06/Laju1.jpg> )

## 2.4 Regresi

Analisis regresi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang apa yang paling mungkin terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan informasi yang sekarang dimiliki agar memperkecil kesalahan. Analisis regresi dapat juga diartikan sebagai usaha memprediksi perubahan. Perubahan nilai suatu variabel dapat disebabkan karena adanya perubahan pada variabel – variabel lain yang mempengaruhinya. Teori regresi ini berguna untuk menentukan ukuran utama kapal.

### 2.4.1 Persamaan Regresi

Persamaan regresi yang digunakan untuk membuat taksiran mengenai variabel dependen disebut persamaan regresi estimasi, yaitu suatu formula matematis yang menunjukkan hubungan keterkaitan antara satu atau beberapa variabel yang nilainya sudah diketahui dengan satu variabel lain yang nilainya belum diketahui.

Sifat hubungan antar variabel dalam persamaan regresi merupakan hubungan sebab akibat (*causal relationship*). Oleh karena itu, sebelum menggunakan persamaan maka perlu diyakini terlebih dahulu secara teoritis atau perkiraan sebelumnya, dua atau lebih variabel memiliki hubungan sebab akibat. Variabel yang nilainya akan mempengaruhi nilai variabel lain disebut variabel bebas (*independent variable*), sedangkan variabel yang nilainya dipengaruhi oleh nilai variabel lain disebut variabel tidak bebas (*dependent variable*).

Regresi linier sederhana adalah regresi yang melibatkan hubungan antara satu variabel tak bebas (y) dihubungkan dengan satu variabel bebas (x). Bentuk umum persamaan regresi linier sederhana adalah:

Dimana:

$$y = ax + b$$

y = variabel tak bebas

a = intersep (titik potong kurva terhadap sumbu y)

b = kemiringan (slope) kurva linear x = variabel bebas

## 2.5 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 & Willy, 2011). 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.

Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan *software* dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model, matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program komputer (Santosa & Willy, 2011).

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

## **2.6 Metode Optimisasi**

### **2.6.1 Linear Programming**

Proses optimasi merupakan penerapan metode – metode ilmiah dalam masalah yang kompleks dan suatu pengolahan sistem manajemen yang besar, baik menyangkut manusia, mesin, bahan dan uang dalam industri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan. Pendekatan ini menggabungkan dan menerapkan metode ilmiah yang sangat kompleks dalam suatu pengolahan manajemen dengan menggunakan faktor – faktor produksi yang ada dan digunakan secara efisien dan efektif untuk membantu pengambilan keputusan dalam kebijakan perusahaan.

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

Beberapa metode dalam proses optimasi antara lain:

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

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

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

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

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

*Subject to:*

$$\left. \begin{array}{l} x_1 + x_2 \leq a \\ x_2 \leq b \end{array} \right\} \text{ Batasan}$$

### 2.6.2 *Linear Programming dengan Solver Excel*

Dalam prakteknya, di mana model pemrograman linear khas mungkin melibatkan ribuan variabel dan kendala, satu – satunya cara layak untuk memecahkan model tersebut adalah dengan menggunakan komputer. Bagian ini menyajikan dua jenis berbeda dari perangkat lunak populer: Excel Solver. Solver terutama menarik bagi pengguna *spreadsheet*.

## 2.7 **Shipping Business**

*Shipping* merupakan jenis industri yang bersifat *derived demand*, yakni permintaan turunan sebagai akibat dari munculnya permintaan terhadap barang. Berikut beberapa jenis *shipping business*, diantaranya:

### 1) Tramper

- Layanan ini memiliki prinsip utama: *one ship, one cargo*. Biasanya hal ini berlaku untuk muatan curah.
- Sesuai digunakan untuk 1 (satu) jenis muatan (kargo) dengan jumlah yang besar.
- Untuk penjadwalan dan rute pada layanan ini, tidak ada jadwal dan rute yang tetap, tergantung dari ketersediaan muatan (kargo) yang akan diangkut.
- Penentuan Tarif tidak tetap, tarif tergantung pasar dan negoisasi.

### 2) Liner

- Jenis liner timbul sebagai akibat dari adanya jumlah muatan (kargo) yang sedikit jika diangkut dengan 1 (satu) kapal, sehingga perlu dikelompokkan dan diakumulasikan dengan muatan lain agar lebih ekonomis untuk diangkut dengan menggunakan kapal.
- Perlu direncanakan pemuatan muatan (cargo) di kapal (*stowage plan*). Perencanaan *stowage plan* nya lebih sulit bila dibandingkan dengan layanan tramper (perlu dipertimbangkan jumlah, jenis dan tujuan muatan dalam merencanakan *stowage plan*-nya).
- Jadwal dan rute yang dilayani bersifat tetap.
- Layanan ini mengangkut berbagai macam jenis dan jumlah muatan yang berbeda – beda. Hal ini menyebabkan lebih banyak dokumen yang dibutuhkan untuk satu kali trip, dibandingkan dengan layanan jenis *tramper*.

- Dikarenakan jumlah, jenis, dan tujuan pengiriman muatan yang beragam, maka penentuan tarif dan profit secara detail lebih sulit dibandingkan dengan layanan tramper.

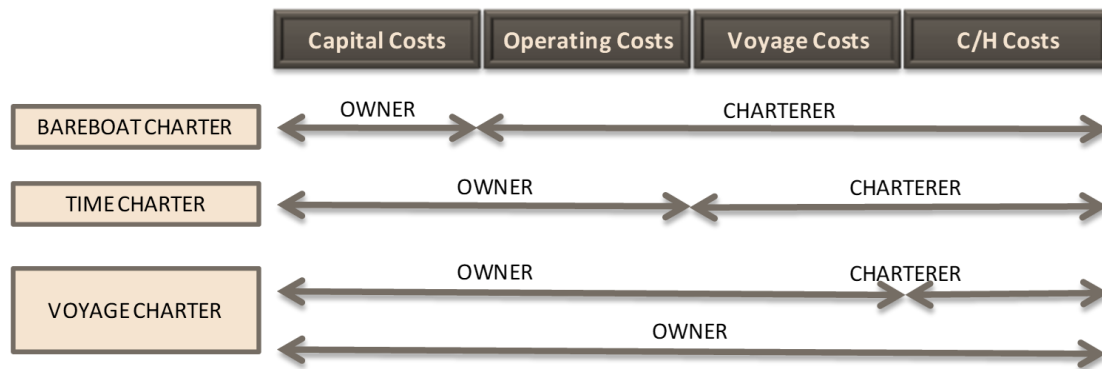
Dalam aktivitas *shipping business*, terdapat empat pasar yang berpengaruh, diantaranya:

- a) *New Building market* : pasar dimana *shipping company* memesan kapal
- b) *Freight market*: pasar dimana *shipping company* menjual jasa transportasi
- c) *Sales and Purchase Market*: pasar dimana *shipping company* menjual atau membeli kapal bekas.
- d) *Demolition Market*: pasar dimana *shipping company* melakukan *scrapping* kapal.

## 2.8 Penyewaan Kapal

Dalam pengangkutan muatan atau barang, pada umumnya moda transportasi yang digunakan dapat menggunakan moda milik sendiri, dan moda atas penyewaasn (*Chartering*). Didalam angkutan laut beberapa jenis penyewaan kapal terbagi menjadi tiga jenis; *bareboat charter*, *time charter* dan *voyage charter*. Berdasarkan Winjolst & Wrgeland (1997), deksripsi mengenai sistem *charter* sebagai berikut:

- a. *Bareboat Charter*, yaitu kapal disewa sebagai badan kapal saja, atau disebut juga dengan sewa kapal kosong. Penyewa (*charterer*) menyediakan nakhoda serta ABK dan mengoperasikan kapal seolah miliknya.
- b. *Time Charter*, yaitu kapal dapat disewa oleh suatu perusahaan dalam jangka waktu tertentu. Dalam hal ini penyewa kapal membayar uang sewa dan biaya bunker. Dimana uang sewa dapat dinyatakan dalam biaya sewa per hari, per bulan atau per tahun.
- c. *Voyage Charter*, yaitu kapal disewa untuk melakukan pemuatan barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Dalam kata lain pemilik kapal yang akan membayar semua biaya pada saat kapal beroperasi, kecuali biaya bongkar muat. Pada metode charter seperti ini, penyewa akan membayar uang tambang yang besarnya tergantung dari barang yang diangkut, yang dinyatakan dalam jumlah ton atau jumlah tertentu dalam satu kali pelayaran



**Gambar 2-9 Tanggungan Biaya Pada Proses Charter**

Adapun pembagian tanggungan biaya dalam sistem penyewaan kapal terlihat pada Gambar 2-9. Dan untuk pendekatan biaya total pada operasional kapal, salah satu komponennya menggunakan sistem *time charter hire* sebagai pengganti *fixed cost*, karena *fixed cost* akan dibayarkan tetap dalam jangka tertentu misal pertahun, dan *fixed cost* tidak bergantung pada beroperasinya kapal atau kapal tidak beroperasi. Maka dalam perhitungan total biaya kapal, dengan menjumlahkan biaya *time charter*, biaya pelabuhan dan biaya *cargo handling*.

## 2.9 Biaya Transportasi Laut

Pada umumnya biaya transportasi laut terbagi kedalam empat kategori utama (Wergeland, 1997), yaitu biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*), berikut ini penjelasan lebih lanjut pada biaya transportasi laut:

### a. Biaya Modal (*Capital Cost*)

*Capital cost* adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pemngembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

### b. Biaya Operasional (*Operational Cost*)

*Operating cost* adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. *Operating cost* terdiri dari biaya perawatan dan perbaikan, gaji ABK, biaya perbekalan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

$$OC = M + ST + MN + I + AD$$

Keterangan:

OC = *Operating Cost*

M = *Manning*

ST = *Stores*

MN = *Maintenance and repair*

I = *Insurance*

AD = *Administrasi*

1) *Manning Cost*

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

2) *Store Cost, supplies and lubricating oils*

Jenis biaya pada kategori ini terbagi dalam tiga macam, yaitu *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores* (*spare part, lubricating oils*), dan *steward's stores* (bahan makanan).

3) *Maintenance and repair cost*

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai dengan standar kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi, biaya ini terbagi menjadi tiga kategori, yakni survey klasifikasi, perawatan rutin dan perbaikan.

4) *Biaya Asuransi*

Merupakan biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan risiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung kepada pertanggungansan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana risiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi risiko yang dibebankan, maka semakin tinggi premi asuransi. Umur kapal juga mempengaruhi rate premi asuransi. *Rate* yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang lebih tua umurnya. Biaya

asuransi yang sering digunakan adalah *Hull and Machinery Insurance* dan *Protection and Indemnity Insurance*.

5) Biaya Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan ijin kepelabuhanan maupun fungsi administrative lainnya. Besarnya biaya ini tergantung kepada besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

c. Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya variabel yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan biaya tunda.

$$VC = FC + PD + TP$$

Keterangan:

VC = *Voyage Cost*

FC = *Fuel Cost*

PD = *Port Dues* atau ongkos pelabuhan

TP = Pandu dan tunda

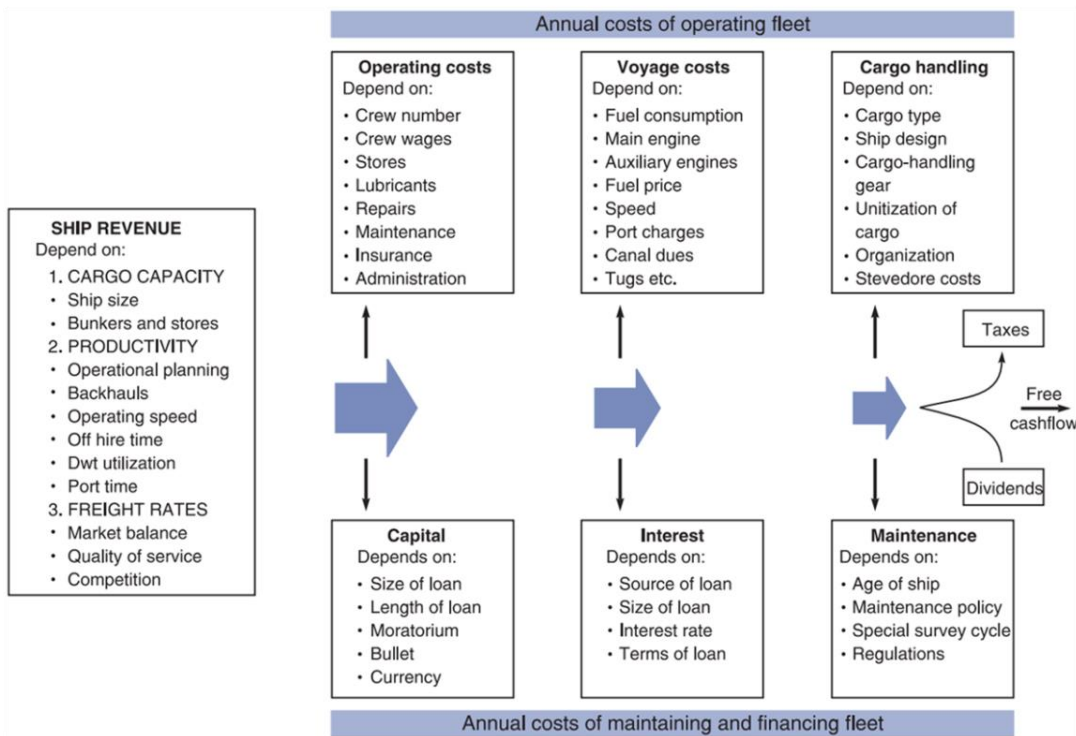
1) Biaya Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung pada beberapa variabel seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau *ballast*, kecepatan kapal, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan serta harga bahan bakar (Nur, 2014). Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam yaitu HSD, MDO dan MFO.

2) Biaya Pelabuhan

Pada saat kapal berada dipelabuhan ,biaya – biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *services charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan berupa fasilitas dermaga, tambatan, kolam labuh, dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung *volume cargo*, berat *cargo*, *gross tonnage* dan *net tonnage*. *Services charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan termasuk pandu dan tunda.

Untuk lebih jelasnya, komponen pembentuk biaya transportasi laut dapat dilihat pada berikut ini:



Sumber : Maritime Economics 3<sup>rd</sup> Edition, 2009

Gambar 2-10 Komponen Biaya Transportasi Laut



## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Tahap Pengumpulan Data**

Tahap pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini dilakukan dengan dua cara yaitu:

#### 1) Pengumpulan data secara langsung (Data Primer)

Pengumpulan data secara langsung ini dilakukan dengan metode:

- Wawancara Langsung

Wawancara dilakukan terhadap semua pihak yang berkepentingan dalam penulisan Tugas Akhir ini, antara lain PT. ANTAM Tbk., sebagai penghasil dan pengolah ferronikel, Pelabuhan, Perusahaan Pelayaran dan pengguna jasa layanan transportasi.

- Survey Kondisi Lapangan

Survey kondisi lapangan dilakukan di wilayah tambang nikel dan pabrik pengolahan nikel PT. ANTAM di Pomalaa, serta di pelabuhan sebagai tempat bongkar muat.

#### 2) Pengumpulan data secara tidak langsung (Data Sekunder)

Pengumpulan data secara sekunder dilakukan dengan mengambil beberapa data yang disediakan oleh beberapa instansi serta dari beberapa sumber dari internet.

### **3.2 Tahap Pengolahan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data – data yang diperoleh baik data sekunder maupun data primer, untuk dijadikan sebagai input didalam melakukan perhitungan selanjutnya. Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui beberapa hal, yaitu:

- 1) Jumlah permintaan ferronikel di PT. ANTAM Tbk., dimana sebagai salah satu perusahaan tambang terbesar di Indonesia.
- 2) Optimalisasi biaya transportasi dengan membandingkan tiga moda transportasi laut yaitu kapal *bulk carrirer*, kapal *general cargo*, dan kapal SPB.

### **3.3 Tahap Analisis Data**

Tahap analisis dan pengolahan data adalah tahap mulai perhitungan untuk mengukur seberapa besar permasalahan yang dihadapi untuk kemudian di analisis. Pada tahap ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- a) Proyeksi permintaan ferronikel di PT. ANTAM Tbk.
- b) Perencanaan ukuran armada kapal yang optimal untuk prngangkutan ferronikel.
- c) Analisis biaya transportasi nikel.

### 3.4 Model Matematis untuk Penentuan Rute dan Armada Optimum

Pada umumnya jumlah dari total biaya transportasi laut dapat dihitung berdasarkan penjumlahan dari *fixed cost* dan *variable cost*. *Fixed cost* terdiri dari *capital cost* dan *operating cost*, sedangkan *variabel cost* terdiri dari biaya bahan bakar, biaya pelabuhan dan biaya *cargo handling* dan penambahan *penalty cost* sebagai beban biaya bagi kapasitas muatan kapal yang kosong yang ikut terangkut. Berikut formulasi yang digunakan untuk mendapatkan total biaya transportasi laut.

$$TC = CC + VC + OC + PeC$$

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

$$VC = PC + FoC + CHC$$

$$PC = \sum_{t \in T} [\{TTP + (TVP \times GT_t)\} + (GT_t \times TVB \times ts) + (GT_t \times TTC \times tt) + (GT_t \times TVD)]$$

$$CHC = \sum_{t \in T} [\{(NB_t \times TCHc_t)\}]$$

$$FoC = \sum_{t \in T} [\{EME_t \times SM_t \times CE \times (\frac{S}{V_t})\} + \{EAE_t \times SA_t \times CE \times (\frac{S}{V_t} + AT + IT + WT + R)\}]$$

$$YC = \sum_{t \in T} (MT_t - D) \times BA$$

$$OC = WC + R\&M + AK + SC + DOC$$

Keterangan:

TC	=	Total Cost	(Rupiah/hari)
CC	=	Capital Cost	(Rupiah/hari)
OC	=	Operating Cost	(Rupiah/hari)
VC	=	Variable Cost	(Rupiah/hari)
PeC	=	Penalty Cost	(Rupiah/ton)
WC	=	Gaji ABK	(Rupiah)
R & M	=	Biaya Repair & Maintenance	(Rupiah)

AK	= Biaya Asuransi Kapal	(Rupiah)
SC	= Biaya <i>Supplies Crew</i>	(Rupiah)
DOC	= Biaya Dokumen dan Administrasi	(Rupiah)
P <sub>ST</sub>	= Biaya baja yang digunakan	(Rupiah)
P <sub>E&amp;O</sub>	= <i>Equipment &amp; Outfitting Price</i>	(Rupiah)
P <sub>ME</sub>	= Biaya Mesin Induk Kapal	(Rupiah)
P <sub>NW</sub>	= <i>Non – weight cost</i>	(Rupiah)
PC	Biaya Pelabuhan	(Rupiah)
FoC	= Biaya Bahan Bakar	(Rupiah)
CHC	= Biaya <i>Cargo Handling</i>	(Rupiah)
TTP	= Tarif Tetap Pandu	(Rupiah)
TVP	= Tarif Variabel Pandu	(Rupiah)
GT <sub>t</sub>	= Ukuran GT kapal alternatif-t	
TVB	= Tarif Variabel Tambat	(Rupiah)
ts	= Lama waktu sandar	(Hari)
TTC <sub>t</sub>	= Tarif Tetap Tunda	(Rupiah)
tt	= Lama waktu tambat	(Hari)
TVD	= Tarif Variabel Labuh	(Rupiah)
NB <sub>t</sub>	= Jumlah muatan yang dibongkar pada kapal alternatif-t	(ton)
TCHc	= Tarif <i>Cargo Handling</i>	(Rupiah/ton)
EME <sub>n</sub>	= Daya <i>main engine</i> kapal alternatif-t	(Kilo Watt)
SM <sub>t</sub>	= SFOC <i>Main Engine</i> kapal alternatif-t	(ton/kWh)
CE	= Harga bahan bakar	(Rupiah/Ton)
S	= Total jarak tempuh pelayaran	(Nm)
V <sub>t</sub>	= Kecepatan kapal alternatif-t	(Knots)
EAE <sub>t</sub>	= Daya <i>auxiliary engine</i> kapal alternatif -t	(Kilo Watt)

$SA_t$	= SFOC <i>auxiliary engine</i> kapal alternatif-t	(ton/kWh)
$AT$	= <i>Approaching Time</i>	(Jam)
$WT$	= <i>Waiting Time</i>	(Jam)
$R_n$	= Produktivitas bongkar muat	(ton/jam)
$MT_t$	= Kapasitas muat kapal alternatif-t	(ton)
$D$	= Permintaan feronikel	(ton/tahun)
$BA$	= Beban <i>Penalty Cost</i> (biaya angkut)	(Rupiah/ton)

Untuk menjawab tujuan dari penelitian ini, dilakukan optimisasi ukuran dan jumlah kapal dengan mencari nilai total biaya transportasi laut yang paling optimum, dengan dua batasan utama. Yaitu batasan jumlah produksi feronikel, dan kedalaman wilayah perairan pelabuhan bongkar dan muat. Batasan ini digunakan untuk menentukan jumlah dan ukuran kapal yang paling optimum dari semua kemungkinan yang ada berdasarkan jumlah pelabuhan tujuan. Secara keseluruhan total permintaan yang harus dipenuhi oleh semua rute dan kapal terpilih adalah jumlah feronikel total dalam jangka satu tahun.

### 3.5 Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

Secara umum prosedur pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa langkah sesuai dengan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut:

#### a. Analisis Kondisi Eksisting

Tahap pertama dalam analisis ini adalah mengidentifikasi komponen *supply* dan *demand*. Sisi *supply* berisikan kondisi produksi pabrik feronikel. Kemudian pada sisi *demand* dilakukan identifikasi terhadap jumlah muatan feronikel yang dikirim selama 5 (lima) tahun terakhir. Dan dari jumlah permintaan feronikel tersebut, dilakukan proyeksi kedepan sebagai pendekatan terkait gambaran jumlah feronikel dimasa depan.

#### b. Analisis Biaya Transportasi Laut

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi total biaya transportasi laut yang terdiri dari biaya operasional kapal (biaya sewa kapal), biaya pelabuhan, biaya bahan bakar, dan biaya bongkar muat (*cargo handling*). Untuk menghitung masing-masing komponen pembentuk biaya transportasi laut ini menggunakan formulasi yang telah dijelaskan pada subbab 3.1. Total biaya yang didapat merupakan total keseluruhan dari sejumlah armada terpilih untuk semua rute optimum.

**c. Analisis Sensitivitas**

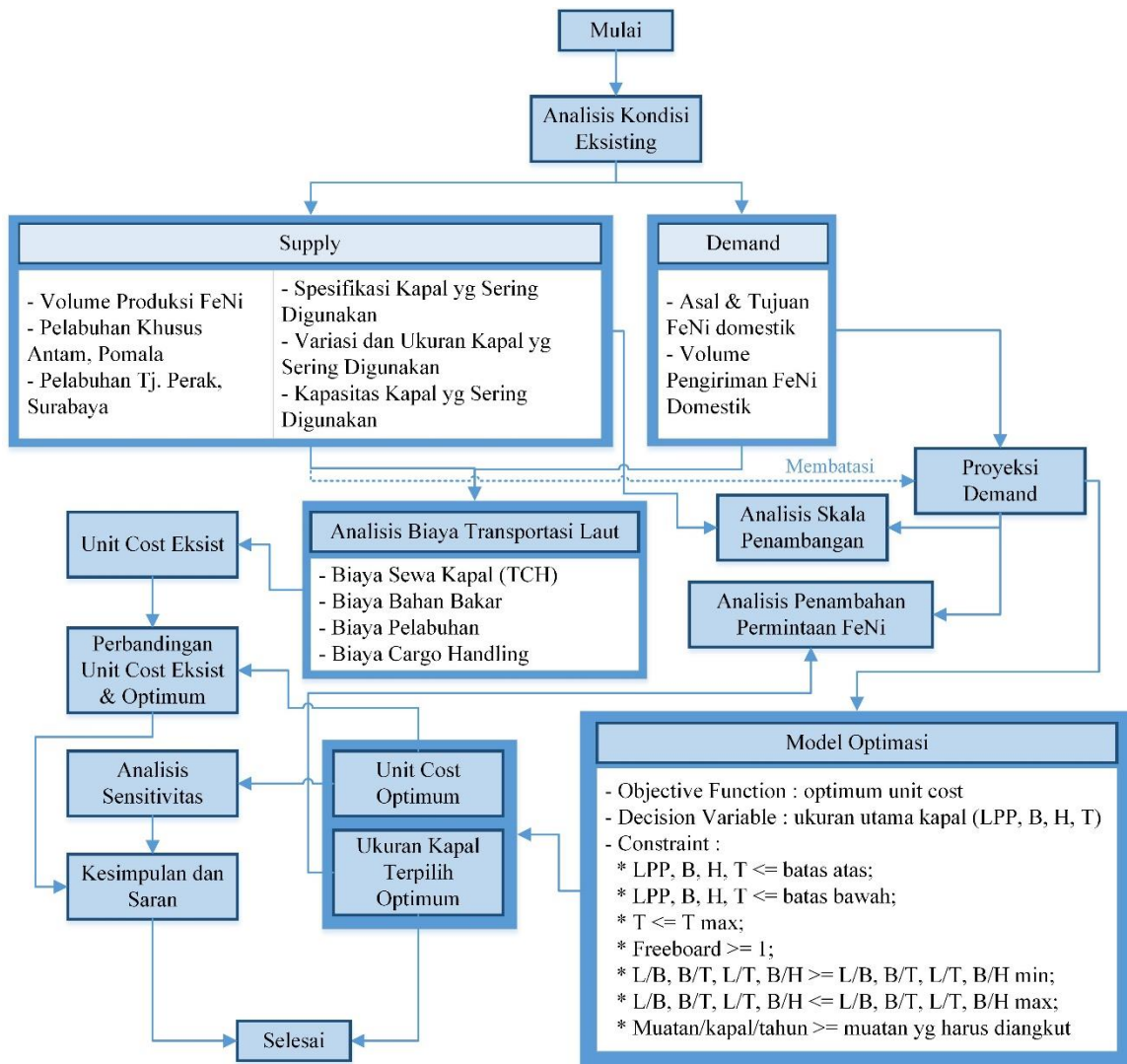
Analisis tahap akhir ini dilakukan untuk melihat variabel yang dapat mempengaruhi perubahan signifikan terhadap hasil optimasi yang dapat berdampak pada keputusan terpilihnya satuan unit biaya optimum dan armada optimum. Adapun variabel sensitivitas yang digunakan terdiri dari jumlah muatan yang diangkut dan *unit cost*.

**d. Kesimpulan**

Berisikan ringkasan hasil analisis untuk menjawab tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

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



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian

## BAB 4 GAMBARAN UMUM

### 4.1 Bahan Tambang di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara yang terkenal akan kekayaan sumber daya alamnya, dalam hal ini bahan – bahan hasil tambang. Hal ini disebabkan karena Indonesia sebagai salah satu bagian dari “*Pacific Ring of Fire*” atau Cincin Berapi Pasifik, ditandai dengan kegiatan vulkanik yang tinggi karena pergerakan lempeng – lempeng bumi yang menimbulkan gejala tektonik di bawah permukaan bumi. Kawasan Timur Indonesia (KTI) yang meliputi 68% dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia atau mencakup daerah seluas hampir 1,3 juta kilometer persegi diperkirakan menyimpan 81,2% cadangan bahan tambang Indonesia (Koesnaryo di dalam PERHAPI, 2002: 1).



Gambar 4-1 Posisi Indonesia yang menjadi bagian dari *Pacific Ring of Fire* (di sisi sebelah barat)



Gambar 4-2 Persebaran Bahan Tambang di Indonesia

### 4.2 Persebaran Nikel di Indonesia

Indonesia dan Filipina merupakan dua negara penghasil nikel terbesar di dunia. Dari seluruh jumlah nikel yang ada di dunia, 70% diantaranya merupakan nikel yang berkadar

rendah (> 2%), dan 30% diantaranya berada di Indonesia, tepatnya di wilayah Sulawesi Tenggara. Selain di Sulawesi Tenggara, terdapat beberapa wilayah di Indonesia yang mengandung nikel, diantaranya yaitu di Sulawesi tengah, Sulawesi Tenggara, Maluku, Maluku Utara, dan Papua Barat.



**Gambar 4-3 Lokasi Tambang Nikel di Indonesia**

#### 4.2.1 Kondisi Wilayah Penambangan Nikel di Indonesia

Pertambangan nikel yang ditinjau merupakan pertambangan nikel yang berada di Pomalaa, kabupaten Kolaka, provinsi Sulawesi Tenggara yang dikelola oleh PT. ANTAM. Jarak Pomalaa dari Ibu Kota Kabupaten Kolaka ialah sekitar 30 km.



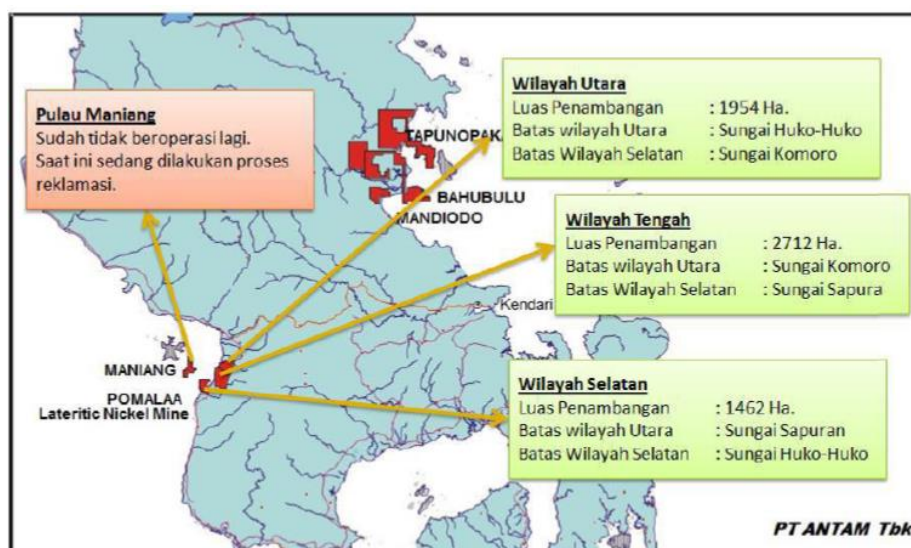
**Gambar 4-4 Wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara**

Disebelah utara, Unit Bisnis Pertambangan Nikel Sulawesi Tenggara berbatasan dengan Sungai Huko – Huko, sebelah timur berbatasan dengan Perbukitan Maniang, sebelah selatan berbatasan dengan Sungai Oko – Oko, dan di sebelah barat berbatasan dengan Teluk Mekongga.

Luas daerah kuasa pertambangan UBPN Sulawesi Tenggara  $\pm$  7500 ha. yang meliputi daerah antara lain; Tambea, Sapura, Tg. Pakar, Tg. Leppe. Daerah penambangan terdiri dari beberapa lokasi yaitu; Tambang Utara, Tambang Tengah, Tambang Selatan



yang terbagi lagi menjadi beberapa bukit dengan penamaan yang berbeda-beda. Lokasi penambangan ini ditunjukkan pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5 Wilayah Penambangan PT. ANTAM Tbk.,

#### 4.2.2 Kegiatan Penambangan Nikel

Kegiatan penambangan nikel yang dilakukan oleh PT Aneka Tambang Tbk. UBPN Pomalaa terbagi dalam beberapa daerah, yaitu terletak pada Pulau Manieng, Wilayah Utara, Wilayah Selatan, Wilayah Tengah. Hasil penambangan diangkut ke *stockyard* dengan menggunakan *Hauling Dump Truck*. Hasil dari penambangan tersebut kemudian dipilah. Untuk bijih dengan kadar nikel rendah ( $< 1,8\%$ ) di ekspor ke Jepang, Australia, Ukraina, Korea Selatan, Taiwan dan Macedonia. Sedangkan bijih dengan kadar nikel tinggi ( $\geq 1,8\%$ ) dibawa ke pabrik untuk diproses lebih lanjut menjadi feronikel yang nantinya akan dijadikan produk ekspor.

PT. Aneka Tambang Tbk. UBPN Pomalaa terdiri dari tiga plant pabrik, yaitu FENI I, FENI II, dan FENI III. Proses pembuatan ferronikel yang terjadi pada ketiga *plant* secara umum adalah sama, namun memiliki perbedaan pada spesifikasi mesin sehingga mempengaruhi komposisi *ore* yang akan digunakan untuk setiap *plant* serta jumlah feronikel yang dihasilkan. Material *handling* tersebut bertujuan agar bijih yang diolah sesuai dengan spesifikasi mesin pada setiap *plant* maupun spesifikasi produk yang diinginkan.



**Gambar 4-6 Pengangkutan Nikel Ore**

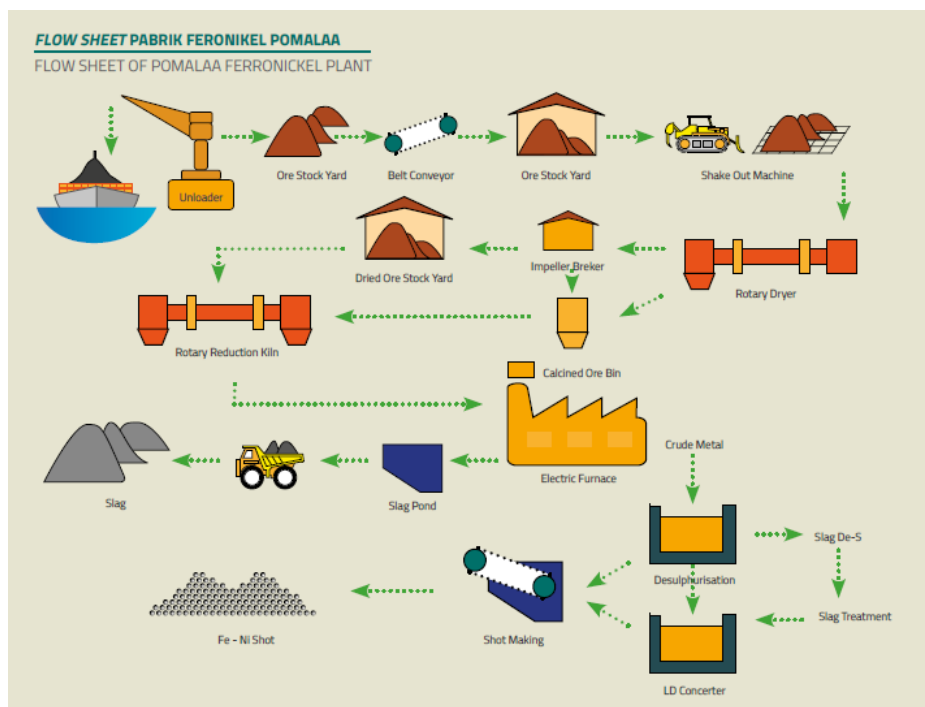
#### 4.2.3 Kegiatan Pengolahan Nikel

Ada tiga jenis pengolahan biji logam menjadi logam yaitu pirometalurgi, hidrometalurgi dan elektro metalurgi. Di pabrik PT Antam (Persero) Tbk UBPN Sultra, bijih nikel yang diperoleh dari area pertambangan diolah dengan metode pirometalurgi. Pirometalurgi adalah teknik metalurgi paling tua, dimana logam diolah dan diekstraksi menggunakan panas yang sangat tinggi. Panas didapatkan dari tanur berbahan bakar batubara (kokas) yang sekaligus bertindak sebagai reduktan. Suhu yang dicapai ada yang hanya  $50 - 250^{\circ}\text{C}$  (proses Mond untuk pemurnian nikel), tetapi ada yang mencapai  $2.000^{\circ}\text{C}$  (proses pembuatan paduan baja). Yang umum dipakai hanya berkisar  $500 - 1.600^{\circ}\text{C}$ ; pada suhu tersebut kebanyakan metal atau paduan metal sudah dalam fase cair bahkan kadang – kadang dalam fase gas. Umpan yang baik adalah konsentrat dengan kadar metal yang tinggi agar dapat mengurangi pemakaian energi panas. Penghematan energi panas dapat juga dilakukan dengan memilih dan memanfaatkan reaksi kimia eksotermik.

Feronikel, yang memiliki komposisi 20-25% nikel and 80% besi, diproduksi dengan cara melebur (*smelting*) bijih nikel untuk kemudian menghasilkan feronikel dalam bentuk *shots* (pellets). Diperlukan lebih kurang 75-90 wmt bijih nikel kadar tinggi untuk memproduksi satu ton nikel dalam feronikel. Tingkat produksi feronikel tergantung pada kadar nikel di dalam umpan bijih yang dimasukkan di dalam pabrik serta load pabrik. Dalam pengolahan feronikel, bijih nikel yang memiliki rata – rata kadar nikel 2,4% diumpankan melalui mesin pengumpan getar ke dalam tanur putar pengering untuk diturunkan kandungan air basahnya dari 30 – 33% menjadi 20 – 22% dengan menggunakan gas panas bersuhu  $800^{\circ}\text{C}$ . Dari tanur putar pengering, bijih nikel dengan ukuran yang di atas 5 cm dihancurkan dalam *Impeller Breaker* untuk kemudian diumpankan ke dalam tanur putar kalsinasi bersama – sama dengan bahan pembantu, yaitu batubara. Di dalam tanur putar kalsinasi yang bersuhu operasi sekitar  $1.000^{\circ}\text{C}$  terjadi pengeluaran semua

kandungan air basah dan air kristal. Semua debu yang terikut dalam gas buang tanur putar kalsinasi ditangkap dan dijadikan *pellet* untuk diumpungkan kembali ke dalam tanur putar kalsinasi. Setelah melewati tanur putar kalsinasi, di dalam tanur listrik yang bersuhu operasi sekitar 1.600°C terjadi proses peleburan, reduksi dan pemisahan antara feronikel dengan *slag*. *Slag* kemudian dikeluarkan untuk selanjutnya diangkat ke tempat pembuangan atau dimanfaatkan untuk pengerasan jalan, reklamasi bekas tambang dan reklamasi pantai. Logam feronikel yang telah dikeluarkan ditampung pada penampung logam (*ladle*) dan selanjutnya dilakukan pengeluaran belerang dengan penambahan kalsium karbida, sehingga menghasilkan feronikel kadar arang tinggi (*high carbon*). Selain itu, feronikel kadar arang tinggi (*high carbon*) juga dioksidasi pada *converter* goyang dengan menghembuskan oksigen murni melalui pipa besi (*lance*) untuk mengeluarkan unsur pengotor seperti arang, silika dan fosfor sehingga diperoleh feronikel dengan kadar arang rendah (*low carbon*).

Peleburan feronikel beroperasi dalam tiga *shift* sehari atau delapan jam per masing – masing *shift* selama tujuh hari dalam seminggu. Perseroan melaksanakan perawatan menyeluruh untuk pabrik FeNi miliknya setiap 10 (sepuluh) tahun sekali, guna memperbaiki lapisan kalsinasi dan tanur. Perseroan juga melaksanakan perawatan pencegahan terjadwal setiap dua bulan sekali guna memastikan kelancaran operasi pabrik.



Gambar 4-7 Alur proses pembuatan feronikel

### **4.3 PT. ANTAM (Persero) Tbk.,**

#### **4.3.1 Profil Perusahaan**

PT. ANTAM merupakan perusahaan pertambangan yang terdiversifikasi dan terintegrasi secara vertikal yang berorientasi ekspor. Melalui wilayah operasi yang tersebar di seluruh Indonesia yang kaya akan bahan mineral, kegiatan ANTAM mencakup eksplorasi, penambangan, pengolahan serta pemasaran dari komoditas bijih nikel, feronikel, emas, perak, bauksit dan batubara. ANTAM memiliki konsumen jangka panjang yang loyal di Eropa dan Asia. Mengingat luasnya lahan konsesi pertambangan dan besarnya jumlah cadangan dan sumber daya yang dimiliki, ANTAM membentuk beberapa usaha patungan dengan mitra internasional untuk dapat memanfaatkan cadangan yang ada menjadi tambang yang menghasilkan keuntungan.

Untuk mendukung pendanaan proyek ekspansi feronikel, pada tahun 1997 ANTAM menawarkan 35% sahamnya ke publik dan mencatatkannya di Bursa Efek Indonesia. Pada tahun 1999, ANTAM mencatatkan sahamnya di Australia dengan status foreign exempt entity dan pada tahun 2002 status ini ditingkatkan menjadi ASX Listing yang memiliki ketentuan lebih ketat.

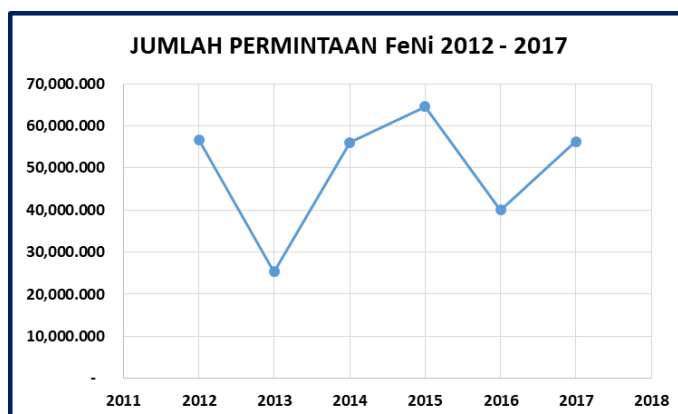
Tujuan perusahaan saat ini berfokus pada peningkatan nilai pemegang saham. Hal ini dilakukan melalui penurunan biaya seiring usaha bertumbuh guna menciptakan keuntungan yang berkelanjutan. Strategi perusahaan adalah berfokus pada komoditas inti nikel, emas, dan bauksit melalui peningkatan output produksi untuk meningkatkan pendapatan serta menurunkan biaya per unit. ANTAM berencana untuk mempertahankan pertumbuhan melalui proyek ekspansi terpercaya, aliansi strategis, peningkatan kualitas cadangan, serta peningkatan nilai melalui pengembangan bisnis hilir. ANTAM juga akan mempertahankan kekuatan finansial perusahaan. Melalui perolehan kas sebanyak-banyaknya, perusahaan memastikan akan memiliki dana yang cukup untuk memenuhi kewajiban, mendanai pertumbuhan, dan membayar dividen. Untuk menurunkan biaya, perusahaan harus beroperasi lebih efisien dan produktif serta meningkatkan kapasitas untuk memanfaatkan adanya skala ekonomis.

#### **4.3.2 Jumlah Permintaan Feronikel**

Selama lima tahun terakhir, tahun 2012 – 2017 permintaan ferronikel mengalami naik – turun (fluktuatif). Di tahun 2012, permintaan ferronikel mencapai 57.677,707 MT. Namun, di tahun 2013 jumlah permintaan ferronikel turun hingga mencapai 50% dari jumlah permintaan sebelumnya. Di tahun 2014 dan 2015, jumlah permintaan terus naik, dan kemudian turun lagi di tahun 2016, kemudian naik kembali di tahun 2017.

**Tabel 4-1 Jumlah Permintaan Feronikel Tahun 2012 – 2017**

TAHUN	JUMLAH
2012	57,677.707 MT
2013	25,709.241 MT
2014	57,012.078 MT
2015	65,653.548 MT
2016	40,641.865 MT
2017	57,247.904 MT



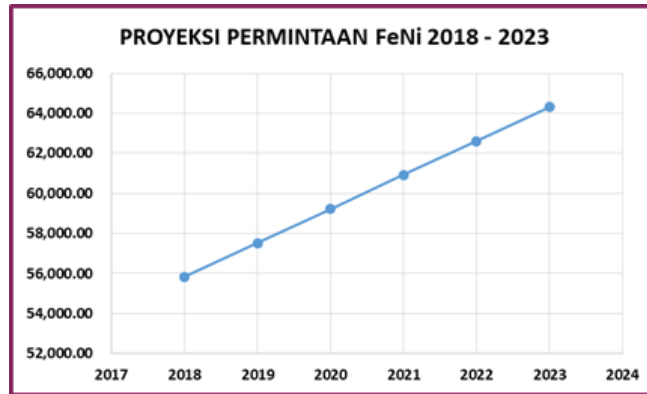
**Grafik 4-1 Jumlah permintaan ferronikel tahun 2012 – 2017**

Untuk merencanakan dan memilih armada kapal dengan biaya yang optimum, maka penulis melakukan proyeksi permintaan feronikel di tahun yang akan datang. Penulis memproyeksikan permintaan di 5 (lima) tahun yang akan datang dengan hasil tren yang positif (naik). Proyeksi dengan *trend* naik tersebut selama 5 (lima) tahun ke depan berdasarkan data jumlah permintaan di 5 (lima) tahun terakhir. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4-2.

**Tabel 4-2 Proyeksi Permintaan FeNi**

TAHUN	PERMINTAAN FeNi	
2018	56,725 MT	55,829.40 ton
2019	58,451 MT	57,527.58 ton
2020	60,176 MT	59,225.77 ton
2021	61,902 MT	60,923.96 ton
2022	63,627 MT	62,622.14 ton
2023	65,352 MT	64,320.33 ton

Berikut dibawah ini disajikan data proyeksi permintaan feronikel di tahun 2018 – 2023 dalam bentuk grafik.



Grafik 4-2 Proyeksi Permintaan feronikel tahun 2018 – 2023

#### 4.4 Distribusi Feronikel



Gambar 4-8 Alur Distribusi Feronikel via Domestik

Penjelasan pemetaan jalur distribusi feronikel pada Gambar adalah sebagai berikut:

- 1) Produk didistribusikan dari daerah asal (*pabrik FeNi*) menuju ke pelabuhan menggunakan moda transportasi truk *flat bed*.
- 2) Selanjutnya produk didistribusikan melalui jalur laut menggunakan moda transportasi laut dengan opsi antara lain kapal SPB, kapal *general cargo* dan kapal *bulk carrier*.

Konsumen feronikel saat ini yaitu India, Jepang, China, Korea Selatan dan Eropa, dan belum terserap pada pasar domestik. Dari hasil survey, hal ini dikarenakan Indonesia belum memiliki pabrik pembuatan stainless steel, dimana feronikel menjadi salah satu bahan baku pembuatannya. Berikut beberapa nama perusahaan yang menjadi konsumen feronikel.

- 1) Cronimet Ferroleq, GmbH – Avarus AG
- 2) ThyssenKrupp Nirosta GmbH
- 3) ArcelorMittal / Aperam
- 4) Outokumpu Stainless
- 5) Ugitech
- 6) Pohang Iron & Steel (POSCO)

## BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perencanaan armada optimum pada penelitian ini dibuat untuk menghasilkan ukuran kapal berdasarkan peramalan jumlah permintaan feronikel. Adapun komponen analisis pada Bab ini terdiri dari analisis biaya transportasi laut, kemudian analisis hasil optimisasi dan diakhiri dengan analisis sensitivitas.

### 5.1 Analisa Kondisi Eksisting

Dari data kapal yang digunakan untuk mengirim feronikel selama 5 (lima) tahun, terdapat banyak kapal yang pernah digunakan. Disini penulis menggunakan data kapal yang sering digunakan untuk mengangkut feronikel, dan didapatkan data kapal – kapal tersebut sebagai berikut :

**Tabel 5-1 Kapal Kondisi Eksisting**

	SURYA PERSADA	PHILIPS	BUNGA MELATI	BUNGA TERATAI XVII	SINAR MULIA I
Lpp (m)	50.00	51.60	66.00	68.00	70.60
B (m)	9.00	9.30	11.50	11.50	12.00
H (m)	5.50	5.50	6.70	6.70	7.00
T (m)	3.00	3.81			4.10
DWT	1,827	1,368	2,312	2,346	2,811
GT	825	658	1,317	1,327	1,500
NT	248	423	772	514	478
Vs (knot)	9.2	6.8	10.4	6.3	7.3
YEAR BUILD		1985	1985	1988	
IMO NUMBER	7521869	8515764	8503644	8808472	9033438
CLASS	BKI	BKI	BKI	BKI	BKI

Kapal Surya Persada, Philips, Bunga Melati, dan Bunga Teratai XVII merupakan kapal – kapal yang melayani 2 (dua) kali pengiriman feronikel. Sedangkan untuk kapal Sinar Mulia I, melayani sebanyak 9 (Sembilan) kali pengiriman feronikel.



**Gambar 5-1 KM Bunga Teratai XVII**

#### 5.1.1 Jumlah Muatan yang Diangkut

Seperti yang telah diketahui diatas, KM Surya Persada, Philips, Bunga Melati, dan Bunga Teratai XVII merupakan kapal – kapal yang melayani 2 (dua) kali pengiriman

feronikel. Sedangkan untuk kapal Sinar Mulia I, melayani sebanyak 9 (Sembilan) kali pengiriman feronikel. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 5-2 Jumlah muatan feronikel KM Surya Persada**

<b>KM SURYA PERSADA</b>				
Tahun	TANGGAL		JUMLAH MUATAN	
	MULAI B/M	SELESAI B/M	(MT)	(ton)
2016	21/2/2016	23/2/2016	1,473.45	1,450.18
2017	9/4/2017	11/4/2017	1,687.66	1,661.01
<b>TOTAL</b>			<b>3,161.11</b>	<b>3,111.18</b>

Selama 5 (lima) tahun terakhir (tahun 2012 hingga tahun 2017), KM Surya Persada pernah 2(dua) kali melayani pengiriman feronikel, yakni pada tahun 2016 dengan muatan sebesar 1.450,18 ton dan di tahun 2017 sebesar 1.661,01 ton. Total muatan feronikel yang diangkut selama 2 (dua) kali trip yakni sebesar 3.111,18 ton.

**Tabel 5-3 Jumlah muatan feronikel KM Philips**

<b>KM PHILIPS</b>				
Tahun	TANGGAL		JUMLAH MUATAN	
	MULAI B/M	SELESAI B/M	(MT)	(ton)
2014	18/7/2014	19/7/2014	776.23	763.97
2015	7/5/2015	9/5/2015	799.44	786.81
<b>TOTAL</b>			<b>1,575.66</b>	<b>1,550.78</b>

Kapal berikutnya yakni KM Philips. Selama 5 (lima) tahun terakhir (tahun 2012 hingga tahun 2017), KM Philips pernah 2(dua) kali melayani pengiriman feronikel, yakni pada tahun 2014 dengan muatan sebesar 763,97 ton dan di tahun 2015 sebesar 786,81 ton. Total muatan feronikel yang diangkut selama 2 (dua) kali trip yakni sebesar 1.550,78 ton.

**Tabel 5-4 Jumlah muatan feronikel KM Bunga Melati**

<b>KM BUNGA MELATI</b>				
Tahun	TANGGAL		JUMLAH MUATAN	
	MULAI B/M	SELESAI B/M	(MT)	(ton)
2015	21/6/2015	22/6/2015	2,135.56	2,101.83
	17/7/2015	18/7/2015	1,307.81	1,287.16
<b>TOTAL</b>			<b>3,443.37</b>	<b>3,388.99</b>

Kapal selanjutnya yakni KM Bunga Melati. Selama 5 (lima) tahun terakhir (tahun 2012 hingga tahun 2017), KM Bunga Melati pernah 2(dua) kali melayani pengiriman feronikel, yakni pada bulan Juni 2014 dengan muatan sebesar 2.101,83 ton dan di bulan Juli 2015 sebesar 1.287,16 ton. Total muatan ferronikel yang diangkut selama 2 (dua) kali trip yakni sebesar 3.388,99 ton.



**Tabel 5-5 Jumlah muatan feronikel KM Bunga Teratai XVII**

<b>KM BUNGA TERATAI XVII</b>				
Tahun	TANGGAL		JUMLAH MUATAN	
	MULAI B/M	SELESAI B/M	(MT)	(ton)
2016	17/3/2015	3/19/2015	2,167.312	2,133.08
2017	4/2/2017	5/2/2017	1,738.212	1,710.76
<b>TOTAL</b>			<b>3,905.52</b>	<b>3,843.84</b>

Untuk KM Bunga Teratai XVII, selama 5 (lima) tahun terakhir (tahun 2012 hingga tahun 2017), KM Bunga Teratai XVII pernah 2(dua) kali melayani pengiriman feronikel, yakni pada tahun 2016 dengan muatan sebesar 2.133,08 ton dan di tahun 2017 sebesar 1.710,76 ton. Total muatan feronikel yang diangkut selama 2 (dua) kali trip yakni sebesar 3.843,84 ton.

**Tabel 5-6 Jumlah muatan feronikel KM Sinar Mulia I**

<b>KM SINAR MULIA I</b>				
Tahun	TANGGAL		JUMLAH MUATAN	
	MULAI B/M	SELESAI B/M	(MT)	(ton)
2015	21/10/2015	24/10/2015	2,596.81	2,555.80
	7/12/2015	12/12/2015	2,588.86	2,547.98
2016	27/1/2016	29/1/2016	2,127.20	2,093.60
	21/3/2016	22/3/2016	1,886.74	1,856.94
	3/6/2016	5/6/2016	2,432.12	2,393.70
	15/10/2016	17/10/2016	2,245.65	2,210.18
2017	20/4/2017	21/4/2017	1,570.15	1,545.35
	7/6/2017	9/6/2017	2,166.21	2,132.00
	18/10/2017	21/10/2017	2,294.64	2,258.39
<b>TOTAL</b>			<b>19,908.36</b>	<b>19,593.94</b>

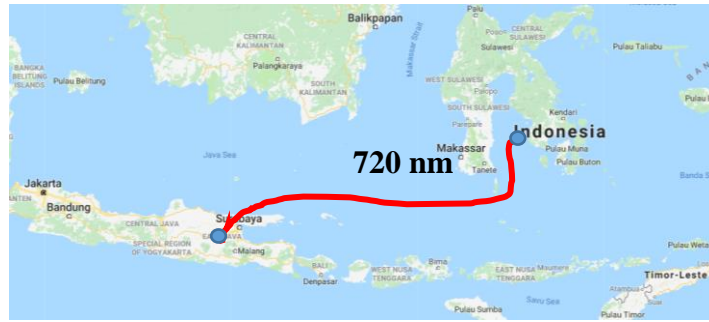
Untuk KM Sinar Mulia I, selama 5 (lima) tahun terakhir (tahun 2012 hingga tahun 2017), KM Sinar Mulia I pernah 9 (sembilan) kali melayani pengiriman feronikel. Di tahun 2015 kapal melayani pengiriman ferronikel sebanyak 2 (dua) kali, yaitu pada bulan Oktober mengangkut ferronikel sebesar 2.555,80 ton dan di bulan Desember sebesar 2.547,98 ton.

Di tahun 2016, kapal melayani 4 (empat) kali pengiriman feronikel, yakni pada bulan Januari sebesar 2.093,60 ton, di bulan Maret sebesar 1.856,94 ton, bulan Juni sebesar 2.393,70 ton, dan di bulan Oktober sebesar 2.210,18 ton.

Di tahun 2017, kapal melayani 3 (tiga) kali pengiriman feronikel, yakni pada bulan April sebesar 1.545,35 ton, di bulan Juni 2016 sebesar 1.856,94 ton, dan di bulan Oktober sebesar 2.210,18 ton.

### 5.1.2 Waktu Berlayar

Pengiriman feronikel berasal dari pabrik pengolahan nikel di Pomalaa, Sulawesi Tenggara, yang dikirim ke Surabaya, Jawa Timur (transit) yang berjarak 720 nm. Dari Surabaya, akan dikirim ke negara tujuan seperti India, Cina, Jepang, Korea dan Eropa.



**Gambar 5-2 Rute dan jarak Pengiriman Ferronikel (transit)**

Diketahui jarak pelayaran sebesar 720 nm dan kecepatan dinas masing – masing kapal, maka dapat diketahui waktu berlayar (*sea time*) tiap masing – masing kapal. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5-7.

**Tabel 5-7 Waktu Berlayar Kapal**

NAMA KAPAL	Jarak	Kecepatan	Waktu	
	(nm)	(knots)	Jam	Hari
SURYA PERSADA	720	9.2	78	3.26
PHILIPS	720	6.8	106	4.41
BUNGA MELATI	720	10.4	69	2.88
BUNGA TERATAI XVII	720	6.3	114	4.76
SINAR MULIA I	720	7.3	99	4.11

### 5.1.3 Waktu di Pelabuhan

Waktu pelabuhan / *port time* merupakan waktu yang dibutuhkan kapal ketika berada di pelabuhan. *Port time* dapat dihitung berdasarkan pada penjumlahan waktu muat/bongkar, dan waktu tunggu kapal (*idle time, waiting time, dan approaching time*). Waktu di pelabuhan dihitung pada tiap pelabuhan yang disinggahi oleh kapal yang sandar.

#### 1) Waktu Bongkar/Muat (*Effective Time*)

Lamanya waktu bongkar/muat didasarkan pada jumlah muatan yang di bongkar/muat dan kecepatan bongkar/muat di masing – masing pelabuhan, yakni pelabuhan khusus milik PT. ANTAM di Pomalaa, Sulawesi Tenggara dan Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, Jawa Timur. Diasumsikan kecepatan bongkar muat di Pelabuhan Pomalaa sebesar 300 ton/jam. Hal ini berdasarkan dari hasil survey Penulis di Pelabuhan Pomalaa. Alat bongkar muat yang digunakan yakni berupa *crane* kapal yang dikaitkan dengan *sling*, dimana dalam sekali angkut menggunakan kurang lebih 5 (lima) buah *sling* yang dapat memuat 5 (lima) *bag* berisi feronikel yang berat per *bag* nya mencapai 1 (satu) ton. Sedangkan untuk kecepatan bongkar muat di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya berdasarkan dari data standar kinerja bongkar muat barang non petikemas Terminal Jamrud milik

PT. PELINDO III. Di pelabuhan Tanjung Perak diasumsikan menggunakan 2 (dua) *crane* yang masing – masing memiliki kinerja bongkar/muat sebesar 125 ton/jam.



**Gambar 5-3** Proses Pemuatan Ferronikel Bag dengan menggunakan *sling* dan *crane* kapal

Berikut kecepatan bongkar muat pelabuhan pelabuhan asal dan tujuan.

**Tabel 5-8** Kecepatan Bongkar Muat di Pelabuhan Muat dan Bongkar

KECEPATAN BONGKAR MUAT		
POMALAA	300	TON/JAM
SURABAYA	250	TON/JAM

Dengan mengetahui kecepatan bongkar/muat di masing – masing pelabuhan, maka didapatkan waktu bongkar/muat muatan. Untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 5-9** Waktu Bongkar Muat KM Surya Persada

KM SURYA PERSADA				
Pelabuhan	Muatan		Kecepatan B/M (ton/jam)	Waktu Kerja (jam)
	Bongkar (ton)	Muat (ton)		
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	-	1,450.18	300	5.00
Tj. Perak	1,450.18	-	250	6.00
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	-	1,661.01	300	6.00
Tj. Perak	1,661.01	-	250	7.00

Pada trip ke-1, untuk KM Surya Persada dengan jumlah muatan sebesar 1.450,18 ton waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 5 (lima) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 6 (enam) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) kali trip pada trip ke-1 yaitu sebesar 11 (sebelas) jam.

Sedangkan untuk trip ke-2, dengan jumlah muatan sebesar 1.661,01 ton waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 6 (enam) jam, dan

untuk membongkar muatan diperlukan waktu 7 (tujuh) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) trip pada trip ke-2 yaitu sebesar 13 (sebelas) jam.

**Tabel 5-10 Waktu Bongkar Muat KM Philips**

KM PHILIPS				
Pelabuhan	Muatan		Kecepatan B/M (ton/jam)	Waktu Kerja (jam)
	Bongkar (ton)	Muat (ton)		
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	-	763.97	300	3.00
Tj. Perak	763.97	-	250	4.00
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	-	786.81	300	3.00
Tj. Perak	786.81	-	250	4.00

Untuk KM Philips dengan jumlah muatan sebesar 763,97 ton pada trip ke-1 dan 786,81 ton pada trip ke-2, waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 3 (tiga) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 4 (empat) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) kali trip pada kedua trip sama, yaitu sebesar 7 (tujuh) jam.

**Tabel 5-11 Waktu Bongkar Muat KM Bunga Melati**

KM BUNGA MELATI				
Pelabuhan	Muatan		Kecepatan B/M (ton/jam)	Waktu Kerja (jam)
	Bongkar (ton)	Muat (ton)		
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	-	2,101.83	300	8.00
Tj. Perak	2,101.83	-	250	9.00
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	-	1,287.16	300	5.00
Tj. Perak	1,287.16	-	250	6.00

Pada trip ke-1, untuk KM Bunga Melati dengan jumlah muatan sebesar 2.101,83 ton waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 8 (delapan) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 9 (sembilan) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) kali trip pada trip ke-1 yaitu sebesar 17 (tujuh belas) jam.

Sedangkan untuk trip ke-2, dengan jumlah muatan sebesar 1.287,16 ton waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 5 (lima) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 6 (enam) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) trip pada trip ke-2 yaitu sebesar 11 (sebelas) jam.

**Tabel 5-12 Waktu Bongkar Muat KM Bunga Teratai XVII**

KM BUNGA TERATAI XVII				
Pelabuhan	Muatan		Kecepatan B/M (ton/jam)	Waktu Kerja (jam)
	Bongkar (ton)	Muat (ton)		
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	-	2,133.08	300	8.00
Tj. Perak	2,133.08	-	250	9.00
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	-	1,710.76	300	6.00
Tj. Perak	1,710.76	-	250	7.00

Pada trip ke-1, untuk KM Bunga Teratai XVII dengan jumlah muatan sebesar 2.133,08 ton waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 8 (delapan) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 9 (sembilan) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) kali trip pada trip ke-1 yaitu sebesar 17 (tujuh belas) jam.

Sedangkan untuk trip ke-2, dengan jumlah muatan sebesar 1.710,76 ton waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 6 (enam) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 7 (tujuh) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) trip pada trip ke-2 yaitu sebesar 13 (sebelas) jam.

**Tabel 5-13 Waktu Bongkar Muat KM Sinar Mulia I**

KM SINAR MULIA I				
Pelabuhan	Muatan		Kecepatan B/M (ton/jam)	Waktu Kerja (jam)
	Bongkar (ton)	Muat (ton)		
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	-	2,555.80	300	9.00
Tj. Perak	2,555.80	-	250	11.00
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	-	2,547.98	300	9.00
Tj. Perak	2,547.98	-	250	11.00
<b>TRIP KE-3</b>				
Pomalaa	-	2,093.60	300	7.00
Tj. Perak	2,093.60	-	250	9.00
<b>TRIP KE-4</b>				
Pomalaa	-	1,856.94	300	7.00
Tj. Perak	1,856.94	-	250	8.00
<b>TRIP KE-5</b>				
Pomalaa	-	2,393.70	300	8.00
Tj. Perak	2,393.70	-	250	10.00
<b>TRIP KE-6</b>				
Pomalaa	-	2,210.18	300	8.00
Tj. Perak	2,210.18	-	250	9.00
<b>TRIP KE-7</b>				
Pomalaa	-	1,545.35	300	6.00
Tj. Perak	1,545.35	-	250	7.00
<b>TRIP KE-8</b>				
Pomalaa	-	2,132.00	300	8.00
Tj. Perak	2,132.00	-	250	9.00
<b>TRIP KE-9</b>				
Pomalaa	-	2,258.39	300	8.00
Tj. Perak	2,258.39	-	250	10.00

Untuk KM Sinar Mulia I dengan jumlah muatan sebesar 2.555,80 ton pada trip ke-1 dan 2.547,98 ton pada trip ke-2, waktu muat di Pomalaa membutuhkan waktu sebesar 9 (sembilan) jam, dan untuk membongkar muatan diperlukan waktu 11 (sebelas) jam. Jika diakumulasikan, waktu bongkar dan muat ferronikel dalam 1 (satu) kali trip pada kedua trip sama, yaitu sebesar 20 (dua puluh) jam. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel diatas.

## 2) Waktu Tunggu (*Waiting Time*)

Waktu tunggu dihitung sejak kapal meminta tambatan sampai kapal tambat. Penulis mengasumsikan bahwa waktu tunggu kapal sebesar 2 (dua) jam.

## 3) *Approaching Time*

*Approaching Time* merupakan waktu terpakai untuk Kapal bergerak dari lokasi lego jangkar sampai ikat tali di tambatan (waktu pelayanan pemanduan). Penulis mengasumsikan bahwa *approaching time* kapal sebesar 2 (dua) jam.

4) *Idle Time* (IT)

*Idle Time* adalah waktu tidak efektif/tidak produktif selama kapal berada di tambatan disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya pengaruh cuaca, peralatan bongkar muat yang rusak, dll.

**Tabel 5-14 Waktu Tunggu Kapal (WT, AT, IT)**

WT (jam)	AT (jam)	IT (jam)
2	2	2

Total waktu di pelabuhan merupakan jumlah dari waktu bongkar muat, waktu tunggu kapal (*waiting time*), *approaching time*, dan *idle time*. Total waktu di pelabuhan untuk masing – masing kapal dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 5-15 Total Waktu di Pelabuhan KM Surya Persada**

KM SURYA PERSADA				
Pelabuhan	AT	IT + WT	ET	Total Time
	(jam/call)	(jam/call)	(jam)	(jam)
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	2	4	4.83	10.83
Tj. Perak	2	4	5.80	11.80
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	2	4	5.54	11.54
Tj. Perak	2	4	6.64	12.64

Pada trip ke-1, total waktu di Pelabuhan Pomalaa untuk KM Surya Persada sebesar  $\pm 11$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 12$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan sebesar 22 jam. Sedangkap pada trip ke-2, total waktu di Pelabuhan Pomalaa sebesar  $\pm 11,5$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 12,6$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan sebesar 24 jam (1 hari).

**Tabel 5-16 Total Waktu di Pelabuhan KM Philips**

KM PHILIPS				
Pelabuhan	AT	IT + WT	ET	Total Time
	(jam/call)	(jam/call)	(jam)	(jam)
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	2	4	2.55	8.55
Tj. Perak	2	4	3.06	9.06
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	2	4	2.62	8.62
Tj. Perak	2	4	3.15	9.15

Pada trip ke-1, total waktu di Pelabuhan Pomalaa untuk KM Philips sebesar  $\pm 8,5$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 9$  jam. Sedangkap pada trip ke-2, total waktu di Pelabuhan Pomalaa sebesar  $\pm 8,6$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 9$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan pada kedua trip sama, yakni sebesar 18 jam.

**Tabel 5-17 Total Waktu di Pelabuhan KM Bunga Melati**

<b>KM BUNGA MELATI</b>				
<b>Pelabuhan</b>	<b>AT</b>	<b>IT + WT</b>	<b>ET</b>	<b>Total Time</b>
	<b>(jam/call)</b>	<b>(jam/call)</b>	<b>(jam)</b>	<b>(jam)</b>
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	2	4	13.01	19.01
Tj. Perak	2	4	14.41	20.41
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	2	4	10.29	16.29
Tj. Perak	2	4	11.15	17.15

Pada trip ke-1, total waktu di Pelabuhan Pomalaa untuk KM Bunga Melati sebesar  $\pm 19$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 20$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan sebesar  $\pm 40$  jam. Sedangkap pada trip ke-2, total waktu di Pelabuhan Pomalaa sebesar  $\pm 16$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 17$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan sebesar 33 jam.

**Tabel 5-18 Total Waktu di Pelabuhan KM Bunga Teratai XVII**

<b>KM BUNGA TERATAI XVII</b>				
<b>Pelabuhan</b>	<b>AT</b>	<b>IT + WT</b>	<b>ET</b>	<b>Total Time</b>
	<b>(jam/call)</b>	<b>(jam/call)</b>	<b>(jam)</b>	<b>(jam)</b>
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	2	4	7.11	13.11
Tj. Perak	2	4	8.53	14.53
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	2	4	5.70	11.70
Tj. Perak	2	4	6.84	12.84

Pada trip ke-1, total waktu di Pelabuhan Pomalaa untuk KM Bunga Teratai XVII sebesar  $\pm 13$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 15$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan sebesar  $\pm 18$  jam. Sedangkap pada trip ke-2, total waktu di Pelabuhan Pomalaa sebesar  $\pm 12$  jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar  $\pm 13$  jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan sebesar 25 jam.



**Tabel 5-19 Total Waktu di Pelabuhan KM Sinar Mulia I**

KM SINAR MULIA I				
Pelabuhan	AT	IT + WT	ET	Total Time
	(jam/call)	(jam/call)	(jam)	(jam)
<b>TRIP KE-1</b>				
Pomalaa	2	4	8.52	14.52
Tj. Perak	2	4	10.22	16.22
<b>TRIP KE-2</b>				
Pomalaa	2	4	8.49	14.49
Tj. Perak	2	4	10.19	16.19
<b>TRIP KE-3</b>				
Pomalaa	2	4	6.98	12.98
Tj. Perak	2	4	8.37	14.37
<b>TRIP KE-4</b>				
Pomalaa	2	4	6.19	12.19
Tj. Perak	2	4	7.43	13.43
<b>TRIP KE-5</b>				
Pomalaa	2	4	7.98	13.98
Tj. Perak	2	4	9.57	15.57
<b>TRIP KE-6</b>				
Pomalaa	2	4	7.37	13.37
Tj. Perak	2	4	8.84	14.84
<b>TRIP KE-7</b>				
Pomalaa	2	4	5.15	11.15
Tj. Perak	2	4	6.18	12.18
<b>TRIP KE-8</b>				
Pomalaa	2	4	7.11	13.11
Tj. Perak	2	4	8.53	14.53
<b>TRIP KE-9</b>				
Pomalaa	2	4	7.53	13.53
Tj. Perak	2	4	9.03	15.03

Pada trip ke-1 dan trip ke-2, total waktu di Pelabuhan Pomalaa untuk KM Sinar Mulia I sebesar ± 15 jam, dan di Pelabuhan Tanjung Perak sebesar ± 16 jam. Total waktu di pelabuhan asal dan tujuan untuk kedua trip sama, yakni sebesar ± 31 jam. Untuk melihat total waktu di pelabuhan untuk trip selanjutnya secara lengkap dapat dilihat pada Tabel diatas.

#### 5.1.4 Transportasi Feronikel di Darat

Pada penelitian ini, proses pengiriman feronikel adalah diangkut dari pabrik menuju ke Pelabuhan Khusus Antam, yakni Pelabuhan Pomalaa menggunakan truk. Feronikel dikemas didalam karung yang berkapasitas 1 (satu) ton.



**Gambar 5-4 Feronikel yang dikemas dalam jumbo bag**

Kapasitas angkut truk yakni sebesar 10 ton, dimana mampu mengangkut 10 FeNi bag dalam sekali trip. Truck yang digunakan yakni jenis truck *flat bed*. Jarak antara pabrik dengan dermaga yakni sekitar 2,8 km dengan kecepatan rata – rata *truck* sebesar 30 km/jam.



Gambar 5-5 Truck *flat bed*

Dalam 1 (satu) hari, biaya operasional truk per unit mencapai Rp. 3.910.827 per hari. Untuk perinciannya dapat dilihat pada Tabel 5-20.

Tabel 5-20 Rincian Biaya Operasional Truk per hari

Biaya		
Konsumsi Bahan Bakar Minyak	199.73	liter/truck/hari
Harga BBM (Solar)	Rp 9,400	per truck/hari
Sewa Truk (Sopir+Asisten)	Rp 1,933,333	per truck/hari
Biaya Bahan Bakar Minyak	Rp 1,877,493	per truck/hari
Biaya Lain-Lain	Rp 100,000	per truck/hari
<b>Total</b>	<b>Rp 3,910,827</b>	<b>per truck/hari</b>
<b>Total Biaya</b>	<b>Rp 3,910,827</b>	<b>per truck/hari</b>

Untuk KM Surya Persada, pada trip ke-1 mengangkut feronikel sebanyak 1.451 bag, dengan total waktu pengangkutan muatan selama 7 jam menggunakan 7 unit truk. Sedangkan untuk trip ke-2, KM Surya Persada mengangkut feronikel sebanyak 1.662 bag, dengan total waktu pengangkutan muatan selama 8 jam menggunakan 8 unit truk. Lebih detail dapat dilihat pada Tabel Tabel 5-21.

Tabel 5-21 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Surya Persada

KM SURYA PERSADA	TRIP 1	TRIP 2	
Jumlah Muatan	1,473.45	1,687.66	MT
	1,450.18	1,661.01	ton
	1,451	1,662.00	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>7.57</b>	<b>8.67</b>	<b>jam</b>
	<b>0.32</b>	<b>0.36</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truk yang dibutuhkan	6.31	7.23	<b>unit</b>
	<b>7.00</b>	<b>8.00</b>	

Untuk KM Philips, pada trip ke-1 mengangkut feronikel sebanyak 764 bag, dan trip ke-2 sebanyak 787 bag dengan masing – masing total waktu pengangkutan muatan selama 3,5 jam menggunakan 4 unit truk. Lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-21.

**Tabel 5-22 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Philips**

<b>KM PHILIPS</b>	<b>TRIP 1</b>	<b>TRIP 2</b>	
Jumlah Muatan	776.23	799.44	MT
	763.97	786.81	ton
	764	787.00	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>3.99</b>	<b>4.11</b>	<b>jam</b>
	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truk yang dibutuhkan	3.32	3.42	<b>unit</b>
	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	

Untuk KM Bunga Melati, pada trip ke-1 mengangkut feronikel sebanyak 2.102 bag, dengan total waktu pengangkutan muatan selama 9,2 jam menggunakan 10 unit truk. Sedangkan untuk trip ke-2, KM Bunga Melati mengangkut feronikel sebanyak 1.288 bag, dengan total waktu pengangkutan muatan selama 6 jam menggunakan 6 unit truk. Lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-23.

**Tabel 5-23 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Bunga Melati**

<b>KM BUNGA MELATI</b>	<b>TRIP 1</b>	<b>TRIP 2</b>	
Jumlah Muatan	2,135.56	1,307.81	MT
	2,101.83	1,287.16	ton
	2,102	1,288	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>66.03</b>	<b>40.46</b>	<b>jam</b>
	<b>2.75</b>	<b>1.69</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truk yang dibutuhkan	9.14	5.60	<b>unit</b>
	<b>10.00</b>	<b>6.00</b>	

Untuk KM Bunga Teratai XVII, pada trip ke-1 mengangkut feronikel sebanyak 2.556 bag, dan trip ke-2 sebanyak 2.548 bag dengan masing – masing total waktu pengangkutan muatan selama 12 jam menggunakan 12 unit truck. Lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-24.

**Tabel 5-24 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Bunga Teratai**

**XVII**

<b>KM BUNGA TERATAI XVII</b>	<b>TRIP 1</b>	<b>TRIP 2</b>	
Jumlah Muatan	2,596.81	2,588.86	MT
	2,555.80	2,547.98	ton
	2,556	2,548.00	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>29.19</b>	<b>29.09</b>	<b>jam</b>
	<b>1.22</b>	<b>1.21</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truk yang dibutuhkan	11.11	11.08	<b>unit</b>
	<b>12.00</b>	<b>12.00</b>	

Untuk KM Sinar Mulia I, total trip yang pernah dilayani yakni selama 9 (Sembilan) kali, mengangkut feronikel rata – rata sebanyak 2.177 bag nikel, dengan total waktu pengangkutan muatan rata – rata selama 12 jam menggunakan 11 unit truk. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-25.

**Tabel 5-25 Waktu dan jumlah Truk yang digunakan untuk mengangkut FeNi KM Sinar Mulia I**

KM SINAR MULIA I							
TRIP	Jumlah Muatan			Total Waktu		Jumlah Truk yang dibutuhkan (unit)	
	MT	ton	bag	jam	hari		
TRIP 1	2,596.81	2,555.80	2,556	13.34	0.56	11.11	12.00
TRIP 2	2,588.86	2,547.98	2,548	13.29	0.55	11.08	12.00
TRIP 3	2,127.20	2,093.60	2,094	10.93	0.46	9.10	10.00
TRIP 4	1,886.74	1,856.94	1,857	9.69	0.40	8.07	9.00
TRIP 5	2,432.12	2,393.70	2,394	12.49	0.52	10.41	11.00
TRIP 6	2,245.65	2,210.18	2,211	11.54	0.48	9.61	10.00
TRIP 7	1,570.15	1,545.35	1,546	8.07	0.34	6.72	7.00
TRIP 8	2,166.21	2,132.00	2,132	11.12	0.46	9.27	10.00
TRIP 9	2,294.64	2,258.39	2,259	11.79	0.49	9.82	10.00

Dari data – data diatas, didapatkan total biaya transportasi darat untuk masing – masing kapal. Dapat dilihat pada tabel, total biaya transportasi darat yang paling besar yakni sebesar Rp. 46.929.920,00 pada KM Bunga Teratai XVII di kedua trip yang dilayani dan KM Sinar Mulia I di trip ke-1 dan ke-2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-26.

**Tabel 5-26 Total Biaya Operasional Truck masing – masing kapal dan jumlah muatannya**

HARGA TRUCKING						
JUMLAH TRIP	NAMA KAPAL					
	SURYA PERSADA	PHILIPS	BUNGA MELATI	BUNGA TERATAI XVII	SINAR MULIA I	
TRIP 1	Rp 27,375,786.67	Rp 15,643,306.67	Rp 39,108,266.67	Rp 46,929,920.00	Rp 46,929,920.00	
TRIP 2	Rp 31,286,613.33	Rp 15,643,306.67	Rp 23,464,960.00	Rp 46,929,920.00	Rp 46,929,920.00	
TRIP 3					Rp 39,108,266.67	
TRIP 4					Rp 35,197,440.00	
TRIP 5					Rp 43,019,093.33	
TRIP 6					Rp 39,108,266.67	
TRIP 7					Rp 27,375,786.67	
TRIP 8					Rp 39,108,266.67	
TRIP 9					Rp 39,108,266.67	

### 5.1.5 Analisis Biaya Port to Port

Komponen biaya port to port atau bisa disebut *voyage calculation* pada penelitian ini adalah biaya *charter* kapal, biaya perjalanan, dan biaya *cargo handling*.

#### 5.1.5.1 Biaya Charter Kapal

Biaya *charter* kapal yang digunakan pada penelitian ini adalah *time charter*, berikut adalah biaya charter kapal – kapal yang digunakan.

**Tabel 5-27 Harga Time Charter masing – masing kapal**

NAMA KAPAL	DWT (ton)	HARGA TIME CHARTER			
SURYA PERSADA	500	\$ 4,637.74	Rp 62,823,932.19	per day	
PHILIPS	1368	\$ 4,780.42	Rp 64,756,749.28	per day	
BUNGA MELATI	1594	\$ 4,817.57	Rp 65,259,994.29	per day	
BUNGA TERATAI XVII	1600	\$ 4,818.56	Rp 65,273,354.77	per day	
SINAR MULIA I	1392	\$ 4,784.36	Rp 64,810,191.23	per day	

### 5.1.5.2 Biaya Pelabuhan

Biaya pelabuhan dikenakan saat kapal hendak masuk ke pelabuhan dan melakukan aktifitas di pelabuhan. Komponen biaya pelabuhan adalah biaya labuh, biaya tambat, biaya pandu, dan biaya tunda. Perhitungan biaya pelabuhan didasarkan pada GT kapal dan berapa lama kapal sandar. Pada penelitian ini pelabuhan yang disinggahi oleh kapal adalah Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya (pelabuhan tujuan) dengan Pelabuhan Khusus milik PT. ANTAM di Pomalaa sebagai pelabuhan asal. Untuk besarnya tarif di tiap masing – masing pelabuhan dapat dilihat pada Tabel 5-28 dan Tabel 5-29.

**Tabel 5-28 Tarif Pelabuhan di Pelabuhan Asal (Pomalaa)**

POMALAA PORT, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA		
JENIS JASA	TARIF (Rp)	SATUAN
<b>JASA LABUH</b>		
Kapal Niaga	85	Per GT/Kunjungan
Kapal Bukan Niaga	43	Per GT/Kunjungan
<b>JASA TAMBAT</b>		
Dermaga Beton (Beton, Besi dan Kayu)	93	Per GT / Etmal
Breasting Dolphin dan Pelampung	34	Per GT/ Etmal
Pinggiran	22	Per GT / Etmal
<b>JASA PANDU</b>		
<b>Angkutan Laut Dalam Negeri</b>		
Tarif Tetap	67,265	Per Kapal Per Gerakan
Tarif Variabel	30	Per GT Kapal Per Gerakan
<b>JASA TUNDA</b>		
<b>Tarif Tetap</b>		
501 - 3.500 GT	216,000	Per kapal yang ditunda/jam
3.501 - 8.000 GT	540,000	Per kapal yang ditunda/jam
8.001 - 14.000 GT	855,500	Per kapal yang ditunda/jam
14.001 - 18.000	1,125,000	Per kapal yang ditunda/jam
18.001 - 26.000	1,800,000	Per kapal yang ditunda/jam
<b>Tarif Variabel</b>	4	Per GT/Kapal yang ditunda/jam

**Tabel 5-29 Tarif Pelabuhan di Pelabuhan Tujuan (Tanjung Perak)**

TANJUNG PERAK, SURABAYA, JAWA TIMUR			
JENIS JASA	TARIF (Rp)	SATUAN	
<b>JASA LABUH</b>	Rp 82	GT/Kunjungan	
<b>JASA TAMBAT</b>			
Dermaga Beton	Rp 106	Per GT / Etmal	
Breasting Dolphin	Rp 53	Per GT/ Etmal	
Pinggiran	Rp 27	Per GT / Etmal	
<b>JASA PANDU</b>			
Tarif Pokok	Rp 293,750	Per Kapal/Gerakan	
Tarif Tambahan	Rp 53	Per GT/Kapal/Gerakan	
<b>JASA TUNDA</b>			
<b>Tarif Tetap</b>			
	0 - 3.500 GT	Rp 670,500	Per kapal yang ditunda/jam
	3.501 - 8.000 GT	Rp 958,367	Per kapal yang ditunda/jam
	8.001 - 14.000 GT	Rp 1,443,149	Per kapal yang ditunda/jam
	14.001 GT - 18,000 GT	Rp 2,043,824	Per kapal yang ditunda/jam
<b>Tarif Variabel</b>			
	0 - 14.000	Rp 12	Per GT/Kapal yang ditunda/jam
	14001	Rp 14	Per GT/Kapal yang ditunda/jam

Sumber : PT. PELINDO III Cabang Tanjung Perak , per tanggal 01 September 2014

Dengan mengetahui tarif pelabuhan, maka dapat dihitung biaya pelabuhan (*port charges*) untuk tiap masing – masing kapal per kunjungan. Untuk melihat biaya pelabuhan yang lebih detail untuk masing – masing kapal dapat dilihat pada Tabel berikut.

**Tabel 5-30 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Surya Persada**

PORT COST (BIAYA PELABUHAN) KM SURYA PERSADA		
JENIS JASA	POMALAA	SURABAYA
<b>1. Jasa Labuh</b>	Rp 67,650.00	Rp 70,125.00
<b>2. Jasa Pemanduan</b>		
Tarif Pokok	Rp 134,530.00	Rp 587,500.00
Tarif Tambahan	49,500.00	Rp 87,450.00
<b>3. Jasa Tunda Kapal</b>		
Tarif Tetap	Rp 432,000.00	Rp 1,341,000.00
Tarif Variabel	Rp 6,600.00	Rp 19,800.00
<b>4. Jasa Tambat</b>		
Dermaga Beton	Rp 76,725.00	Rp 87,450.00
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 767,005.00</b>	<b>Rp 2,193,325.00</b>

Biaya pelabuhan (*port cost*) KM Surya Persada pada pelabuhan muat (Pelabuhan Pomalaa) sebesar Rp 767.005,00 dan di pelabuhan muat (Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya) sebesar Rp 2.193.325,00. Total biaya pelabuhan untuk KM Surya Persada yakni sebesar Rp 2.960.330,00.

**Tabel 5-31 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Philips**

PORT COST (BIAYA PELABUHAN) KM PHILIPS		
JENIS JASA	POMALAA	SURABAYA
<b>1. Jasa Labuh</b>	Rp 53,956.00	Rp 55,930.00
<b>2. Jasa Pemanduan</b>		
Tarif Pokok	Rp 134,530.00	Rp 587,500.00
Tarif Tambahan	39,480.00	Rp 69,748.00
<b>3. Jasa Tunda Kapal</b>		
Tarif Tetap	Rp 432,000.00	Rp 1,341,000.00
Tarif Variabel	Rp 5,264.00	Rp 15,792.00
<b>4. Jasa Tambat</b>		
Dermaga Beton	Rp 61,194.00	Rp 69,748.00
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 726,424.00</b>	<b>Rp 2,139,718.00</b>

Biaya pelabuhan (*port cost*) KM Philips pada pelabuhan muat (Pelabuhan Pomalaa) sebesar Rp 726.424,00 dan di pelabuhan muat (Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya) sebesar Rp 2.139.718,00. Total biaya pelabuhan untuk KM Philips yakni sebesar Rp 2.866.142,00.

**Tabel 5-32 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Bunga Melati**

PORT COST (BIAYA PELABUHAN) KM BUNGA MELATI		
JENIS JASA	POMALAA	SURABAYA
<b>1. Jasa Labuh</b>	Rp 107,994.00	Rp 111,945.00
<b>2. Jasa Pemanduan</b>		
Tarif Pokok	Rp 134,530.00	Rp 587,500.00
Tarif Tambahan	79,020.00	Rp 139,602.00
<b>3. Jasa Tunda Kapal</b>		
Tarif Tetap	Rp 432,000.00	Rp 1,341,000.00
Tarif Variabel	Rp 10,536.00	Rp 31,608.00
<b>4. Jasa Tambat</b>		
Dermaga Beton	Rp 122,481.00	Rp 139,602.00
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 886,561.00</b>	<b>Rp 2,351,257.00</b>

Biaya pelabuhan (*port cost*) KM Bunga Melati pada pelabuhan muat (Pelabuhan Pomalaa) sebesar Rp 886.561,00 dan di pelabuhan muat (Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya) sebesar Rp 2.351.257,00. Total biaya pelabuhan untuk KM Bunga Melati yakni sebesar Rp 3.237.818,00.

**Tabel 5-33 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Bunga Teratai XVII**

PORT COST (BIAYA PELABUHAN) KM BUNGA TERATAI XVII		
JENIS JASA	POMALAA	SURABAYA
<b>1. Jasa Labuh</b>	Rp 108,814.00	Rp 112,795.00
<b>2. Jasa Pemanduan</b>		
Tarif Pokok	Rp 134,530.00	Rp 587,500.00
Tarif Tambahan	79,620.00	Rp 140,662.00
<b>3. Jasa Tunda Kapal</b>		
Tarif Tetap	Rp 432,000.00	Rp 1,341,000.00
Tarif Variabel	Rp 10,616.00	Rp 31,848.00
<b>4. Jasa Tambat</b>		
Dermaga Beton	Rp 123,411.00	Rp 140,662.00
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 888,991.00</b>	<b>Rp 2,354,467.00</b>

Biaya pelabuhan (*port cost*) KM Bunga Teratai XVII pada pelabuhan muat (Pelabuhan Pomalaa) sebesar Rp 888.991,00 dan di pelabuhan muat (Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya) sebesar Rp 2.354.467,00. Total biaya pelabuhan untuk KM Bunga Teratai XVII yakni sebesar Rp 3.243.458,00.

**Tabel 5-34 Biaya Pelabuhan muat dan bongkar KM Sinar Mulia I**

PORT COST (BIAYA PELABUHAN) KM SINAR MULIA I		
JENIS JASA	POMALAA	SURABAYA
<b>1. Jasa Labuh</b>	Rp 123,000.00	Rp 127,500.00
<b>2. Jasa Pemanduan</b>		
Tarif Pokok	Rp 134,530.00	Rp 587,500.00
Tarif Tambahan	90,000.00	Rp 159,000.00
<b>3. Jasa Tunda Kapal</b>		
Tarif Tetap	Rp 432,000.00	Rp 1,341,000.00
Tarif Variabel	Rp 12,000.00	Rp 36,000.00
<b>4. Jasa Tambat</b>		
Dermaga Beton	Rp 139,500.00	Rp 159,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 931,030.00</b>	<b>Rp 2,410,000.00</b>

Biaya pelabuhan (*port cost*) KM Bunga Teratai XVII pada pelabuhan muat (Pelabuhan Pomalaa) sebesar Rp 931.030,00 dan di pelabuhan muat (Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya) sebesar Rp 2.410.000,00. Total biaya pelabuhan untuk KM Bunga Teratai XVII yakni sebesar Rp 3.341.030,00.

### 5.1.5.3 Biaya Bahan Bakar

Pada saat kapal beroperasi, tentunya kapal membutuhkan bahan bakar untuk menunjang kegiatan – kegiatan selama beroperasi. Biaya bahan bakar dihitung berdasarkan dari jarak tempuh, kecepatan kapal, dan jumlah mesin yang dimiliki kapal. Secara umum, kapal memiliki 1 unit mesin induk (*main engine*) dan 2 – 3 unit mesin bantu (*auxillary engine*). Biaya bahan bakar yang dihitung terdiri dari biaya bahan bakar HSD untuk mesin induk dan MDO untuk mesin bantu. Berikut spesifikasi mesin induk dan mesin bantu untuk tiap masing – masing kapal.

**Tabel 5-35 Spesifikasi Mesin Induk masing – masing kapal**

NO	NAMA KAPAL	MAIN ENGINE					
		MERK	MANUFACTURE	Cyl	BHP	RPM	YEAR
1	KM SURYA PERSADA	NIIGATA	NIIGATA DIESEL ENGINE CO., LTD	6	600 KW	385	1975
2	KM PHILIPS	NIIGATA	NIIGATA DIESEL ENGINE CO., LTD	6	800 KW	310	1985
3	KM BUNGA MELATI	HANSHIN	HANSHIN DIESEL ENGINE CO., LTD	6	1200 KW	365	1985
4	KM BUNGA TERATAI XVII	HANSHIN	HANSHIN DIESEL ENGINE CO., LTD	6	1400 KW	395	1988
5	KM SINAR MULIA I	AKASAKA	AKASAKA DIESEL ENGINE CO., LTD	6	1000 KW	305	1991

**Tabel 5-36 Spesifikasi Mesin Bantu masing – masing kapal**

NO	NAMA KAPAL	AUXILLARY ENGINE					
		ITEM	MERK	MANUFACTURE	BHP		YEAR
1	KM SURYA PERSADA	A02	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	27	KW	
		A03	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	27	KW	1981
		A01	BEDFORD	BEDFORD MARINE DIESEL G.M.	61	KW	
2	KM PHILIPS	A01	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	1,300	KW	1985
		A02	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	1,300	KW	1985
3	KM BUNGA MELATI	A01	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	145	KW	1985
		A02	MITSUI DEUTZ	MITSUI DIESEL ENGINE CO., LTD	40	KW	1985
4	KM BUNGA TERATAI XVII	A01	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	1,345	KW	1988
		A02	MITSUI DEUTZ	MITSUI DIESEL ENGINE CO., LTD	1,868	KW	
5	KM SINAR MULIA - I	A01	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	1,380	KW	
		A02	YANMAR	YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD	1,850	KW	

. Setelah mengetahui spesifikasi dan jumlah dari mesin induk dan mesin bantu, maka dapat diketahui daya mesin untuk kemudian dihitung kebutuhan bahan bakarnya, lalu dikonversikan dengan tarif bahan bakar yang akhirnya timbul biaya bahan bakar. Untuk biaya bahan bakar untuk tiap masing – masing kapal dapat dilihat pada Tabel dibawah ini



**Tabel 5-37 Total Biaya Bahan Bakar KM Surya Persada**

BIAYA BAHAN BAKAR KM SURYA PERSADA				
TRIP 1				
Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 111,386,432.85 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 50,479,383.40 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 99,826.72 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>			<b>Rp</b>	<b>161,965,642.96 per trip</b>
TRIP 2				
Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 111,386,432.85 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 50,479,383.40 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 106,645.57 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>			<b>Rp</b>	<b>161,972,461.81 per trip</b>

KM Surya Persada memiliki 1 unit mesin induk dan 3 unit mesin bantu, dimana mesin induk membutuhkan total 11.849,62 liter HSD dan 7.123,83 liter MDO pada trip ke-1 dengan total biaya sebesar Rp 161.965.642,96. Untuk trip ke-2, KM Surya Persada membutuhkan total 11.849,62 liter HSD dan 7.124,79 liter MDO dengan total biaya sebesar Rp 161.972.461,81. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-37.

**Tabel 5-38 Total Biaya Bahan Bakar KM Philips**

BIAYA BAHAN BAKAR KM PHILIPS				
TRIP 1				
Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 193,719,431.12 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 58,527,998.34 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 129,388.26 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>			<b>Rp</b>	<b>252,376,817.72 per trip</b>
TRIP 2				
Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 193,719,431.12 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 58,527,998.34 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 130,619.62 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>			<b>Rp</b>	<b>252,378,049.08 per trip</b>

KM Philips memiliki 1 unit mesin induk dan 2 unit mesin bantu, dimana mesin induk membutuhkan total 20.608,45 liter HSD dan 8.261,60 liter MDO pada trip ke-1 dengan total biaya sebesar Rp 252.376.817,72. Untuk trip ke-2, KM Philips membutuhkan total 20.608,45 liter HSD dan 8.261,78 liter MDO dengan total biaya sebesar Rp 252.378.049,08. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-38.

**Tabel 5-39 Total Biaya Bahan Bakar KM Bunga Melati**

**BIAYA BAHAN BAKAR KM BUNGA MELATI**

**TRIP 1**

Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 194,036,484.20 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 58,623,788.84 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 211,580.08 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>				<b>Rp 252,871,853.13 per trip</b>

**TRIP 2**

Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 194,036,484.20 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 58,623,788.84 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 165,470.01 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>				<b>Rp 252,825,743.06 per trip</b>

KM Bunga Melati memiliki 1 unit mesin induk dan 2 unit mesin bantu, dimana mesin induk membutuhkan total 20.642,18 liter HSD dan 8.286,67 liter MDO pada trip ke-1 dengan total biaya sebesar Rp 252.871.853,13. Untuk trip ke-2, KM Bunga Melati membutuhkan total 20.642,18 liter HSD dan 8.280,18 liter MDO dengan total biaya sebesar Rp 252.825.743,06. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-39.

**Tabel 5-40 Total Biaya Bahan Bakar KM Bunga Teratai XVII**

**BIAYA BAHAN BAKAR KM BUNGA TERATAI XVII**

**TRIP 1**

Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 371,753,541.88 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 112,317,027.55 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 248,907.12 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>				<b>Rp 484,319,476.54 per trip</b>

**TRIP 2**

Jenis Mesin	Jenis Bahan Bakar	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Harga BBM	Konsumsi BBM
ME	HSD	0.988	Rp 9,400.00	Rp 371,753,541.88 per trip
AE (at sea)	MDO	0.843	Rp 7,100.00	Rp 112,317,027.55 per trip
AE (at port)	MDO	0.956	Rp 7,100.00	Rp 221,019.94 per trip
<b>TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR</b>				<b>Rp 484,291,589.37 per trip</b>

KM Bunga Teratai XVII memiliki 1 unit mesin induk dan 2 unit mesin bantu, dimana mesin induk membutuhkan total 39.548,25 liter HSD dan 15.854,36 liter MDO pada trip ke-1 dengan total biaya sebesar Rp 484.319.476,54. Untuk trip ke-2, KM Bunga Teratai XVII membutuhkan total 39.548,25 liter HSD dan 15.850,43 liter MDO dengan total biaya sebesar Rp 484.291.589,37. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-40.

**Tabel 5-41 Total Biaya Bahan Bakar KM Sinar Mulia I**

TRIP	JENIS MESIN			TOTAL BIAYA BAHAN BAKAR (per trip)
	ME	AE (at sea)	AE (at port)	
TRIP 1	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 169,481.69	Rp 295,444,543.94
TRIP 2	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 169,165.52	Rp 295,444,227.77
TRIP 3	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 150,795.91	Rp 295,425,858.16
TRIP 4	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 141,228.22	Rp 295,416,290.47
TRIP 5	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 162,928.56	Rp 295,437,990.81
TRIP 6	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 155,509.00	Rp 295,430,571.25
TRIP 7	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 128,631.15	Rp 295,403,693.40
TRIP 8	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 152,348.15	Rp 295,427,410.40
TRIP 9	Rp 226,763,528.20	Rp 68,511,534.05	Rp 157,458.26	Rp 295,432,520.51

KM Sinar Mulia I memiliki 1 unit mesin induk dan 2 unit mesin bantu, dimana mesin induk membutuhkan 24.123,78 liter HSD dan rata – rata 9.671,23 liter MDO dengan rata – rata total biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 295.429.234,08. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-41.

#### 5.1.5.4 Biaya Bongkar Muat

Biaya bongkar muat di Pelabuhan didasarkan pada tarif bongkar muat di tiap masing – masing pelabuhan (Pelabuhan Khusus PT. ANTAM di Pomalaa dan Pelabuhan Tanjung Perak) dan jumlah muatan yang dibongkar/dimuat. Tarif bongkar muat di masing – masing pelabuhan bongkar dan muat dapat dilihat pada Tabel 5-42 dan Tabel 5-43.

**Tabel 5-42 Tarif Bongkar Muat di Pelabuhan Muat (Pomalaa)**

POMALAA, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA		
Tarif Layanan Jasa Barang (Layanan Dermaga)		
Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
Tarif Pelayanan Jasa Bongkar Muat Curah Kering		
Gudang/Lapangan	55,000	Ton/ m3
via Angkutan Langsung	39,000	Ton/ m3
Melalui Tongkang	27,500	Ton

**Tabel 5-43 Tarif Bongkar Muat di Pelabuhan Bongkar (Tanjung Perak)**

TANJUNG PERAK, SURABAYA, JAWA TIMUR		
Tarif Layanan Jasa Barang (Layanan Dermaga)		
Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
Curah Kering Dalam Kemasan	66,500	Ton/ m3

Kemudian untuk biaya bongkar muat untuk tiap masing – masing kapal dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 5-44 Biaya Bongkar Muat KM Surya Persada**

<b>KM SURYA PERSADA I</b>			
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 1</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 56,556,870.06
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 96,436,714.34
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 152,993,584.40</b>
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 2</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 64,779,310.32
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 110,457,029.13
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 175,236,339.44</b>

Total biaya bongkar muat KM Surya Persada pada saat trip ke-1 mencapai Rp. 152.993.584,40 dan pada trip ke-2 mencapai Rp. 175.236.339,44

**Tabel 5-45 Biaya Bongkar Muat KM Philips**

<b>KM PHILIPS</b>			
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 1</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 29,794,739.53
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 50,803,850.74
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 80,598,590.27</b>
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 2</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 30,685,633.44
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 52,322,939.07
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 83,008,572.51</b>

Total biaya bongkar muat KM Philips pada saat trip ke-1 mencapai Rp. 80.598.590,27 dan pada trip ke-2 mencapai Rp. 83.008.572,51

**Tabel 5-46 Biaya Bongkar Muat KM Bunga Melati**

<b>KM BUNGA MELATI</b>			
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 1</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 81,971,374.82
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 139,771,703.23
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 221,743,078.05</b>
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 2</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 50,199,165.57
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 85,596,013.08
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 135,795,178.65</b>

Total biaya bongkar muat KM Bunga Melati pada saat trip ke-1 mencapai Rp. 221.743.078,05 dan pada trip ke-2 mencapai Rp. 135.795.178,65

**Tabel 5-47 Biaya Bongkar Muat KM Bunga Teratai XVII**

<b>KM BUNGA TERATAI XVII</b>			
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 1</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 83,190,222.09
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 141,849,994.08
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 225,040,216.17</b>
	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
<b>RT 2</b>	Pomalaa	MUAT	Rp 66,719,624.27
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 113,765,513.19
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 180,485,137.46</b>

Total biaya bongkar muat KM Bunga Teratai XVII pada saat trip ke-1 mencapai Rp. 225.040.216,17 dan pada trip ke-2 mencapai Rp. 180.485.137,46.

**Tabel 5-48 Biaya Bongkar Muat KM Sinar Mulia I**

<b>KM SINAR MULIA I</b>			
<b>RT 1</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 99,676,058.38
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 169,960,458.52
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 269,636,516.90</b>
<b>RT 2</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 99,371,058.68
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 169,440,394.94
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 268,811,453.62</b>
<b>RT 3</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 81,650,407.36
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 139,224,412.55
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 220,874,819.91</b>
<b>RT 4</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 72,420,731.13
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 123,486,631.29
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 195,907,362.42</b>
<b>RT 5</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 93,354,434.90
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 159,181,280.02
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 252,535,714.91</b>
<b>RT 6</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 86,196,998.62
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 146,976,933.55
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 233,173,932.18</b>
<b>RT 7</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 60,268,684.91
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 102,765,834.53
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 163,034,519.44</b>
<b>RT 8</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 83,147,807.71
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 141,777,672.13
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 224,925,479.84</b>
<b>RT 9</b>	<b>PELABUHAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>BIAYA</b>
	Pomalaa	MUAT	Rp 88,077,395.07
	Tj. Perak	BONGKAR	Rp 150,183,250.57
	<b>TOTAL CHC</b>	<b>per trip</b>	<b>Rp 238,260,645.65</b>

Total biaya bongkar muat KM Bunga Teratai XVII pada saat trip ke-1 mencapai Rp. 269.636.516,90 dan pada trip ke-2 mencapai Rp. 268.811.453,62. Biaya bongkar muat untuk trip selanjutnya, detailnya dapat dilihat pada Tabel 5-48.

## 5.2 Analisis Perhitungan Satuan Unit Biaya Eksisting

Setelah dilakukan analisis biaya, maka didapatkan *unit cost*/ton untuk setiap feronikel yang dikirim. *Unit cost* (satuan unit biaya) didapatkan dari pembagian *total cost* dengan total *demand* (permintaan) yang dikirim.

**Tabel 5-49 Satuan Unit Biaya masing – masing kapal**

TRIP	NAMA KAPAL				
	SURYA PERSADA	PHILIPS	BUNGA MELATI	BUNGA TERATAI XVII	SINAR MULIA I
TRIP 1	Rp 446,025.06	Rp 948,184.15	Rp 386,399.87	Rp 553,729.52	Rp 381,973.62
TRIP 2	Rp 402,806.30	Rp 923,720.12	Rp 564,152.05	Rp 664,364.44	Rp 382,822.08
TRIP 3					Rp 443,000.73
TRIP 4					Rp 486,008.43
TRIP 5					Rp 400,692.67
TRIP 6					Rp 425,200.87
TRIP 7					Rp 562,722.65
TRIP 8					Rp 436,923.44
TRIP 9					Rp 418,376.33
RATA-RATA UNIT COST	Rp 424,415.68	Rp 935,952.14	Rp 475,275.96	Rp 609,046.98	Rp 437,524.54

Dari hasil analisis biaya pengiriman dari asal – tujuan, didapatkan bahwa moda transportasi kapal dengan minimal satuan unit biaya yaitu sebesar Rp. 381.973/ton, yakni KM Sinar Mulia I pada trip ke-1. Bila diambil rata – rata, satuan unit biaya yang paling minimal yakni sebesar Rp. 424.415/ton, yang diangkut oleh KM Surya Persada, dengan rentang satuan unit biaya untuk kapal – kapal diatas yakni Rp 381.973 – 948.184,1/ton.

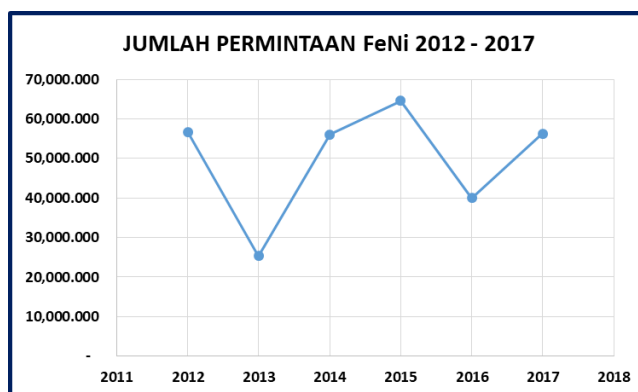
## 5.3 Analisis Permintaan Feronikel

Permintaan feronikel selama 6 tahun terakhir (2012 – 2017) menjadi acuan untuk memproyeksikan permintaan nikel di masa depan. Berdasarkan data tersebut, Penulis memproyeksikan permintaan feronikel hingga 6 (enam) tahun mendatang (2018 – 2023). Data permintaan ferronikel selama 5 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 5-50.

**Tabel 5-50 Permintaan feronikel tahun 2012 – 2017**

TAHUN	JUMLAH	
2012	57,677.707 MT	56,766.78 ton
2013	25,709.241 MT	25,303.20 ton
2014	57,012.078 MT	56,111.66 ton
2015	65,653.548 MT	64,616.65 ton
2016	40,641.865 MT	39,999.99 ton
2017	57,247.904 MT	56,343.76 ton

Berikut data permintaan feronikel disajikan dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada Gambar 5-6. Pada tahun 2012, permintaan feronikel cenderung tinggi. Namun, memasuki tahun 2013, permintaan feronikel merosot tajam hingga 50% dari permintaan tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan pada tahun 2013, harga nikel mengalami penurunan dan pihak Perusahaan mengambil kebijakan untuk menurunkan tingkat penjualan ke konsumen sembari menunggu perbaikan harga.



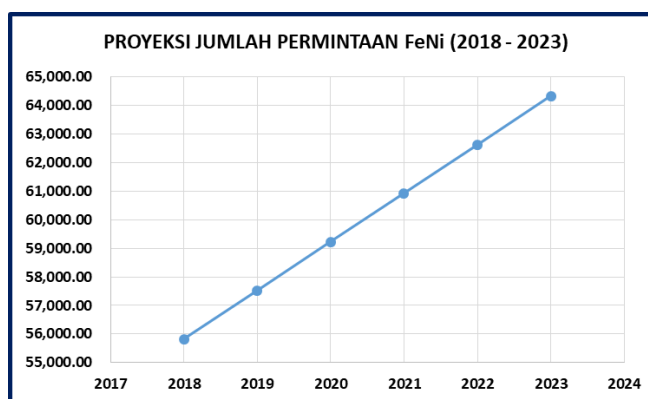
Gambar 5-6 Grafik Permintaan feronikel di tahun 2012 – 2017

Sedangkan untuk proyeksi permintaan feronikel 5 tahun ke depan (2018 – 2023) dapat dilihat pada Tabel 5-51.

Tabel 5-51 Permintaan Ferronikel tahun 2018 – 2023 mendatang

TAHUN	PERMINTAAN FeNi	
2018	56,725 MT	55,829.40 ton
2019	58,451 MT	57,527.58 ton
2020	60,176 MT	59,225.77 ton
2021	61,902 MT	60,923.96 ton
2022	63,627 MT	62,622.14 ton
2023	65,352 MT	64,320.33 ton

Berikut disajikan proyeksi permintaan feronikel 5 tahun ke depan (2018 – 2023) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-7. Dapat dilihat bahwa tren proyeksi permintaan feronikel cenderung naik.



Gambar 5-7 Grafik Jumlah Permintaan FeNi tahun 2018 – 2023

#### 5.4 Analisis Optimasi Penentuan Ukuran Kapal

Pada bagian ini, Penulis mencoba untuk menganalisis dan mencari, ukuran berapa dan tipe kapal yang seperti apa untuk pengangkutan feronikel 5 (lima) tahun mendatang. Untuk mendapatkannya, maka dibuat model optimasi untuk memilih moda transportasi laut yang tepat untuk pengiriman ferronikel di 5 (lima) tahun kedepan antara kapal *bulk carrier*,

kapal *general cargo*, dan kapal SPB dengan kriteria total biaya transportasi laut yang minimum.

Untuk menentukan ukuran utama kapal secara umum, maka digunakan metode pendekatan yaitu mengumpulkan Data Kapal yang saratnya (T) memenuhi untuk dapat sandar di dermaga (kedalaman wilayah perairan pelabuhan Pomalaa dan pelabuhan Tanjung Perak), dan dapat digunakan sebagai batasan ukuran kapal pada saat menjalankan model optimasi penentuan ukuran utama kapal optimum nantinya. Berikut data – data kapal yang digunakan sebagai acuan (data kapal pembanding), sebagai gambaran umum ukuran kapal yang terpilih nantinya.

**Tabel 5-52 Data Kapal Bulk Carrier**

No	Ship	Build	GT	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)	Class
1	KAMORA	1998	2044	3679	65.20	14.00	6.80	4.50	12.50	BKI
2	KIRI SHIMAMARU	2013	666	1266	61.50	11.20	4.50	4.00	13.00	CLASSNK
3	NAVIN FALCON	2008	5087	7300	106.17	17.20	9.10	5.90	11.00	BV
4	SEIRYU MARU	1990	697	1488	65.00	11.50	5.10	4.29	13.70	BV
5	NAN XIANG	2004	2849	4385	88.8	14.2	7	5.6	11	BV
6	CHANG SHAN	2004	1983	2600	74.29	13.60	7.00	5.20	11.66	BV
7	CAROLINE	1999	986	1575	60.19	10.50	4.50	3.31	12.00	BKI
8	NAVIN EAGLE	2008	5087	7300	106.17	17.20	9.10	5.90	12.00	BV
10	NAVIN HARRIER	2008	5087	7300	106.00	17.20	9.10	5.90	11.00	BV
11	MICHELLE 1	2008	5576	8000	110	17.2	9.3	6	12.8	BV
12	TONG DA	2006	1970	2803	74.29	13.60	7.00	5.20	11.66	BV
13	GUANG XING	2005	1970	2803	74.29	13.6	7	5.2	12	BV
14	BUDE	2006	5164	7448	111.97	16.80	8.20	6.28	11.50	BV
9	SEATON	2008	5160	7000	111.97	16.80	8.20	6.28	11.50	BV
15	HONGSHENG	2004	1983	2600	74.29	13.6	7	5.2	11.66	BV
16	KSL LAKE HILL	2005	1997	3375	76	13.6	6.9	5.5	10.5	BV
17	QB ELBA	2008	5229	7386	113.44	16.80	8.20	6.28	9.40	BV
18	ASIAN DREAM	2009	4319	7433	112.80	16.80	8.20	6.28	6.10	ClassNK
19	CLOVELLY	2006	5164	7448	112.99	16.80	8.20	6.28	7.30	BV
20	SEFERIS	2007	5222	7448	112.99	16.80	8.20	6.28	9.30	BV



**Tabel 5-53 Data Kapal General Cargo**

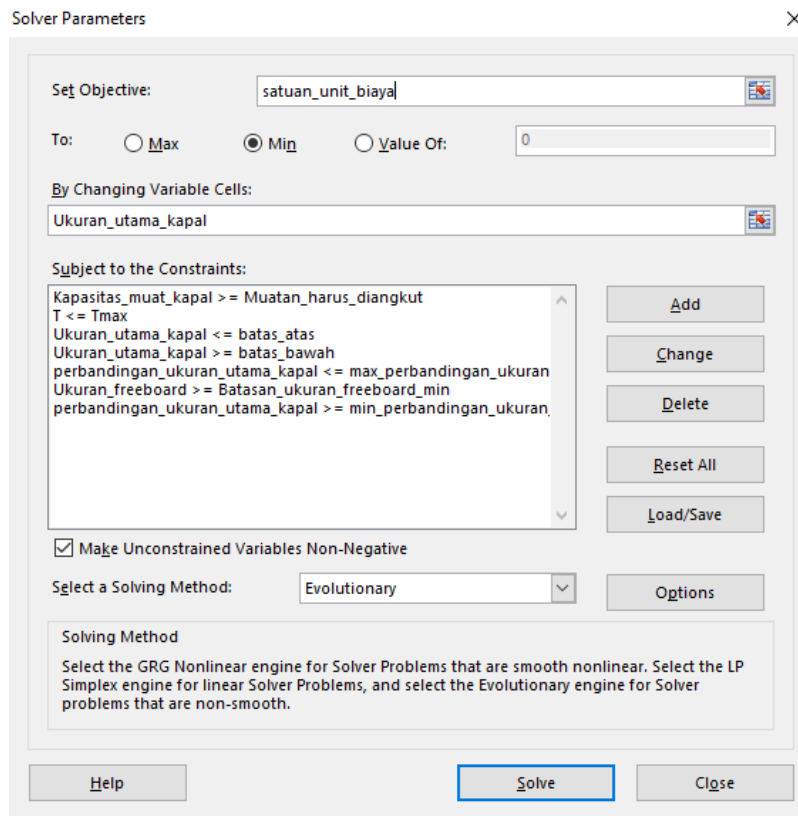
No	Ship	Build	GT	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)	Class
1	MARUGAWA	2003	1580	2440	72.00	14.18	5.49	4.39	10.00	BV
2	ALDEBARAN	2001	2337	3155	84.98	12.5	6	4.64	10.5	BV
3	FLINTERBIRKA	2006	2474	3481	79.54	12.60	6.80	5.43	12.50	BV
4	CAMRANH 07	2010	3985	4350	96.00	16.00	7.35	5.20	11.50	BV
5	ANOUC	1999	2316	3171	84.99	12.5	6	4.64	11	BV
6	TAHITI NUI	2000	1921	1284	69.50	12.40	5.50	4.57	15.50	BV
7	DARINA	2000	3170	4554	92.5	13.8	7.4	5.73	12.5	BV
8	BOTHNIA	2003	2474	3481	79.54	12.5	6.8	5.3	12	BV
9	PANDA	2001	2088	2800	84.95	12.4	5.65	4.35	10.5	BV
10	ASHLEY	2000	2056	2800	84.95	12.4	5.65	4.35	10.5	BV
11	MARC	1998	2774	4135	84.98	13.60	7.20	5.71	12.00	BV
12	BIOSTAR	2000	1461	2440	76.32	11.3	5.4	4.28	11.4	BV
13	SUSANNE	1994	2769	4200	84.99	13.60	7.20	5.69	12.50	BV
14	DANIEL K.	2002	3037	4247	84.90	15.20	7.10	5.64	11.50	BV
15	GULF	2000	2914	4325	93.70	13.40	6.71	5.56	11.50	CLASSNK
16	UGURS	2010	2979	4406	84.73	14.55	7.60	6.07	13.00	BV
17	DARINA	2000	3170	4554	92.5	13.8	7.4	5.73	12.5	BV
18	CROWN MARY	2010	2622	3500	83.44	12.90	7.00	5.40	13.50	BV
19	TINA C	2008	3391	5000	94.50	14.50	7.35	6.20	13.50	BV
20	SHIVAMAYA	2003	1179	1850	64.27	12.50	4.20	3.20	8.00	BV

**Tabel 5-54 Data Kapal Self-propeller barge**

No	Ship	Build	GT	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)	Class
1	MANDIRI 2	2010	2399	5838	79.00	24.38	4.88	3.85		ClassNK
2	MANILA BAY 1503	2016	525	1290	43.89	15.24	3.05	2.42		ClassNK
3	BUANA A3	2008	3118	7427	87.86	24.40	5.50	4.30		BV
4	NUSANTARA 2501	2012	2026	4910	73.15	21.34	4.88	3.93		ClassNK
5	BUANA B7	2000	4159	10259	96.62	27.45	6.41	5.10		BV
6	LINAU 122	1999	3215	8000	91.11	21.94	6.09	4.62		BV
7	SB202	2001	3841	9678	96.13	25.60	6.10	5.18		BV
8	SINAR BORNEO	2003	2420	4700	79.00	21.40	5.21	3.91		BKI
9	BUANA NUSANTARA 4	2010	1844	4712	70.22	21.34	4.88	3.94		ClassNK
10	HARMONY 2	2003	3351	7203	93.64	24.40	5.50	4.22		ClassNK
11	KLINE 3	2003	2796	6475	87.78	23.17	5.49	4.32		ClassNK
12	MASSIVE 5	2002	3893	8955	101.30	25.00	6.10	4.50		BV
13	ADITAMA 6	2015	3062	7442	91.44	24.38	5.49	4.28		BV
14	GELIGA 3	2016	918	2299	52.67	18.29	3.66	2.94		ClassNK
15	SINAR MUTIARA - 2	2003	2987	7224	87.78	24.38	5.49	4.30		ClassNK
16	SUNGAI SILAT 2	2002	3098	7247	87.78	24.38	5.49	4.30		ClassNK
17	TALENTLINK 5	2007	3869	8976	96.36	25.60	6.10	4.78		ClassNK
18	PAR 10003	2016	4226	8935	96.21	27.43	6.40	5.09		ClassNK
19	COASTAL 2	2010	6302	9007	96.28	25.60	6.10	4.79		ClassNK
20	LUNA MULIA	2007	4241	9036	96.56	27.43	6.10	4.78		ClassNK

Setelah mencari data kapal, selanjutnya merangkai model optimasi dan menggunakan menu *solver* di *Ms. Excel* untuk masing – masing tipe kapal (*bulk carrier, general cargo, dan self – propeller barge*)

**Gambar 5-8 Tampilan Solver Model Optimasi pada Ms. Excel**



*Set objective*, yakni sasaran yang akan dituju yaitu satuan unit biaya minimum (*unit cost*) dengan *by changing variable cells* merupakan variabel yang berubah – ubah, yakni ukuran utama kapal (Lpp, B, H, T).

Batasan (*constraint*) yang diaplikasikan terhadap model optimasi yaitu :

- 1) Kapasitas Muat Kapal per tahun  $\geq$  Muatan yang Harus diangkut per tahun (permintaan per tahun)
- 2) T (sarat kapal)  $\leq$  T maks. (merupakan sarat maksimal kapal untuk memasuki pelabuhan)
- 3) Ukuran utama kapal (Lpp, B, H, T)  $\leq$  Batas Atas (ukuran utama kapal maksimal yang didapat dari Data Kapal)
- 4) Ukuran utama kapal (Lpp, B, H, T)  $\geq$  Batas Bawah (ukuran utama kapal minimal)
- 5) Perbandingan Ukuran Utama kapal  $\leq$  Nilai Maks. Perbandingan Ukuran Utama kapal
- 6) Perbandingan Ukuran Utama kapal  $\geq$  Nilai Min. Perbandingan Ukuran Utama kapal
- 7) Ukuran *freeboard*  $\geq$  Ukuran Min. *freeboard* (diasumsikan ukuran minimal *freeboard* yaitu 1 m)

Metode Penyelesaian yang digunakan yakni *evolutionary*. Setelah memiliki solusi dari metode Evolusioner, apa yang dapat dilakukan dengannya? Berikut adalah beberapa saran:

- a) Catat solusi yang dihasilkan, kemudian mulai lagi / *restart* metode *Evolutionary* dari solusi tersebut, dan lihat apakah ia dapat menemukan solusi yang lebih baik dalam jangka waktu yang wajar.
- b) Kencangkan nilai Konvergensi, tingkatkan Subproblems Maksimum dan Nilai Solusi Kelayakan Maksimum, dan ulangi metode *Evolutionary*. Ini akan memakan waktu lebih lama, tapi akan memungkinkan Solver untuk mengeksplorasi lebih banyak kemungkinan.
- c) Simpan solusi yang dihasilkan, beralihlah ke metode *GRG Solving* dan mulailah dari solusi itu, dan lihat apakah ia menemukan solusi yang sama atau lebih baik. Jika metode GRG menampilkan pesan "Solver menemukan sebuah solusi," Anda mungkin telah menemukan setidaknya titik optimal lokal (tapi ingat bahwa tes ini bergantung pada kelancaran fungsi masalah).
- d) Pilih dan periksa data yang telah dicatat (*minimum unit cost*). Jika Nilai Terbaik sama dengan menjalankan metode *Evolutionary*, dan jika *Standard Deviations* kecil, ini mungkin alasan untuk yakin bahwa solusi Anda mendekati optimal global. Ini mungkin menunjukkan bahwa Anda telah menemukan solusi optimal.

Dari hasil running model sebanyak 5 (lima) kali untuk masing – masing jenis kapal, maka didapatkan ukuran utama kapal beserta satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detail, hasil running model untuk kapal *bulk carrier* dapat dilihat pada Tabel 5-55, untuk *general cargo* Tabel 5-56, dan *self – propeller barge* pada Tabel 5-57.

**Tabel 5-55 Hasil *running* model untuk kapal *bulk carrier***

Kapal Bulk Carrier (BC)					
UKURAN UTAMA	RUN KE-1	RUN KE-2	RUN KE-3	RUN KE-4	RUN KE-5
Lpp (m)	61.20	61.25	61.23	62.14	62.14
B (m)	10.87	10.79	10.79	10.65	10.64
H (m)	6.10	6.11	6.12	5.85	5.85
T (m)	4.80	4.83	4.83	4.76	4.76
DWT (ton)	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49
Payload (ton)	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24
GT	1,242.97	1,236.28	1,235.78	1,193.09	1,192.17

Dari hasil *running* model, dapat dilihat bahwa untuk kapal *bulk carrier* menghasilkan ukuran utama (Lpp, B, H, dan T) yang optimum. Untuk Lpp (panjang kapal) berada di rentang 61,2 – 62,14 m, B (lebar kapal) berada di rentang 10,64 – 10,87 m, H (tinggi kapal) berada di rentang 5,85 – 6,12 m, dan T (sarat kapal) berada di rentang 4,76 – 4,83 m.

**Tabel 5-56 Hasil *running* model untuk kapal *general cargo***

Kapal General Cargo (GC)					
UKURAN UTAMA	RUN KE-1	RUN KE-2	RUN KE-3	RUN KE-4	RUN KE-5
Lpp (m)	64.35	64.28	64.28	64.32	64.27
B (m)	11.36	11.41	11.41	11.31	11.31
H (m)	5.73	5.62	5.61	5.57	5.55
T (m)	4.37	4.35	4.35	4.37	4.37
DWT (ton)	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49
Payload (ton)	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24
GT	1,324.37	1,305.58	1,304.69	1,283.38	1,277.89

Dari hasil *running* model, dapat dilihat bahwa untuk kapal *general cargo* menghasilkan ukuran utama (Lpp, B, H, dan T) yang optimum. Untuk Lpp (panjang kapal) berada di rentang 64,27 – 64,35 m, B (lebar kapal) berada di rentang 11,31 – 11,41 m, H (tinggi kapal) berada di rentang 5,55 – 5,73 m, dan T (sarat kapal) berada di rentang 4,35 – 4,37 m.

**Tabel 5-57 Hasil *running* model untuk *self-propeller barge***

Kapal Self - Propeller Barge (SPB)					
UKURAN UTAMA	RUN KE-1	RUN KE-2	RUN KE-3	RUN KE-4	RUN KE-5
Lpp (m)	58.55	58.55	58.55	58.55	58.55
B (m)	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24
H (m)	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41
T (m)	4.04	4.04	4.05	4.05	4.05
DWT (ton)	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49
Payload (ton)	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24
GT	1,787.78	1,787.68	1,787.47	1,787.46	1,787.24

Dari hasil *running* model, dapat dilihat bahwa untuk kapal *self – propeller barge* menghasilkan ukuran utama (Lpp, B, H, dan T) yang optimum. Untuk Lpp (panjang kapal) dihasilkan nilai yang konsisten, yakni 58,55 m, B (lebar kapal) 15,24 m, H (tinggi kapal) 6,41 m, dan T (sarat kapal) 4,04 m.

Ukuran utama kapal yang optimum, juga menghasilkan satuan unit biaya yang optimum. Untuk lebih jelas dan detail dapat dilihat pada Tabel 5-58.

**Tabel 5-58 Satuan Unit Biaya Masing – masing kapal; (kiri atas) untuk kapal bulk carrier (BC), (kanan atas) untuk kapal general cargo (GC), dan (tengah bawah) untuk self – propeller barge (SPB)**

BULK CARRIER	UNIT COST	GENERAL CARGO	UNIT COST
RUN KE-1	Rp 526,227.08	RUN KE-1	Rp 550,895.43
RUN KE-2	Rp 525,758.75	RUN KE-2	Rp 550,558.96
RUN KE-3	Rp 525,689.26	RUN KE-3	Rp 550,538.32
RUN KE-4	Rp 524,795.47	RUN KE-4	Rp 549,388.67
RUN KE-5	Rp 524,735.93	RUN KE-5	Rp 549,168.18

SPB	UNIT COST
RUN KE-1	Rp 583,156.08
RUN KE-2	Rp 583,149.05
RUN KE-3	Rp 583,130.47
RUN KE-4	Rp 583,130.34
RUN KE-5	Rp 583,118.20

Dari hasil *running* model untuk ukuran utama dan satuan unit bisys dsri ketigs jenis kapal, dihasilkan satuan unit biaya optimum didapatkan dari hasil *running* model ke – 5 pada kapal *bulk carrier*, yakni sebesar Rp 524.735,93. Berikut adalah ukuran utama dan total biaya kapal terpilih.

**Tabel 5-59 Ukuran Utama dan total biaya kapal terpilih**

DATA KAPAL		TOTAL COST	
Lpp (m)	62.14	<b>Bulk Carrier</b>	
B (m)	10.64	Capital Cost	= Rp 561,886,030
H (m)	5.85	Operating Cost	= Rp 3,157,697,427
T (m)	4.76	Voyage Cost	= Rp 21,678,158,842
DWT (ton)	1832.49	Cargo Handling Cost	= Rp 6,785,794,799
Payload (ton)	1649.24	Total Penalty Cost	= Rp 3,298,480,936
GT	1192.17	<b>TOTAL COST</b>	<b>= Rp 35,482,018,035</b>
Vs (knot)	10	<b>UNIT COST</b>	<b>= Rp 524,736</b>

Dengan ukuran utama kapal yang optimum, maka didapatkan jumlah biaya – biaya kapal yang terdiri dari biaya *capital cost*, *operating cost*, *voyage cost*, dan *cargo handling cost*.

## 5.5 Analisis Keekonomisan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisis keekonomisan dari segi jumlah pengangkutan ferronikel, dan satuan unit biaya antara penggunaan kapal hasil optimasi yang terpilih dengan kapal – kapal yang telah ada saat ini (kapal eksisting). Kapal hasil optimasi disini yakni KM Karina, dan untuk kapal eksisting yaitu KM Surya Persada, KM Philips, KM Bunga Melati, KM Bunga Teratai XVII, dan KM Sinar Mulia I.

### 5.5.1 KM SURYA PERSADA

Untuk menghitung analisa keekonomisan tersebut, digunakan asumsi perhitungan yang digunakan. Berikut asumsi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5-60.

**Tabel 5-60 Spesifikasi KM Surya Persada**

KM SURYA PERSADA	
DATA KAPAL	
Lpp (m)	50.00 m
B (m)	9.00 m
H (m)	5.50 m
T (m)	3.00 m
DWT	1,827.11 ton
Payload	1,661.01 ton
GT	825.00
NT	248.00
Vs (knot)	9.20 knot
YEAR BUILD	-
IMO NUMBER	7521869
CLASS	BKI
JENIS KAPAL	KAPAL BARANG

Berikut terlampir data pendukung lainnya yang digunakan sebagai acuan perhitungan bagi seluruh kapal (KM Surya Persada, KM Philips, KM Bunga Melati, KM Bunga Teratai XVII, dan KM Sinar Mulia I, dan KM Karina) pada Tabel 5-61.

**Tabel 5-61 Data pendukung lain yang dibutuhkan**

KECEPATAN BONGKAR MUAT		
POMALAA	300	TON/JAM
SURABAYA	250	TON/JAM

DATA PENDUKUNG		
JUMLAH HARI	=	365 hari
HARI KERJA	=	330 hari
Kecepatan Dinas	=	9.20 knot
Kecepatan Ballast	=	11 knot
Harga HFO	=	Rp 10,791 /liter
Harga MDO	=	Rp 10,791 /liter
Kurs Dollar AS	=	Rp 13,546
Harga Fresh Water	=	Rp 12,000 /ton

Berikut disajikan tabel perhitungan waktu yang dibutuhkan KM Surya Persada untuk 1 (satu) kali *roundtrip*.

**Tabel 5-62 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Surya Persada**

ROUNDRIP TIME (RT)		
SEA TIME		
Pomalaa - Surabaya	=	79.0 jam
Surabaya - Pomalaa	=	66.0 jam
	=	7.00 hari
PORT TIME		
Pomalaa (Origin)	=	12 jam
	=	0.48 hari
Surabaya (Tujuan)	=	13 jam
	=	0.53 hari
Roundtrip Time (RT)	=	169.2 jam
	=	9.00 hari
Frekuensi	=	36 kali
Jumlah Kapal	=	1 kapal
Muatan per jumlah Kapal	=	1,661.01 Ton

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu 169,2 jam (9 hari) untuk melakukan satu kali roundtrip, dengan asumsi kembali dengan muatan kosong (muatan *ballast*). Dalam setahun, total roundtrip yang dapat dilayani oleh KM Surya Persada sebanyak 36 kali.

Pada KM Surya Persada, penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di tahun 2012 – 2017, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-63.

**Tabel 5-63 Analisis Keekonomisan KM Surya Persada Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	59,796.29	59,796.29	59,796.29	59,796.29	59,796.29	59,796.29	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	56,766.78	25,303.20	56,111.66	64,616.65	39,999.99	56,343.76	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	3,029.51	34,493.08	3,684.63	(4,820.36)	19,796.30	3,452.53	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	1.82 <b>2.00</b>	20.77 <b>21.00</b>	2.22 <b>3.00</b>	(2.90) <b>(3.00)</b>	11.92 <b>12.00</b>	2.08 <b>3.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	34.18 <b>35.00</b>	15.23 <b>16.00</b>	33.78 <b>34.00</b>	38.90 <b>39.00</b>	24.08 <b>25.00</b>	33.92 <b>34.00</b>	kali

Pada tahun 2012, 2013, 2014, 2016, dan tahun 2017; KM Surya Persada mampu mengangkut permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, pada tahun 2015, terjadi lonjakan permintaan ferronikel sehingga KM Surya Persada tidak mampu mengangkut seluruh permintaan ferronikel di tahun tersebut. Terdapat sisa permintaan ferronikel sebanyak 4.820,36 ton yang tidak bisa terangkut.

Selanjutnya penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di masa depan, yakni di tahun 2018 – 2023, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-64.

**Tabel 5-64 Analisis Keekonomisan KM Surya Persada Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	59,796.29	59,796.29	59,796.29	59,796.29	59,796.29	59,796.29	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	55,829.40	57,527.58	59,225.77	60,923.96	62,622.14	64,320.33	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	3,966.89	2,268.70	570.52	(1,127.67)	(2,825.85)	(4,524.04)	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	2.39 <b>3.00</b>	1.37 <b>2.00</b>	0.34 <b>1.00</b>	(0.68) <b>(1.00)</b>	(1.70) <b>(2.00)</b>	(2.72) <b>(3.00)</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	33.61 <b>34.00</b>	34.63 <b>35.00</b>	35.66 <b>36.00</b>	36.68 <b>37.00</b>	37.70 <b>38.00</b>	38.72 <b>39.00</b>	kali

Pada tahun 2018, 2019, dan 2020; KM Surya Persada mampu mengangkut permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, pada tahun 2021, 2022, dan 2023, terjadi kenaikan permintaan ferronikel sehingga KM Surya Persada tidak mampu mengangkut seluruh permintaan ferronikel di tahun tersebut. Terdapat sisa permintaan ferronikel sebanyak 1.127,67 ton di tahun 2021, 2.825,85 ton di tahun 2022, dan 4.524,04 ton di tahun 2023 yang tidak bisa terangkut oleh kapal.

Dari pembahasan diatas, skala ekonomis dihitung berdasarkan dari segi jumlah muatan yang dapat diangkut. Kemudian, penulis mencoba menganalisa skala keekonomisan KM Surya Persada dari segi satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 5-65.



**Tabel 5-65 Analisa Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Surya Persada**

TAHUN	Total Muatan (ton/tahun)	Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Selisih Total Muatan dan Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Total Cost (Rp/tahun)	Unit Cost (Rp/ ton)
2012	56,766.78	59,796.29	3,029.51	Rp 39,282,048,425.15	Rp 675,700.70
2013	25,303.20	59,796.29	34,493.08	Rp 29,741,358,156.85	Rp 1,119,100.53
2014	56,111.66	59,796.29	3,684.63	Rp 38,779,906,832.08	Rp 686,682.74
2015	64,616.65	59,796.29	(4,820.36)	Rp 41,290,614,797.42	Rp 637,404.36
2016	39,999.99	59,796.29	19,796.30	Rp 34,260,632,494.47	Rp 825,056.43
2017	56,343.76	59,796.29	3,452.53	Rp 38,779,906,832.08	Rp 686,682.74
2018	55,829.40	59,796.29	3,966.89	Rp 38,779,906,832.08	Rp 686,682.74
2019	57,527.58	59,796.29	2,268.70	Rp 39,282,048,425.15	Rp 675,700.70
2020	59,225.77	59,796.29	570.52	Rp 39,784,190,018.22	Rp 665,328.78
2021	60,923.96	59,796.29	(1,127.67)	Rp 40,286,331,611.29	Rp 655,517.49
2022	62,622.14	59,796.29	(2,825.85)	Rp 40,788,473,204.35	Rp 646,222.60
2023	64,320.33	59,796.29	(4,524.04)	Rp 41,290,614,797.42	Rp 637,404.36

Dalam perhitungan, diasumsikan bahwa KM Surya Persada melayani permintaan pengangkutan ferronikel dari tahun 2012 hingga tahun 2023. Rentang satuan unit biaya yang dihasilkan dari KM Surya Persada yakni Rp. 637.404,36 – Rp. 1.119.100,53. Namun, di tahun 2015, 2021, 2022, dan 2023, KM Surya Persada tidak mampu untuk mengangkut total permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Sebagai contoh, di tahun 2015 total muatan yang tidak terangkut sebesar 4.820,36 ton.

### 5.5.2 KM PHILIPS

Untuk menghitung analisa keekonomisan tersebut, digunakan asumsi perhitungan yang digunakan. Berikut asumsi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5-66.

**Tabel 5-66 Spesifikasi KM Philips**

KM PHILIPS	
DATA KAPAL	
Lpp (m)	51.60 m
B (m)	9.30 m
H (m)	5.50 m
T (m)	3.81 m
DWT	1,368.00 ton
Payload	1,243.64 ton
GT	658.00
NT	423.00
Vs (knot)	6.80 knot
YEAR BUILD	1985
IMO NUMBER	8515764
CLASS	BKI
JENIS KAPAL	KAPAL BARANG

Berikut disajikan tabel perhitungan waktu yang dibutuhkan KM Philips untuk 1 (satu) kali *roundtrip*.

**Tabel 5-67 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Philips**

ROUNDRIP TIME (RT)		
SEA TIME		
Pomalaa - Surabaya	=	106.0 jam
Surabaya - Pomalaa	=	66.0 jam
	=	8.00 hari
PORT TIME		
Pomalaa (Origin)	=	10 jam
	=	0.42 hari
Surabaya (Tujuan)	=	11 jam
	=	0.46 hari
Roundtrip Time (RT)	=	193.1 jam
	=	9.00 hari
Frekuensi	=	36 kali
Jumlah Kapal	=	1 kapal
Muatan per jumlah Kapal	=	1,243.64 Ton

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu 193,1 jam (9 hari) untuk melakukan satu kali roundtrip, dengan asumsi kembali dengan muatan kosong (muatan *ballast*). Dalam setahun, total roundtrip yang dapat dilayani oleh KM Philips sebanyak 36 kali.

Pada KM Philips, penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut feronikel di tahun 2012 – 2017, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-68.

**Tabel 5-68 Analisis Keekonomisan KM Philips Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	44,770.91	44,770.91	44,770.91	44,770.91	44,770.91	44,770.91	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	56,766.78	25,303.20	56,111.66	64,616.65	39,999.99	56,343.76	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	(11,995.87)	19,467.71	(11,340.75)	(19,845.74)	4,770.92	(11,572.85)	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	(9.65) <b>(10.00)</b>	15.65 <b>16.00</b>	(9.12) <b>(10.00)</b>	(15.96) <b>(16.00)</b>	3.84 <b>4.00</b>	(9.31) <b>(10.00)</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	45.65 <b>46.00</b>	20.35 <b>21.00</b>	45.12 <b>46.00</b>	51.96 <b>52.00</b>	32.16 <b>33.00</b>	45.31 <b>46.00</b>	kali

Pada tahun 2013, dan 2016; KM Philips mampu mengangkut permintaan feronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, pada tahun 2012, 2014, 2015, dan 2017 terjadi kenaikan permintaan feronikel sehingga KM Philips tidak mampu mengangkut seluruh permintaan feronikel di tahun tersebut. Terdapat sisa permintaan feronikel sebanyak 11.995,87 ton di tahun 2012, 11.340,75 ton di tahun 2014, 19.845,74 di tahun 2015, dan 11.572, 85 ton di tahun 2017 yang tidak bisa terangkut. Penulis menyimpulkan bahwa KM Phillips kurang sesuai untuk digunakan sebagai kapal pengangkut feronikel, dikarenakan banyak permintaan yang tidak dapat dilayani, dibandingkan permintaan yang dapat dilayani.

Selanjutnya penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut feronikel di masa depan, yakni di tahun 2018 – 2023, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-69.

**Tabel 5-69 Analisis Keekonomisan KM Philips Tahun 2018 – 2023**

	TAHUN						SATUAN
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	44,770.91	44,770.91	44,770.91	44,770.91	44,770.91	44,770.91	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	55,829.40	57,527.58	59,225.77	60,923.96	62,622.14	64,320.33	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	(11,058.49)	(12,756.67)	(14,454.86)	(16,153.05)	(17,851.23)	(19,549.42)	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	(8.89) <b>(9.00)</b>	(10.26) <b>(11.00)</b>	(11.62) <b>(12.00)</b>	(12.99) <b>(13.00)</b>	(14.35) <b>(15.00)</b>	(15.72) <b>(16.00)</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	44.89 <b>45.00</b>	46.26 <b>47.00</b>	47.62 <b>48.00</b>	48.99 <b>49.00</b>	50.35 <b>51.00</b>	51.72 <b>52.00</b>	kali

Pada tahun 2018 hingga 2023, KM Philips tidak mampu mengangkut permintaan feronikel di tahun – tahun tersebut sehingga tidak layak untuk digunakan mengangkut permintaan feronikel di masa yang akan datang.

Dari pembahasan diatas, skala ekonomis dihitung berdasarkan dari segi jumlah muatan yang dapat diangkut. Kemudian, penulis mencoba menganalisa skala keekonomisan KM Philips dari segi satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 5-70.

**Tabel 5-70 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Philips**

KM PHILIPS						
TAHUN	Total Muatan (ton/tahun)	Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Selisih Total Muatan dan Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Total Cost (Rp/tahun)	Unit Cost (Rp/ ton)	
2012	56,766.78	44,770.91	(11,995.87)	Rp 50,757,983,071.23	Rp 887,264.51	
2013	25,303.20	44,770.91	19,467.71	Rp 34,786,104,915.10	Rp 1,331,965.87	
2014	56,111.66	44,770.91	(11,340.75)	Rp 50,757,983,071.23	Rp 887,264.51	
2015	64,616.65	44,770.91	(19,845.74)	Rp 54,591,233,828.71	Rp 844,162.69	
2016	39,999.99	44,770.91	4,770.92	Rp 42,452,606,430.04	Rp 1,034,420.23	
2017	56,343.76	44,770.91	(11,572.85)	Rp 50,757,983,071.23	Rp 887,264.51	
2018	55,829.40	44,770.91	(11,058.49)	Rp 50,119,107,944.99	Rp 895,565.61	
2019	57,527.58	44,770.91	(12,756.67)	Rp 51,396,858,197.48	Rp 879,316.66	
2020	59,225.77	44,770.91	(14,454.86)	Rp 52,035,733,323.72	Rp 871,699.97	
2021	60,923.96	44,770.91	(16,153.05)	Rp 52,674,608,449.97	Rp 864,394.16	
2022	62,622.14	44,770.91	(17,851.23)	Rp 53,952,358,702.46	Rp 850,642.05	
2023	64,320.33	44,770.91	(19,549.42)	Rp 54,591,233,828.71	Rp 844,162.69	

Dalam perhitungan, diasumsikan bahwa KM Philips melayani permintaan pengangkutan feronikel dari tahun 2012 hingga tahun 2023. Rentang satuan unit biaya yang dihasilkan dari KM Surya Persada yakni Rp. 1.331.965,87 – Rp. 844.162,69. Namun, KM Philips hanya dapat melayani pengangkutan feronikel di tahun 2013 dan 2016. Penulis menyimpulkan, bahwa KM Philips tidak layak untuk mengangkut feronikel di tahun – tahun yang akan datang. Untuk mengatasinya, dapat menambah jumlah armada untuk mengangkut feronikel dan perlu analisis lebih lanjut.

### 5.5.3 KM BUNGA MELATI

Untuk menghitung analisa keekonomisan tersebut, digunakan asumsi perhitungan yang digunakan. Berikut asumsi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5-71.

**Tabel 5-71 Spesifikasi KM Bunga Melati**

KM BUNGA MELATI	
DATA KAPAL	
Lpp (m)	66.00 m
B (m)	11.50 m
H (m)	6.70 m
T (m)	- m
DWT	2,312.01 ton
Payload	2,101.83 ton
GT	1,317.00
NT	772.00
Vs (knot)	10.40 knot
YEAR BUILD	1985
IMO NUMBER	8503644
CLASS	BKI
JENIS KAPAL	KAPAL BARANG

Berikut disajikan tabel perhitungan waktu yang dibutuhkan KM Bunga Melati untuk 1 (satu) kali *roundtrip*.

**Tabel 5-72 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Bunga Melati**

ROUNDRIP TIME (RT)		
SEA TIME		
Pomalaa - Surabaya	=	70.0 jam
Surabaya - Pomalaa	=	66.0 jam
	=	6.00 hari
PORT TIME		
Pomalaa (Origin)	=	13 jam
	=	0.54 hari
Surabaya (Tujuan)	=	14 jam
	=	0.60 hari
Roundtrip Time (RT)	=	163.4 jam
	=	8.00 hari
Frekuensi	=	41 kali
Jumlah Kapal	=	1 kapal
Muatan per jumlah Kapal	=	2,101.83 Ton

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu 163,4 jam (8 hari) untuk melakukan satu kali *roundtrip*, dengan asumsi kembali dengan muatan kosong (muatan *ballast*). Dalam setahun, total *roundtrip* yang dapat dilayani oleh KM Bunga Melati sebanyak 41 kali.

Pada KM Bunga Melati, penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di tahun 2012 – 2017, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-73.

**Tabel 5-73 Analisis Keekonomisan KM Bunga Melati Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	86,175.04	86,175.04	86,175.04	86,175.04	86,175.04	86,175.04	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	56,766.78	25,303.20	56,111.66	64,616.65	39,999.99	56,343.76	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	29,408.26	60,871.83	30,063.38	21,558.38	46,175.05	29,831.27	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	13.99 <b>14.00</b>	28.96 <b>29.00</b>	14.30 <b>15.00</b>	10.26 <b>11.00</b>	21.97 <b>22.00</b>	14.19 <b>15.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	27.01 <b>28.00</b>	12.04 <b>13.00</b>	26.70 <b>27.00</b>	30.74 <b>31.00</b>	19.03 <b>20.00</b>	26.81 <b>27.00</b>	kali

Pada tahun 2012 hingga tahun 2017; KM Bunga Melati mampu mengangkut permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan feronikel. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2013, yakni sebanyak 29 kali.

Selanjutnya penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di masa depan, yakni di tahun 2018 – 2023, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-74.

**Tabel 5-74 Analisis Keekonomisan KM Bunga Melati Tahun 2018 – 2023**

	TAHUN						SATUAN
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	86,175.04	86,175.04	86,175.04	86,175.04	86,175.04	86,175.04	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	55,829.40	57,527.58	59,225.77	60,923.96	62,622.14	64,320.33	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	30,345.64	28,647.45	26,949.27	25,251.08	23,552.89	21,854.71	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	14.44	13.63	12.82	12.01	11.21	10.40	kali
	<b>15.00</b>	<b>14.00</b>	<b>13.00</b>	<b>13.00</b>	<b>12.00</b>	<b>11.00</b>	
Frekuensi Sebenarnya	26.56	27.37	28.18	28.99	29.79	30.60	kali
	<b>27.00</b>	<b>28.00</b>	<b>29.00</b>	<b>29.00</b>	<b>30.00</b>	<b>31.00</b>	

Selama tahun 2018 hingga tahun 2023, KM Bunga Melati mampu mengangkut permintaan feronikel di rentang tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan kapal per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan feronikel yang akan datang. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2018, yakni sebanyak 15 kali.

Dari pembahasan diatas, skala ekonomis dihitung berdasarkan dari segi jumlah muatan yang dapat diangkut. Kemudian, penulis mencoba menganalisa skala keekonomisan KM Bunga Melati dari segi satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 5-75.

**Tabel 5-75 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Bunga Melati**

KM BUNGA MELATI						
TAHUN	Total Muatan (ton/tahun)	Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Selisih Total Muatan dan Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Total Cost (Rp/tahun)	Unit Cost (Rp/ ton)	
2012	56,766.78	86,175.04	29,408.26	Rp 42,523,702,256.55	Rp	722,562.51
2013	25,303.20	86,175.04	60,871.83	Rp 31,562,833,221.96	Rp	1,155,141.05
2014	56,111.66	86,175.04	30,063.38	Rp 41,792,977,654.24	Rp	736,447.75
2015	64,616.65	86,175.04	21,558.38	Rp 44,715,876,063.47	Rp	686,281.73
2016	39,999.99	86,175.04	46,175.05	Rp 36,677,905,438.10	Rp	872,523.07
2017	56,343.76	86,175.04	29,831.27	Rp 41,792,977,654.24	Rp	736,447.75
2018	55,829.40	86,175.04	30,345.64	Rp 41,792,977,654.24	Rp	736,447.75
2019	57,527.58	86,175.04	28,647.45	Rp 42,523,702,256.55	Rp	722,562.51
2020	59,225.77	86,175.04	26,949.27	Rp 43,254,426,858.86	Rp	709,634.88
2021	60,923.96	86,175.04	25,251.08	Rp 43,254,426,858.86	Rp	709,634.88
2022	62,622.14	86,175.04	23,552.89	Rp 43,985,151,461.16	Rp	697,569.08
2023	64,320.33	86,175.04	21,854.71	Rp 44,715,876,063.47	Rp	686,281.73

Dalam perhitungan, diasumsikan bahwa KM Bunga Melati melayani permintaan pengangkutan feronikel dari tahun 2012 hingga tahun 2023. Rentang satuan unit biaya yang dihasilkan dari KM Bunga Melati yakni Rp. 686.281,73 – Rp. 1.155.141,05. Namun, kapasitas muat kapal per tahun KM Bunga Melati tergolong cukup besar, sehingga cukup banyak kapasitas muat kapal yang tidak terisi (kosong).

#### 5.5.4 KM BUNGA TERATAI XVII

Untuk menghitung analisa keekonomisan tersebut, digunakan asumsi perhitungan yang digunakan. Berikut asumsi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5-76.

**Tabel 5-76 Spesifikasi KM Bunga Teratai XVII**

KM BUNGA TERATAI XVII	
DATA KAPAL	
Lpp (m)	68.00 m
B (m)	11.50 m
H (m)	6.70 m
T (m)	- m
DWT	2,346.39 ton
Payload	2,133.08 ton
GT	1,327.00
NT	514.00
Vs (knot)	6.30 knot
YEAR BUILD	1988
IMO NUMBER	8808472
CLASS	BKI
JENIS KAPAL	KAPAL BARANG

Berikut disajikan tabel perhitungan waktu yang dibutuhkan KM Bunga Teratai XVII untuk 1 (satu) kali *roundtrip*.

**Tabel 5-77 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Bunga Teratai XVII**

ROUNDRIP TIME (RT)		
SEA TIME		
Pomalaa - Surabaya	=	115.0 jam
Surabaya - Pomalaa	=	66.0 jam
	=	8.00 hari
PORT TIME		
Pomalaa (Origin)	=	13 jam
	=	0.55 hari
Surabaya (Tujuan)	=	15 jam
	=	0.61 hari
Roundtrip Time (RT)	=	208.6 jam
	=	10.00 hari
Frekuensi	=	33 kali
Jumlah Kapal	=	1 kapal
Muatan per jumlah Kapal	=	2,133.08 Ton

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu 208,6 jam (10 hari) untuk melakukan satu kali *roundtrip*, dengan asumsi kembali dengan muatan kosong (muatan *ballast*). Dalam setahun, total *roundtrip* yang dapat dilayani oleh KM Bunga Teratai XVII sebanyak 33 kali.

Pada KM Bunga Teratai XVII, penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di tahun 2012 – 2017, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-78

**Tabel 5-78 Analisis Keekonomisan KM Bunga Teratai XVII Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	70,391.73	70,391.73	70,391.73	70,391.73	70,391.73	70,391.73	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	56,766.78	25,303.20	56,111.66	64,616.65	39,999.99	56,343.76	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	13,624.95	45,088.52	14,280.07	5,775.08	30,391.74	14,047.97	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	6.39 <b>7.00</b>	21.14 <b>22.00</b>	6.69 <b>7.00</b>	2.71 <b>3.00</b>	14.25 <b>15.00</b>	6.59 <b>7.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	26.61 <b>27.00</b>	11.86 <b>12.00</b>	26.31 <b>27.00</b>	30.29 <b>31.00</b>	18.75 <b>19.00</b>	26.41 <b>27.00</b>	kali

Pada tahun 2012 hingga tahun 2017; KM Bunga Teratai XVII mampu mengangkut permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan feronikel. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2013, yakni sebanyak 22 kali.

Selanjutnya penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di masa depan, yakni di tahun 2018 – 2023, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-79.

**Tabel 5-79 Analisis Keekonomisan KM Bunga Teratai XVII Tahun 2018 – 2023**

	TAHUN						SATUAN
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	70,391.73	70,391.73	70,391.73	70,391.73	70,391.73	70,391.73	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	55,829.40	57,527.58	59,225.77	60,923.96	62,622.14	64,320.33	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	14,562.33	12,864.14	11,165.96	9,467.77	7,769.59	6,071.40	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	6.83 <b>7.00</b>	6.03 <b>7.00</b>	5.23 <b>6.00</b>	4.44 <b>5.00</b>	3.64 <b>4.00</b>	2.85 <b>3.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	26.17 <b>27.00</b>	26.97 <b>27.00</b>	27.77 <b>28.00</b>	28.56 <b>29.00</b>	29.36 <b>30.00</b>	30.15 <b>31.00</b>	kali

Selama tahun 2018 hingga tahun 2023, KM Bunga Teratai XVII mampu mengangkut permintaan ferronikel di rentang tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan feronikel yang akan datang. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2018 dan 2019, yakni sebanyak 7 kali.

Dari pembahasan diatas, skala ekonomis dihitung berdasarkan dari segi jumlah muatan yang dapat diangkut. Kemudian, penulis mencoba menganalisa skala keekonomisan KM Bunga Teratai XVII dari segi satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 5-80.



**Tabel 5-80 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Bunga Teratai XVII**

KM BUNGA TERATAI XVII					
TAHUN	Total Muatan (ton/tahun)	Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Selisih Total Muatan dan Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Total Cost (Rp/tahun)	Unit Cost (Rp/ton)
2012	56,766.78	70,391.73	13,624.95	Rp 54,405,586,014.41	Rp 944,652.44
2013	25,303.20	86,175.04	60,871.83	Rp 36,451,746,605.49	Rp 1,424,063.71
2014	56,111.66	86,175.04	30,063.38	Rp 54,405,586,014.41	Rp 944,652.44
2015	64,616.65	86,175.04	21,558.38	Rp 59,193,276,523.45	Rp 895,164.83
2016	39,999.99	86,175.04	46,175.05	Rp 44,830,204,996.32	Rp 1,106,138.34
2017	56,343.76	86,175.04	29,831.27	Rp 54,405,586,014.41	Rp 944,652.44
2018	55,829.40	86,175.04	30,345.64	Rp 54,405,586,014.41	Rp 944,652.44
2019	57,527.58	86,175.04	28,647.45	Rp 54,405,586,014.41	Rp 944,652.44
2020	59,225.77	86,175.04	26,949.27	Rp 55,602,508,641.67	Rp 930,954.98
2021	60,923.96	86,175.04	25,251.08	Rp 56,799,431,268.93	Rp 918,202.17
2022	62,622.14	86,175.04	23,552.89	Rp 57,996,353,896.19	Rp 906,299.54
2023	64,320.33	86,175.04	21,854.71	Rp 59,193,276,523.45	Rp 895,164.83

Dalam perhitungan, diasumsikan bahwa KM Bunga Teratai XVII melayani permintaan pengangkutan ferronikel dari tahun 2012 hingga tahun 2023. Rentang satuan unit biaya yang dihasilkan dari KM Bunga Teratai XVII yakni Rp. 1.195.815,50 – Rp. 1.711.880,90. Namun, kapasitas muat kapal KM Bunga Teratai XVII tergolong cukup besar, sehingga cukup banyak kapasitas muat kapal yang tidak terisi (kosong).

#### 5.5.5 KM SINAR MULIA I

Untuk menghitung analisa keekonomisan tersebut, digunakan asumsi perhitungan yang digunakan. Berikut asumsi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5-81.

**Tabel 5-81 Spesifikasi KM Sinar Mulia I**

KM SINAR MULIA I	
DATA KAPAL	
Lpp (m)	70.60 m
B (m)	12.00 m
H (m)	7.00 m
T (m)	4.10 m
DWT	2,811.38 ton
Payload	2,555.80 ton
GT	1,500.00
NT	478.00
Vs (knot)	7.30 knot
YEAR BUILD	
IMO NUMBER	9033438
CLASS	BKI
JENIS KAPAL	KAPAL BARANG

Berikut disajikan tabel perhitungan waktu yang dibutuhkan KM Sinar Mulia I untuk 1 (satu) kali *roundtrip*.

**Tabel 5-82 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Sinar Mulia I**

ROUNDRIP TIME (RT)		
SEA TIME		
Pomalaa - Surabaya	=	99.0 jam
Surabaya - Pomalaa	=	66.0 jam
	=	7.00 hari
PORT TIME		
Pomalaa (Origin)	=	15 jam
	=	0.60 hari
Surabaya (Tujuan)	=	16 jam
	=	0.68 hari
Roundtrip Time (RT)	=	195.7 jam
	=	9.00 hari
Frekuensi	=	36 kali
Jumlah Kapal	=	1 kapal
Muatan per jumlah Kapal	=	2,555.80 Ton

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu 195,7 jam (9 hari) untuk melakukan satu kali *roundtrip*, dengan asumsi kembali dengan muatan kosong (muatan *ballast*). Dalam setahun, total *roundtrip* yang dapat dilayani oleh KM Sinar Mulia I sebanyak 36 kali.

Pada KM Sinar Mulia I, penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di tahun 2012 – 2017, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-83.

**Tabel 5-83 Analisis Keekonomisan KM Sinar Mulia I Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	92,008.67	92,008.67	92,008.67	92,008.67	92,008.67	92,008.67	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	56,766.78	25,303.20	56,111.66	64,616.65	39,999.99	56,343.76	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	35,241.89	66,705.47	35,897.01	27,392.02	52,008.68	35,664.91	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	13.79 <b>14.00</b>	26.10 <b>27.00</b>	14.05 <b>15.00</b>	10.72 <b>11.00</b>	20.35 <b>21.00</b>	13.95 <b>14.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	22.21 <b>23.00</b>	9.90 <b>10.00</b>	21.95 <b>22.00</b>	25.28 <b>26.00</b>	15.65 <b>16.00</b>	22.05 <b>23.00</b>	kali

Pada tahun 2012 hingga tahun 2017; KM Sinar Mulia I mampu mengangkut permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan ferronikel. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2013, yakni sebanyak 27 kali.

Selanjutnya penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di masa depan, yakni di tahun 2018 – 2023, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-84.

**Tabel 5-84 Analisis Keekonomisan KM Sinar Mulia I Tahun 2018 – 2023**

	TAHUN						SATUAN
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	92,008.67	92,008.67	92,008.67	92,008.67	92,008.67	92,008.67	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	55,829.40	57,527.58	59,225.77	60,923.96	62,622.14	64,320.33	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	36,179.27	34,481.09	32,782.90	31,084.71	29,386.53	27,688.34	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	14.16 <b>15.00</b>	13.49 <b>14.00</b>	12.83 <b>13.00</b>	12.16 <b>13.00</b>	11.50 <b>12.00</b>	10.83 <b>11.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	21.84 <b>22.00</b>	22.51 <b>23.00</b>	23.17 <b>24.00</b>	23.84 <b>24.00</b>	24.50 <b>25.00</b>	25.17 <b>26.00</b>	kali

Selama tahun 2018 hingga tahun 2023, KM Sinar Mulia I mampu mengangkut permintaan ferronikel di rentang tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan feronikel yang akan datang. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2018, yakni sebanyak 15 kali.

Dari pembahasan diatas, skala ekonomis dihitung berdasarkan dari segi jumlah muatan yang dapat diangkut. Kemudian, penulis mencoba menganalisa skala keekonomisan KM Bunga Melati dari segi satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 5-85.

**Tabel 5-85 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Sinar Mulia I**

KM SINAR MULIA I					
TAHUN	Total Muatan (ton/tahun)	Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Selisih Total Muatan dan Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Total Cost (Rp/tahun)	Unit Cost (Rp/ton)
2012	56,766.78	92,008.67	35,241.89	Rp 42,299,291,198.91	Rp 719,579.87
2013	25,303.20	92,008.67	66,705.47	Rp 31,069,024,946.70	Rp 1,215,629.90
2014	56,111.66	92,008.67	35,897.01	Rp 41,435,424,564.12	Rp 736,924.28
2015	64,616.65	92,008.67	27,392.02	Rp 44,890,891,103.26	Rp 675,551.76
2016	39,999.99	92,008.67	52,008.68	Rp 36,252,224,755.41	Rp 886,519.78
2017	56,343.76	92,008.67	35,664.91	Rp 42,299,291,198.91	Rp 719,579.87
2018	55,829.40	92,008.67	36,179.27	Rp 41,435,424,564.12	Rp 736,924.28
2019	57,527.58	92,008.67	34,481.09	Rp 42,299,291,198.91	Rp 719,579.87
2020	59,225.77	92,008.67	32,782.90	Rp 43,163,157,833.69	Rp 703,680.83
2021	60,923.96	92,008.67	31,084.71	Rp 43,163,157,833.69	Rp 703,680.83
2022	62,622.14	92,008.67	29,386.53	Rp 44,027,024,468.48	Rp 689,053.71
2023	64,320.33	92,008.67	27,688.34	Rp 44,890,891,103.26	Rp 675,551.76

Dalam perhitungan, diasumsikan bahwa KM Sinar Mulia I melayani permintaan pengangkutan ferronikel dari tahun 2012 hingga tahun 2023. Rentang satuan unit biaya yang dihasilkan dari KM Sinar Mulia I yakni Rp. 675.551,76 – Rp. 1.215.629,90. Namun, kapasitas muat kapal KM Sinar Mulia I tergolong cukup besar, sehingga cukup banyak kapasitas muat kapal yang tidak terisi (kosong).

### 5.5.6 KM KARINA (KAPAL HASIL MODEL OPTIMASI)

Untuk menghitung analisa keekonomisan tersebut, digunakan asumsi perhitungan yang digunakan. Berikut asumsi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5-86.

**Tabel 5-86 Spesifikasi KM Karina**

KM KARINA	
DATA KAPAL	
Lpp (m)	56.82 m
B (m)	10.16 m
H (m)	6.53 m
T (m)	5.52 m
DWT	1,818.89 ton
Payload	1,636.67 ton
GT	1,099.91
NT	
Vs (knot)	10.00 knot
YEAR BUILD	
IMO NUMBER	
CLASS	
JENIS KAPAL	BULK CARRIER (KAPAL CURAH)

Berikut disajikan tabel perhitungan waktu yang dibutuhkan KM Karina untuk 1 (satu) kali *roundtrip*.

**Tabel 5-87 Perhitungan Roundtrip Time (RT) KM Karina**

ROUNDRIP TIME (RT)		
SEA TIME		
Pomalaa - Surabaya	=	72.0 jam
Surabaya - Pomalaa	=	66.0 jam
	=	6.00 hari
PORT TIME		
Pomalaa (Origin)	=	11 jam
	=	0.48 hari
Surabaya (Tujuan)	=	13 jam
	=	0.52 hari
Roundtrip Time (RT)	=	162.0 jam
	=	8.00 hari
Frekuensi	=	41 kali
Jumlah Kapal	=	1 kapal
Muatan per jumlah Kapal	=	1,636.67 Ton

Dalam tabel diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan waktu 162 jam (8 hari) untuk melakukan satu kali *roundtrip*, dengan asumsi kembali dengan muatan kosong (muatan *ballast*). Dalam setahun, total *roundtrip* yang dapat dilayani oleh KM Karina sebanyak 41 kali.

Pada KM Karina, penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di tahun 2012 – 2017, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5-88.

**Tabel 5-88 Analisis Keekonomisan KM Karina Tahun 2012 – 2017**

	TAHUN						SATUAN
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	67,103.47	67,103.47	67,103.47	67,103.47	67,103.47	67,103.47	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	56,766.78	25,303.20	56,111.66	64,616.65	39,999.99	56,343.76	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	10,336.69	41,800.27	10,991.81	2,486.82	27,103.48	10,759.71	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	6.32 <b>7.00</b>	25.54 <b>26.00</b>	6.72 <b>7.00</b>	1.52 <b>2.00</b>	16.56 <b>17.00</b>	6.57 <b>7.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	34.68 <b>35.00</b>	15.46 <b>16.00</b>	34.28 <b>35.00</b>	39.48 <b>40.00</b>	24.44 <b>25.00</b>	34.43 <b>35.00</b>	kali

Pada tahun 2012 hingga tahun 2017; KM Karina mampu mengangkut permintaan ferronikel di tahun – tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan ferronikel. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2013, yakni sebanyak 26 kali. Hal ini dikarenakan jumlah permintaan ferronikel yang turun cukup tajam, hingga 50% dari jumlah permintaan di tahun sebelumnya.

Selanjutnya penulis mencoba menganalisa apakah kapal ini cocok untuk mengangkut ferronikel di masa depan, yakni di tahun 2018 – 2023, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 5-89 Analisis Keekonomisan KM Karina Tahun 2018 – 2023**

	TAHUN						SATUAN
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal	67,103.47	67,103.47	67,103.47	67,103.47	67,103.47	67,103.47	ton/tahun
Muatan yang harus diangkut	55,829.40	57,527.58	59,225.77	60,923.96	62,622.14	64,320.33	ton/tahun
Selisih Muatan diangkut & Demand	11,274.07	9,575.89	7,877.70	6,179.51	4,481.33	2,783.14	ton/tahun
Frekuensi Tak Terpakai	6.89 <b>7.00</b>	5.85 <b>6.00</b>	4.81 <b>5.00</b>	3.78 <b>4.00</b>	2.74 <b>3.00</b>	1.70 <b>2.00</b>	kali
Frekuensi Sebenarnya	34.11 <b>35.00</b>	35.15 <b>36.00</b>	36.19 <b>37.00</b>	37.22 <b>38.00</b>	38.26 <b>39.00</b>	39.30 <b>40.00</b>	kali

Selama tahun 2018 hingga tahun 2023, KM Karina mampu mengangkut permintaan ferronikel di rentang tahun tersebut. Namun, kapasitas muatan yang diangkut per tahun cukup besar bila dibandingkan dengan jumlah permintaan ferronikel yang akan datang. Hal ini menyebabkan banyaknya frekuensi pengangkutan yang tidak terpakai. Frekuensi tak terpakai paling tinggi berada di tahun 2018, yakni sebanyak 7 kali.

Dari pembahasan diatas, skala ekonomis dihitung berdasarkan dari segi jumlah muatan yang dapat diangkut. Kemudian, penulis mencoba menganalisa skala keekonomisan KM

Bunga Melati dari segi satuan unit biaya yang dihasilkan. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 5-90 Analisis Keekonomisan Biaya Pengangkutan KM Karina**

KM KARINA					
TAHUN	Total Muatan (ton/tahun)	Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Selisih Total Muatan dan Kapasitas Muat Kapal (ton/tahun)	Total Cost (Rp/tahun)	Unit Cost (Rp/ton)
2012	56,766.78	67,669.27	10,902.49	Rp 29,015,205,392.27	Rp 502,284.72
2013	25,303.20	67,669.27	42,366.07	Rp 15,285,240,999.95	Rp 578,821.53
2014	56,111.66	67,669.27	11,557.61	Rp 28,292,575,687.41	Rp 504,180.37
2015	64,616.65	67,669.27	3,052.62	Rp 32,628,353,916.57	Rp 494,228.22
2016	39,999.99	67,669.27	27,669.28	Rp 21,788,908,343.68	Rp 528,065.54
2017	56,343.76	67,669.27	11,325.51	Rp 29,015,205,392.27	Rp 502,284.72
2018	55,829.40	67,669.27	11,839.87	Rp 28,292,575,687.41	Rp 504,180.37
2019	57,527.58	67,669.27	10,141.69	Rp 29,015,205,392.27	Rp 502,284.72
2020	59,225.77	67,669.27	8,443.50	Rp 29,737,835,097.13	Rp 500,494.39
2021	60,923.96	67,669.27	6,745.31	Rp 30,460,464,801.99	Rp 498,800.83
2022	62,622.14	67,669.27	5,047.13	Rp 31,183,094,506.85	Rp 497,196.40
2023	64,320.33	67,669.27	3,348.94	Rp 31,905,724,211.71	Rp 495,674.26

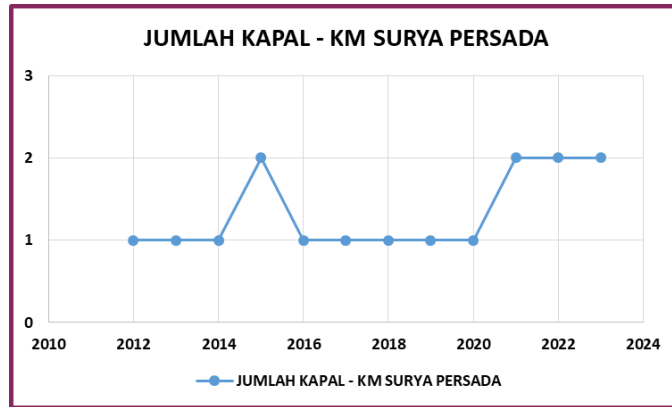
Dalam perhitungan, diasumsikan bahwa KM Karina melayani permintaan pengangkutan feronikel dari tahun 2012 hingga tahun 2023. Rentang satuan unit biaya yang dihasilkan dari KM Karina yakni Rp. 495.674,26 – Rp. 578.821,53. Disparitas harga satuan unit biaya yang dihasilkan tergolong rendah, dibandingkan kapal – kapal yang lain. Hal ini karena KM Karina merupakan kapal dengan ukuran optimum untuk mengangkut feronikel, serta biaya kapital yang didasarkan pada pembangunan kapal, bukan sewa kapal; sehingga satuan unit biaya bisa lebih murah.

## 5.6 Penggunaan Armada untuk Memenuhi Permintaan Feronikel

Dari data dan analisis diatas, diketahui data historis (tahun 2012 – 2017) dan proyeksi permintaan feronikel yang akan datang (2018 – 2023). Pada sub bab ini penulis mencoba menganalisis jumlah kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan, frekuensi terpakai dan frekuensi tidak terpakainya kapal. Kapal yang dianalisis termasuk kapal eksisting (KM Surya Persada, KM Philips, KM Bunga Melati, KM Bunga Teratai XVII, dan KM Sinar Mulia I) dan kapal hasil model optimasi (KM Karina).

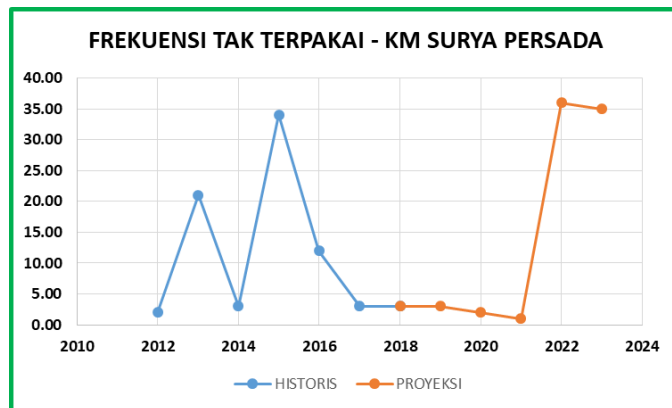
### 5.6.1 KM SURYA PERSADA

Pada Gambar 5-9, diketahui jumlah kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan feronikel. Diketahui pada tahun 2015 (tahun historis) dan di tahun 2021 – 2023, untuk memenuhi permintaan feronikel, dibutuhkan 2 (dua) unit KM Surya Persada. Pada tahun 2012 – 2014, dan tahun 2016 – 2020, untuk memenuhi permintaan feronikel dibutuhkan hanya 1 (satu) kapal.



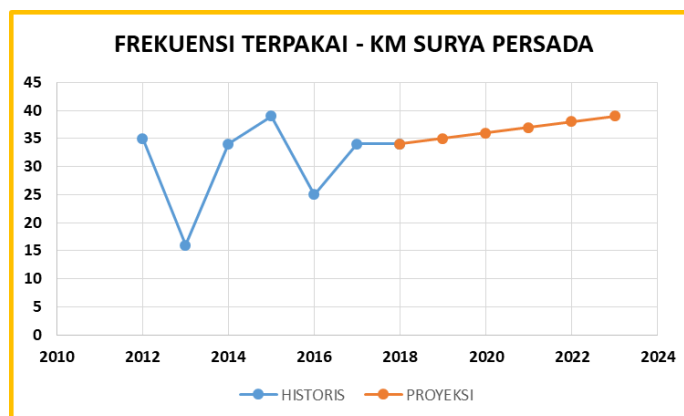
**Gambar 5-9 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Surya Persada)**

Sedangkan untuk frekuensi tak terpakainya KM Surya Persada dapat dilihat pada Gambar 5-10. Dapat dilihat bahwa frekuensi tak terpakai terjadi pada tahun 2013, 2015, dan yang paling tinggi terjadi di tahun 2022. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang lebih besar daripada jumlah permintaan feronikel yang diangkut.



**Gambar 5-10 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Surya Persada)**

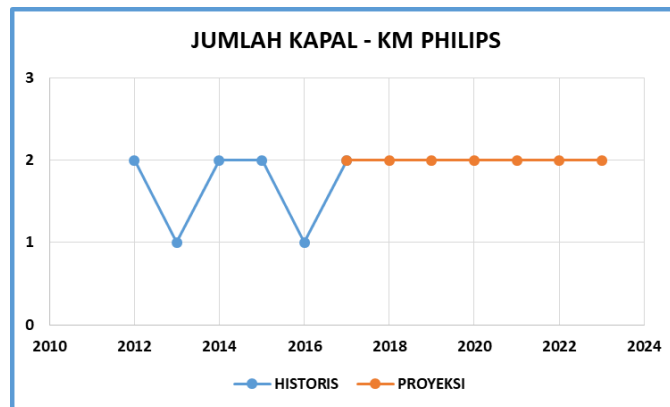
Untuk frekuensi terpakainya KM Surya Persada dapat dilihat pada Gambar 5-11. Dapat dilihat bahwa frekuensi terpakai terendah terjadi pada tahun 2013 dan 2016. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang lebih besar daripada jumlah permintaan feronikel yang diangkut.



**Gambar 5-11 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Surya Persada)**

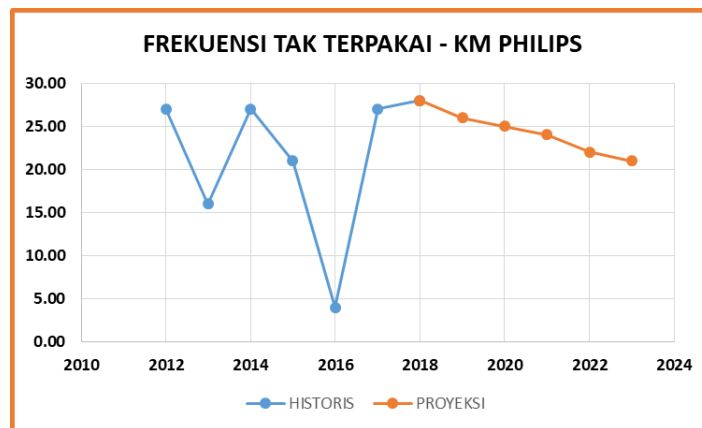
### 5.6.2 KM PHILIPS

Pada Gambar 5-12, diketahui jumlah kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan feronikel. Diketahui pada tahun 2013 dan 2016 (tahun historis), KM Philips mampu memenuhi permintaan feronikel yang akan diangkut di tahun tersebut. Untuk tahun 2012, 2014, 2015, dan tahun 2017 – 2023, dibutuhkan 2 (dua) unit KM Philips untuk memenuhi permintaan pengangkutan feronikel.



**Gambar 5-12 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Philips)**

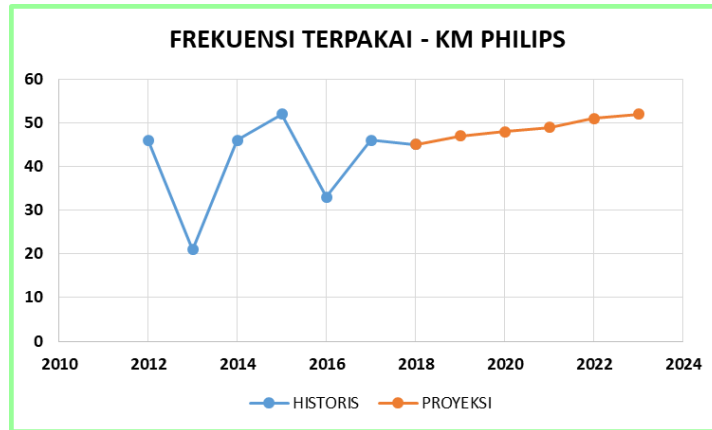
Sedangkan untuk frekuensi tak terpakainya KM Philips dapat dilihat pada Gambar 5-13. Dapat dilihat bahwa frekuensi tak terpakai terendah terjadi pada tahun 2016, dan yang paling tinggi terjadi di tahun 2017. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang lebih besar daripada jumlah permintaan feronikel yang diangkut.



**Gambar 5-13 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Philips)**

Untuk frekuensi terpakainya KM Philips dapat dilihat pada Gambar 5-11. Dapat dilihat bahwa frekuensi terpakai tertinggi terjadi pada tahun 2015. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang jumlahnya mendekati jumlah permintaan feronikel yang diangkut pada tahun tersebut.

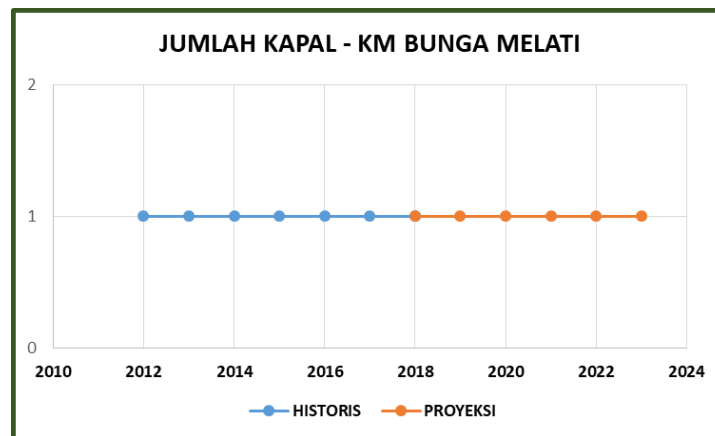




Gambar 5-14 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Philips)

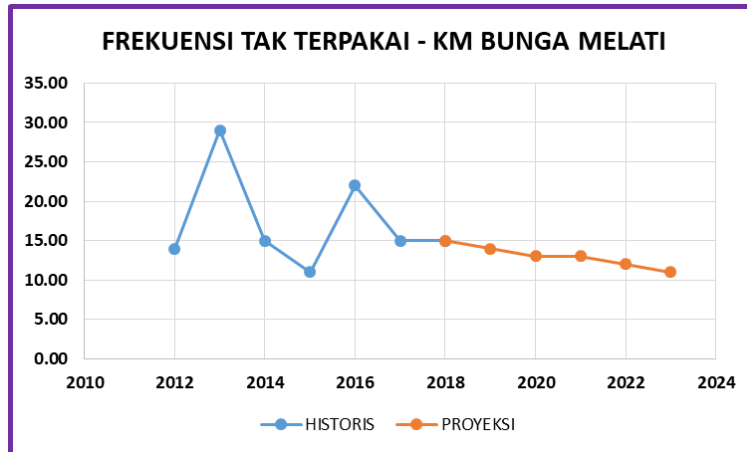
### 5.6.3 KM BUNGA MELATI

Pada Gambar 5-15, diketahui jumlah kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan feronikel. Diketahui pada rentang tahun 2012 – 2023, KM Bunga Melati mampu memenuhi permintaan feronikel yang akan diangkut di tahun – tahun tersebut.



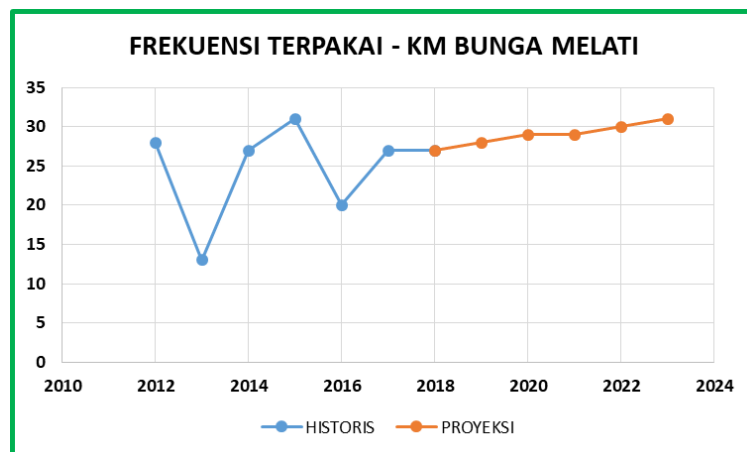
Gambar 5-15 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Bunga Melati)

Sedangkan untuk frekuensi tak terpakainya KM Bunga Melati dapat dilihat pada Gambar 5-16. Dapat dilihat bahwa frekuensi tak terpakai cukup tinggi terjadi pada tahun 2016, dan yang paling tinggi terjadi di tahun 2013. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang lebih besar daripada jumlah permintaan feronikel yang diangkut.



**Gambar 5-16 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Bunga Melati)**

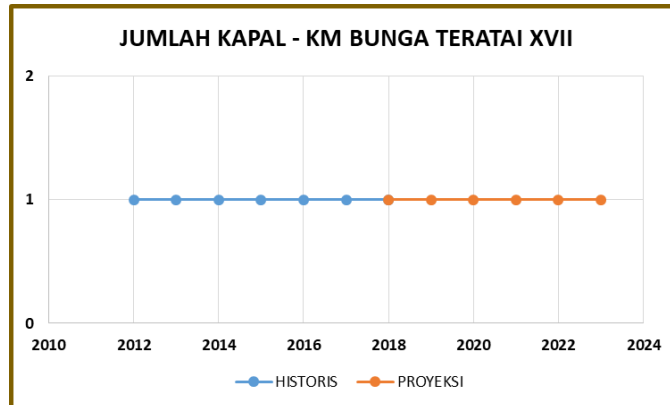
Untuk frekuensi terpakainya KM Bunga Melati dapat dilihat pada Gambar 5-17. Dapat dilihat bahwa frekuensi terpakai tertinggi terjadi pada tahun 2015. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang jumlahnya mendekati jumlah permintaan feronikel yang diangkut pada tahun tersebut.



**Gambar 5-17 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Bunga Melati)**

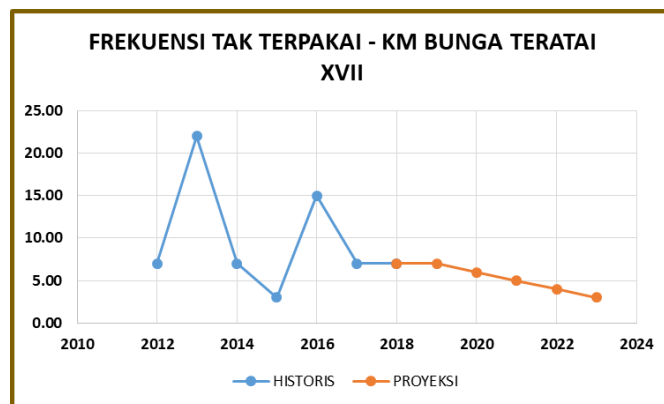
#### 5.6.4 KM BUNGA TERATAI XVII

Pada Gambar 5-18, diketahui jumlah kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan feronikel. Diketahui pada rentang tahun 2012 – 2023, KM Bunga Teratai XVII mampu memenuhi permintaan feronikel yang akan diangkut di tahun – tahun tersebut.



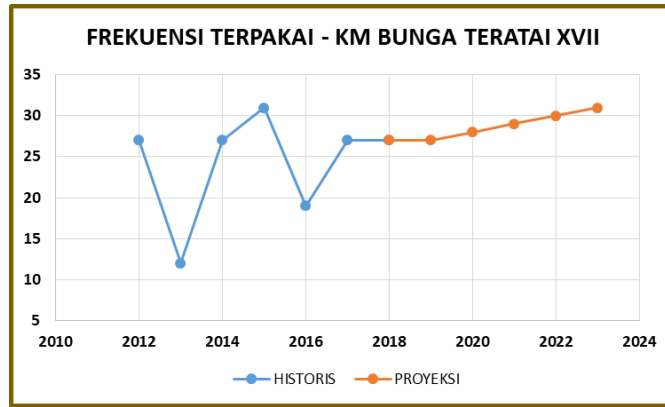
**Gambar 5-18 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Bunga Teratai XVII)**

Sedangkan untuk frekuensi tak terpakainya KM Bunga Teratai XVII dapat dilihat pada Gambar 5-19. Dapat dilihat bahwa frekuensi tak terpakai cukup tinggi terjadi pada tahun 2016, dan yang paling tinggi terjadi di tahun 2013. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang lebih besar daripada jumlah permintaan feronikel yang diangkut.



**Gambar 5-19 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Bunga Teratai XVII)**

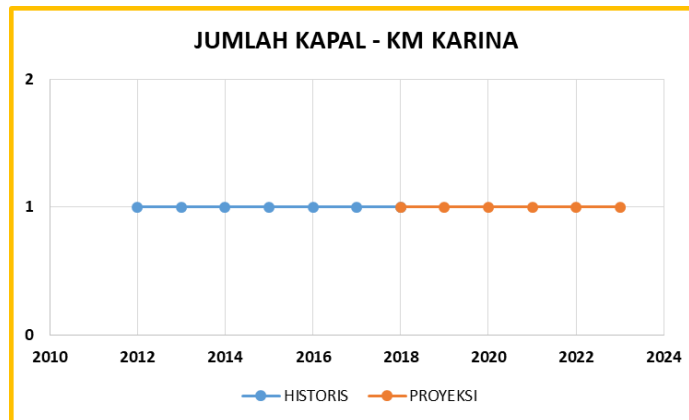
Untuk frekuensi terpakainya KM Bunga Teratai XVII dapat dilihat pada Gambar 5-20. Dapat dilihat bahwa frekuensi terpakai tertinggi terjadi pada tahun 2015. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang jumlahnya mendekati jumlah permintaan feronikel yang diangkut pada tahun tersebut.



Gambar 5-20 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Bunga Teratai XVII)

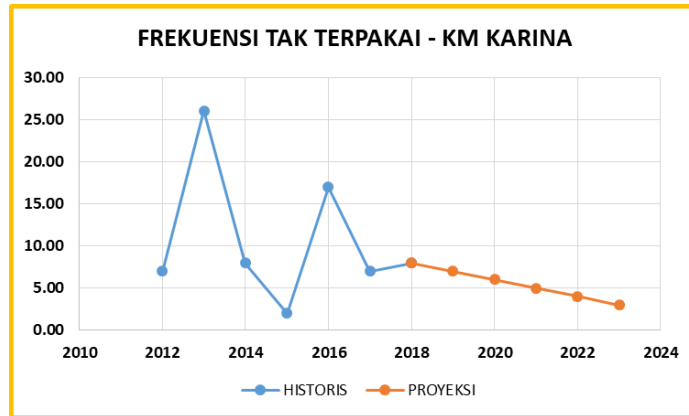
#### 5.6.5 KM KARINA

Pada Gambar 5-21, diketahui jumlah kapal yang digunakan untuk memenuhi permintaan feronikel. Diketahui pada rentang tahun 2012 – 2023, KM Karina mampu memenuhi permintaan feronikel yang akan diangkut di tahun – tahun tersebut.



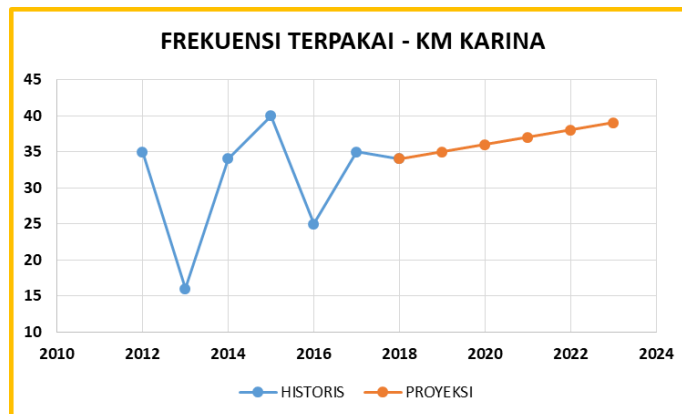
Gambar 5-21 Grafik Jumlah Kapal yang dibutuhkan (KM Karina)

Sedangkan untuk frekuensi tak terpakainya KM Karina dapat dilihat pada Gambar 5-22. Dapat dilihat bahwa frekuensi tak terpakai cukup tinggi terjadi pada tahun 2016, dan yang paling tinggi terjadi di tahun 2013. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang lebih besar daripada jumlah permintaan feronikel yang diangkut.



**Gambar 5-22 Grafik Jumlah Frekuensi tak terpakai (KM Karina)**

Untuk frekuensi terpakainya KM Karina dapat dilihat pada Gambar 5-23. Dapat dilihat bahwa frekuensi terpakai tertinggi terjadi pada tahun 2015. Hal ini disebabkan kapasitas angkut kapal yang jumlahnya mendekati jumlah permintaan feronikel yang diangkut pada tahun tersebut.



**Gambar 5-23 Grafik Jumlah Frekuensi terpakai (KM Karina)**

## 5.7 Analisis Skala Penambangan Nikel

### 5.7.1 Lokasi Penambangan

PT. ANTAM memiliki penambangan nikel di Sulawesi Tenggara, yakni di Pomalaa dan Tapunopaka, dan satu tambang nikel di Maluku Utara, yakni di Buli. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, Penulis fokus pada lokasi penambangan nikel yang berada di Pomalaa.

Di Pomalaa, terdapat 3 (tiga) lokasi tambang milik PT. ANTAM, yakni Tambang Utara, Tambang Tengah, dan Tambang Selatan.

#### 1) Tambang Utara

Wilayah Tambang utara memiliki luas 1.954 hektar, atau setara dengan 1.954.000 m<sup>2</sup>. Disebelah utara berbatasan dengan Sungai Huko – huko, dan di sebelah selatan berbatasan dengan Sungai Komoro. Jarak wilayah Tambang

Utara ke Pabrik Pengolahan Feronikel yakni  $\pm 5,7$  km. Untuk lebih detail, dapat dilihat pada Gambar 5-24.



(Sumber : Google Maps Satellite)

**Gambar 5-24 Lokasi dan Jarak Wilayah Tambang Utara dan Pabrik**

## 2) Tambang Tengah

Wilayah Tambang Tengah memiliki luas 2.712 hektar, atau setara dengan 2.712.000 m<sup>2</sup>. Disebelah utara berbatasan dengan Sungai Komoro, dan di sebelah selatan berbatasan dengan Sungai Sapura. Jarak wilayah Tambang Tengah ke Pabrik Pengolahan Feronikel yakni  $\pm 8,8$  km. Untuk lebih detail, dapat dilihat pada Gambar 5-25.



(Sumber : Google Maps Satellite)

**Gambar 5-25 Lokasi dan Jarak Wilayah Tambang Tengah dan Pabrik**

## 3) Tambang Selatan

Wilayah Tambang Selatan memiliki luas 1.462 hektar, atau setara dengan 1.462.000 m<sup>2</sup>. Disebelah utara berbatasan dengan Sungai Sapuran, dan di sebelah selatan berbatasan dengan Sungai Huko – huko. Jarak wilayah Tambang Selatan

ke Pabrik Pengolahan Feronikel yakni  $\pm 19,8$  km. Untuk lebih detail, dapat dilihat pada Gambar 5-26.



(Sumber : Google Maps Satelite)

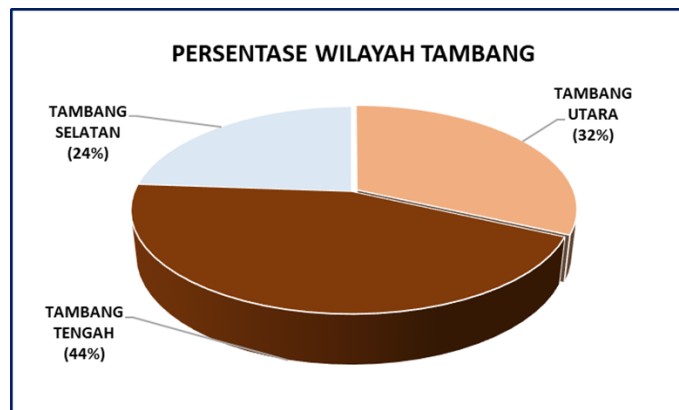
**Gambar 5-26 Lokasi dan Jarak Wilayah Tambang Selatan dan Pabrik**

Dengan ketiga tambang yang dimiliki, dapat dilihat persentase ketiga wilayah tambang dengan total wilayah tambang, dapat dilihat pada

**Tabel 5-91 Luas Wilayah Tambang (dalam %)**

WILAYAH	LUAS WILAYAH	
	(ha)	(m <sup>2</sup> )
WILAYAH UTARA	1,954.00	19,540,000.00
WILAYAH TENGAH	2,712.00	27,120,000.00
WILAYAH SELATAN	1,462.00	14,620,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>6,128.00</b>	<b>61,280,000.00</b>

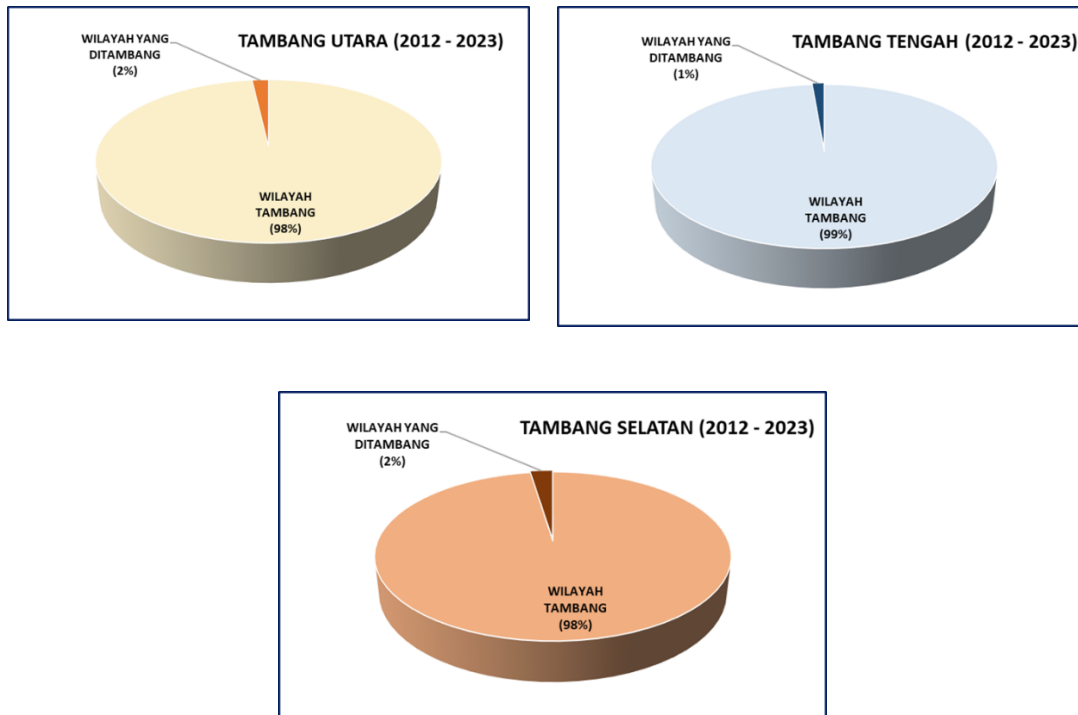
Berikut disajikan persentase ketiga wilayah tambang dengan total wilayah tambang dalam bentuk grafik



**Gambar 5-27 Persentase Wilayah Tambang**

Dari data produksi feronikel historis (tahun 2012 – 2017) dan proyeksi (tahun 2018 – 2023), maka dapat diprediksikan berapa lama cadangan *ore* yang tersedia di ketiga

wilayah tambang tersebut untuk memenuhi permintaan feronikel. Hasil analisis menunjukkan, dalam rentang waktu 2012 – 2023, jumlah *ore* yang ditambang dari ketiga wilayah tambang tersebut hanya  $\pm 2\%$  dari keseluruhan jumlah cadangan *ore* yang dimiliki pada ketiga wilayah tambang tersebut (dengan asumsi kedalaman penambangan sebesar 5 meter). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



**Gambar 5-28** Persentase jumlah wilayah yang ditambang (tahun 2012 – 2023) dengan total wilayah tambang, (kiri atas) untuk wilayah tambang utara, (kanan atas) wilayah tambang tengah, (bawah) wilayah tambang selatan

Dengan menggunakan analisis secara umum, dapat disimpulkan bahwa untuk memenuhi permintaan pasar dan produksi feronikel selama 12 tahun (2012 – 2023), kegiatan penambangan hanya menambang *ore* sebanyak  $\pm 2\%$  *ore* yang ada di ketiga wilayah tambang tersebut; dengan asumsi kedalaman penambangan *ore* sebesar 5 (lima) meter. Cadangan *ore* untuk produksi feronikel pada ketiga wilayah tambang tersebut dapat ditambang selama  $\pm 6$  (enam) abad mendatang (600 tahun).

### 5.7.2 Jumlah *Ore* yang Ditambang

Dalam proses penambangan nikel, diketahui bahwa rata – rata kadar nikel dalam tanah sebesar 1,8%. Dapat diartikan, bahwa dalam 1 ton *ore* (tanah) yang mengandung nikel, hanya terdapat 18 kg nikel. Sehingga, untuk menghasilkan 18 kg nikel, dibutuhkan *ore* (tanah) yang mengandung nikel sebanyak 1 (satu) ton.



Berdasarkan dari data produksi yang diperoleh, dan mengetahui kadar nikel rata – rata, maka dapat diperoleh jumlah *ore* (tanah) yang mengandung nikel yang ditambang untuk memproduksi sebanyak *n* nikel (satuan TNi).

Untuk menghitung jumlah *ore* yang ditambang, maka Penulis membuat persamaan untuk mengetahui jumlah *ore* yang dibutuhkan, yakni :

$$y = 55,55x \text{ (satuan dalam ton)}$$

Dengan :

*x* = jumlah nikel yang diproduksi (TNi)

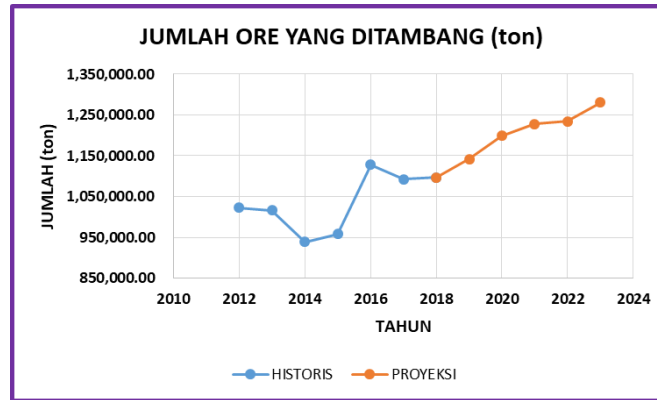
*y* = jumlah *ore* yang ditambang untuk memproduksi *x* ton nikel (ton)

Berikut data historis dan proyeksi jumlah produksi nikel dan *ore* yang ditambang (tahun 2012 – 2023) dapat dilihat secara detail pada Tabel 5-92.

**Tabel 5-92 Jumlah Produksi nikel dan *ore* yang ditambang (2012 – 2023)**

TAHUN	PRODUKSI	JUMLAH ORE YANG DIBUTUHKAN
2012	18,406.07 TNi	<b>1,022,457.19</b> ton
2013	18,285.79 TNi	<b>1,015,775.36</b> ton
2014	16,894.63 TNi	<b>938,496.92</b> ton
2015	17,241.09 TNi	<b>957,742.44</b> ton
2016	20,304.88 TNi	<b>1,127,936.20</b> ton
2017	19,670.06 TNi	<b>1,092,671.94</b> ton
2018	19,739.46 TNi	<b>1,096,526.85</b> ton
2019	20,555.16 TNi	<b>1,141,839.25</b> ton
2020	21,583.84 TNi	<b>1,198,982.33</b> ton
2021	22,102.48 TNi	<b>1,227,792.86</b> ton
2022	22,213.82 TNi	<b>1,233,977.59</b> ton
2023	23,061.12 TNi	<b>1,281,045.41</b> ton

Berikut data historis dan proyeksi jumlah produksi nikel dan *ore* yang ditambang (tahun 2012 – 2023) dapat dilihat secara detail disajikan dengan grafik pada Gambar 5-29. Pada tahun 2016, jumlah *ore* yang ditambang melonjak naik daripada tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan jumlah permintaan feronikel yang naik, sehingga dibutuhkan jumlah *ore* yang lebih banyak.



**Gambar 5-29** Grafik Jumlah produksi nikel dan ore yang ditambang (tahun 2012 – 2023)

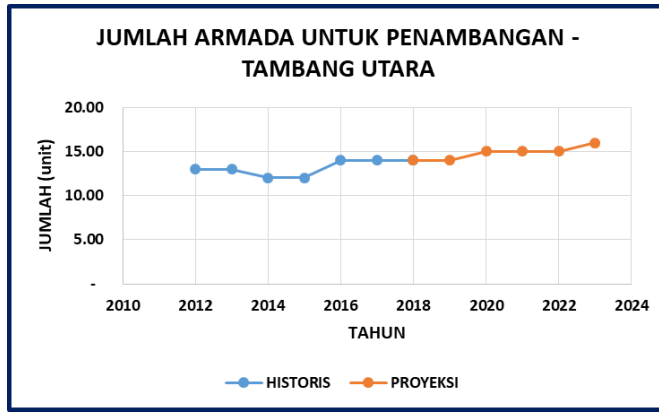
### 5.7.3 Alat – alat yang digunakan untuk kegiatan penambangan

Dalam kegiatan penambangan, dibutuhkan alat untuk menunjang kegiatan penambangan. Pada tambang milik PT. ANTAM, alat – alat yang digunakan yaitu dump truck kapasitas 20 ton dan *excavator* PC – 200.



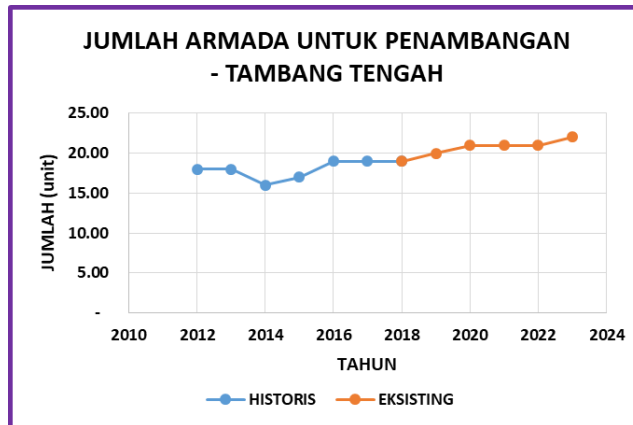
**Gambar 5-30** *Dump Truck* (kiri) dan *Excavator* PC – 200 (kanan)

Untuk memenuhi jumlah permintaan produksi feronikel, maka dibutuhkan jumlah alat yang memadai untuk melakukan kegiatan penambangan. Berikut hasil analisis yang disajikan dalam grafik jumlah *dump truck* dan *excavator* yang dibutuhkan untuk memenuhi jumlah permintaan ore untuk produksi feronikel di tahun 2012 – 2023. Pada Gambar 5-31, dapat dilihat jumlah armada yang dibutuhkan untuk tambang utara. Jumlah unit yang terlampir merupakan jumlah unit *truck* dan *excavator* yang dibutuhkan. Sebagai contoh, pada tahun 2018 jumlah armada yang dibutuhkan untuk kegiatan penambangan sebesar 14 unit *dump truck* dan 14 unit *excavator*.



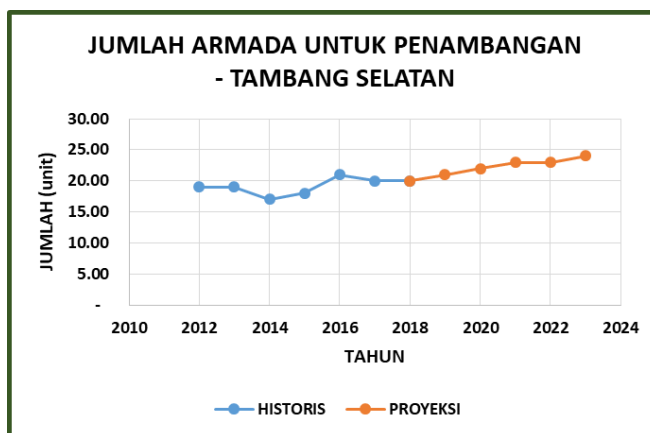
**Gambar 5-31 Jumlah Armada untuk Penambangan – Tambang Utara**

Berikut pada Gambar 5-32, dapat dilihat jumlah armada yang dibutuhkan untuk tambang tengah.



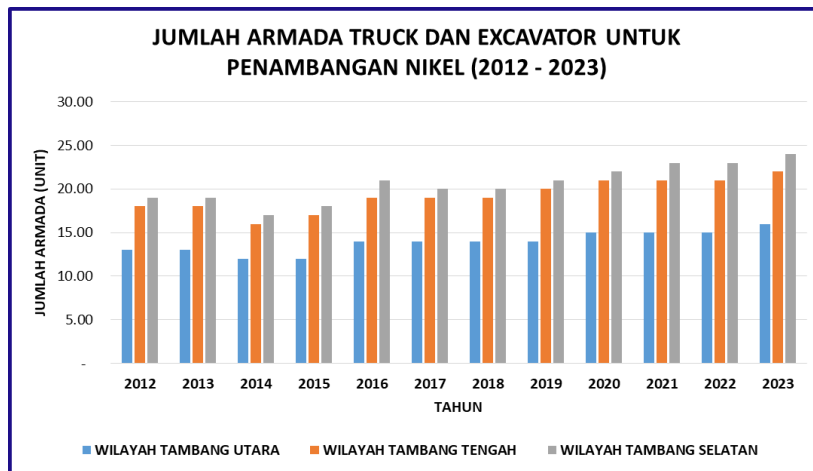
**Gambar 5-32 Jumlah Armada untuk Penambangan – Tambang Tengah**

Berikut pada Gambar 5-33, dapat dilihat jumlah armada yang dibutuhkan untuk tambang selatan.



**Gambar 5-33 Jumlah Armada untuk Penambangan – Tambang Selatan**

Berikut dapat dilihat perbandingan jumlah armada yang dibutuhkan antara Tambang Utara, Tambang Tengah, dan Tambang Selatan, disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 5-34 Jumlah armada yang dibutuhkan untuk kegiatan penambangan

#### 5.7.4 Kapasitas Produksi Pabrik FeNi (FeNi I, FeNi II, dan FeNi III)

PT. ANTAM memiliki 3 (tiga) pabrik feronikel yakni pabrik FeNi I, FeNi II dan FeNi III. Kapasitas terpasang ketiga pabrik tersebut adalah 26.000 TNi dengan menggunakan umpan bijih nikel dengan kadar 2,38%. Meski demikian, untuk konservasi cadangan, ANTAM umumnya menggunakan umpan bijih dengan kadar rata-rata 1,8%-2,0%, sehingga total produksi ketiga pabrik feronikel berada di kisaran level 18.000-20.000 TNi.

UBP Nikel Sulawesi Tenggara yang mengoperasikan pabrik feronikel dan tambang nikel berlokasi di Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Di tahun 2013 ANTAM memiliki tiga pabrik feronikel yakni pabrik FeNi I, pabrik FeNi II dan pabrik FeNi III dengan kapasitas total 18.000-20.000 TNi per tahun. Untuk memproduksi feronikel, bijih nikel kadar tinggi. Pabrik feronikel pertama ANTAM, FeNi I, sudah beroperasi sejak 1976, sementara pabrik feronikel kedua, FeNi II, memulai operasi komersial pada bulan Januari 1995. Pabrik FeNi III ANTAM beroperasi komersial sejak tahun 2007. Pada tahun 2013 ANTAM melakukan *switch off* pabrik FeNi I sebagai bagian dari proyek Perluasan Pabrik Feronikel Pomalaa. Pada Oktober 2015, kapasitas produksi feronikel ANTAM akan meningkat dari 18.000 – 20.000 ton nikel dalam feronikel (TNi) menjadi 27.000 – 30.000 TNi.



**Gambar 5-35 Kompleks Pabrik FeNi di Pomalaa, Sulawesi Tenggara**

(Sumber : Annual Report PT ANTAM tahun 2015)

## 5.8 Analisis penambahan permintaan feronikel

### 5.8.1 KM SURYA PERSADA

Sampai jumlah berapakah kenaikan permintaan feronikel yg dapat dilayani oleh KM Surya Persada tersebut? Dalam setahun kapasitas angkut kapal tersebut mencapai 59.796,29 ton. Sebagai contoh, pada tahun 2012 jumlah permintaan (muatan yang diangkut) sebesar 56.766,78 ton. Berdasarkan selisih antara kapasitas angkut kapal dan jumlah permintaan feronikel tersebut, kapal masih mampu melayani hingga kenaikan permintaan sebesar 3.029,51 ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-93.

**Tabel 5-93 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Surya Persada)**

KM SURYA PERSADA			
TAHUN	Jumlah Permintaan (ton/tahun)	Kapasitas Angkut Kapal (ton/tahun/kapal)	Penambahan Permintaan yang mampu dilayani oleh kapal (ton/tahun)
2012	56,766.78	59,796.29	3,029.51
2013	25,303.20	59,796.29	34,493.08
2014	56,111.66	59,796.29	3,684.63
2015	64,616.65	59,796.29	(4,820.36)
2016	39,999.99	59,796.29	19,796.30
2017	56,343.76	59,796.29	3,452.53
2018	55,829.40	59,796.29	3,966.89
2019	57,527.58	59,796.29	2,268.70
2020	59,225.77	59,796.29	570.52
2021	60,923.96	59,796.29	(1,127.67)
2022	62,622.14	59,796.29	(2,825.85)
2023	64,320.33	59,796.29	(4,524.04)

Berikut disajikan jumlah permintaan tambahan feronikel yang dapat dilayani oleh KM Surya Persada pada tahun 2012 – 2017 (tahun historis) dan tahun 2018 – 2023 (tahun proyeksi) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-36. Dapat dilihat bahwa pada tahun 2015 dan rentang tahun 2021 – 2023, KM Surya Persada tidak mampu untuk mengangkut jumlah

permintaan feronikel. Terdapat kelebihan muatan yang tidak mampu diangkut. Sehingga, pada tahun 2015 dan rentang tahun 2021 – 2023, KM Surya Persada tidak mampu menambah jumlah permintaan pengangkutan feronikel.



Gambar 5-36 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Surya Persada (tahun 2012 – 2023)

## 5.8.2 KM PHILIPS

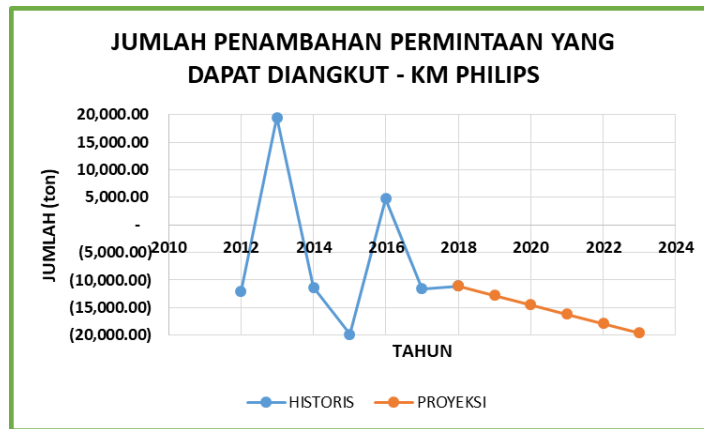
Sampai jumlah berapakah kenaikan permintaan feronikel yg dapat dilayani oleh KM Philips? Dalam setahun kapasitas angkut kapal tersebut mencapai 44.770,91 ton. Sebagai contoh, pada tahun 2013 jumlah permintaan (muatan yang diangkut) sebesar 25.303,20 ton. Berdasarkan selisih antara kapasitas angkut kapal dan jumlah permintaan ferronikel tersebut, kapal masih mampu melayani hingga kenaikan permintaan sebesar 19.467,71 ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-94.

Tabel 5-94 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Philips)

KM PHILIPS			
TAHUN	Jumlah Permintaan (ton/tahun)	Kapasitas Angkut Kapal (ton/tahun/kapal)	Penambahan Permintaan yang mampu dilayani oleh kapal (ton/tahun)
2012	56,766.78	44,770.91	(11,995.87)
2013	25,303.20	44,770.91	19,467.71
2014	56,111.66	44,770.91	(11,340.75)
2015	64,616.65	44,770.91	(19,845.74)
2016	39,999.99	44,770.91	4,770.92
2017	56,343.76	44,770.91	(11,572.85)
2018	55,829.40	44,770.91	(11,058.49)
2019	57,527.58	44,770.91	(12,756.67)
2020	59,225.77	44,770.91	(14,454.86)
2021	60,923.96	44,770.91	(16,153.05)
2022	62,622.14	44,770.91	(17,851.23)
2023	64,320.33	44,770.91	(19,549.42)

Berikut disajikan jumlah permintaan tambahan feronikel yang dapat dilayani oleh KM Philips pada tahun 2012 – 2017 (tahun historis) dan tahun 2018 – 2023 (tahun proyeksi) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-37. Dapat dilihat bahwa hanya pada tahun 2013 dan tahun 2016, KM Philips mampu untuk mengangkut jumlah permintaan feronikel.

Selain tahun tersebut, terdapat kelebihan muatan yang tidak mampu diangkut. Sehingga, pada tahun 2012, 2014, dan tahun 2015 – 2023, KM Philips tidak mampu menambah jumlah permintaan pengangkutan feronikel.



**Gambar 5-37 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Philips (tahun 2012 – 2023)**

### 5.8.3 KM BUNGA MELATI

Sampai jumlah berapakah kenaikan permintaan feronikel yg dapat dilayani oleh KM Bunga Melati? Dalam setahun kapasitas angkut kapal tersebut mencapai 86.175,04 ton. Sebagai contoh, pada tahun 2015 jumlah permintaan (muatan yang diangkut) sebesar 64.616,65 ton. Berdasarkan selisih antara kapasitas angkut kapal dan jumlah permintaan ferronikel tersebut, kapal masih mampu melayani hingga kenaikan permintaan sebesar 21.558,38 ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-95.

**Tabel 5-95 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Bunga Melati)**

KM BUNGA MELATI			
TAHUN	Jumlah Permintaan (ton/tahun)	Kapasitas Angkut Kapal (ton/tahun/kapal)	Penambahan Permintaan yang mampu dilayani oleh kapal (ton/tahun)
2012	56,766.78	86,175.04	29,408.26
2013	25,303.20	86,175.04	60,871.83
2014	56,111.66	86,175.04	30,063.38
2015	64,616.65	86,175.04	21,558.38
2016	39,999.99	86,175.04	46,175.05
2017	56,343.76	86,175.04	29,831.27
2018	55,829.40	86,175.04	30,345.64
2019	57,527.58	86,175.04	28,647.45
2020	59,225.77	86,175.04	26,949.27
2021	60,923.96	86,175.04	25,251.08
2022	62,622.14	86,175.04	23,552.89
2023	64,320.33	86,175.04	21,854.71

Berikut disajikan jumlah permintaan tambahan feronikel yang dapat dilayani oleh KM Bunga Melati pada tahun 2012 – 2017 (tahun historis) dan tahun 2018 – 2023 (tahun proyeksi) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-38. Dapat dilihat bahwa pada rentang tahun 2012 – 2023, KM Bunga Melati mampu untuk mengangkut jumlah permintaan feronikel. Dapat disimpulkan bahwa KM Bunga Melati mampu untuk mengangkut penambahan

jumlah permintaan feronikel. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-95 dan Gambar 5-38



**Gambar 5-38 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Bunga Melati (tahun 2012 – 2023)**

#### 5.8.4 KM BUNGA TERATAI XVII

Sampai jumlah berapakah kenaikan permintaan feronikel yg dapat dilayani oleh KM Bunga Teratai XVII? Dalam setahun kapasitas angkut kapal tersebut mencapai 70.391,73 ton. Sebagai contoh, pada tahun 2018 jumlah permintaan (muatan yang diangkut) sebesar 55.829,40 ton. Berdasarkan selisih antara kapasitas angkut kapal dan jumlah permintaan feronikel tersebut, kapal masih mampu melayani hingga kenaikan permintaan sebesar 14.562,33 ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-96.

**Tabel 5-96 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Bunga Teratai XVII)**

KM BUNGA TERATAI XVII			
TAHUN	Jumlah Permintaan (ton/tahun)	Kapasitas Angkut Kapal (ton/tahun/kapal)	Penambahan Permintaan yang mampu dilayani oleh kapal (ton/tahun)
2012	56,766.78	70,391.73	13,624.95
2013	25,303.20	70,391.73	45,088.52
2014	56,111.66	70,391.73	14,280.07
2015	64,616.65	70,391.73	5,775.08
2016	39,999.99	70,391.73	30,391.74
2017	56,343.76	70,391.73	14,047.97
2018	55,829.40	70,391.73	14,562.33
2019	57,527.58	70,391.73	12,864.14
2020	59,225.77	70,391.73	11,165.96
2021	60,923.96	70,391.73	9,467.77
2022	62,622.14	70,391.73	7,769.59
2023	64,320.33	70,391.73	6,071.40

Berikut disajikan jumlah permintaan tambahan feronikel yang dapat dilayani oleh KM Bunga Teratai XVII pada tahun 2012 – 2017 (tahun historis) dan tahun 2018 – 2023 (tahun proyeksi) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-39. Dapat dilihat bahwa pada rentang tahun 2012 – 2023, KM Bunga Teratai XVII mampu untuk mengangkut jumlah permintaan feronikel. Dapat disimpulkan bahwa KM Bunga Teratai XVII mampu untuk mengangkut penambahan jumlah permintaan feronikel. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-96 dan Gambar 5-39





**Gambar 5-39 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Bunga Teratai XVII (tahun 2012 – 2023)**

### 5.8.5 KM SINAR MULIA I

Sampai jumlah berapakah kenaikan permintaan feronikel yg dapat dilayani oleh KM Sinar Mulia I? Dalam setahun kapasitas angkut kapal tersebut mencapai 92.008,67 ton. Sebagai contoh, pada tahun 2017 jumlah permintaan (muatan yang diangkut) sebesar 56.343,76 ton. Berdasarkan selisih antara kapasitas angkut kapal dan jumlah permintaan feronikel tersebut, kapal masih mampu melayani hingga kenaikan permintaan sebesar 35.664,91 ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-97.

**Tabel 5-97 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Sinar Mulia I)**

KM SINAR MULIA I			
TAHUN	Jumlah Permintaan (ton/tahun)	Kapasitas Angkut Kapal (ton/tahun/kapal)	Penambahan Permintaan yang mampu dilayani oleh kapal (ton/tahun)
2012	56,766.78	92,008.67	35,241.89
2013	25,303.20	92,008.67	66,705.47
2014	56,111.66	92,008.67	35,897.01
2015	64,616.65	92,008.67	27,392.02
2016	39,999.99	92,008.67	52,008.68
2017	56,343.76	92,008.67	35,664.91
2018	55,829.40	92,008.67	36,179.27
2019	57,527.58	92,008.67	34,481.09
2020	59,225.77	92,008.67	32,782.90
2021	60,923.96	92,008.67	31,084.71
2022	62,622.14	92,008.67	29,386.53
2023	64,320.33	92,008.67	27,688.34

Berikut disajikan jumlah permintaan tambahan feronikel yang dapat dilayani oleh KM Sinar Mulia I pada tahun 2012 – 2017 (tahun historis) dan tahun 2018 – 2023 (tahun proyeksi) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-40. Dapat dilihat bahwa pada rentang tahun 2012 – 2023, KM Sinar Mulia I mampu untuk mengangkut jumlah permintaan feronikel. Dapat disimpulkan bahwa KM Sinar Mulia I mampu untuk mengangkut penambahan jumlah permintaan feronikel. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5-97 dan Gambar 5-39.



**Gambar 5-40 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh KM Sinar Mulia I (tahun 2012 – 2023)**

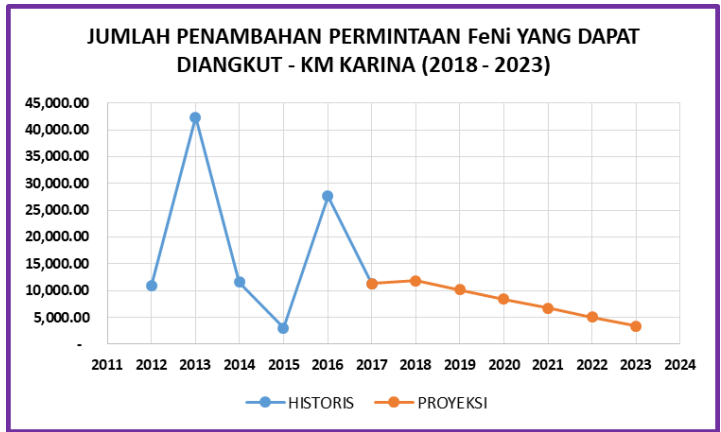
### 5.8.6 KM KARINA

Sampai jumlah berapakah kenaikan permintaan feronikel yg dapat dilayani oleh KM Karina (kapal hasil model optimasi) tersebut? Dalam setahun kapasitas angkut kapal tersebut mencapai 67.669,27 ton, Sebagai contoh, pada tahun 2023 jumlah muatan yang diangkut sebesar 64.320,33 ton. Berdasarkan selisih antara kapasitas angkut kapal dan jumlah permintaan ferronikel tersebut, kapal masih mampu melayani hingga kenaikan permintaan sebesar 3.348,94 ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5-98.

**Tabel 5-98 Jumlah Penambahan Permintaan FeNi yang dapat diangkut (KM Karina)**

TAHUN	Jumlah Permintaan (ton/tahun)	Kapasitas Angkut Kapal (ton/tahun/kapal)	Penambahan Permintaan yang mampu dilayani oleh kapal (ton/tahun)
2012	56,766.78	67,669.27	10,902.49
2013	25,303.20	67,669.27	42,366.07
2014	56,111.66	67,669.27	11,557.61
2015	64,616.65	67,669.27	3,052.62
2016	39,999.99	67,669.27	27,669.28
2017	56,343.76	67,669.27	11,325.51
2018	55,829.40	67,669.27	11,839.87
2019	57,527.58	67,669.27	10,141.69
2020	59,225.77	67,669.27	8,443.50
2021	60,923.96	67,669.27	6,745.31
2022	62,622.14	67,669.27	5,047.13
2023	64,320.33	67,669.27	3,348.94

Berikut disajikan jumlah permintaan tambahan feronikel yang dapat dilayani oleh kapal terpilih hasil optimasi (KM Karina) pada tahun 2012 – 2017 (tahun historis) dan tahun 2018 – 2023 (tahun proyeksi) dalam bentuk grafik pada Gambar 5-41.



**Gambar 5-41 Grafik Jumlah Permintaan Tambahan FeNi yang dapat dilayani oleh kapal terpilih (tahun 2012 – 2023)**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 6 KESIMPULAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Total biaya pengangkutan feronikel via domestik didapatkan dari penjumlahan dari biaya *door to port*, *port to port*. Berikut adalah hasil analisis biayanya:
  - Pengangkutan feronikel kondisi eksisting dengan menggunakan kapal KM Surya Persada dilakukan sebanyak 2 (dua) kali pengiriman, dengan rata – rata *unit cost* sebesar Rp 424.415,68 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 443.272,42 (dengan biaya *trucking*) serta total biaya sebesar Rp 657.939.687,76 (tanpa *trucking*) dan Rp 687.270.887,76 (dengan *trucking*) per trip.
  - Pengangkutan feronikel kondisi eksisting dengan menggunakan kapal KM Philips dilakukan sebanyak 2 (dua) kali pengiriman, dengan rata – rata *unit cost* sebesar Rp 935.952,14 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 956.131,29 (dengan biaya *trucking*) serta total biaya sebesar Rp 725.587.652,50 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 741.230.959,17 (dengan *trucking*) per trip
  - Pengangkutan feronikel kondisi eksisting dengan menggunakan kapal KM Bunga Melati dilakukan sebanyak 2 (dua) kali pengiriman, dengan rata – rata *unit cost* sebesar Rp 475.275,96 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 493.694,37 (dengan biaya *trucking*) serta total biaya sebesar Rp 769.149.886,75 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 800.436.500,08 (dengan *trucking*) per trip
  - Pengangkutan feronikel kondisi eksisting dengan menggunakan kapal KM Bunga Teratai XVII dilakukan sebanyak 2 (dua) kali pengiriman, dengan rata – rata *unit cost* sebesar Rp 609.046,98 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 633.763,98 (dengan biaya *trucking*) serta total biaya sebesar Rp 1.158.859.320,95 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 1.205.789.240,95 (dengan *trucking*) per trip
  - Pengangkutan feronikel kondisi eksisting dengan menggunakan kapal KM Sinar Mulia I dilakukan sebanyak 9 (sembilan) kali pengiriman, dengan rata – rata *unit cost* sebesar Rp 437.524,54 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 455.686,40 (dengan biaya *trucking*) serta total biaya sebesar Rp

936.279.459,75 (tanpa biaya *trucking*) dan Rp 975.822.262,71 (dengan *trucking*) per trip

2. Diasumsikan bahwa kapal – kapal kondisi eksisting dan kapal hasil optimasi melayani pengangkutan permintaan feronikel per tahun, pada rentang waktu historis (2012 – 2017) dan proyeksi (2018 – 2023). Dari hasil perhitungan, didapatkan :
  - Pengangkutan dengan KM Surya Persada menghasilkan rentang satuan unit biaya sebesar Rp 637.404,36 – Rp 1.119.100,53.
  - Pengangkutan dengan KM Philips menghasilkan rentang satuan unit biaya sebesar Rp 844.162,69 – Rp 1.331.965,87.
  - Pengangkutan dengan KM Bunga Melati menghasilkan rentang satuan unit biaya sebesar Rp. 686.281,73 – Rp 1.155.141,05.
  - Pengangkutan dengan KM Bunga Teratai XVII menghasilkan rentang satuan unit biaya sebesar Rp 895.164,83 – Rp 1.424.063,71.
  - Pengangkutan dengan KM Sinar Mulia I menghasilkan rentang satuan unit biaya sebesar Rp 675.551,76 – Rp. 1.215.629,90.
  - Pengangkutan dengan KM Karina menghasilkan rentang satuan unit biaya sebesar Rp. 520.984,88 – Rp. 851.957,00.
3. Berdasarkan hasil optimasi, moda transportasi kapal *bulk carrier* merupakan moda yang optimum dengan *optimum cost* untuk pengiriman feronikel selama 5 (lima) tahun mendatang, dengan ukuran utama sebagai berikut : Lpp = 62,14 m; B = 10,64 m; H = 5,85 m; T = 4,76 m.  
Satuan unit biaya yang dihasilkan yakni sebesar Rp 524.735,93 per ton.
4. Kapal yang terpilih dapat melayani kenaikan permintaan feronikel, terlepas dari jumlah permintaan feronikel per tahunnya, yakni berada di antara 3.298,94 ton (pada tahun 2023) dan 11.839,87 ton (di tahun 2018).

## 6.2 Saran

Satuan unit biaya minimal cocok digunakan sebagai parameter untuk meminimalkan biaya. Namun, penting untuk diperhatikan komponen – komponen lain seperti analisis permintaan dan penawaran, kondisi perairan wilayah pelabuhan muat dan bongkar sebagai batasan dalam perhitungan satuan unit biaya.

Terpilihnya kapal *bulk carrier* bisa menjadi solusi bagi PT ANTAM guna meminimalkan satuan unit biaya pengiriman feronikel, yakni dengan mengirimkan feronikel dalam bentuk curah menuju Surabaya, kemudian dikemas di Surabaya. Hal ini

dilakukan mengingat beberapa negara pengimpor nikel dari Indonesia, seperti Jepang dan Eropa, menginginkan pengiriman feronikel dalam bentuk curah, tanpa *packaging*.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR PUSTAKA

- (2012). *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol 19: 99.
- Cordeau, Laporte, Potvin, & Savelsbergh. (2004). Transportation on Demand. *Transportation, Handbooks in Operations Research and Management Science*, 14: 429-466.
- Ligteringen, H., & Velsink, H. (2012). *Ports and Terminals*. The Netherlands: VVSD.
- PT Aneka Tambang Tbk., (2012). *Laporan Tahunan 2012*. Jakarta: PT Aneka Tambang Tbk..
- PT Aneka Tambang Tbk., (2013). *Laporan Tahunan 2013*. Jakarta: PT Aneka Tambang Tbk..
- PT Aneka Tambang Tbk., (2014). *Laporan Tahunan 2014*. Jakarta: PT Aneka Tambang Tbk..
- PT Aneka Tambang Tbk., (2015). *Laporan Tahunan 2015*. Jakarta: PT Aneka Tambang Tbk..
- PT Aneka Tambang Tbk., (2016). *Laporan Tahunan 2016*. Jakarta: PT Aneka Tambang Tbk..
- B. Santosa, & P. Willy, (2011). *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.
- E. Lewis, (1988). *Principles of Naval Architecture Second Revision*. Jersey City, NJ.: The Society of Naval Architects and Marine Engineers 601 Pavonia Avenue.
- Crundwell, Frank K.; Moats, Michael S.; Ramachandran, Venkoba; Robinson, Timothy G., Davenport, William G. (2011). *Extractive Metallurgy of Nickel, Cobalt and Platinum-Group Metals*.
- Wergeland, N. W. (1997). *Shipping*. Netherlands: Delf University Press.

## **LAMPIRAN**

- 1) PERMINTAAN FERONIKEL DI TAHUN HISTORIS (TAHUN 2012 – 2017)
- 2) DATA KAPAL EKSISTING UNTUK PENGIRIMAN FERONIKEL
- 3) TARIF PELABUHAN, BAHAN BAKAR, DAN DATA PENDUKUNG LAINNYA
- 4) TIME CHARTER RATE KAPAL BULK CARRIER DAN GENERAL CARGO
- 5) SHIP COST – KM SURYA PERSADA (ANALISIS KONDISI EKSISTING)
- 6) SHIP COST – KM PHILIPS (ANALISIS KONDISI EKSISTING)
- 7) SHIP COST – KM BUNGA MELATI (ANALISIS KONDISI EKSISTING)
- 8) SHIP COST – KM BUNGA TERATAI XVII (ANALISIS KONDISI EKSISTING)
- 9) SHIP COST – KM SINAR MULIA I (ANALISIS KONDISI EKSISTING)
- 10) BIAYA TRANSPORTASI DARAT TIAP KAPAL EKSISTING
- 11) DATA HISTORIS DAN PROYEKSI JUMLAH PERMINTAAN FERONIKEL
- 12) KAPASITAS PRODUKSI DAN JUMLAH PRODUKSI FERONIKEL
- 13) ANALISIS SKALA PENAMBANGAN – JUMLAH ALAT YANG DIGUNAKAN
- 14) DATA KAPAL PEMBANDING (BULK CARRIER, GENERAL CARGO DAN SPB)
- 15) DATA HASIL SOLVER – BULK CARRIER
- 16) DATA HASIL SOLVER – GENERAL CARGO
- 17) DATA HASIL SOLVER – SELF PROPELLER BARGE
- 18) ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM SURYA PERSADA
- 19) ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM PHILIPS
- 20) ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM BUNGA MELATI
- 21) ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM BUNGA TERATAI XVII
- 22) ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM SINAR MULIA I
- 23) ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM KARINA

PERMINTAAN FERONIKEL DI TAHUN HISTORIS (TAHUN 2012 – 2017)

PERMINTAAN FeNi

TAHUN	BULAN	JUMLAH
2012	JANUARI	7,680.118 MT
	FEBRUARI	4,300.375 MT
	MARET	MT
	APRIL	MT
	MEI	4,442.553 MT
	JUNI	8,178.605 MT
	JULI	2,326.891 MT
	AGUSTUS	7,422.706 MT
	SEPTEMBER	MT
	OKTOBER	7,616.053 MT
	NOPEMBER	5,627.140 MT
	DESEMBER	10,083.266 MT
<b>TOTAL</b>	<b>57,677.707 MT</b>	

TAHUN	BULAN	JUMLAH
2013	JANUARI	2,015.215 MT
	FEBRUARI	12,015.243 MT
	MARET	1,070.261 MT
	APRIL	- MT
	MEI	MT
	JUNI	MT
	JULI	MT
	AGUSTUS	4,483.307 MT
	SEPTEMBER	MT
	OKTOBER	MT
	NOPEMBER	MT
	DESEMBER	6,125.215 MT
<b>TOTAL</b>	<b>25,709.241 MT</b>	

TAHUN	BULAN	JUMLAH
2014	JANUARI	8,705.994 MT
	FEBRUARI	MT
	MARET	8,260.554 MT
	APRIL	5,101.369 MT
	MEI	11,897.503 MT
	JUNI	MT
	JULI	8,765.157 MT
	AGUSTUS	- MT
	SEPTEMBER	MT
	OKTOBER	5,276.937 MT
	NOPEMBER	9,004.564 MT
	DESEMBER	MT
<b>TOTAL</b>	<b>57,012.078 MT</b>	

TAHUN	BULAN	JUMLAH
2015	JANUARI	- MT
	FEBRUARI	3,739.730 MT
	MARET	2,788.029 MT
	APRIL	5,716.599 MT
	MEI	10,673.808 MT
	JUNI	6,973.444 MT
	JULI	11,699.454 MT
	AGUSTUS	2,810.940 MT
	SEPTEMBER	333.176 MT
	OKTOBER	6,935.332 MT
	NOPEMBER	2,692.783 MT
	DESEMBER	11,290.253 MT
<b>TOTAL</b>	<b>65,653.548 MT</b>	

TAHUN	BULAN	JUMLAH
2016	JANUARI	3,252.867 MT
	FEBRUARI	1,473.447 MT
	MARET	5,396.819 MT
	APRIL	2,095.910 MT
	MEI	MT
	JUNI	2,432.115 MT
	JULI	2,679.277 MT
	AGUSTUS	4,591.910 MT
	SEPTEMBER	2,776.852 MT
	OKTOBER	7,857.978 MT
	NOPEMBER	3,113.062 MT
	DESEMBER	4,971.628 MT
<b>TOTAL</b>	<b>40,641.865 MT</b>	

TAHUN	BULAN	JUMLAH
2017	JANUARI	MT
	FEBRUARI	6,011.594 MT
	MARET	1,647.227 MT
	APRIL	4,988.147 MT
	MEI	1,629.974 MT
	JUNI	13,406.586 MT
	JULI	6,681.990 MT
	AGUSTUS	8,041.932 MT
	SEPTEMBER	6,109.666 MT
	OKTOBER	8730.788 MT
	NOPEMBER	MT
	DESEMBER	MT
<b>TOTAL</b>	<b>57,247.904 MT</b>	

TAHUN	JUMLAH	
2012	57,677.707 MT	56,766.78 ton
2013	25,709.241 MT	25,303.20 ton
2014	57,012.078 MT	56,111.66 ton
2015	65,653.548 MT	64,616.65 ton
2016	40,641.865 MT	39,999.99 ton
2017	57,247.904 MT	56,343.76 ton

DATA KAPAL EKSISTING UNTUK PENGIRIMAN FERONIKEL

	SURYA PERSADA	PHILIPS	BUNGA MELATI	BUNGA TERATAI XVII	SINAR MULIA I
Lpp (m)	50.00	51.60	66.00	68.00	70.60
B (m)	9.00	9.30	11.50	11.50	12.00
H (m)	5.50	5.50	6.70	6.70	7.00
T (m)	3.00	3.81			4.10
DWT	1,827	1,368	2,312	2,346	2,811
GT	825	658	1,317	1,327	1,500
NT	248	423	772	514	478
Vs (knot)	9.2	6.8	10.4	6.3	7.3
YEAR BUILD		1985	1985	1988	
IMO NUMBER	7521869	8515764	8503644	8808472	9033438
CLASS	BKI	BKI	BKI	BKI	BKI

TARIF PELABUHAN, BAHAN BAKAR, DAN DATA PENDUKUNG LAINNYA

TANJUNG PERAK, SURABAYA, JAWA TIMUR			
JENIS JASA	TARIF (Rp)	SATUAN	
<b>JASA LABUH</b>	Rp 82	GT/Kunjungan	
<b>JASA TAMBAT</b>			
Dermaga Beton	Rp 106	Per GT / Etmal	
Breasting Dolphin	Rp 53	Per GT/ Etmal	
Pinggiran	Rp 27	Per GT / Etmal	
<b>JASA PANDU</b>			
Tarif Pokok	Rp 293,750	Per Kapal/Gerakan	
Tarif Tambahan	Rp 53	Per GT/Kapal/Gerakan	
<b>JASA TUNDA</b>			
<b>Tarif Tetap</b>			
0 - 3.500 GT	Rp 670,500	Per kapal yang ditunda/jam	
3.501 - 8.000 GT	Rp 958,367	Per kapal yang ditunda/jam	
8.001 - 14.000 GT	Rp 1,443,149	Per kapal yang ditunda/jam	
14.001 GT - 18,000 GT	Rp 2,043,824	Per kapal yang ditunda/jam	
<b>Tarif Variabel</b>			
0 - 14.000	Rp 12	Per GT/Kapal yang ditunda/jam	
14001	Rp 14	Per GT/Kapal yang ditunda/jam	

Sumber : PT. PELINDO III Cabang Tanjung Perak , per tanggal 01 September 2014

POMALAA PORT, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA		
JENIS JASA	TARIF (Rp)	SATUAN
<b>JASA LABUH</b>		
Kapal Niaga	85	Per GT/Kunjungan
Kapal Bukan Niaga	43	Per GT/Kunjungan
<b>JASA TAMBAT</b>		
Dermaga Beton (Beton, Besi dan Kayu)	93	Per GT / Etmal
Breasting Dolphin dan Pelampung	34	Per GT/ Etmal
Pinggiran	22	Per GT / Etmal
<b>JASA PANDU</b>		
<b>Angkutan Laut Dalam Negeri</b>		
Tarif Tetap	67,265	Per Kapal Per Gerakan
Tarif Variabel	30	Per GT Kapal Per Gerakan
<b>JASA TUNDA</b>		
<b>Tarif Tetap</b>		
501 - 3.500 GT	216,000	Per kapal yang ditunda/jam
3.501 - 8.000 GT	540,000	Per kapal yang ditunda/jam
8.001 - 14.000 GT	855,500	Per kapal yang ditunda/jam
14.001 - 18.000	1,125,000	Per kapal yang ditunda/jam
18.001 - 26.000	1,800,000	Per kapal yang ditunda/jam
<b>Tarif Variabel</b>	4	Per GT/Kapal yang ditunda/jam

**TANJUNG PERAK, SURABAYA, JAWA TIMUR**

Tarif Layanan Jasa Barang (Layanan Dermaga)		
Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
Curah Kering Dalam Kemasan	66,500	Ton/ m3

**POMALAA, KOLAKA, SULAWESI TENGGARA**

Tarif Layanan Jasa Barang (Layanan Dermaga)		
Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan
Tarif Pelayanan Jasa Bongkar Muat Curah Kering		
Gudang/Lapangan	55,000	Ton/ m3
<b>via Angkutan Langsung</b>	<b>39,000</b>	<b>Ton/ m3</b>
Melalui Tongkang	27,500	Ton

**KECEPATAN BONGKAR MUAT**

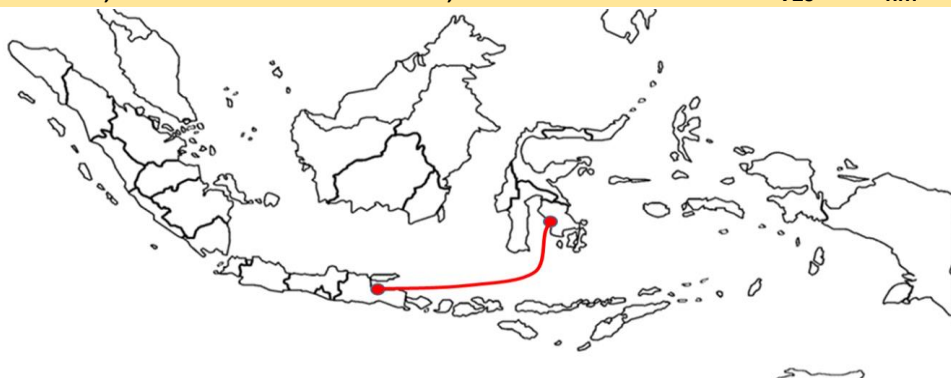
<b>POMALAA</b>	<b>300</b>	<b>TON/JAM</b>
<b>SURABAYA</b>	<b>250</b>	<b>TON/JAM</b>

**HARGA BAHAN BAKAR (BBM)**

HSD (HIGH SPEED DIESEL)/ME	Rp 9,400.00	per	liter
MFO (MARINE FUEL OIL)/AE	Rp 7,100.00	per	liter
LO (LUBRICATING OIL) SALYX 308	Rp 3,727,000.00	per	209 liter
	Rp 17,832.54	per	liter

**RUTE KAPAL**

**POMALAA, SULAWESI TENGGARA - TJ. PERAK, SURABAYA = 720 nm**



## TIME CHARTER RATE KAPAL BULK CARRIER DAN GENERAL CARGO

### TIME CHARTER RATE (TCR)

General Cargo (GC)			
Type	DWT (ton)	Nilai Tengah DWT	T.C Rates (\$/Day)
Capesize	> 80000	80000	\$ 17,523.00
Panamax	60000 <= x <= 80000	60000	\$ 15,240.00
Supramax	50000 <= x <= 60000	50000	\$ 12,200.00
Handymax	40000 <= x <= 50000	40000	\$ 10,500.00
Handysize	10000 <= x <= 40000	10000	\$ 7,750.00
Handysize	5000 <= x <= 10000	5000	\$ 6,400.00
Handysize	3000 <= x <= 5000	3000	\$ 5,050.00
Handysize	1000 <= x <= 3000	1000	\$ 4,100.00
Handysize	500 <= x <= 1000	500	\$ 3,250.00

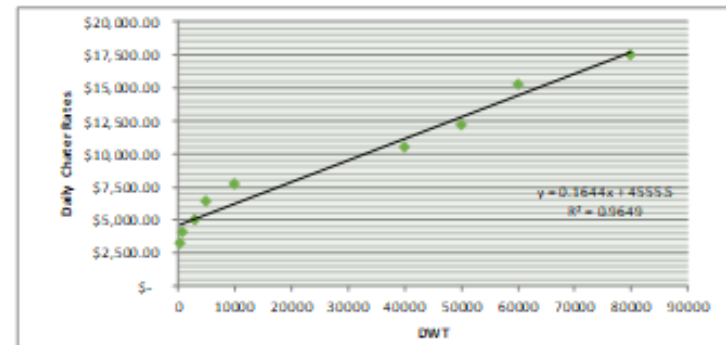
Sumber : Clarkson Research Service (Shipping Intelligence Weekly)

HASIL REGRESI	
SLOPE	INTERCEPT
0.164381124	4555.545505

\$ 1.00 = Rp 13,546.25

NAMA KAPAL	DWT (ton)	HARGA TIMECHARTER			
		\$	Rp	per day	Rp per month
SURYA PERSADA	1827.108752	\$ 4,855.89	Rp 65,779,068.69	per day	Rp 1,973,372,060.71 per month
PHILIPS	1368	\$ 4,780.42	Rp 64,756,749.28	per day	Rp 1,942,702,478.54 per month
BUNGA MELATI	2312.013136	\$ 4,935.60	Rp 66,858,828.46	per day	Rp 2,005,764,853.82 per month
BUNGA TERATAI XV II	2346.39088	\$ 4,941.25	Rp 66,935,379.03	per day	Rp 2,008,061,370.76 per month
SINAR MUJUA I	2811.376006	\$ 5,017.68	Rp 67,970,783.63	per day	Rp 2,039,123,508.99 per month

30



Convert currencies

1.00 US Dollar = 13,546.25 Indonesian Rupiah



Last updated: December 29 1:35 AM +07 Data from Moninger

**Bulk Carrier**

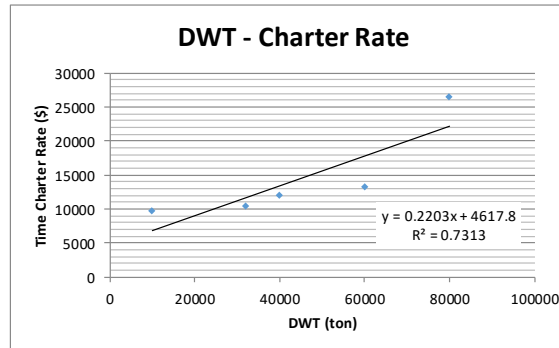
Sumber : Clarkson Research Service (Shipping Intelligent Weekly)

Charter rate untuk 1 tahun

Size	DWT (ton)	Year				
		2011	2012	2013	2014	25-Apr-15
HANDYSIZE (10k DWT)	10,000	\$ 11,587	\$ 8,234	\$ 8,106	\$ 9,859	\$ 9,750
HANDYMAX (32k DWT)	32,000	\$ 12,250	\$ 8,649	\$ 8,648	\$ 10,882	\$ 10,500
SUPRAMAX (40k DWT)	40,000	\$ 14,108	\$ 10,130	\$ 10,034	\$ 12,779	\$ 12,000
PANAMAX (60-80k DWT)	60,000	\$ 14,663	\$ 9,706	\$ 10,099	\$ 14,471	\$ 13,250
CAPESIZE (>80k DWT)	80,000	\$ 16,938	\$ 13,685	\$ 15,760	\$ 26,206	\$ 26,500

Hasil Regresi

Slope	Intercept
0.2203	4617.815



Bulk Carrier Timecharter Market					
Timecharter Rates (Average Pac/Atl Delivery)	Average Rate \$/day			To Date	Apr
	2011	2012	2013	2014	25
<b>One Year Timecharter...</b>					
Capesize Modern	16,938	13,685	15,760	26,206	26,500
Panamax Modern	14,663	9,706	10,099	14,471	13,250
Supramax Modern	14,108	10,130	10,034	12,779	12,000
Handymax Modern	12,250	8,649	8,648	10,882	10,500
Handysize Modern	11,587	8,234	8,106	9,859	9,750
<b>Three Year Timecharter...</b>					
Capesize Modern	17,399	15,082	16,413	23,721	24,250
Panamax Modern	14,300	10,688	10,125	14,257	14,125
Supramax Modern	13,846	10,995	10,284	12,574	12,250
Handysize Modern	11,844	9,250	8,726	10,000	10,000
<b>Five Year Timecharter...</b>					
Capesize Modern	18,726	16,798	17,303	23,824	24,500
Panamax Modern	14,428	11,798	10,870	14,669	14,625

## SHIP COST – KM SURYA PERSADA (ANALISIS KONDISI EKSISTING)

### SHIP COST - KM SURYA PERSADA

TRIP 1 (21/2/2016)

TOTAL MUATAN = 1,450.18 ton

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp 65,779,069	per hari
	<b>Rp 328,895,343.45</b>	<b>per trip</b>

VOYAGE COST (VC)			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp 767,005	per trip
	SUB	Rp 2,193,325	
FUEL OIL COST	ME	Rp 111,386,433	
	AE (at sea)	Rp 50,479,383	
	AE (at port)	Rp 99,827	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp 164,925,973</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp 56,556,870	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp 96,436,714	
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 152,993,584</b>		

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp 328,895,343.45	per trip
Voyage Cost	Rp 164,925,973	
Cargo Handling Cost	Rp 152,993,584	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 646,814,900.82</b>	

total muatan	1,450.18	ton/trip
unit cost	<b>Rp 446,025</b>	<b>per ton</b>
tarif	Rp 619.48	per ton/nm
margin profit	10%	
tarif + margin	Rp 681	per ton/nm
	Rp 367.94	per ton/km
	<b>Rp 490,628</b>	<b>per ton</b>

TRIP 2 (9/4/2017)

TOTAL MUATAN = 1,661.01 ton

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp 65,779,069	per hari
	<b>Rp 328,895,343.45</b>	<b>per trip</b>

VOYAGE COST (VC)			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp 767,005	per trip
	SUB	Rp 2,193,325	
FUEL OIL COST	ME	Rp 111,386,433	
	AE (at sea)	Rp 50,479,383	
	AE (at port)	Rp 106,646	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp 164,932,792</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp 64,779,310	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp 110,457,029	
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 175,236,339</b>		

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp 328,895,343.45	per trip
Voyage Cost	Rp 164,932,792	
Cargo Handling Cost	Rp 175,236,339	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 669,064,474.71</b>	

total muatan	1,661.01	ton/trip
unit cost	<b>Rp 402,806</b>	<b>per ton</b>
tarif	Rp 559.45	per ton/nm
margin profit	10%	
tarif + margin	Rp 615	per ton/nm
	Rp 332.29	per ton/km
	<b>Rp 443,087</b>	<b>per ton</b>



SHIP COST – KM PHILIPS (ANALISIS KONDISI EKSISTING)

SHIP COST - KM PHILIPS				
TRIP 1 (18/7/2014)				
TOTAL MUATAN		=	763.97 ton	
CAPITAL COST (CC)				
Harga Sewa Kapal		Rp	64,756,749	per hari
		Rp	388,540,495.71	per trip
VOYAGE COST (VC)				
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	726,424	per trip
	SUB	Rp	2,139,718	
FUEL OIL COST	ME	Rp	193,719,431	
	AE (at sea)	Rp	58,527,998	
	AE (at port)	Rp	129,388	
TOTAL		Rp	255,242,960	
CARGO HANDLING COST (CHC)				
PELABUHAN				
POMALAA	MUAT	Rp	29,794,740	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp	50,803,851	
TOTAL		Rp	80,598,590	
TOTAL COST				
Capital Cost		Rp	388,540,495.71	per trip
Voyage Cost		Rp	255,242,960	
Cargo Handling Cost		Rp	80,598,590	
Jumlah		Rp	724,382,045.70	
TRIP 2 (7/5/2015)				
TOTAL MUATAN		=	786.81 ton	
CAPITAL COST (CC)				
Harga Sewa Kapal		Rp	64,756,749	per hari
		Rp	388,540,495.71	per trip
VOYAGE COST (VC)				
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	726,424	per trip
	SUB	Rp	2,139,718	
FUEL OIL COST	ME	Rp	193,719,431	
	AE (at sea)	Rp	58,527,998	
	AE (at port)	Rp	130,620	
TOTAL		Rp	255,244,191	
CARGO HANDLING COST (CHC)				
PELABUHAN				
POMALAA	MUAT	Rp	30,685,633	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp	52,322,939	
TOTAL		Rp	83,008,573	
TOTAL COST				
Capital Cost		Rp	388,540,495.71	per trip
Voyage Cost		Rp	255,244,191	
Cargo Handling Cost		Rp	83,008,573	
Jumlah		Rp	726,793,259.30	
Summary Trip 1				
total muatan		763.97		ton/trip
unit cost	Rp	948,184		per ton
tarif	Rp	1,316.92		per ton/nm
margin profit		10%		
tarif + margin	Rp	1,449		per ton/nm
	Rp	782.19		per ton/km
	Rp	1,043,003		per ton
Summary Trip 2				
total muatan		786.81		ton/trip
unit cost	Rp	923,720		per ton
tarif	Rp	1,282.94		per ton/nm
margin profit		10%		
tarif + margin	Rp	1,411		per ton/nm
	Rp	762.01		per ton/km
	Rp	1,016,092		per ton

## SHIP COST – KM BUNGA MELATI (ANALISIS KONDISI EKSISTING)

SHIP COST - KM BUNGA MELATI					
TRIP 1 (18/7/2014)			TRIP 2 (7/5/2015)		
TOTAL MUATAN		=	2,101.83 ton		
TOTAL MUATAN		=	1,287.16 ton		
<b>CAPITAL COST (CC)</b>					
Harga Sewa Kapal		Rp	66,858,828	per hari	
		Rp	334,294,142.30	per trip	
<b>VOYAGE COST (VC)</b>					
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	886,561	per trip	
	SUB	Rp	2,351,257		
FUEL OIL COST	ME	Rp	194,036,484		
	AE (at sea)	Rp	58,623,789		
	AE (at port)	Rp	211,580		
<b>TOTAL</b>		<b>Rp</b>	<b>256,109,671</b>		
<b>VOYAGE COST (VC)</b>					
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	886,561	per trip	
	SUB	Rp	2,351,257		
FUEL OIL COST	ME	Rp	194,036,484		
	AE (at sea)	Rp	58,623,789		
	AE (at port)	Rp	165,470		
<b>TOTAL</b>		<b>Rp</b>	<b>256,063,561</b>		
<b>CARGO HANDLING COST (CHC)</b>					
<b>PELABUHAN</b>					
POMALAA	MUAT	Rp	81,971,375	per trip	
SURABAYA	BONGKAR	Rp	139,771,703		
<b>TOTAL</b>		<b>Rp</b>	<b>221,743,078</b>		
<b>CARGO HANDLING COST (CHC)</b>					
<b>PELABUHAN</b>					
POMALAA	MUAT	Rp	50,199,166	per trip	
SURABAYA	BONGKAR	Rp	85,596,013		
<b>TOTAL</b>		<b>Rp</b>	<b>135,795,179</b>		
<b>TOTAL COST</b>					
Capital Cost		Rp	334,294,142.30	per trip	
Voyage Cost		Rp	256,109,671		
Cargo Handling Cost		Rp	221,743,078		
<b>Jumlah</b>		<b>Rp</b>	<b>812,146,891.48</b>		
<b>TOTAL COST</b>					
Capital Cost		Rp	334,294,142.30	per trip	
Voyage Cost		Rp	256,063,561		
Cargo Handling Cost		Rp	135,795,179		
<b>Jumlah</b>		<b>Rp</b>	<b>726,152,882.01</b>		
<b>Summary Data</b>					
total muatan		2,101.83	ton/trip		
unit cost	Rp	386,400	per ton		
tarif	Rp	536.67	per ton/nm		
margin profit		10%			
tarif + margin	Rp	590	per ton/nm		
	Rp	318.75	per ton/km		
	Rp	425,040	per ton		
total muatan		1,287.16	ton/trip		
unit cost	Rp	564,152	per ton		
tarif	Rp	783.54	per ton/nm		
margin profit		10%			
tarif + margin	Rp	862	per ton/nm		
	Rp	465.39	per ton/km		
	Rp	620,567	per ton		

## SHIP COST – KM BUNGA TERATAI XVII (ANALISIS KONDISI EKSTING)

SHIP COST - KM BUNGA TERATAI XVII			
TRIP 1 (18/7/2014)		TRIP 2 (7/5/2015)	
TOTAL MUATAN	=	2,133.08 ton	TOTAL MUATAN = 1,710.76 ton
<b>CAPITAL COST (CC)</b>			
Harga Sewa Kapal	Rp	66,935,379	per hari
	Rp	<b>468,547,653.18</b>	<b>per trip</b>
<b>VOYAGE COST (VC)</b>			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	888,991
	SUB	Rp	2,354,467
FUEL OIL COST	ME	Rp	371,753,542
	AE (at sea)	Rp	112,317,028
	AE (at port)	Rp	248,907
<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>487,562,935</b>	<b>per trip</b>
<b>CARGO HANDLING COST (CHC)</b>			
<b>PELABUHAN</b>			
POMALAA	MUAT	Rp	83,190,222
SURABAYA	BONGKAR	Rp	141,849,994
<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>225,040,216</b>	<b>per trip</b>
<b>TOTAL COST</b>			
Capital Cost	Rp	468,547,653.18	per trip
Voyage Cost	Rp	487,562,935	
Cargo Handling Cost	Rp	225,040,216	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp</b>	<b>1,181,150,803.90</b>	
<b>total muatan</b>	<b>2,133.08</b>	<b>ton/trip</b>	
<b>unit cost</b>	<b>Rp 553,730</b>	<b>per ton</b>	
tarif	Rp 769.07	per ton/nm	
margin profit	10%		
<b>tarif + margin</b>	Rp 846	per ton/nm	
	Rp 456.79	per ton/km	
	<b>Rp 609,102</b>	<b>per ton</b>	

## SHIP COST – KM SINAR MULIA I (ANALISIS KONDISI EKSTING)

TRIP 1 (18/7/2014)		TRIP 2 (7/5/2015)	
TOTAL MUATAN	=	2,555.80 ton	TOTAL MUATAN = 2,547.98 ton
<b>CAPITAL COST (CC)</b>			
Harga Sewa Kapal	Rp	67,970,784	per hari
	Rp	<b>407,824,701.80</b>	<b>per trip</b>
<b>VOYAGE COST (VC)</b>			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	931,030
	SUB	Rp	2,410,000
FUEL OIL COST	ME	Rp	226,763,528
	AE	Rp	68,511,534
	LO	Rp	169,482
<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>298,785,574</b>	<b>per trip</b>
<b>CARGO HANDLING COST (CHC)</b>			
<b>PELABUHAN</b>			
POMALAA	MUAT	Rp	99,676,058
SURABAYA	BONGKAR	Rp	169,960,459
<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>269,636,517</b>	<b>per trip</b>
<b>TOTAL COST</b>			
Capital Cost	Rp	407,824,701.80	per trip
Voyage Cost	Rp	298,785,574	
Cargo Handling Cost	Rp	269,636,517	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp</b>	<b>976,246,792.64</b>	
<b>total muatan</b>	<b>2,555.80</b>	<b>ton/trip</b>	
<b>unit cost</b>	<b>Rp 381,974</b>	<b>per ton</b>	
tarif	Rp 530.52	per ton/nm	
margin profit	10%		
<b>tarif + margin</b>	Rp 584	per ton/nm	
	Rp 315.10	per ton/km	
	<b>Rp 420,171</b>	<b>per ton</b>	

**TRIP 3 (18/7/2014)**

TOTAL MUATAN = 2,093.60 ton

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp	67,970,784 per hari
	Rp	407,824,701.80 per trip

VOYAGE COST (VC)				
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	931,030	per trip
	SUB	Rp	2,410,000	
	ME	Rp	226,763,528	
FUEL OIL COST	AE (at sea)	Rp	68,511,534	
	AE (at port)	Rp	150,796	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>298,766,888</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp	81,650,407
SURABAYA	BONGKAR	Rp	139,224,413
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>220,874,820</b>

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp	407,824,701.80
Voyage Cost	Rp	298,766,888
Cargo Handling Cost	Rp	220,874,820
<b>Jumlah</b>	<b>Rp</b>	<b>927,466,409.86</b>

total muatan		2,093.60	ton/trip
unit cost	Rp	443,001	per ton
tarif	Rp	615.28	per ton/nm
margin profit		10%	
	Rp	677	per ton/nm
tarif + margin	Rp	365.45	per ton/km
	Rp	487,301	per ton

**TRIP 4 (7/5/2015)**

TOTAL MUATAN = 1,856.94 ton

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp	67,970,784 per hari
	Rp	407,824,701.80 per trip

VOYAGE COST (VC)				
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	931,030	per trip
	SUB	Rp	2,410,000	
	ME	Rp	226,763,528	
FUEL OIL COST	AE (at sea)	Rp	68,511,534	
	AE (at port)	Rp	141,228	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>298,757,320</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp	72,420,731
SURABAYA	BONGKAR	Rp	123,486,631
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>195,907,362</b>

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp	407,824,701.80
Voyage Cost	Rp	298,757,320
Cargo Handling Cost	Rp	195,907,362
<b>Jumlah</b>	<b>Rp</b>	<b>902,489,384.69</b>

total muatan		1,856.94	ton/trip
unit cost	Rp	486,008	per ton
tarif	Rp	675.01	per ton/nm
margin profit		10%	
	Rp	743	per ton/nm
tarif + margin	Rp	400.92	per ton/km
	Rp	534,609	per ton

**TRIP 5 (18/7/2014)**

TOTAL MUATAN = 2,393.70 ton

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp	67,970,784 per hari
	Rp	407,824,701.80 per trip

VOYAGE COST (VC)				
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	931,030	per trip
	SUB	Rp	2,410,000	
	ME	Rp	226,763,528	
FUEL OIL COST	AE	Rp	68,511,534	
	LO	Rp	162,929	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>298,779,021</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp	93,354,435
SURABAYA	BONGKAR	Rp	159,181,280
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>252,535,715</b>

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp	407,824,701.80
Voyage Cost	Rp	298,779,021
Cargo Handling Cost	Rp	252,535,715
<b>Jumlah</b>	<b>Rp</b>	<b>959,139,437.52</b>

total muatan		2,393.70	ton/trip
unit cost	Rp	400,693	per ton
tarif	Rp	556.52	per ton/nm
margin profit		10%	
	Rp	612	per ton/nm
tarif + margin	Rp	330.55	per ton/km
	Rp	440,762	per ton

**TRIP 6 (7/5/2015)**

TOTAL MUATAN = 2,210.18 ton

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp	67,970,784 per hari
	Rp	407,824,701.80 per trip

VOYAGE COST (VC)				
PORT CHARGES	POMALAA	Rp	931,030	per trip
	SUB	Rp	2,410,000	
	ME	Rp	226,763,528	
FUEL OIL COST	AE	Rp	68,511,534	
	LO	Rp	155,509	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>298,771,601</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp	86,196,999
SURABAYA	BONGKAR	Rp	146,976,934
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp</b>	<b>233,173,932</b>

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp	407,824,701.80
Voyage Cost	Rp	298,771,601
Cargo Handling Cost	Rp	233,173,932
<b>Jumlah</b>	<b>Rp</b>	<b>939,770,235.23</b>

total muatan		2,210.18	ton/trip
unit cost	Rp	425,201	per ton
tarif	Rp	590.56	per ton/nm
margin profit		10%	
	Rp	650	per ton/nm
tarif + margin	Rp	350.76	per ton/km
	Rp	467,721	per ton

**TRIP 7 (18/7/2014)**
**TOTAL MUATAN = 1,545.35 ton**

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp 67,970,784	per hari
	<b>Rp 407,824,701.80</b>	<b>per trip</b>

VOYAGE COST (VC)			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp 931,030	per trip
	SUB	Rp 2,410,000	
	ME	Rp 226,763,528	
FUEL OIL COST	AE	Rp 68,511,534	
	LO	Rp 128,631	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp 298,744,723</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp 60,268,685	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp 102,765,835	
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 163,034,519</b>	

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp 407,824,701.80	per trip
Voyage Cost	Rp 298,744,723	
Cargo Handling Cost	Rp 163,034,519	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 869,603,944.63</b>	

total muatan	1,545.35	ton/trip
unit cost	<b>Rp 562,723</b>	<b>per ton</b>
tarif	Rp 781.56	per ton/nm
margin profit	10%	
tarif + margin	Rp 860	per ton/nm
	Rp 464.21	per ton/km
	<b>Rp 618,995</b>	<b>per ton</b>

**TRIP 9 (7/5/2015)**
**TOTAL MUATAN = 2,258.39 ton**

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp 67,970,784	per hari
	<b>Rp 407,824,701.80</b>	<b>per trip</b>

VOYAGE COST (VC)			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp 931,030	per trip
	SUB	Rp 2,410,000	
	ME	Rp 226,763,528	
FUEL OIL COST	AE	Rp 68,511,534	
	LO	Rp 157,458	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp 298,773,551</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp 88,077,395	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp 150,183,251	
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 238,260,646</b>	

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp 407,824,701.80	per trip
Voyage Cost	Rp 298,773,551	
Cargo Handling Cost	Rp 238,260,646	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 944,858,897.96</b>	

total muatan	2,258.39	ton/trip
unit cost	<b>Rp 418,376</b>	<b>per ton</b>
tarif	Rp 581.08	per ton/nm
margin profit	10%	
tarif + margin	Rp 639	per ton/nm
	Rp 345.13	per ton/km
	<b>Rp 460,214</b>	<b>per ton</b>

**TRIP 8 (7/5/2015)**
**TOTAL MUATAN = 2,132.00 ton**

CAPITAL COST (CC)		
Harga Sewa Kapal	Rp 67,970,784	per hari
	<b>Rp 407,824,701.80</b>	<b>per trip</b>

VOYAGE COST (VC)			
PORT CHARGES	POMALAA	Rp 931,030	per trip
	SUB	Rp 2,410,000	
	ME	Rp 226,763,528	
FUEL OIL COST	AE	Rp 68,511,534	
	LO	Rp 152,348	
	<b>TOTAL</b>	<b>Rp 298,768,440</b>	

CARGO HANDLING COST (CHC)			
PELABUHAN			
POMALAA	MUAT	Rp 83,147,808	per trip
SURABAYA	BONGKAR	Rp 141,777,672	
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 224,925,480</b>	

TOTAL COST		
Capital Cost	Rp 407,824,701.80	per trip
Voyage Cost	Rp 298,768,440	
Cargo Handling Cost	Rp 224,925,480	
<b>Jumlah</b>	<b>Rp 931,518,622.03</b>	

total muatan	2,132.00	ton/trip
unit cost	<b>Rp 436,923</b>	<b>per ton</b>
tarif	Rp 606.84	per ton/nm
margin profit	10%	
tarif + margin	Rp 668	per ton/nm
	Rp 360.43	per ton/km
	<b>Rp 480,616</b>	<b>per ton</b>

BIAYA TRANSPORTASI DARAT TIAP KAPAL EKSISTING

KM SURYA PERSADA	TRIP 1	TRIP 2	
Jumlah Muatan	1,473.45	1,687.66	MT
	1,450.18	1,661.01	ton
	1,451	1,662.00	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>7.57</b>	<b>8.67</b>	<b>jam</b>
	<b>0.32</b>	<b>0.36</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truck yang dibutuhkan	6.31	7.23	<b>unit</b>
	<b>7.00</b>	<b>8.00</b>	

KM PHILIPS	TRIP 1	TRIP 2	
Jumlah Muatan	776.23	799.44	MT
	763.97	786.81	ton
	764	787.00	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>3.99</b>	<b>4.11</b>	<b>jam</b>
	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truck yang dibutuhkan	3.32	3.42	<b>unit</b>
	<b>4.00</b>	<b>4.00</b>	

KM BUNGA MELATI	TRIP 1	TRIP 2	
Jumlah Muatan	2,135.56	1,307.81	MT
	2,101.83	1,287.16	ton
	2,102	1,288	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>66.03</b>	<b>40.46</b>	<b>jam</b>
	<b>2.75</b>	<b>1.69</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truck yang dibutuhkan	9.14	5.60	<b>unit</b>
	<b>10.00</b>	<b>6.00</b>	

KM BUNGA TERATAI XVII	TRIP 1	TRIP 2	
Jumlah Muatan	2,596.81	2,588.86	MT
	2,555.80	2,547.98	ton
	2,556	2,548.00	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>29.19</b>	<b>29.09</b>	<b>jam</b>
	<b>1.22</b>	<b>1.21</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truck yang dibutuhkan	11.11	11.08	<b>unit</b>
	<b>12.00</b>	<b>12.00</b>	

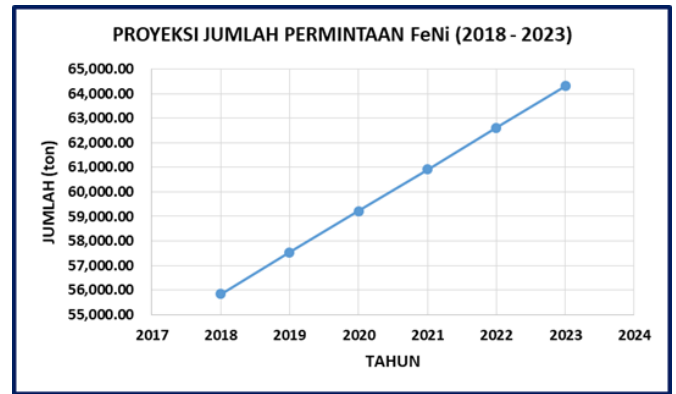
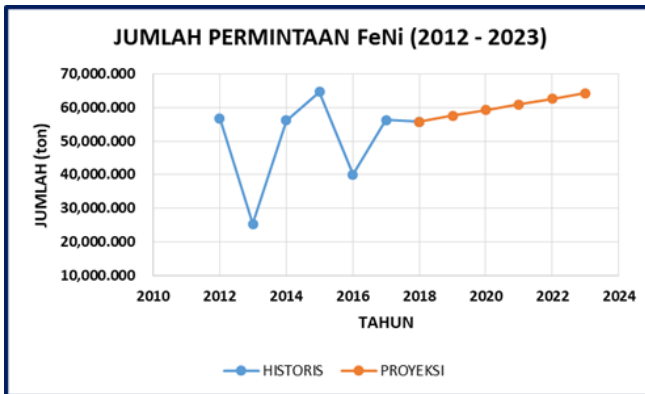
KM SINAR MULIA I	TRIP 1	TRIP 2	TRIP 3	TRIP 4	TRIP 5	TRIP 6	TRIP 7	TRIP 8	TRIP 9	
Jumlah Muatan	2,596.81	2,588.86	2,127.20	1,886.74	2,432.12	2,245.65	1,570.15	2,166.21	2,294.64	MT
	2,555.80	2,547.98	2,093.60	1,856.94	2,393.70	2,210.18	1,545.35	2,132.00	2,258.39	ton
	2,556	2,548	2,094	1,857	2,394	2,211	1,546	2,132	2,259	bag
Total Waktu Pengangkutan FeNi	<b>13.34</b>	<b>13.29</b>	<b>10.93</b>	<b>9.69</b>	<b>12.49</b>	<b>11.54</b>	<b>8.07</b>	<b>11.12</b>	<b>11.79</b>	<b>jam</b>
	<b>0.56</b>	<b>0.55</b>	<b>0.46</b>	<b>0.40</b>	<b>0.52</b>	<b>0.48</b>	<b>0.34</b>	<b>0.46</b>	<b>0.49</b>	<b>hari</b>
Jumlah Truck yang dibutuhkan	11.11	11.08	9.10	8.07	10.41	9.61	6.72	9.27	9.82	<b>unit</b>
	<b>12.00</b>	<b>12.00</b>	<b>10.00</b>	<b>9.00</b>	<b>11.00</b>	<b>10.00</b>	<b>7.00</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	

JUMLAH TRIP	NAMA KAPAL				
	SURYA PERSADA	PHILIPS	BUNGA MELATI	BUNGA TERATAI XVII	SINAR MULIA I
TRIP 1	Rp 27,375,786.67	Rp 15,643,306.67	Rp 39,108,266.67	Rp 46,929,920.00	Rp 46,929,920.00
TRIP 2	Rp 31,286,613.33	Rp 15,643,306.67	Rp 23,464,960.00	Rp 46,929,920.00	Rp 46,929,920.00
TRIP 3					Rp 39,108,266.67
TRIP 4					Rp 35,197,440.00
TRIP 5					Rp 43,019,093.33
TRIP 6					Rp 39,108,266.67
TRIP 7					Rp 27,375,786.67
TRIP 8					Rp 39,108,266.67
TRIP 9					Rp 39,108,266.67

## DATA HISTORIS DAN PROYEKSI JUMLAH PERMINTAAN FERONIKEL

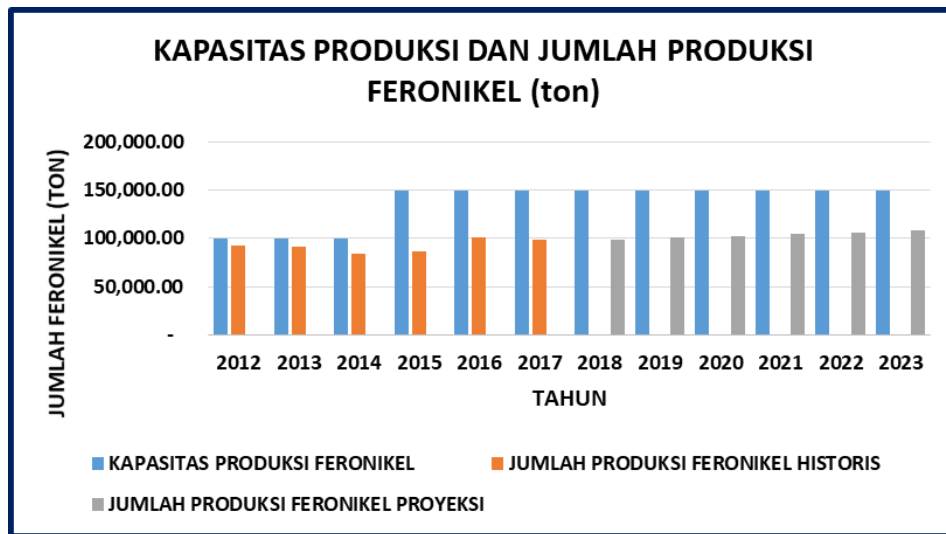
### PERMINTAAN FeNi

TAHUN	JUMLAH	
2012	57,677.707 MT	56,766.776 ton
2013	25,709.241 MT	25,303.203 ton
2014	57,012.078 MT	56,111.659 ton
2015	65,653.548 MT	64,616.651 ton
2016	40,641.865 MT	39,999.989 ton
2017	57,247.904 MT	56,343.761 ton
<b>2018</b>	<b>56,725.29 MT</b>	<b>55,829.40 ton</b>
<b>2019</b>	<b>58,450.72 MT</b>	<b>57,527.58 ton</b>
<b>2020</b>	<b>60,176.16 MT</b>	<b>59,225.77 ton</b>
<b>2021</b>	<b>61,901.60 MT</b>	<b>60,923.96 ton</b>
<b>2022</b>	<b>63,627.03 MT</b>	<b>62,622.14 ton</b>
<b>2023</b>	<b>65,352.47 MT</b>	<b>64,320.33 ton</b>

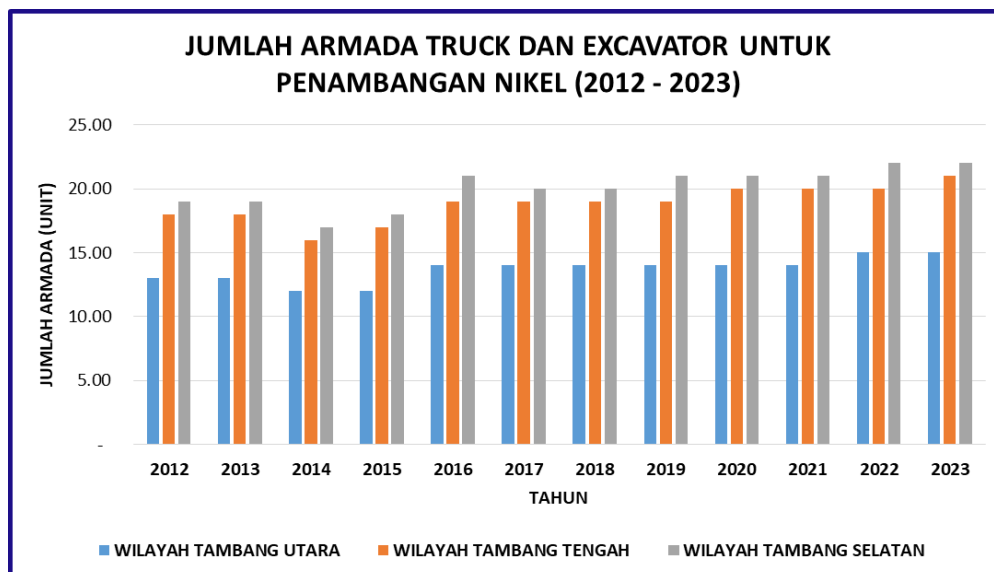


## KAPASITAS PRODUKSI DAN JUMLAH PRODUKSI FERONIKEL

TAHUN	KAPASITAS PRODUKSI FERONIKEL		JUMLAH PRODUKSI FERONIKEL HISTORIS		JUMLAH PRODUKSI FERONIKEL PROYEKSI	
	(TNi)	(ton)	(TNi)	(ton)	(TNi)	(ton)
2012	20,000.00	100,000.00	18,406.07	92,030.35		
2013	20,000.00	100,000.00	18,285.79	91,428.93		
2014	20,000.00	100,000.00	16,894.63	84,473.17		
2015	30,000.00	150,000.00	17,241.09	86,205.44		
2016	30,000.00	150,000.00	20,304.88	101,524.41		
2017	30,000.00	150,000.00	19,670.06	98,350.31		
2018	30,000.00	150,000.00	-	-	19,739.46	98,697.29
2019	30,000.00	150,000.00	-	-	20,102.99	100,514.96
2020	30,000.00	150,000.00	-	-	20,466.53	102,332.63
2021	30,000.00	150,000.00	-	-	20,830.06	104,150.30
2022	30,000.00	150,000.00	-	-	21,193.60	105,967.98
2023	30,000.00	150,000.00	-	-	21,557.13	107,785.65



## ANALISIS SKALA PENAMBANGAN – JUMLAH ALAT YANG DIGUNAKAN





DATA KAPAL PEMBANDING (BULK CARRIER, GENERAL CARGO DAN SPB)

Data Kapal Pembanding (Bulk Carrier)

No	Ship	Build	NT	GT	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs	Class
1	KAMORA	1998	803	2044	3679	65.20	14.00	6.80	4.50	12.50	BKI
2	KIRI SHIMAMARU	2013		666	1266	61.50	11.20	4.50	4.00	13.00	CLASSNK
3	NAVIN FALCON	2008	2625	5087	7300	106.17	17.20	9.10	5.90	11.00	BV
4	AFRICAN TEIST	2014		697	1488	65.00	11.50	5.10	4.29	13.70	BV
5	NAN XIANG	2004	1521	2849	4385	88.8	14.2	7	5.6	11	BV
6	CHANG SHAN	2004	1012	1983	2600	74.29	13.60	7.00	5.20	11.66	BV
7	CAROLINE	1999	358	986	1575	60.19	10.50	4.50	3.31	12.00	BKI
8	NAVIN EAGLE	2008	2625	5087	7300	106.17	17.20	9.10	5.90	12.00	BV
10	NAVIN HARRIER	2008	2625	5087	7300	106.00	17.20	9.10	5.90	11.00	BV
11	MICHELLE 1	2008	2981	5576	8000	110	17.2	9.3	6	12.8	BV
12	TONG DA	2006		1970	2803	74.29	13.60	7.00	5.20	11.66	BV
13	GUANG XING	2005	1068	1970	2803	74.29	13.6	7	5.2	12	BV
14	BUDE	2006		5164	7448	111.97	16.80	8.20	6.28	11.50	BV
9	SEATON	2008		5160	7000	111.97	16.80	8.20	6.28	11.50	BV
15	HONGSHENG	2004	1012	1983	2600	74.29	13.6	7	5.2	11.66	BV
16	KSL LAKE HILL	2005		1997	3375	76	13.6	6.9	5.5	10.5	BV
17	QB ELBA	2008		5229	7386	113.44	16.80	8.20	6.28	9.40	BV
18	ASIAN DREAM	2009		4319	7433	112.80	16.80	8.20	6.28	6.10	ClassNK
19	CLOVELLY	2006	2913	5164	7448	112.99	16.80	8.20	6.28	7.30	BV
20	SEFERIS	2007	2913	5222	7448	112.99	16.80	8.20	6.28	9.30	BV

Data Kapal Pembanding (General Cargo)

No	Ship	Build	GT	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)	Class
1	MARUGAWA	2003	1580	2440	72.00	14.18	5.49	4.39	10.00	BV
2	ALDEBARAN	2001	2337	3155	84.98	12.5	6	4.64	10.5	BV
3	FLINTERBIRKA	2006	2474	3481	79.54	12.60	6.80	5.43	12.50	BV
4	CAM RANH 07	2010	3985	4350	96.00	16.00	7.35	5.20	11.50	BV
5	ANOUK	1999	2316	3171	84.99	12.5	6	4.64	11	BV
6	TAHITI NUI	2000	1921	1284	69.50	12.40	5.50	4.57	15.50	BV
7	DARINA	2000	3170	4554	92.5	13.8	7.4	5.73	12.5	BV
8	BOTHNIA	2003	2474	3481	79.54	12.5	6.8	5.3	12	BV
9	PANDA	2001	2088	2800	84.95	12.4	5.65	4.35	10.5	BV
10	ASHLEY	2000	2056	2800	84.95	12.4	5.65	4.35	10.5	BV
11	MARC	1998	2774	4135	84.98	13.60	7.20	5.71	12.00	BV
12	BIOSTAR	2000	1461	2440	76.32	11.3	5.4	4.28	11.4	BV
13	SUSANNE	1994	2769	4200	84.99	13.60	7.20	5.69	12.50	BV
14	DANIEL K.	2002	3037	4247	84.90	15.20	7.10	5.64	11.50	BV
15	GULF	2000	2914	4325	93.70	13.40	6.71	5.56	11.50	CLASSNK
16	UGURS	2010	2979	4406	84.73	14.55	7.60	6.07	13.00	BV
17	DARINA	2000	3170	4554	92.5	13.8	7.4	5.73	12.5	BV
18	CROWN MARY	2010	2622	3500	83.44	12.90	7.00	5.40	13.50	BV
19	TINA C	2008	3391	5000	94.50	14.50	7.35	6.20	13.50	BV
20	SHIVAMAYA	2003	1179	1850	64.27	12.50	4.20	3.20	8.00	BV

**Data Kapal Pembanding (Self Propeller Barge)**

No	Ship	Build	GT	DWT (ton)	Lpp (m)	B (m)	H (m)	T (m)	Vs (knot)	Class
1	MANDIRI 2	2010	2399	5838	79.00	24.38	4.88	3.85		ClassNK
2	MANILA BAY 1503	2016	525	1290	43.89	15.24	3.05	2.42		ClassNK
3	BUANA A3	2008	3118	7427	87.86	24.40	5.50	4.30		BV
4	NUSANTARA 2501	2012	2026	4910	73.15	21.34	4.88	3.93		ClassNK
5	BUANA B7	2000	4159	10259	96.62	27.45	6.41	5.10		BV
6	LINAU 122	1999	3215	8000	91.11	21.94	6.09	4.62		BV
7	SB202	2001	3841	9678	96.13	25.60	6.10	5.18		BV
8	SINAR BORNEO	2003	2420	4700	79.00	21.40	5.21	3.91		BKI
9	BUANA NUSANTARA 4	2010	1844	4712	70.22	21.34	4.88	3.94		ClassNK
10	HARMONY 2	2003	3351	7203	93.64	24.40	5.50	4.22		ClassNK
11	KLINE 3	2003	2796	6475	87.78	23.17	5.49	4.32		ClassNK
12	MASSIVE 5	2002	3893	8955	101.30	25.00	6.10	4.50		BV
13	ADITAMA 6	2015	3062	7442	91.44	24.38	5.49	4.28		BV
14	GELIGA 3	2016	918	2299	52.67	18.29	3.66	2.94		ClassNK
15	SINAR MUTIARA - 2	2003	2987	7224	87.78	24.38	5.49	4.30		ClassNK
16	SUNGAI SILAT 2	2002	3098	7247	87.78	24.38	5.49	4.30		ClassNK
17	TALENTLINK 5	2007	3869	8976	96.36	25.60	6.10	4.78		ClassNK
18	PAR 10003	2016	4226	8935	96.21	27.43	6.40	5.09		ClassNK
19	COASTAL 2	2010	6302	9007	96.28	25.60	6.10	4.79		ClassNK
20	LUNA MULIA	2007	4241	9036	96.56	27.43	6.10	4.78		ClassNK

**DATA HASIL SOLVER – BULK CARRIER**

BULK CARRIER	UNIT COST
RUN KE-1	Rp 526,227.08
RUN KE-2	Rp 525,758.75
RUN KE-3	Rp 525,689.26
RUN KE-4	Rp 524,795.47
RUN KE-5	Rp 524,735.93

**MIN UNIT COST** Rp 524,735.93

**KAPAL TERPILIH**

Kapal Bulk Carrier (BC)					
UKURAN UTAMA	RUN KE-1	RUN KE-2	RUN KE-3	RUN KE-4	RUN KE-5
Lpp (m)	61.20	61.25	61.23	62.14	62.14
B (m)	10.87	10.79	10.79	10.65	10.64
H (m)	6.10	6.11	6.12	5.85	5.85
T (m)	4.80	4.83	4.83	4.76	4.76
DWT (ton)	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49
Payload (ton)	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24
GT	1,242.97	1,236.28	1,235.78	1,193.09	1,192.17

Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal (ton/tahun)	67,618.81	67,618.81	67,618.81	67,618.81	67,618.81
Muatan yang harus diangkut (ton/tahun)	64,320.33	64,320.33	64,320.33	64,320.33	64,320.33
Selisih Muatan yang diangkut kapal & Permintaan (ton/tahun)	3,298.48	3,298.49	3,298.49	3,298.48	3,298.48

**DATA HASIL SOLVER – GENERAL CARGO**

GENERAL CARGO	UNIT COST
RUN KE-1	Rp 550,895.43
RUN KE-2	Rp 550,558.96
RUN KE-3	Rp 550,538.32
RUN KE-4	Rp 549,388.67
RUN KE-5	Rp 549,168.18

**MIN UNIT COST** Rp 549,168.18

Kapal General Cargo (GC)					
UKURAN UTAMA	RUN KE-1	RUN KE-2	RUN KE-3	RUN KE-4	RUN KE-5
Lpp (m)	64.35	64.28	64.28	64.32	64.27
B (m)	11.36	11.41	11.41	11.31	11.31
H (m)	5.73	5.62	5.61	5.57	5.55
T (m)	4.37	4.35	4.35	4.37	4.37
DWT (ton)	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49
Payload (ton)	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24
GT	1,324.37	1,305.58	1,304.69	1,283.38	1,277.89

Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal (ton/tahun)	67,618.81	67,618.81	67,618.81	67,618.82	67,618.84
Muatan yang harus diangkut (ton/tahun)	64,320.33	64,320.33	64,320.33	64,320.33	64,320.33
Selisih Muatan yang diangkut kapal & Permintaan (ton/tahun)	3,298.48	3,298.48	3,298.48	3,298.49	3,298.51

## DATA HASIL SOLVER – SELF PROPELLER BARGE

SPB		UNIT COST
RUN KE-1	Rp	583,156.08
RUN KE-2	Rp	583,149.05
RUN KE-3	Rp	583,130.47
RUN KE-4	Rp	583,130.34
RUN KE-5	Rp	583,118.20
<b>MIN UNIT COST</b>	<b>Rp</b>	<b>583,118.20</b>

Kapal Self- Propeller Barge (SPB)						
UKURAN UTAMA	RUN KE-1	RUN KE-2	RUN KE-3	RUN KE-4	RUN KE-5	
Lpp (m)	58.55	58.55	58.55	58.55	58.55	
B (m)	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	
H (m)	6.41	6.41	6.41	6.41	6.41	
T (m)	4.04	4.04	4.05	4.05	4.05	
DWT (ton)	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	1,832.49	
Payload (ton)	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	1,649.24	
GT	1,787.78	1,787.68	1,787.47	1,787.46	1,787.24	

Kapasitas Muatan yang diangkut Kapal (ton/tahun)	67,618.81	67,618.81	67,618.81	67,618.81	67,618.81
Muatan yang harus diangkut (ton/tahun)	64,320.33	64,320.33	64,320.33	64,320.33	64,320.33
Selisih Muatan yang diangkut kapal & Permintaan (ton/tahun)	3,298.48	3,298.48	3,298.48	3,298.48	3,298.48

## ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM SURYA PERSADA

TAHUN	CAPITAL COST (per tahun)	VOYAGE COST (per tahun)	PORT COST (per tahun)	CARGO HANDLING COST (per tahun)	TOTAL COST (per tahun)	UNIT COST
2012	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,338,072,326.90	Rp 103,611,550.00	Rp 6,133,271,880.49	Rp 39,282,048,425.15	Rp 675,700.70
2013	Rp 21,707,092,667.76	Rp 5,183,118,778.01	Rp 47,365,280.00	Rp 2,803,781,431.08	Rp 29,741,358,156.85	Rp 1,119,100.53
2014	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,014,127,403.27	Rp 100,651,220.00	Rp 5,958,035,541.05	Rp 38,779,906,832.08	Rp 686,682.74
2015	Rp 21,707,092,667.76	Rp 12,633,852,021.40	Rp 115,452,870.00	Rp 6,834,217,238.26	Rp 41,290,614,797.42	Rp 637,404.36
2016	Rp 21,707,092,667.76	Rp 8,098,623,090.64	Rp 74,008,250.00	Rp 4,380,908,486.06	Rp 34,260,632,494.47	Rp 825,056.43
2017	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,014,127,403.27	Rp 100,651,220.00	Rp 5,958,035,541.05	Rp 38,779,906,832.08	Rp 686,682.74
2018	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,014,127,403.27	Rp 100,651,220.00	Rp 5,958,035,541.05	Rp 38,779,906,832.08	Rp 686,682.74
2019	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,338,072,326.90	Rp 103,611,550.00	Rp 6,133,271,880.49	Rp 39,282,048,425.15	Rp 675,700.70
2020	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,662,017,250.52	Rp 106,571,880.00	Rp 6,308,508,219.93	Rp 39,784,190,018.22	Rp 665,328.78
2021	Rp 21,707,092,667.76	Rp 11,985,962,174.15	Rp 109,532,210.00	Rp 6,483,744,559.37	Rp 40,286,331,611.29	Rp 655,517.49
2022	Rp 21,707,092,667.76	Rp 12,309,907,097.78	Rp 112,492,540.00	Rp 6,658,980,898.82	Rp 40,788,473,204.35	Rp 646,222.60
2023	Rp 21,707,092,667.76	Rp 12,633,852,021.40	Rp 115,452,870.00	Rp 6,834,217,238.26	Rp 41,290,614,797.42	Rp 637,404.36

## ANALISIS PENGANGKUTAN PERMINTAAN DI TAHUN 2023 – KM PHILIPS

TAHUN	CAPITAL COST (per tahun)	VOYAGE COST (per tahun)	PORT COST (per tahun)	CARGO HANDLING COST (per tahun)	TOTAL COST (per tahun)	UNIT COST
2012	Rp 21,369,727,263.94	Rp 23,221,046,002.56	Rp 131,842,532.00	Rp 6,035,367,272.73	Rp 50,757,983,071.23	Rp 887,264.51
2013	Rp 21,369,727,263.94	Rp 10,600,912,305.52	Rp 60,188,982.00	Rp 2,755,276,363.64	Rp 34,786,104,915.10	Rp 1,331,965.87
2014	Rp 21,369,727,263.94	Rp 23,221,046,002.56	Rp 131,842,532.00	Rp 6,035,367,272.73	Rp 50,757,983,071.23	Rp 887,264.51
2015	Rp 21,369,727,263.94	Rp 26,249,878,089.85	Rp 149,039,384.00	Rp 6,822,589,090.91	Rp 54,591,233,828.71	Rp 844,162.69
2016	Rp 21,369,727,263.94	Rp 16,658,576,480.10	Rp 94,582,686.00	Rp 4,329,720,000.00	Rp 42,452,606,430.04	Rp 1,034,420.23
2017	Rp 21,369,727,263.94	Rp 23,221,046,002.56	Rp 131,842,532.00	Rp 6,035,367,272.73	Rp 50,757,983,071.23	Rp 887,264.51
2018	Rp 21,369,727,263.94	Rp 22,716,240,654.68	Rp 128,976,390.00	Rp 5,904,163,636.36	Rp 50,119,107,944.99	Rp 895,565.61
2019	Rp 21,369,727,263.94	Rp 23,725,851,350.45	Rp 134,708,674.00	Rp 6,166,570,909.09	Rp 51,396,858,197.48	Rp 879,316.66
2020	Rp 21,369,727,263.94	Rp 24,230,656,698.33	Rp 137,574,816.00	Rp 6,297,774,545.45	Rp 52,035,733,323.72	Rp 871,699.97
2021	Rp 21,369,727,263.94	Rp 24,735,462,046.21	Rp 140,440,958.00	Rp 6,428,978,181.82	Rp 52,674,608,449.97	Rp 864,394.16
2022	Rp 21,369,727,263.94	Rp 25,745,072,741.97	Rp 146,173,242.00	Rp 6,691,385,454.55	Rp 53,952,358,702.46	Rp 850,642.05
2023	Rp 21,369,727,263.94	Rp 26,249,878,089.85	Rp 149,039,384.00	Rp 6,822,589,090.91	Rp 54,591,233,828.71	Rp 844,162.69



## **BIODATA PENULIS**



Penulis dilahirkan dengan nama Karina Novita Sari Setiawan pada tanggal 8 Agustus 1995 di Ujung Pandang, Sulawesi Selatan (sekarang bernama Makassar), merupakan anak ke-2 (dua) dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh jenjang pendidikan formal di SD Negeri Putat Jaya II/378 Surabaya pada tahun 2002 – 2007, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Surabaya pada tahun 2007 – 2010 dan SMA Negeri 15 Surabaya pada tahun 2010 – 2013.

Pada pertengahan tahun 2013, penulis diterima sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan melalui jalur Mandiri. Selama menempuh pendidikan di ITS, penulis ikut serta dan aktif dalam berbagai organisasi dan kegiatan, yaitu menjabat sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himaseatrans tahun 2014 – 2015.