



**TUGAS AKHIR - MS 184801**

**PENGEMBANGAN INDEKS DALAM KONTEKS  
PENGANGKUTAN LOGISTIK**

**FILA ROSA APRILLIA  
N.R.P. 0441154000015**

Dosen Pembimbing  
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020





---

**TUGAS AKHIR - MS 184801**

**PENGEMBANGAN INDEKS DALAM KONTEKS  
PENGANGKUTAN LOGISTIK**

**FILA ROSA APRILLIA  
N.R.P. 0441154000015**

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

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**





---

**FINAL PROJECT - MS 184801**

**DEVELOPMENT OF INDEXES IN THE CONTEXT OF LOGISTICS  
TRANSPORTATION**

**FILA ROSA APRILLIA  
N.R.P. 0441154000015**

Supervisor  
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2020

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGEMBANGAN INDEKS DALAM KONTEKS**  
**PENGANGKUTAN LOGISTIK**

**TUGAS AKHIR**

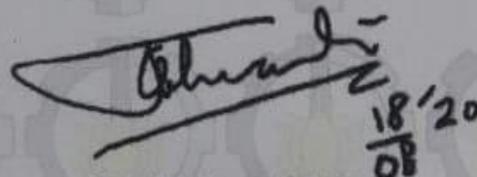
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FILA ROSA APRILLIA**  
N.R.P. 04411540000015

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



**Ir. Tri Achmadi, Ph.D.**  
NIP. 196501101988031001

SURABAYA, Agustus 2020

# LEMBAR REVISI

## PENGEMBANGAN INDEKS DALAM KONTEKS PENGANGKUTAN LOGISTIK

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir  
Tanggal

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

Oleh :

**FILA ROSA APRILLIA**

N.R.P. 04411540000015

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Dr. -Ing Setyo Nugroho
2. Christino Boyke S.P. , S.T., M.T.
3. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
4. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

5. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.



SURABAYA, Agustus 2020

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengembangan Indeks dalam Konteks Pengangkutan Logistik”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis secara khusus ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan ikhlas dalam memberikan bimbingan, ilmu serta arahan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

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

1. Dosen-dosen Departemen Teknik Transportasi Laut atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
2. Keluarga besar tersayang terutama Ibu dan Nenek saya yang tidak pernah berhenti untuk mendoakan penulis dalam menjalankan kuliah dan mengerjakan Tugas Akhir.
3. Semua pihak yang telah membantu didalam penyelesaian Penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

# PENGEMBANGAN INDEKS DALAM KONTEKS PENGANGKUTAN LOGISTIK

Nama Mahasiswa : Fila Rosa Aprillia  
NRP : 04411540000015  
Jurusan / Fakultas : Teknik Transportasi Laut /  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

## ABSTRAK

Program tol laut ditujukan untuk mengurangi permasalahan logistik di Indonesia. Tol Laut adalah konsep pengangkutan logistik kelautan. Program ini bertujuan untuk menghubungkan pelabuhan-pelabuhan besar yang ada di nusantara. Namun, hingga tahun ini biaya logistik di Indonesia masih tinggi jika dibandingkan dengan negara-negara tetangga dan disparitas harga antar daerah masih terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat indeks logistik setiap wilayah trayek tol laut (H-1, T-10, T-13, T-14, T-15 & T-18). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analisis Bottleneck Logistik dan Indeks Komposit. Untuk mengubah menjadi Indeks Logistik digunakan metode *Multivariate Analysis*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat 2 rute yang tergolong tidak baik dan 17 rute tergolong buruk. Nilai indeks logistik tertinggi adalah 9,61 untuk rute Surabaya-Larantuka dengan kriteria sebelum adanya tol laut. Nilai terendah indeks logistik adalah 8,47 untuk rute Surabaya-Badas dengan kriteria sesudah adanya tol laut. Dalam penelitian ini semakin rendah nilai indeks logistik maka akan semakin baik.

**Kata Kunci :** Analisis Bottleneck Logistik, Indeks Logistik, *Multivariate Analysis*, Program Tol Laut

# DEVELOPMENT OF INDEXES IN THE CONTEXT OF LOGISTICS TRANSPORTATION

Author : Fila Rosa Aprillia  
ID No. : 04411540000015  
Department / Faculty : Department of Marine Transportation /  
Faculty of Marine Technology  
Supervisors : Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

## ABSTRACT

The maritime highway program is aimed at reducing logistical problems in Indonesia. Sea Highway is a marine logistic transportation concept. This program aims to connect major ports in the archipelago. However, until this year, logistics costs in Indonesia are still high when compared with neighboring countries and there are still disparities in prices between regions. Therefore, this study aims to determine the logistic index level of each sea highway route area (H-1, T-10, T-13, T-14, T-15 & T-18). The method used in this research is the Logistic Bottleneck Analysis and Composite Index. To convert it into a Logistic Index, the Multivariate Analysis method is used. From the results of the research that has been done, there are 2 routes that are classified as not good and 17 routes that are classified as bad. The highest logistic index value is 9.61 for the Surabaya-Larantuka route with the criteria before the sea highway. The lowest logistic index score is 8.47 for the Surabaya-Badas route with criteria after the sea highway. In this study, the lower the logistic index value, the better.

**Keywords** : Logistics Bottleneck Analysis, Logistics Index, Multivariate Analysis, Sea Toll Program

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR REVISI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
Bab 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Manfaat .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Hipotesis Awal.....	3
Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Logistik .....	5
2.1.1. Sistem Logistik .....	5
2.2. Tinjauan Studi Pengukuran Indeks Logistik.....	6
2.2.1. Indeks .....	6
2.2.2. <i>Logistic Performance Index</i> (LPI).....	6
2.2.3. <i>Logistics Scorecard Model</i> (LSC).....	7
2.2.4. Perbandingan Teori.....	8
2.3. Konsep Rantai Pasok .....	9
2.3.1. Produksi .....	10
2.3.2. Persediaan.....	11
2.3.3. Lokasi .....	13

2.3.4.	Transportasi .....	14
2.3.5.	Informasi.....	16
2.4.	Biaya Tranportasi Laut .....	16
2.4.1.	Biaya Modal ( <i>Capital Cost</i> ) .....	17
2.4.2.	Biaya Operasional ( <i>Operating Cost</i> ).....	17
2.4.3.	Biaya Pelayaran ( <i>Voyage Cost</i> ).....	19
2.4.4.	Biaya Bongkar Muat ( <i>Cargo Handling Cost</i> ).....	20
2.4.5.	Total Biaya Transportasi Laut ( <i>Total Cost</i> ).....	20
2.5.	Tol Laut.....	20
2.6.	Sistem Logistik Nasional .....	22
2.7.	Penelitian Terdahulu .....	22
2.7.1.	Model Pengembangan Pengukuran Indeks Logistik Pelabuhan Pelayaran Rakyat: Studi Kasus Pelabuhan Kalimas .....	22
Bab 3.	METODOLOGI PENELITIAN .....	25
3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	25
3.2.	Tahap Identifikasi Permasalahan .....	26
3.3.	Tahap Pengumpulan Data .....	27
3.3.1.	Pengumpulan data secara langsung (Primer).....	27
3.3.2.	Pengumpulan data secara tidak langsung (Sekunder) .....	27
3.4.	Tahap Pengolahan Data .....	27
3.4.1.	<i>Analisis Bottleneck</i> .....	27
3.4.2.	Indeks Komposit.....	31
3.5.	Rantai Pasok Komoditas Beras .....	33
3.5.1.	Rantai Pasok Komoditas Beras Trayek Tol Laut .....	34
3.5.2.	Rantai Pasok Komoditas Beras Sebelum adanya tol laut .....	34
Bab 4.	GAMBARAN UMUM .....	35
4.1.	Lokasi Gudang.....	35
4.2.	Trayek Penelitian .....	35
4.2.1.	Jarak Setiap Rute .....	36
4.3.	Spesifikasi Kapal .....	36
4.3.1.	Kapal Logistik Nusantara 1 .....	37
4.3.2.	Kapal Logistik Nusantara 6 .....	37

4.3.3.	Kapal Kendhaga Nusantara 11 .....	38
4.3.4.	Kapal Kendhaga Nusantara 7 .....	38
4.3.5.	Kapal Logistik Nusantara 3 .....	39
4.3.6.	Kapal Logistik Nusantara 2 .....	39
4.4.	Lokasi Distributor .....	40
4.5.	Sebelum Adanya Tol Laut .....	40
4.6.	Pemilihan Truk .....	42
4.6.1.	Truk Fuso Berat .....	42
4.6.2.	Truk Trailer 20 feet.....	42
Bab 5.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	43
5.1.	Perhitungan Analisis Bottleneck.....	43
5.1.1.	Biaya Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal .....	43
5.1.2.	Biaya Distribusi dari Pelabuhan Asal ke Pelabuhan Tujuan .....	43
5.1.3.	Biaya Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor.....	47
5.1.4.	Inventory Carrying Cost (IC) .....	47
5.1.5.	Waktu Distribusi.....	47
5.2.	Perhitungan Sebelum adanya Tol Laut .....	48
5.3.	Perhitungan Indeks Logistik .....	49
5.3.1.	Uji Normalitas Liliefors .....	50
5.3.2.	Analisis Faktor.....	51
5.3.3.	Skala Indeks Logistik .....	54
5.3.4.	Indeks Logistik .....	55
Bab 6.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
6.1.	Kesimpulan .....	59
6.2.	Saran .....	60
	DAFTAR PUSTAKA.....	61
	LAMPIRAN .....	62
	BIODATA PENULIS.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perbandingan LPI Indonesia dengan Negara tetangga .....	1
Gambar 2.1 Sistem Logistik .....	6
Gambar 2.2 Skema Lima Komponen Rantai Pasok .....	10
Gambar 2.3 Aliran Informasi Logistik .....	16
Gambar 2.4 Pelabuhan Pendukung Konsep Tol Laut Indonesia .....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Biaya Distribusi antar Pulau .....	28
Gambar 3.3 Distribusi Pabrik ke Pelabuhan Asal .....	28
Gambar 3.4 Distribusi Pelabuhan Asal ke Pelabuhan Tujuan.....	28
Gambar 3.5 Distribusi Pelabuhan Tujuan ke Distributor .....	29
Gambar 3.6 Rantai Pasok Komoditas Beras Trayek Tol Laut .....	34
Gambar 3.7 Rantai Pasok Komoditas Beras sebelum adanya Tol Laut .....	34
Gambar 4.1 Truk Fuso Berat .....	42
Gambar 4.2 Trailer Box 20 feet.....	42
Gambar 5.1 Grafik Nilai Indeks Per Variabel .....	56
Gambar 5.2 Nilai Indeks Penurunan 50% <i>UC<sub>teu</sub></i> per Variabel .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Teori Pengukuran Indeks.....	8
Tabel 4.1 Rute dan Nama Kapal di Setiap Trayek .....	35
Tabel 4.2 Jarak Setiap Rute .....	36
Tabel 4.3 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 1 .....	37
Tabel 4.4 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 6 .....	37
Tabel 4.5 Spesifikasi Kapal Kendhaga Nusantara 11.....	38
Tabel 4.6 Spesifikasi Kapal Kendhaga Nusantara 11.....	38
Tabel 4.7 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 3 .....	39
Tabel 4.8 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 2 .....	39
Tabel 4.9 Jarak dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor .....	40
Tabel 4.10 Spesifikasi Kapal Ciremai .....	41
Tabel 4.11 Spesifikasi Kapal Ile mandiri .....	41
Tabel 5.1 Perhitungan Biaya Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal .....	43
Tabel 5.2 Perhitungan Biaya Operasional rute Surabaya - Makassar .....	44
Tabel 5.3 Perhitungan Biaya Bahan Bakar rute Surabaya - Makassar .....	44
Tabel 5.4 Biaya Pelabuhan rute Surabaya - Makassar .....	45
Tabel 5.5 Biaya Pelayaran Rute Surabaya – Makassar .....	46
Tabel 5.6 Biaya Transportasi Laut Rute Surabaya Makassar .....	46
Tabel 5.7 Biaya Satuan Rute Surabaya – Makassar .....	46
Tabel 5.8 Biaya Distribusi Dari pelabuhan Tujuan ke Distributor.....	47
Tabel 5.9 Waktu Darat rute Surabaya - Makassar.....	47
Tabel 5.10 Waktu Berlayar rute Surabaya – Makassar .....	48
Tabel 5.11 Waktu Pelabuhan rute Surabaya - Makassar.....	48
Tabel 5.12 Biaya Distribusi dari gudang ke Pelabuhan Asal sebelum adanya Tol Laut	48
Tabel 5.13 Biaya Transportasi Laut sebelum adanya Tol Laut Rute Surabaya - Rote ..	49
Tabel 5.14 Biaya Satuan sebelum adanya Tol Laut Rute Surabaya - Rote.....	49
Tabel 5.15 Waktu Distribusi sebelum adanya Tol Laut rute Surabaya - Rote .....	49

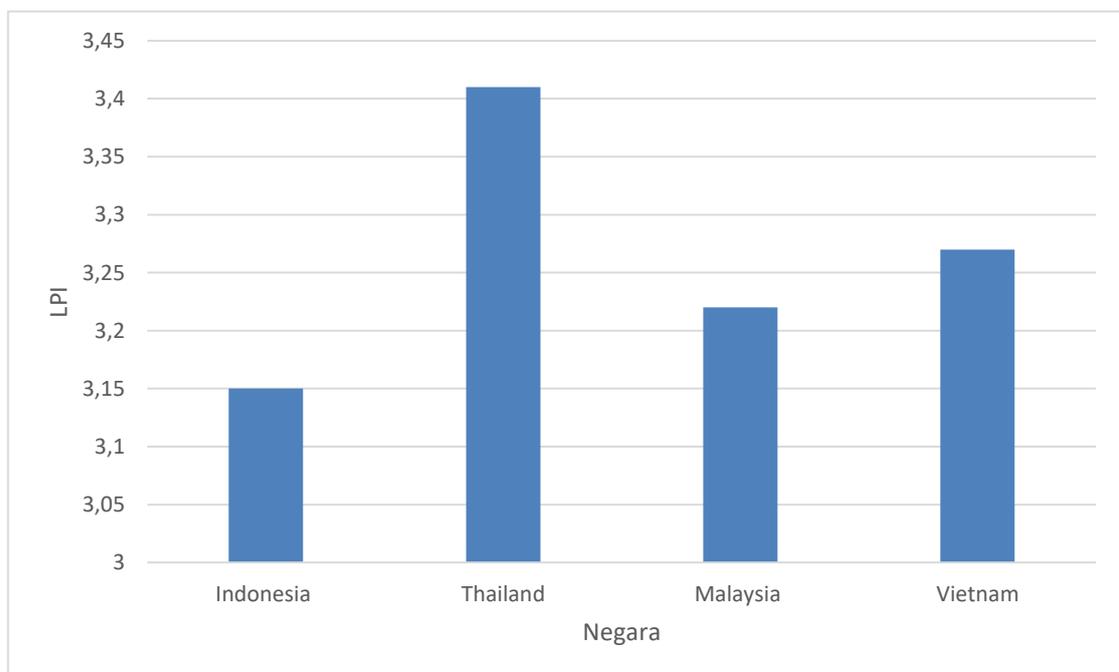
Tabel 5.16 Nilai Ltabel pada Uji Normalitas Liliefors.....	50
Tabel 5.17 Hasil Uji Normalitas Liliefors .....	50
Tabel 5.18 Hasil Normalisasi Data.....	51
Tabel 5.19 Uji Korelasi Matriks Indikator Biaya.....	52
Tabel 5.20 Uji Korelasi Matriks Indikator Waktu.....	52
Tabel 5.21 Uji <i>Kaiser Meyer Olkin</i> Indikator Biaya .....	52
Tabel 5.22 Uji <i>Kaiser Meyer Olkin</i> Indikator Waktu.....	52
Tabel 5.23 Uji Kelayakan Variabel Indikator Biaya .....	53
Tabel 5.24 Uji Kelayakan Variabel Indikator Waktu.....	53
Tabel 5.25 Koefisien Antar Variabel Indikator Biaya.....	54
Tabel 5.26 Koefisien Antar Variabel Indikator Waktu .....	54
Tabel 5.27 Skala Indeks Logistik .....	54
Tabel 5.28 Indeks Logistik Setiap Rute .....	55
Tabel 5.29 Indeks Logistik setelah Penurunan 50% <i>UCteu</i> .....	57

# Bab 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Logistik merupakan proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian yang efisien, aliran biaya yang efektif dan penyimpanan bahan baku, dalam proses persediaan, barang jadi, dan informasi terkait dari titik asal ke titik konsumsi kepada tujuan yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Indonesia merupakan negara dengan rata-rata biaya logistik yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa negara lain di kawasan. Permasalahan tingginya biaya logistik di Indonesia, yang nilainya mencapai sekitar 24% dari PDB Indonesia, menunjukkan bahwa kinerja sistem logistik nasional yang buruk. Kondisi Indonesia yang luas harus didukung dengan sistem transportasi nasional yang efektif dan efisien. Terselenggaranya sistem transportasi yang efektif dan efisien diharapkan dapat melayani angkutan barang. Hal ini dapat menurunkan biaya logistik.

Penyebab tingginya biaya logistik di Indonesia diakrenakan rantai pasok menggunakan beberapa pola saluran distribusi yang berbeda-beda antarwilayah di Indonesia. Dengan begitu mengakibatkan sulitnya dilakukan pengontrolan terhadap aspek produksi dan distribusi.



Sumber : Bank Dunia (2018)  
(Gambar telah disunting oleh penulis)

Gambar 1.1 Perbandingan LPI Indonesia dengan Negara tetangga

Bank Dunia (*World Bank*) merilis tentang Indeks Performa Logistik atau *Logistic Performance Index* (LPI) tahun 2018 yang menempatkan Indonesia berada di peringkat 46 dari 160 negara di dunia. Posisi tersebut masih kalah dari Thailand yang berada di posisi 32, Vietnam di posisi 39 dan Malaysia di posisi 41. Salah satu dampak buruknya kinerja logistik tercermin dari mahalnya harga barang yang harus dibayar oleh konsumen, di samping terganggunya daya saing. Oleh karena itu, perbaikan sektor logistik harus menjadi prioritas.

Terjadinya disparitas harga antar daerah menjadi salah satu indikasi masih adanya permasalahan logistik, baik itu dalam distribusi antar pulau bahan pangan pokok maupun barang strategis. Misalnya disparitas harga terjadi pada komoditas beras. Harga beras pada setiap daerah di wilayah Indonesia berbeda.

Presiden Joko Widodo mencetuskan program tol laut untuk mengurangi permasalahan logistik di Indonesia. Tol Laut adalah konsep pengangkutan logistik kelautan. Program ini bertujuan untuk menghubungkan pelabuhan-pelabuhan besar yang ada di nusantara. Dengan adanya hubungan antara pelabuhan-pelabuhan laut ini, maka dapat diciptakan kelancaran distribusi barang hingga ke pelosok. Diharapkan dengan adanya tol laut ialah pemerataan harga logistik setiap barang di wilayah Indonesia.

Di Indonesia, belum terdapat regulasi yang berfokus untuk mengatur standar logistik nasional, masih menjadi permasalahan dalam kelancaran distribusi logistik serta mengurangi biaya logistik. Oleh karena itu, pada penitisan ini bertujuan menentukan pengembangan indeks dalam konteks pengangkutan logistik, yang diharapkan dapat menjadi acuan evaluasi kinerja pengangkutan logistik di Indonesia. Sehingga indeks pengangkutan logistik Indonesia dapat meningkat. Pada penitisan ini batasan masalahnya yaitu hanya menentukan perhitungan pengangkutan logistik.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana alur pengiriman barang sesudah dan sebelum adanya tol laut ?
2. Bagaimana model pengembangan indeks dalam konteks pengangkutan logistik di wilayah tersebut ?
3. Bagaimana tingkat indeks logistik di wilayah tersebut ?

### **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui alur pengiriman barang sesudah dan sebelum adanya tol laut
2. Menentukan model pengembangan indeks dalam konteks pengangkutan pada rute terpilih.
3. Mengetahui tingkat indeks logistik pada rute terpilih.

### **1.4. Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah dapat membantu pemerintah dalam mengetahui indeks logistik setiap wilayah melalui model pengukuran pengembangan indeks dalam konteks pengangkutan logistik yang telah diperoleh.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Komoditas yang dikirim adalah beras
2. Trayek tol laut yang dipilih dalam penelitian ini adalah H-1, T-10, T-13, T-14, T-15 dan T-18
3. Rute sebelum adanya tol laut yang terpilih yaitu Surabaya-Rite, Surabaya-Sabu, Surabaya-Lewoleba, dan Surabaya-Larantuka

### **1.6. Hipotesis Awal**

Hipotesis awal dari penelitian ini adalah dengan adanya tol laut seharusnya biaya distribusi di Indonesia akan lebih murah dibandingkan sebelum adanya program tol laut.



## **Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Logistik**

Menurut Lambert dan Stock (1993) logistik adalah proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian yang efisien, aliran biaya yang efektif dan penyimpanan bahan baku, dalam proses persediaan, barang jadi, dan informasi terkait dari titik asal ke titik konsumsi kepada tujuan yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Logistik menurut *Council of Supply Chain Management Professionals* dalam Chandra (2013) adalah bagian dari manajemen rantai pasok (supply chain) dalam perencanaan, pengimplementasian, dan pengontrolan aliran dan penyimpanan barang, informasi, dan pelayanan yang efektif dan efisien dari titik asal ke titik tujuan sesuai dengan permintaan konsumen. Untuk mengalirkan barang dari titik asal menuju titik tujuan akan membutuhkan beberapa aktivitas yang dikenal dengan, aktivitas kunci dalam logistik diantaranya:

- a. *Customer service*
- b. *Demand forecasting/planning*
- c. *Inventory management*
- d. *Logistics communications*
- e. *Material handling*
- f. *Traffic and transportation*
- g. *Warehousing and storage*

#### **2.1.1. Sistem Logistik**

Logistik atau manajemen logistik merupakan bagian dari proses supply chain yang merencanakan, mengimplementasikan, dan mengendalikan efisiensi dan efektivitas aliran dan penyimpanan barang, jasa, dan informasi terkait dari titik awal sampai ke titik konsumsi untuk memenuhi keperluan pelanggan (*Council of Logistics Management (CLM)*, 1986). Gambar 2.1 menunjukkan suatu sistem logistik secara sederhana.



Sumber : Setijadi (2009)  
Gambar 2.1 Sistem Logistik

Dalam suatu sistem logistik terdapat dua aliran utama. Aliran pertama adalah aliran barang dari pemasok, ke pabrik atau manufakturing, hingga ke pelanggan. Berlawanan dengan aliran barang, terdapat aliran informasi yang mengalir dari pelanggan, ke pabrik, hingga ke pemasok.

## 2.2. Tinjauan Studi Pengukuran Indeks Logistik

### 2.2.1. Indeks

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) ialah rasio antara dua kebahasan tertentu yang mungkin terjadi ukuran suatu ciri tertentu. Indeks merupakan angka yang digunakan untuk mengukur perubahan atau perbandingan variable ekonomi atau sosial.

### 2.2.2. *Logistic Performance Index (LPI)*

*Logistic Performance Index (LPI)* adalah ukuran kinerja dari suatu logistik dalam skala dan lokasi tertentu. LPI Bank Dunia mengukur indikator kinerja logistik di 155 negara. Nilai LPI ditentukan oleh hasil survey terhadap tenaga profesional di bidang logistik yang bekerja di perusahaan jasa pengiriman ekspres yang besar. Bank Dunia menghitung LPI berdasarkan data yang telah dikumpulkan oleh *LPI surveys*. Untuk survey, Bank Dunia berkerjasama dengan lembaga dari bidang akademik dan bidang internasional, perusahaan swasta, individu yang bertindak di bidang logistik. 6 indikator dinilai dari 1 – 5, skor yang tinggi melambangkan yang terbaik. LPI diukur berdasarkan enam indikator yaitu:

- 1) Efisiensi proses clearance (bea cukai) (kecepatan, kemudahan dan terukur secara formal)

- 2) Kondisi infrastruktur perdagangan dan transportasi (pelabuhan, perkeretaapian, jalanan dan teknologi informasinya)
- 3) Kemudahan mencari kapal pengangkutan barang
- 4) Kompetensi dan kualitas jasa logistik
- 5) Kemudahan proses pelacakan dan penelusuran barang
- 6) Ketepatan waktu.

Fungsi utama LPI adalah memberikan indikasi umum mengenai kesenjangan terbesar dibandingkan negara – negara lain, memberitahukan situasi logistik, mendorong dialog pemerintah-swasta dan memicu momentum untuk reformasi. LPI dapat juga digunakan untuk menandai bidang – bidang kebijakan yang mungkin perlu diiventasi serta memantau kemajuan reformasi, meskipun ukuran - ukuran lain yang bersifat spesifik, Negara memerlukan analisis yang terperinci.

### **2.2.3. *Logistics Scorecard* Model (LSC)**

*Logistics Scorecard* (LSC) telah dikembangkan sejak tahun 2001 oleh *Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech)* bekerjasama dengan *Japan Institute of Logistics System (JILS)*. LSC telah menjadi alat yang efisien untuk menganalisis hubungan antara kinerja rantai pasokan perusahaan dan kinerja manajerialnya (Arashida et.al., 2004), menyelidiki korelasi antara lingkungan perusahaan dan pelaksanaan rantai pasok (Yaibuathet et.al., 2004), mengidentifikasi faktor-faktor berpengaruh yang menentukan kinerja pelaksanaan manajemen rantai pasok dan dampaknya pada indeks keuangan *bottom-line* (Suzuki et.al., 2009), alat evaluasi kinerja operasional rantai pasokan perusahaan untuk mengetahui faktor-faktor potensial yang dapat meningkatkan efisiensi kinerja operasional rantai pasokan (Gong et.al., 2011).

Phuangchampee dan Baramichai (2010) menggunakan pendekatan model *Logistics Scorecard* untuk pengukuran kinerja manajemen rantai pasok-logistik industri di Thailand dalam rangka meningkatkan pola manajemennya agar lebih kompetitif. Pengukuran kinerja logistik ini tidak hanya mengukur sistem/proses bisnis rantai pasok tetapi juga kontrol kualitas dari proses itu sendiri. Pengukuran bersifat kualitatif untuk mengetahui pada posisi mana industri mengatur kegiatan bisnis mereka dan bagaimana rencana untuk mencapainya.

Indeks kunci daya saing diklasifikasikan bersama perspektif/aspek pengukuran kinerja logistik, yaitu: orientasi strategi bisnis, perencanaan kapasitas dan pelaksanaan, efisiensi dan produktivitas logistik, implementasi teknologi informasi, dan kolaborasi

rantai pasok. Pengukuran lima perspektif dengan 23 KPI dirancang untuk menggambarkan fakta, angka serta respon kualitatif tentang praktek rantai pasok dalam organisasi. Respon kuantitatif diukur dengan penilaian skala atau level 1-5. Level 1 menunjukkan proses bisnis yang sangat buruk pada kinerja dan kemampuan logistik perusahaan, dan level 5 menunjukkan bahwa bisnis melakukan yang terbaik dalam kegiatan logistik.

#### 2.2.4. Perbandingan Teori

Pada Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan teori pengukuran indeks yang telah dilakukan.

Tabel 2.1 Perbandingan Teori Pengukuran Indeks

Teori	Kelebihan	Kekurangan
<i>Logistic Performance Index (LPI)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Survei dilakukan di seluruh dunia</li> <li>• Menggunakan 6 (enam) indikator</li> <li>• Mengetahui indeks kinerja logistik disetiap negara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skor penilaian didapatkan dari data survei dari individu / perusahaan sehingga data yang didapatkan bersifat subjektif</li> <li>• Tidak adanya indeks pengukuran biaya transportasi laut</li> </ul>
<i>Logistics Scorecard Model (LSC)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat mengukur sistem proses rantai pasok dan mengontrol kualitas dari proses tersebut</li> <li>• Mengukur hubungan antara kinerja rantai pasokan perusahaan dan kinerja manajerialnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skor kuantitatif diukur berdasarkan dari skor individu/perusahaan sehingga bersifat subjektif</li> <li>• Tidak adanya indeks pengukuran biaya transportasi laut</li> </ul>

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa dari teori LPI dan LSC terdapat kekurangan yang hampir sama yaitu skor penilaian didapatkan dari data survei individu atau perusahaan sehingga data yang didapatkan bersifat subjektif dan kedua teori tersebut tidak menghitung

penilaian atau pengukuran biaya transportasi laut. Padahal, indeks biaya transportasi laut sangatlah penting karena termasuk dalam sistem logistik dan rantai pasok suatu barang. Sehingga indeks biaya transportasi laut menjadi poin yang penting dalam pengukuran indeks logistik.

### **2.3. Konsep Rantai Pasok**

Rantai Pasok (*Supply Chain*) adalah serangkaian aktivitas yang terdiri dari *forecasting* (perkiraan) dan *planning* (perencanaan), pengadaan dan *purchasing* (pembelian), *manufacturing* (produksi) dan *assembly* (perangkaian), *warehousing and distribution, shipping and transportation, returns* (kembali), *inventory management* (manajemen sediaan) dan order management (manajemen instruksi pembelian). Pujawan (2005) menjelaskan bahwa rantai pasok adalah jaringan pelaku usaha yang secara bersamaan bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Pelaku-pelaku usaha tersebut biasanya termasuk supplier, pabrik, distributor, toko atau ritel serta pelaku usaha pendukung seperti perusahaan jasa logistik.

Kinerja dari suatu rantai pasok dapat diukur dengan menggunakan 5 (lima) parameter (Schroeder, 2007, p197), yaitu:

a. Pengiriman (*on time-delivery*)

Pengiriman adalah persentase pengiriman tepat waktu yang sesuai dengan permintaan konsumen. Pesanan yang tidak sampai secara utuh dan pengiriman yang terlambat tidak termasuk dalam *on time-delivery*.

b. Kualitas

Indikator pengukuran kualitas adalah tingkat kepuasan pelanggan yang dapat diukur dengan menggunakan variabel kualitatif seperti tidak setuju, setuju, agak setuju atau lain sebagainya. Pengukuran yang serupa misalnya berupa kesetiaan pelanggan yaitu berapa banyak pelanggan yang datang kembali untuk membeli produk setelah membelinya minimal satu kali.

c. Waktu

Waktu dalam hal ini adalah lamanya suatu siklus bisnis berlangsung.

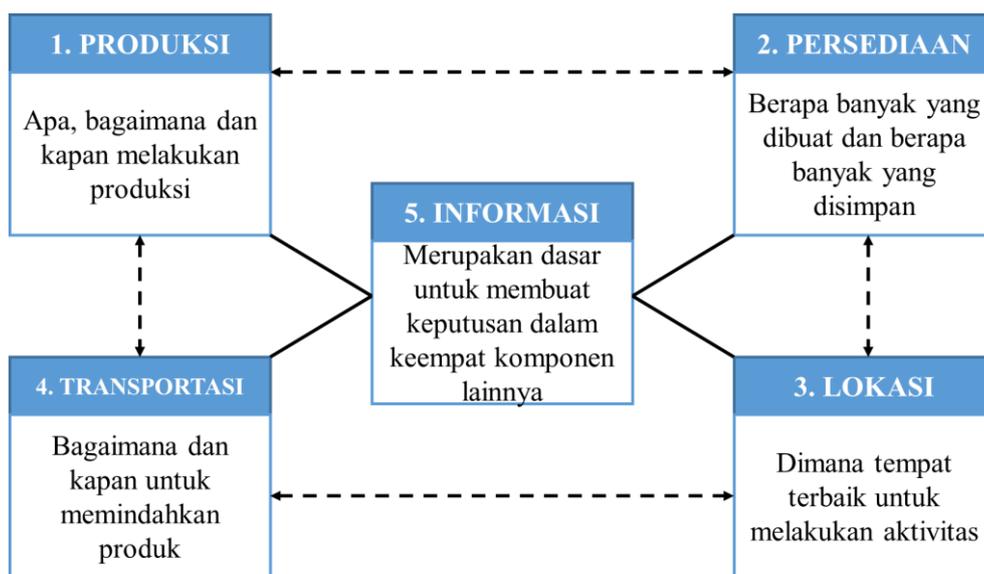
d. Fleksibilitas

Fleksibilitas merupakan waktu yang diperlukan untuk mengubah volume produksi atau campuran produksi dalam persentase tertentu. Hal ini dikarenakan permintaan yang tidak selalu sama, fleksibel diperlukan agar produsen dapat mengimbangi permintaan dari konsumen.

e. Biaya

Biaya tidak hanya dalam bentuk uang, tetapi juga waktu yang harus dikeluarkan untuk memproduksi sesuatu. Terdapat dua perhitungan biaya, yaitu besarnya biaya yang diperlukan untuk memproduksi suatu barang dan mengukur efisiensi atau produktivitas.

Terdapat lima komponen dalam rantai pasok, yaitu terdiri dari produksi, persediaan, lokasi, transportasi dan informasi. Kelima komponen tersebut saling berinteraksi satu sama lain dan tidak selalu berbalikan dalam satu komponen akan berpengaruh positif terhadap komponen lainnya. Lima komponen rantai pasok tersebut dapat dijelaskan pada Gambar 2.2



Sumber : Kementerian Perdagangan  
(Gambar telah disunting oleh penulis)

Gambar 2.2 Skema Lima Komponen Rantai Pasok

**2.3.1. Produksi**

Produksi adalah kegiatan mengolah barang baku, baik berupa mentah maupun setengah jadi menjadi sebuah benda yang memiliki nilai guna tertentu. Produksi juga bisa diartikan sebagai pembuatan suatu barang atau jasa sehingga nilainya bisa bertambah daripada bahan bakunya.

Proses produksi adalah tahap-tahap yang harus dilewati dalam memproduksi barang atau jasa. Terdapat proses produksi yang membutuhkan waktu lama, contohnya dalam pembuatan gedung pencakar langit, pembuatan pesawat terbang, pembuatan kapal serta lainnya. Dalam proses produksi membutuhkan waktu yang berbeda-beda, terdapat proses yang sebentar seperti pembuatan kain serta pembuatan televisi. Akan tetapi, terdapat juga proses produksi yang dapat dinikmati langsung hasilnya oleh konsumen, contohnya pentas hiburan dan pijat.

Berdasarkan caranya, proses produksi digolongkan dalam empat macam yaitu :

1) Proses Produksi Pendek

Proses produksi yang pendek atau cepat dan langsung menghasilkan barang atau jasa yang dapat dinikmati konsumen. Contohnya proses produksi makanan seperti pisang goreng, bakwan dan singkong goreng

2) Proses Produksi Panjang

Selanjutnya adalah proses produksi panjang, yaitu pada proses ini produsen membutuhkan waktu yang lama untuk dapat menghasilkan sebuah produk yang dapat diterima oleh masyarakat. Contohnya menanam padi dan membuat rumah.

3) Proses Terus Menerus/Kontinu

Proses produksi yang mengolah bahan-bahan secara berurutan dengan beberapa tahap dalam pengerjaan sampai menjadi suatu barang jadi. Jadi bahan tersebut melewati tahap-tahap dari proses mesin secara terus-menerus untuk menjadi suatu barang jadi. Contohnya proses memproduksi gula, kertas dan karet.

4) Proses Produksi Berselingan/Intermitten

Proses produksi yang mengolah bahan-bahan dengan cara menggabungkannya menjadi barang jadi. Seperti proses produksi mobil di mana bagian-bagian mobil dibuat secara terpisah, mulai dari kerangkanya, setir, ban, mesin serta kaca. Setelah semua bagian dari mobil tersebut selesai atau lengkap maka selanjutnya bagian-bagian mobil tersebut digabungkan menjadi mobil.

### 2.3.2. Persediaan

Persediaan (*inventory*) adalah stok atau item-item yang digunakan untuk mendukung produksi (bahan baku dan barang setengah jadi), kegiatan-kegiatan

(perawatan, perbaikan, dan operating supplies), dan pelayanan pelanggan (barang jadi dan suku cadang. Item-item tersebut dibeli untuk dijual kembali, mencakup barang jadi, barang setengah jadi, dan bahan baku (*APICS Dictionary, 10th ed.*)

Persediaan harus diadakan dengan beberapa alasan, yaitu:

1) Persiapan kegiatan produksi dan penjualan

Perusahaan manufaktur membutuhkan bahan baku untuk kegiatan produksinya. Bahan baku ini disimpan oleh perusahaan sebagai persediaan yang siap digunakan ketika dibutuhkan untuk produksi. Untuk perusahaan dagang, persediaan berupa barang jadi yang disimpan untuk penjualan.

2) Dukungan kegiatan perawatan, perbaikan, dan operasional

Perusahaan perlu menjaga supaya produksi dan operasional selalu berjalan dengan baik. Perusahaan perlu melakukan kegiatan perawatan dan perbaikan terhadap mesin-mesin produksi, peralatan, dan bangunan. Untuk itu, perusahaan memerlukan persediaan yang siap untuk digunakan ketika dibutuhkan.

3) Pertimbangan ekonomi skala (*economies of scale*)

Pengadaan akan bersifat ekonomis jika dilakukan pada jumlah tertentu, sehingga perusahaan seringkali melakukan pemesanan melebihi jumlah yang dibutuhkan untuk periode waktu tertentu. Kelebihan jumlah ini menjadi persediaan di perusahaan tersebut.

4) Melindungi dari ketidakpastian permintaan

Jumlah permintaan terhadap suatu barang atau produk berubah-ubah. Perusahaan menggunakan persediaan untuk melindungi dari ketidakpastian permintaan ini sehingga dapat terhindar dari kondisi kekurangan persediaan (*stockout*).

5) Melindungi dari ketidakpastian pasokan

Pengiriman barang dari pemasok (seperti bahan baku untuk perusahaan manufaktur) bisa mengalami gangguan. Hal ini terjadi, misalnya, karena ada kendala produksi di pemasok, masalah transportasi, dan sebagainya. Ketidakpastian ini diantisipasi oleh perusahaan dengan adanya persediaan, sehingga kegiatan perusahaan (produksi atau penjualan) tidak terganggu.

Jumlah persediaan harus dikelola pada suatu tingkat yang optimal. Jumlah persediaan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan berdampak terhadap biaya atau risiko tertentu.

- Jumlah atau tingkat persediaan yang tinggi memang memberikan beberapa keuntungan, seperti jaminan terpenuhinya pasokan untuk kegiatan produksi atau

pemenuhan permintaan pelanggan. Namun, konsekuensi dari tingkat persediaan yang tinggi adalah biaya besar yang harus ditanggung, baik biaya modal maupun biaya risiko persediaan. Risiko persediaan mencakup risiko-risiko: kehilangan, kerusakan, dan keusangan (*obsolescence*).

- Dengan jumlah atau tingkat persediaan yang rendah, berarti biaya modal yang dikeluarkan juga rendah. Namun, jumlah atau tingkat persediaan yang rendah berdampak terhadap jaminan pasokan yang rendah untuk produksi dan pemenuhan permintaan pelanggan. Apabila produksi dan pemenuhan permintaan pelanggan terganggu, maka terjadi kehilangan peluang penjualan (*lost of sales*) hingga kehilangan pelanggan (*lost of customers*).

### 2.3.3. Lokasi

Lokasi pabrik akan memengaruhi biaya transportasi inbound logistik yaitu biaya transportasi material dari pemasok ke pabrik. Perusahaan berusaha memilih lokasi pabrik yang dekat dengan pasokan material. Pertimbangan perusahaan memilih lokasi pabrik dekat dengan daerah pasokan material selain untuk menghemat biaya transportasi juga untuk kemudahan dalam pengawasan dan pengendalian mutu dan kelangsungan pasokan material.

Beberapa perusahaan memilih lokasi pabrik tidak selalu berdasar pada kedekatan dengan daerah pasokan material, melainkan memilih lokasi pabrik di kawasan yang memberikan pasokan tenaga kerja dengan keterampilan, dan budaya kerja sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Selain pertimbangan faktor transportasi material dari pemasok ke pabrik, umumnya perusahaan menyimpan *inventory material* di gudang pabrik untuk memastikan kelancaran pasokan material ke proses produksi. Pengelolaan *inventory material* ini membutuhkan fasilitas *warehouse material*. Fasilitas *warehouse material* dibangun di lokasi yang dekat antara daerah pasokan material dengan pabrik.

Produk jadi (*finished goods*) yang dihasilkan dari proses produksi didistribusikan ke pelanggan melalui saluran distribusi. Perusahaan menggunakan fasilitas gudang produk jadi di lokasi pabrik dan fasilitas *distribution* atau *fulfillment center* untuk mendistribusikan produk-produknya ke toko pengecer, baik berupa pasar tradisional, *minimarket*, dan *modern trade*.

Pemilihan lokasi *distribution center* didasarkan pada kedekatan dengan pasar dan konsumen akhir pengguna produk sesuai saluran pemasaran yang ditetapkan perusahaan.

Pemilihan lokasi fasilitas logistik perlu memerhatikan beberapa faktor kunci dalam menentukan lokasi fasilitas logistik. Umumnya, perusahaan mengelompokkan faktor-faktor kunci dalam menentukan lokasi fasilitas logistik kedalam dua pertimbangan utama, yaitu: (1) lokasi geografi secara umum dan (2) lokasi site secara spesifik (Coyle et al, 2017).

Beberapa faktor kunci perlu menjadi perhatian perusahaan dalam menentukan lokasi fasilitas logistik dari faktor lokasi geografi, yaitu:

- Tenaga kerja.
- Infrastruktur transportasi.
- Kedekatan dengan pasar dan konsumen.
- Kelengkapan fasilitas untuk kualitas hidup.
- Kawasan industri.
- Pemasok.
- Biaya lahan, air, energi, dan telekomunikasi.
- Infrastruktur ICT.
- Preferensi perusahaan.

Sementara pertimbangan lokasi site secara spesifik meliputi:

- Akses transportasi: truk, pesawat udara, kereta api, dan transportasi laut.
- Area metropolitan.
- Ketersediaan tenaga kerja sesuai dengan ketrampilan yang diperlukan.
- Biaya dan pajak lahan.
- Fasilitas air, energi, dan telekomunikasi.

#### **2.3.4. Transportasi**

Dalam sistem logistik, transportasi berperan dalam perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian aktivitas yang berkaitan dengan moda, vendor, dan pemindahan persediaan masuk dan keluar suatu organisasi.

Pemilihan moda merupakan permasalahan yang penting. Pemilihan moda dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal, seperti kondisi geografis, kapasitas, frekuensi, biaya (tarif), kapasitas, availabilitas, kualitas pelayanan dan reliabilitas (waktu pengiriman, variabilitas, reputasi, dll.). Secara umum, moda transportasi dibedakan atas kereta api, truk, transportasi air, transportasi udara, dan pipa.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam transportasi adalah mengenai local pickup and *delivery* serta *long-haul movements*. Perusahaan terkait biasanya memperhatikan

perbedaan karakteristik jangkauan atau jarak ini dengan strategi transportasi yang berbeda. Untuk *local pickup and delivery*, perusahaan biasanya menggunakan armada sendiri. Untuk long-haul movements, biasanya menggunakan outsourcing kepada penyedia jasa logistik (*third-party logistics provider*).

Dalam transportasi, pertimbangan ekonomis mencakup jarak, volume berat, kepadatan (*density*), dan bentuk (*stowability*). Pertambahan jarak, misalnya, akan berakibat bertambahnya biaya. Namun, pertambahan jarak tidak berbanding lurus dengan pertambahan biaya. Pertambahan biaya ini cenderung akan berkurang ketika jarak terus bertambah.

Volume berat barang atau produk akan mempengaruhi ekonomisasi transportasi, yaitu biaya per satuan berat barang. Semakin berat barang, maka biaya per satuan berat barang akan cenderung semakin murah. Tingkat kepadatan dan kemudahan bentuk barang atau produk untuk disusun dalam moda transportasi juga akan mempengaruhi ekonomisasi transportasi. Semakin mudah penyusunan barang atau produk tersebut berarti transportasi semakin ekonomis, karena barang atau produk tersebut akan semakin memaksimalkan penggunaan kapasitas moda.

Pengangkutan atau pemindahan penumpang/barang dengan transportasi adalah untuk mencapai tempat tujuan dan menciptakan/menaikkan utilitas atau kegunaan dari barang yang diangkut. Utilitas yang dapat diciptakan oleh transportasi atau pengangkutan tersebut, khususnya untuk barang yang diangkut ada dua macam :

a) Utilitas Tempat (*Place Utility*)

Adalah kenaikan/tambahan nilai ekonomi atau nilai kegunaan dari suatu komoditi yang diciptakan dengan mengangkutnya dari suatu tempat/daerah, dimana barang tersebut mempunyai kegunaan yang lebih besar. Dalam hal ini, utilitas tempat yang diciptakan biasanya diukur dengan uang (*in term of money*) yang pada dasarnya merupakan perbedaan dari harga barang tersebut dihasilkan atau dimana utilitasnya rendah untuk dipindahkan ke suatu tempat dimana barang tersebut diperlukan atau mempunyai utilitas yang lebih tinggi dalam memenuhi kebutuhan manusia

b) Utilitas Waktu (*Time Utility*)

Transportasi akan menyebabkan terciptanya kesanggupan dari barang untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan menyediakan barang yang bersangkutan tidak hanya di mana mereka dibutuhkan, tetapi juga pada waktu yang tepat bilamana diperlukan.

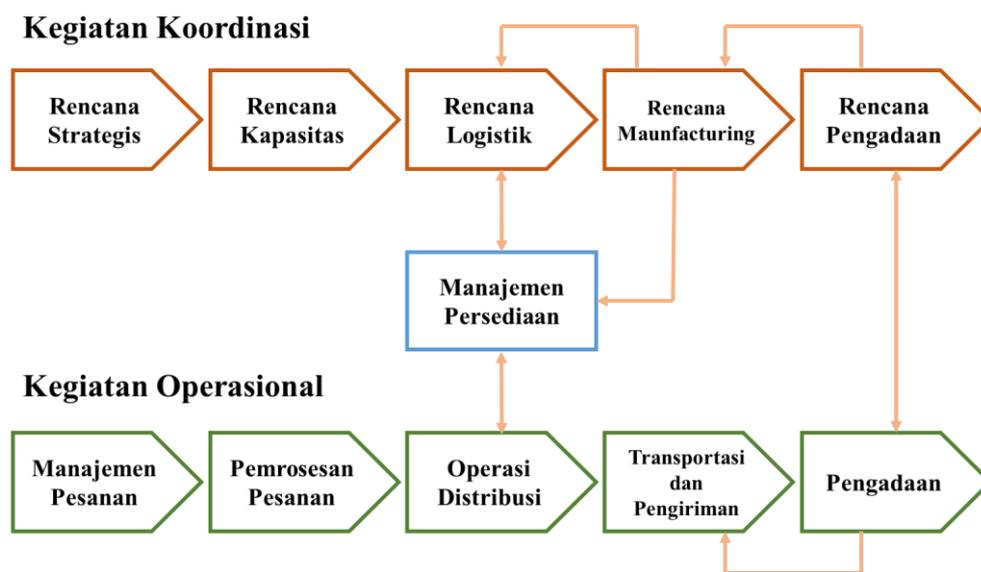
Utilitas waktu berarti usaha agar barang-barang dapat dipindahkan atau disampaikan ke tempat tujuan (konsumen) tepat pada waktunya.

### 2.3.5. Informasi

Sistem informasi merupakan saling keterkaitan perangkat keras dan perangkat lunak komputer dengan orang dan proses yang dirancang untuk pengumpulan, pemrosesan, dan diseminasi informasi untuk perencanaan, pengambilan keputusan, dan pengendalian (*APICS Dictionary, 10th ed.*)

Sistem informasi diperlukan untuk mengintegrasikan komponen-komponen dan kegiatan-kegiatan dalam sistem logistik. Efektivitas proses-proses dalam sistem logistik sangat dipengaruhi oleh kualitas informasi yang digunakan. Kualitas informasi dapat dilihat dari tiga aspek, yaitu: (1) ketersediaan informasi yang diperlukan untuk membuat keputusan-keputusan terbaik, (2) keakuratan informasi, (3) efektivitas komunikasi.

Aliran informasi dalam sistem logistik dapat dijabarkan pada Gambar 2.3 berikut ini.



Sumber: Coyle, *et al* (2003)  
(Gambar telah disunting oleh penulis)

Gambar 2.3 Aliran Informasi Logistik

### 2.4. Biaya Transportasi Laut

Biaya transportasi laut dalam pelayaran digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal (Wijnolst & Wergeland, 1997). Pada pelayaran tidak terdapat standar klasifikasi biaya yang digunakan secara internasional, sehingga hanya menggunakan pendekatan untuk mengklasifikasikannya. Klasifikasi biaya-biaya tersebut meliputi

biaya modal, biaya operasional, biaya perjalanan, dan biaya bongkar muat untuk memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal.

#### 2.4.1. 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 pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai modal ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

#### 2.4.2. Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Biaya-biaya operasional adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan kapal dalam kegiatan operasional kapal sehari-hari selama kapal beroperasi maupun sedang tidak beroperasi atau berlayar. Biaya operasional memiliki beberapa komponen dalam perhitungannya yaitu biaya ABK, perawatan dan perbaikan, perbekalan, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi. Berikut adalah rumus untuk menghitung biaya operasional :

##### a) Biaya ABK (*Manning Cost*)

*Manning cost* atau *crew cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk keperluan anak buah kapal baik langsung maupun tidak langsung. Komponen yang termasuk dalam *manning cost* adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, uang pensiun dan lain-lain. Faktor yang mempengaruhi jumlah *manning cost* yang dikeluarkan adalah jumlah ABK dan struktur pembagian kerja yang bergantung pada besar atau kecilnya ukuran kapal.

##### b) Biaya Perbekalan (*Store Cost*)

Biaya perbekalan adalah biaya yang dikeluarkan kapal untuk melengkapi perbekalan yang dibutuhkan dalam satu kali *voyage*. Biaya perbekalan terdiri dari 2 macam yaitu untuk keperluan kapal sendiri berupa cadangan perlengkapan kapal dan perawatan kapal dan biaya untuk ABK berupa bahan-bahan makanan.

##### c) Maintenance and Repair Cost

*Maintenance and repair cost* adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan perawatan dan perbaikan kapal sesuai dengan kondisi kapal. Perawatan kapal sangat penting agar tidak banyak mengeluarkan biaya yang besar di mana adanya

penggantian komponen. Untuk *maintenance and repair cost* dibagi menjadi 3 kategori yaitu :

d) Survei Klasifikasi

Untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi, kapal harus menjalani survei reguler *docking* tiap dua tahun sekali dan spesial tiap empat tahun sekali.

e) Perawatan Rutin dan Perbaikan

Kapal menjalani perawatan rutin yang meliputi mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari *marine growth* yang mengurangi efisiensi dalam pengoperasian kapal. Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan kapal akan makin bertambah seiring bertambahnya umur kapal.

Adanya kerusakan bagian kapal yang harus segera diperbaiki agar tidak terjadi hal-hal yang dapat merugikan ketika kapal sedang berlayar. Biaya perbaikan kapal dikeluarkan saat kapal sedang mengalami kerusakan fatal dan harus segera melakukan *docking*. Untuk mengurangi besarnya biaya kapal yang dikeluarkan, maka jadwal perawatan rutin kapal harus ditaati.

f) Biaya Asuransi Kapal (*Insurance Cost*)

*Insurance cost* adalah biaya asuransi yang jumlah pembiayaannya dikeluarkan sesuai dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. *Insurance cost* memiliki komponen pembiayaan berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggungan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Makin tinggi resiko yang dibebankan, makin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi *rate* premi asuransi, yaitu *rate* yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang lebih tua umurnya.

g) Dokumen dan Administrasi

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

### 2.4.3. Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya yang jumlahnya tidak tetap 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.

#### h) Biaya Bahan Bakar (*Fuel Cost*)

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

#### i) Biaya Pelayanan Pelabuhan (*Port Charges*)

*Port charges* adalah biaya-biaya yang dikeluarkan kapal saat kapal berada dipelabuhan, biaya-biaya tersebut meliputi *port dues dan services charges*. *Port dues* sendiri adalah biaya yang harus dikeluarkan saat kapal menggunakan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam labuh dan infrastruktur pelabuhan lainnya yang jumlah biayanya disesuaikan dengan volume kargo, berat kargo, *gross tonnage* dan *net tonnage*. Sedangkan *service charges* adalah biaya yang dikeluarkan kapal saat memakai jasa atau layanan dipelabuhan yang meliputi jasa tandu dan tunda.

##### - Jasa labuh

Jasa labuh dikenakan terhadap kapal yang menggunakan perairan pelabuhan.

##### - Jasa tambat

Jasa tambat dikenakan pada setiap kapal yang berlabuh di pelabuhan Indonesia dan tidak melakukan kegiatan, kecuali kapal perang dan kapal pemerintah Indonesia.

##### - Jasa pemaduan

Saat kapal akan memasuki alur pelayaran menuju ke dermaga atau kolam pelabuhan untuk berlabuh dan sebaliknya, maka wajib untuk melakukan pandu pada area tersebut. Fungsinya adalah untuk menjaga keselamatan kapal, penumpang dan muatannya. Setiap kapal wajib melakukan pandu pada area berlayar dalam perairan pelabuhan dari mulai masuk, keluar atau pindah tambatan. Sesuai dengan tugasnya, jasa pemaduan ada dua jenis, yaitu pandu laut dan pandu bandar. Pandu laut yaitu

pemanduan diperairan antara batas luar perairan hingga batas pandu bandar. Sedangkan pandu bandar adalah pandu yang bertugas memandu kapal dari batas perairan bandar hingga kapal masuk di kolam pelabuhan dan sandar di dermaga.

#### **2.4.4. Biaya Bongkar Muat (*Cargo Handling Cost*)**

Biaya bongkar muat adalah biaya-biaya yang dikeluarkan kapal saat kapal sedang dipelabuhan dan melakukan proses bongkar atau muat barang. Biaya bongkar muat mempengaruhi biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh pihak perusahaan pelayaran. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan bongkar muat pada umumnya berupa *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan tersebut dilaksanakan oleh perusahaan bongkar muat (PBM) sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2002 Tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat barang dari dan ke kapal, adapun istilah dalam kegiatan bongkar muat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/truk/tongkang atau sebaliknya sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat.
- b. *Cargodoring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan barang selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan dan sebaliknya.
- c. *Receiving/delivery* adalah pekerjaan memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun diatas kendaraan di pintu gudang/lapangan atau sebaliknya.
- d. Perusahaan Bongkar Muat adalah badan hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal.
- e. Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) adalah semua tenaga kerja yang terdaftar pada pelabuhan setempat yang melakukan pekerjaan bongkar muat di pelabuhan.

#### **2.4.5. Total Biaya Transportasi Laut (*Total Cost*)**

Total biaya untuk biaya transportasi laut adalah penjumlahan dari seluruh komponen biaya, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

### **2.5. Tol Laut**

Tol Laut adalah konsep pengangkutan logistik kelautan yang dicetuskan oleh Presiden Joko Widodo. Program ini bertujuan untuk menghubungkan pelabuhan-pelabuhan besar yang ada

di nusantara. Dengan adanya hubungan antara pelabuhan-pelabuhan laut ini, maka dapat diciptakan kelancaran distribusi barang hingga ke pelosok. Selain hal itu, pemerataan harga Logistik setiap barang di seluruh wilayah Indonesia.

Tol laut juga adalah melakukan penataan dan pengaturan pada transportasi maritim secara teratur yang menghubungkan pelabuhan hub dari wilayah barat ke timur Indonesia dan sebaliknya menggunakan kapal-kapal berbadan besar. Port hub ini akan didukung oleh port yang lebih kecil yang bertindak sebagai pengumpan. Oleh karenanya tol laut ini bertujuan untuk menyelamatkan jalur perdagangan maritim dan mempermudah konektivitas sehingga pada akhirnya akan membawa manfaat ekonomi yang besar.

Data yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), tol laut didukung oleh 24 pelabuhan yang terdiri atas 5 pelabuhan hub dan 19 pelabuhan pengumpan. Pelabuhan-pelabuhan yang melaksanakan fungsi hub adalah Pelabuhan Belawan/Kuala Tanjung di Medan, Sumatra Utara; Pelabuhan Tanjung Priok/Kali Baru di Jakarta; Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, Jawa Timur; Pelabuhan Makassar di Sulawesi Selatan; dan Pelabuhan Bitung di Sulawesi Utara. Sedangkan untuk 19 pelabuhan pengumpan/feeder yang tersebar di seluruh Indonesia adalah Pelabuhan Malahayati (Aceh), Pelabuhan Batu Ampar (Batam), Pelabuhan Teluk Bayur (Padang), Pelabuhan Jambi, Pelabuhan Palembang, Pelabuhan Panjang (Lampung), Pelabuhan Tanjung Emas (Semarang), Pelabuhan Pontianak, Pelabuhan Sampit, Pelabuhan Banjarmasin, Pelabuhan Karingau

(Balikpapan), Pelabuhan Palaran (Samarinda), Pelabuhan Pantoloan (Sulawesi Tengah), Pelabuhan Kendari, Pelabuhan Tenau Kupang, Pelabuhan Ternate, Pelabuhan Jayapura, Pelabuhan Ambon, dan Pelabuhan Sorong. Sebaran pelabuhan hub dan feeder tersebut dapat dilihat pada gambar ilustrasi di bawah ini



Sumber : Bappenas

Gambar 2.4 Pelabuhan Pendukung Konsep Tol Laut Indonesia

## 2.6. Sistem Logistik Nasional

Sistem logistik sendiri tersusun atas fasilitas-fasilitas yang terhubung dengan jasa pelayanan transportasi. Sistem ini memiliki peran strategis dalam mensinkronkan dan menyelaraskan kemajuan antarsektor ekonomi dan antarwilayah demi terwujudnya pertumbuhan ekonomi yang inklusif sekaligus menjadi benteng bagi kedaulatan dan ketahanan ekonomi nasional. Adapun peran-peran sislognas sebagai berikut :

- Mengurangi biaya transaksi/ekonomi biaya tinggi
- Membangun daya saing nasional
- Menjaga kelestarian lingkungan hidup
- Mewujudkan kesejahteraan masyarakat
- Mensinkronkan dan menyelaraskan kemajuan antar sektor ekonomi dan antar wilayah sehingga dapat menjadi benteng kedaulatan dan ketahanan ekonomi nasional
- Meningkatkan konektivitas untuk memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa (NKRI) dan penggerak bagi terwujudnya Indonesia sebagai negara maritime.

## 2.7. Penelitian Terdahulu

### 2.7.1. Model Pengembangan Pengukuran Indeks Logistik Pelabuhan Pelayaran Rakyat: Studi Kasus Pelabuhan Kalimas

Penelitian tersebut dilakukan oleh Sandy Rinda Pratama (2017). Permasalahan yang melatarbelakangi penelitian tersebut ialah disparitas harga antar daerah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengukuran indeks logistik pelabuhan Kalimas sehingga mengetahui nilai kinerja logistik di dalam pelabuhan Kalimas.

Metode yang digunakan untuk mengukur indeks logistik pelabuhan Kalimas adalah pendekatan menggunakan skala Likert dengan rentang 1 (satu) sampai dengan 5 (lima), dengan 1 (satu) menunjukkan nilai terendah.

$$\text{Rentang Skala} = \frac{(m - n)}{b} \quad (2.1)$$

Keterangan :

m = angka tertinggi dalam pengukuran

n = angka terendah dalam pengukuran

b = banyaknya kategori yang terbentuk

Sedangkan untuk menentukan indikator yang paling dominan berpengaruh dengan menggunakan regresi linier berganda yang diolah menggunakan software SPSS.

$$y=A+ B_1x_1+B_2x_2+\cdots+B_nx_n \quad (2.2)$$

Dimana:

$y$  = variabel terikat

$A$  = *konstanta*

$B_1$  = koefisien

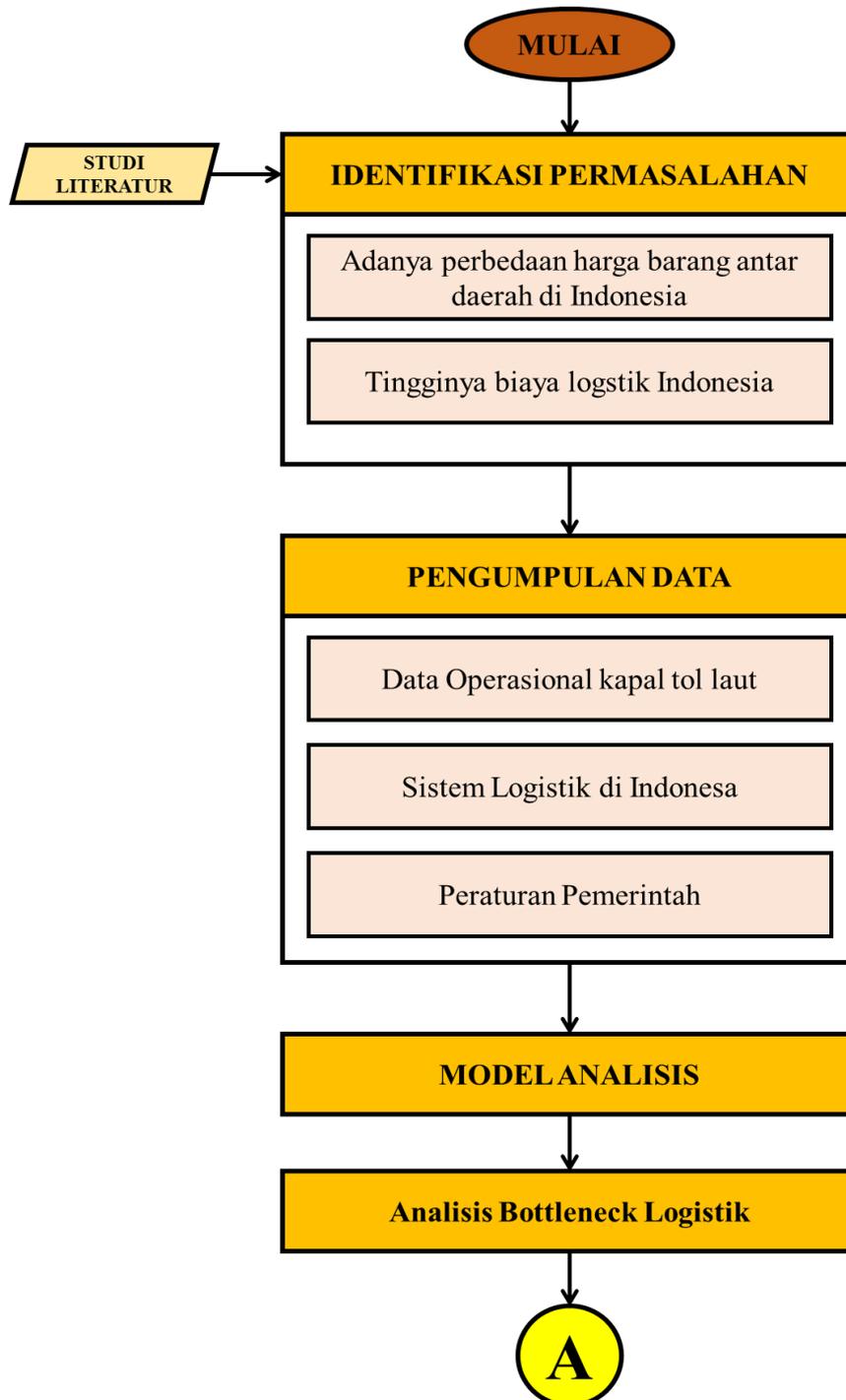
$x_2$  = variabel tidak terikat

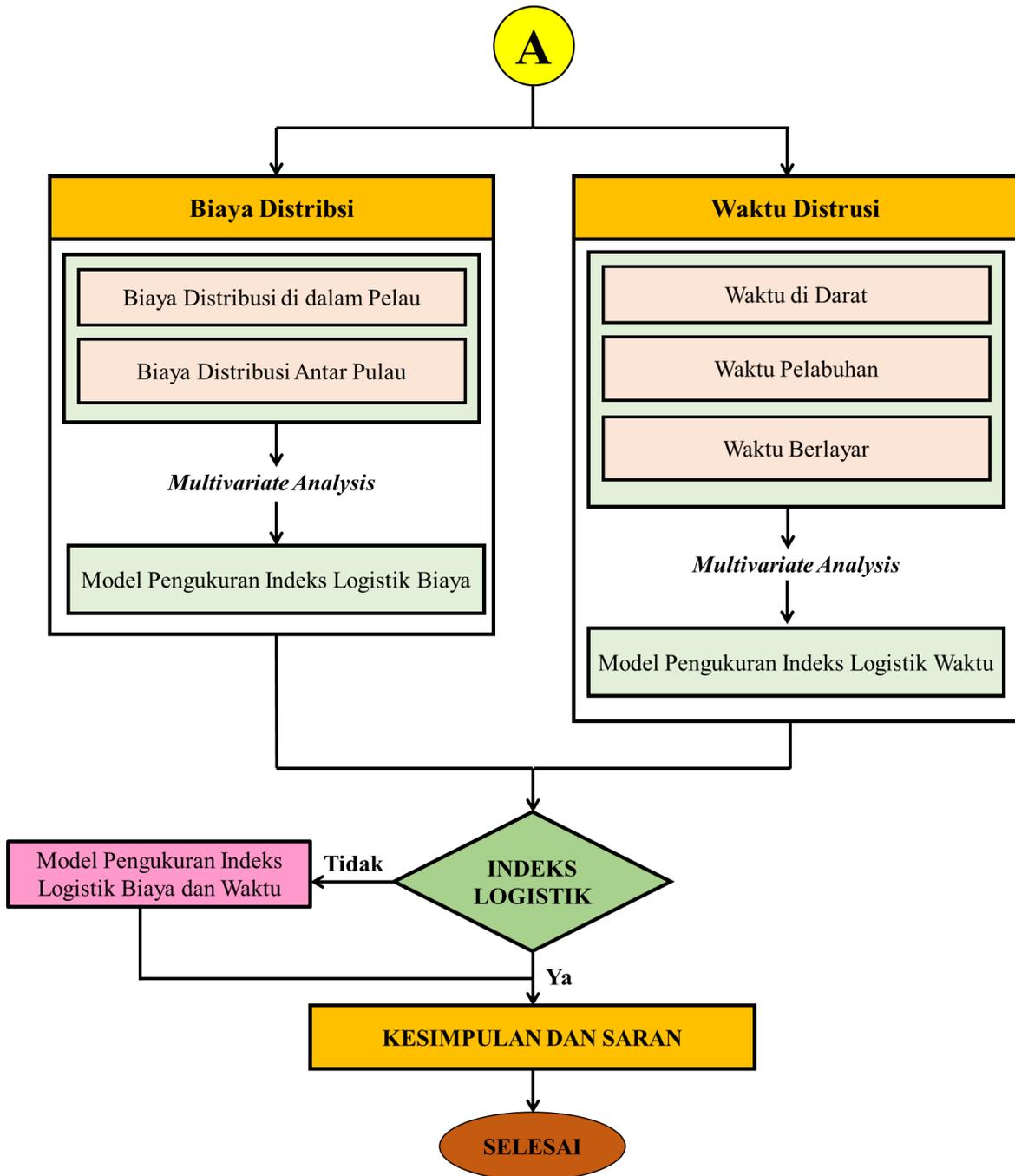


## Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Berikut ini diagram alir penelitian dalam pengerjaan tugas akhir ini :





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini. Permasalahan yang terjadi adalah Indonesia merupakan negara dengan rata-rata biaya logistik yang lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa negara lain di kawasan. Permasalahan tingginya biaya logistik di Indonesia, yang nilainya mencapai sekitar 24% dari PDB Indonesia, menunjukkan bahwa kinerja sistem logistik nasional yang buruk. Kondisi Indonesia yang luas

harus didukung dengan sistem transportasi nasional yang efektif dan efisien. Terselenggaranya sistem transportasi yang efektif dan efisien diharapkan dapat melayani angkutan barang. Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat indeks pengiriman logistik di Indonesia yang dapat memberikat kemudahan untuk menilai pengiriman logistik di daerah Indonesia .

### **3.3. Tahap Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan dua (2) cara, yaitu :

#### **3.3.1. Pengumpulan data secara langsung (Primer)**

- 1) PT. PELNI dan PT. PELNI Logistics sebagai pihak pelayaran dan jasa bongkar muat barang. Pengumpulan data ini dilakukan untuk mengetahui biaya pelayaran, biaya pelabuhan, serta proses bongkar muat

#### **3.3.2. Pengumpulan data secara tidak langsung (Sekunder)**

Pengumpulan data secara tidak langsung dilakukan dengan mengambil data seperti rute pengiriman logistik, rute tol laut, spesifikasi kapal yang digunakan, jumlah komoditi yang dikirim, serta peraturan – peraturan yang menjadi acuan dalam pengiriman logistik.

### **3.4. Tahap Pengolahan Data**

Pada tahap ini, data yang telah didapatkan akan diolah dengan menggunakan metode yang telah dipilih sehingga mendapatkan hasil indeks pengiriman logistik. Berikut ini metode perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini :

#### **3.4.1. Analisis Bottleneck**

*Bottleneck* adalah kondisi yang menghambat kinerja sistem yang disebabkan keterbatasan dari kapasitas. Analisis bottleneck menggunakan pendekatan rantai pasok. Pendekatan rantai pasok yang dimaksud adalah mengikuti perpindahan barang/komoditas dalam proses rantai pasok dari pedagang besar sampai ke distributor yang berada di pulau yang berbeda. Analisis akan dilakukan di setiap segmen atau tahapan dari rantai pasok tersebut. Sementara itu ruang lingkup koridor yang dimaksud adalah rantai pasok yang dianalisis pada rute-rute terpilih antar pulau.

Analisis bottleneck menggunakan biaya distribusi dan waktu distribusi berdasarkan setiap rantai pasok, mulai dari asal barang hingga tujuan barang. Perhitungan Analisis Bottleneck dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu :

- a) Perhitungan di darat

Perhitungan didarat berdasarkan perhitungan biaya distribusi yang terjadi di darat baik menggunakan truk/kereta api dan waktu distribusi yang terjadi di darat

b) Perhitungan di laut

Perhitungan di laut berdasarkan perhitungan biaya transportasi laut dari pelabuhan asal hingga pelabuhan tujuan. Serta waktu distribusi yang terjadi di laut seperti waktu di pelabuhan asal dan tujuan dan waktu berlayar.

*Analisis Bottleneck* digunakan untuk mengetahui kondisi yang menghambat kinerja sistem yang disebabkan keterbatasan dari kapasitas. Untuk mengetahui indikasi adanya *bottleneck* dapat menggunakan ukuran-ukuran biaya logistik dengan menggunakan pendekatan *supply chain*.

1) Biaya distribusi antar pulau



Gambar 3.2 Biaya Distribusi antar Pulau

a. Biaya distribusi dari Pabrik ke Pelabuhan Asal

$$DC_{gi} = \frac{BM_{gi}}{S_{gi}} \quad (3.1)$$



Gambar 3.3 Distribusi Pabrik ke Palabuhan Asal

b. Biaya distribusi dari Pelabuhan Asal ke Pelabuhan Tujuan

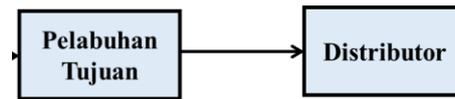
$$UC_{teu} = \frac{TC_{IJ}}{M_{teu}} \quad (3.2)$$



Gambar 3.4 Distribusi Palabuhan Asal ke Pelabuhan Tujuan

c. Biaya distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke distributor

$$DC_{dj} = \frac{BM_{dj}}{S_{dj}} \quad (3.3)$$



Gambar 3.5 Distribusi Pelabuhan Tujuan ke Distributor

d. Biaya distribusi *Door to Door* (Pabrik ke Distributor)

$$DTD = \frac{TC_{IJ} + UC_{nm} + DC_{dj}}{S_{gi} + S_{ij} + S_{dj}} \quad (3.4)$$

Keterangan :

$DC$  = Biaya distribusi

$BM$  = Biaya moda

$g$  = Pabrik

$i$  = Kota asal

$j$  = Kota tujuan

$s$  = Jarak

$d$  = Distributor

$DTD$  = Biaya *Door to Door* dari pabrik sampai ke distributor

2) Biaya transportasi Laut

❖ Biaya Modal (*Capital Cost*)

$$CC \quad (3.5)$$

Keterangan :

$CC$  = Biaya modal

❖ Biaya Operasional (*Operating Cost*)

$$OP = GA + T + P + AT + PK + AK + MP \quad (3.6)$$

Keterangan :

$OP$  = Biaya operasional (Rp/Tahun)

$GA$  = Gaji ABK (Rp/Tahun)

$T$  = Tunjangan ABK (Rp/Tahun)

$P$  = Perbekalan ABK (Rp/Tahun)

$AT$  = Air tawar kapal (Rp/Tahun)

$PK$  = Perawatan kapal (Rp/Tahun)

$AK$  = Asuransi kapal (Rp/Tahun)

$MP$  = Minyak pelumas (Rp/Tahun)

❖ Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

$$VC = BB + BP \quad (3.7)$$

Keterangan :

VC = Biaya pelayaran (Rp/Tahun)

BB = Biaya bahan bakar (Rp/Tahun)

BP = Biaya Pelabuhan

CJC = Biaya bongkar muat

❖ Total Biaya Transportasi Laut (*Total Cost*)

$$TC = CC + OC + VC \quad (3.8)$$

Keterangan :

TC = *Total cost* (Rp/Tahun)

❖ Biaya Satuan (*Unit Cost*)

$$UC_s = \frac{TC}{S_{ij}} \quad (3.9)$$

$$UC_{teu} = \frac{TC}{M_{teu}} \quad (3.10)$$

Keterangan :

$UC_s$  = Biaya Satuan per Jarak Pelayaran (Rp/km)

$UC_{teu}$  = Biaya Satuan per teu (Rp/teu)

3) Waktu distribusi

$$TW_{DTD} = WD + WB + WP \quad (3.11)$$

Keterangan :

TW = Total waktu

W = Waktu

WB = Waktu berlayar

WP = Waktu di pelabuhan

### 3.4.2. Indeks Komposit

Dalam pengertian umum, indikator adalah ukuran kuantitatif atau kualitatif yang diturunkan dari beberapa fakta pengamatan. Adapun Indikator komposit terbentuk ketika indikator-indikator dikompilasi menjadi indeks tunggal berdasarkan model yang mendasarinya. Indikator komposit idealnya mengukur konsep multidimensi yang tidak bisa diukur dengan hanya satu indikator.

Langkah – langkah membuat indikator komposit :

a. Kerangka teoretis.

Kerangka teoretis harus dikembangkan untuk mendukung dasar pemilihan dan pengkombinasian indikator-indikator menjadi indikator komposit yang mempunyai makna.

b. Pemilihan data.

Indikator harus dipilih berdasarkan kebaikan analisis, keterukuran, relevansi terhadap fenomena yang diukur, dan hubungan antara indikator.

c. Normalisasi.

Indikator harus dinormalisasikan agar bisa dibandingkan

d. Analisis multivariat.

Analisis eksploratori menginvestigasi struktur keseluruhan indikator, menilai kesesuaian data set, serta menjelaskan pilihan metodologi semisal pembobotan atau agregasi

e. Kembali ke data riil.

Indikator komposit harus jelas dan cocok untuk diuraikan ke indikator atau nilai yang mendasarinya.

Analisis multivariat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode analisis faktor. Analisis faktor merupakan suatu analisis statistik yang berfungsi untuk mereduksi atau meringkas beberapa variabel yang saling independen menjadi lebih sedikit variabel.

Berikut ini tahap analisis faktor yang digunakan di dalam penelitian ini :

i. Uji Normalitas Liliefors

Uji Normalitas Liliefors digunakan untuk mengetahui penyebaran dari distribusi data , apakah data menyebarkan secara normal atau tidak. Uji Normalitas Liliefors dapat dilakukan dengan formulasi sebagai berikut:

$$L_o = |F(Z_i) - S(Z_i)| \quad (3.12)$$

Keterangan :

$F(Z_i)$  = probabilitas komulatis normal

$S(Z_i)$  = probabilitas komulatis empiris

ii. Normalisasi Data

Normalisasi data bertujuan untuk mereduksi satuan yang dimiliki oleh beberapa variabel. Berikut formulasi normalisasi data yang digunakan pada penelitian ini :

$$x' = \log x_{ni} \quad (3.13)$$

Keterangan:

$x'_{ni}$  : Nilai normalisasi variabel ke-n pada data ke-i

$x_{ni}$  : Nilai variabel ke-n pada data ke-i

iii. Korelasi antar variabel

Menurut Alvin C. Rencher (2002), Korelasi antar variabel digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Formulasi korelasi antar variabel yang digunakan sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n\sum x^2) - (\sum x)^2)(n\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (3.14)$$

Keterangan :

$r$  : nilai korelasi antar variabel

$x$  : variabel 1

$y$  : variabel 2

iv. Uji Keiser Meyer Olkin (KMO)

Uji keiser meyer olkin (KMO) bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari variabel – variabel untuk dilakukan analisis faktor. Berikut ini uji KMO yang digunakan pada penelitian ini :

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_i \sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_i \sum_{i \neq j} \alpha_{ij}^2} \quad (3.15)$$

Keterangan :

$r_{ij}$  : koefisien korelasi sederhana antara peubah i dan j

$\alpha_{ij}$  = koefisien korelasi parsial antara peubah i dan j

v. Skala Indeks Logistik

Menurut Ronald E. Walpole (1995), formula yang digunakan untuk mencari skala indeks logistik sebagai berikut :

$$c = \frac{j}{k} = \frac{y_{max} - y_{min}}{1 + 1,133 \log n} \quad (3.16)$$

Keterangan :

c : interval skala

j : jangkauan data

k : kelas interval

Penghitungan indeks komposit dilakukan untuk mendapatkan satu kesimpulan akhir dari penilaian efisiensi logistik yang dapat dinyatakan secara kuantitatif sehingga efisiensi antar rute dapat dibandingkan. Indeks komposit yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan 6 (enam) indikator yaitu indikator biaya distribusi dari gudang menuju pelabuhan asal, biaya distribusi dari pelabuhan tujuan menuju pelabuhan asal, biaya distribusi dari pelabuhan tujuan ke distributor, waktu darat, waktu pelabuhan dan waktu berlayar. Indikator biaya darat merupakan biaya pendistribusian per kilometer sedangkan untuk indikator biaya distribusi jalur laut merupakan biaya pendistribusian per teu. Sedangkan untuk indikator waktu merupakan waktu pendistribusian per hari. Berikut ini rumusan untuk menghitung indeks komposit :

$$\theta_{ij} = (IB) + (IW) \quad (3.17)$$

Keterangan

$\theta$  = indeks

$IW$  = Indikator Waktu

$IB$  = Indikator Biaya

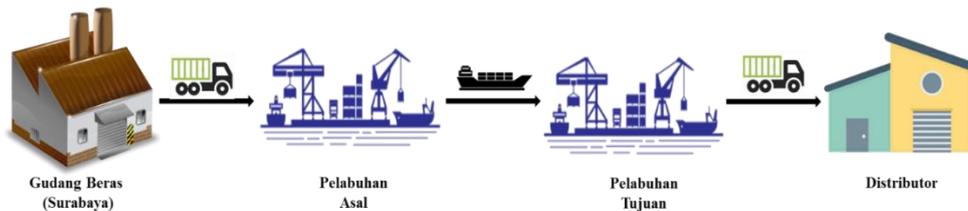
### 3.5. Rantai Pasok Komoditas Beras

Dalam Penelitian ini komoditas yang dikirim adalah beras. Pabrik/gudang penelitian berasal dari Kota Surabaya, karena salah satu pemasok beras di Indonesia berasal dari Provinsi Jawa Timur. Karena itu, baik trayek tol dan sebelum adanya tol laut gudang beras sama yaitu berasal dari

surabaya. Terdapat perbedaan rantai pasok pengirim sesudah adanya tol laut dan sebelum adanya tol laut. Berikut ini rantai pasok komoditas beras trayek tol laut dan sebelum adanya tol laut :

### 3.5.1. Rantai Pasok Komoditas Beras Trayek Tol Laut

Rantai pasok komoditas beras trayek tol laut adalah komoditas beras yang berasal dari Surabaya akan dikirim ke pulau lain sesuai dengan trayek tol laut. Pengiriman jalur darat menggunakan truk dan jalur laut menggunakan kapal yang sesuai dengan trayek tol laut. Gambar 3.6 menunjukkan rantai pasok komoditas beras yang dilakukan dalam penelitian ini.

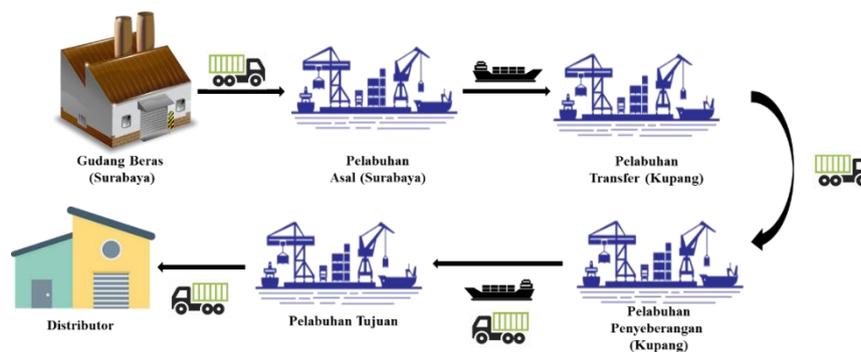


Sumber : Dibuat oleh Penulis

Gambar 3.6 Rantai Pasok Komoditas Beras Trayek Tol Laut

### 3.5.2. Rantai Pasok Komoditas Beras Sebelum adanya tol laut

Rantai pasok komoditas beras sebelum adanya tol laut adalah komoditas beras yang berasal Surabaya akan dikirim ke rute yang telah di pilih dalam penelitiin ini. Pengiriman jalur darat menggunakan truk dan jalur laut menggunakan kapal yang terpilih dalam penelitian ini. Yang memebedakan rantai pasok pengiriman antara trayek tol laut dengan dengan sebelum aadanya tol laut adalah adanya komoditas tidak dapat dikirim langsung ke pelabuhan tujuan. Komoditas dikirim di pelabuhan tranSfer terlebih dahulu dan selanjutnya barang akan dikirim dengan truk menuju pelabuhan penyeberangan menuju pelabuhan tujuan yang dituju. Berikut ini rantai pasok komoditas beras sebelum adanya tol laut :



Gambar 3.7 Rantai Pasok Komoditas Beras sebelum adanya Tol Laut

## Bab 4. GAMBARAN UMUM

### 4.1. Lokasi Gudang

Di dalam penelitian ini lokasi gudang beras yang terpilih untuk mendistribusikan beras yaitu Gudang Bulog Baru Rungkut yang terletak di Jl. Panjang Jiwo No.44, Surabaya. Gudang tersebut di dalam penelitian ini akan digunakan sebagai titik awal dari rantai pasok komoditas beras. Jarak gudang beras ke Pelabuhan Tanjung Perak ialah **13,1** meter.

### 4.2. Trayek Penelitian

Trayek tol laut yang dipilih di dalam penelitian ini terdapat 6 trayek yaitu trayek H-1, T-10, T-13, T-14, T-15 dan T-18. Trayek tersebut dipilih karena pelabuhan pangkal terdapat di Surabaya. Berikut ini Tabel 4.1 menunjukkan rute dan nama kapal di setiap trayek terpilih.

Tabel 4.1 Rute dan Nama Kapal di Setiap Trayek

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Nama Kapal
H-1	Surabaya	Makassar	Logistik Nusantara 2
	Surabaya	Tahuna	
T-10	Surabaya	Tidore	Logistik Nusantara 6
	Surabaya	Buli	
	Surabaya	Maba	
	Surabaya	Weda	
T-13	Surabaya	Rote	Kendhaga Nusantara 11
	Surabaya	Sabu	
T-14	Surabaya	Lewoleba	Kendhaga Nusantara 7
	Surabaya	Larantuka	
T-15	Surabaya	Jailolo	Logistik Nusantara 3
	Surabaya	Morotai	
T-18	Surabaya	Badas	Logistik Nusantara 2
	Surabaya	Bima	
	Surabaya	Merauke	

Sumber: PELNI

#### 4.2.1. Jarak Setiap Rute

Berikut ini Tabel 4.2 menunjukkan jarak setiap rute dalam penelitian ini.

Tabel 4.2 Jarak Setiap Rute

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Jarak	
			nm	km
H-1	Surabaya	Makassar	520,00	963,04
	Surabaya	Tahuna	1.362,00	2.522,42
T-10	Surabaya	Tidore	1.121,48	2.076,98
	Surabaya	Buli	1.165,48	2.158,47
	Surabaya	Maba	1.161,86	2.151,76
	Surabaya	Weda	1.403,40	2.599,10
T-13	Surabaya	Rote	845,09	1.565,11
	Surabaya	Sabu	685,87	1.270,23
T-14	Surabaya	Lewoleba	821,31	1.521,07
	Surabaya	Larantuka	647,76	1.199,65
T-15	Surabaya	Jailolo	1.332,19	2.467,22
	Surabaya	Morotai	1.226,05	2.270,64
T-18	Surabaya	Badas	425,29	787,64
	Surabaya	Bima	1.436,00	2.659,47
	Surabaya	Merauke	2.720,00	5.037,44

Sumber: *SEARATES*

#### 4.3. Spesifikasi Kapal

Setiap trayek tol laut yang dipilih menggunakan kapal yang berbeda. Trayek H-1 kapal yang digunakan adalah Kapal Logistik Nusantara 1, T-10 kapal yang digunakan adalah Kapal Logistik Nusantara 6, T-13 kapal yang digunakan adalah Kapal Kendhaga Nusantara 11, T-14 kapal yang digunakan adalah Kapal Kendhaga Nusantara 7, T-15 kapal yang digunakan adalah Kapal Logistik Nusantara 3, T-18 kapal yang digunakan adalah Kapal Logistik Nusantara 2. Berikut spesifikasi kapal yang digunakan di dalam penelitian ini :

#### 4.3.1. Kapal Logistik Nusantara 1

Tabel 4.3 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 1

<b>Nama</b>	<b>Logistik Nusantara 1</b>	
<b>Tipe</b>	<b>General Cargo</b>	
<b>DWT (ton)</b>	ton	9.412
<b>Payload</b>	teu	400
	ton	8.000
	kg	8.000.200
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		7.738
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	126,08
<b>Breadth (B)</b>	meter	20,00
<b>Height (H)</b>	meter	10,40
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	5,30
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	7,30
Kosong	knot	8,00

Sumber: BKI

#### 4.3.2. Kapal Logistik Nusantara 6

Tabel 4.4 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 6

<b>Nama</b>	<b>Logistik Nusantara 6</b>	
<b>Tipe</b>	<b>General Cargo</b>	
<b>DWT (ton)</b>	ton	9.021
<b>Payload</b>	teu	383
	ton	7.668
	kg	7.667.850
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		7.579
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	122
<b>Breadth (B)</b>	meter	20
<b>Height (H)</b>	meter	11
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	6
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	8,20
Kosong	knot	9,00

Sumber: BKI

### 4.3.3. Kapal Kendhaga Nusantara 11

Tabel 4.5 Spesifikasi Kapal Kendhaga Nusantara 11

<b>Nama</b>	<b>Kendhaga Nusantara 11</b>	
<b>Type</b>	<b>Kapal Petikemas</b>	
<b>DWT</b>	ton	1.750
<b>Payload</b>	teu	100
	ton	1.200
	kg	1.200.000
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		1.785
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	74
<b>Breadth (B)</b>	meter	17
<b>Height (H)</b>	meter	5
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	4
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	7,00
Kosong	knot	8,20

Sumber: BKI

### 4.3.4. Kapal Kendhaga Nusantara 7

Tabel 4.6 Spesifikasi Kapal Kendhaga Nusantara 11

<b>Nama</b>	<b>Kendhaga Nusantara 7</b>	
<b>Type</b>	<b>Kapal Petikemas</b>	
<b>DWT</b>	ton	1.750
<b>Payload</b>	teu	100
	ton	1.200
	kg	1.200.000
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		1.787
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	74
<b>Breadth (B)</b>	meter	17
<b>Height (H)</b>	meter	5
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	4
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	7,00
Kosong	knot	8,20

Sumber: BKI

#### 4.3.5. Kapal Logistik Nusantara 3

Tabel 4.7 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 3

<b>Nama</b>	<b>Logistik Nusantara 3</b>	
<b>Tipe</b>	<b>General Cargo</b>	
<b>DWT (ton)</b>	ton	3.900
<b>Payload</b>	teu	166
	ton	3.315
	kg	3.315.000
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		3.040
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	80
<b>Breadth (B)</b>	meter	15
<b>Height (H)</b>	meter	7
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	6
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	7,50
Kosong	knot	8,60

Sumber: BKI

#### 4.3.6. Kapal Logistik Nusantara 2

Tabel 4.8 Spesifikasi Kapal Logistik Nusantara 2

<b>Nama</b>	<b>Logistik Nusantara 2</b>	
<b>Tipe</b>	<b>General Cargo</b>	
<b>DWT (ton)</b>	ton	4.500
<b>Payload</b>	teu	191
	ton	3.825
	kg	3.825.000
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		3.050
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	80
<b>Breadth (B)</b>	meter	15
<b>Height (H)</b>	meter	7
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	6
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	5,80
Kosong	knot	7,10

Sumber: BKI

#### 4.4. Lokasi Distributor

Lokasi distributor yang dipilih dalam penelitian ini berbeda di setiap tujuan. Faktanya yang menentukan pemilihan lokasi distributor adalah berada dekat pelabuhan di setiap kota tujuan. Berikut ini jarak dari pelabuhan tujuan menuju lokasi distributor.

Tabel 4.9 Jarak dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Jarak (km)
H-1	Pelabuhan Makassar	A	5,2
	Pelabuhan Tahuna	B	1,3
T-10	Pelabuhan Tidore	C	0,85
	Pelabuhan Buli	D	43,5
	Pelabuhan Maba	E	11,7
	Pelabuhan Weda	F	0,5
T-13	Pelabuhan Rote	G	11,8
	Pelabuhan Sabu	H	2,5
T-14	Pelabuhan Lewoleba	I	3,1
	Pelabuhan Larantuka	J	1,8
T-15	Pelabuhan Jailolo	K	18,1
	Pelabuhan Morotai	L	38,65
T-18	Pelabuhan Badas	M	32,9
	Pelabuhan Bima	N	2,8
	Pelabuhan Merauke	O	1,7

Tabel 4.9 menjelaskan jarak dari pelabuhan tujuan menuju lokasi distributor di setiap kota. Untuk nama lokasi distributor lengkap akan dijelaskan di lampiran.

#### 4.5. Sebelum Adanya Tol Laut

Rute sebelum adanya tol laut yang terpilih pada penelitian ini adalah Surabaya-Rote, Surabaya-Sabu, Surabaya-Lewoleba dan Surabaya-Larantuka. Cara pengiriman barang sebelum adanya tol laut dijelaskan pada subbab 3.5.2, dari subbab tersebut dijelaskan bahwa mengirim barang sebelum adanya tol laut tidak bisa langsung ke tujuan yang dituju. Barang dikirim dari pelabuhan asal ke pelabuhan transfer, disini pelabuhan transfernya adalah pelabuhan tenau kupang dari pelabuhan tenau kupang menggunakan truk trailer menuju pelabuhan penyeberangan kyupang menuju pelabuhan tujuan. Kapal yang digunakan dalam menghitung yaitu Kapal Ciremai dan Kapal Ile Mandiri. Berikut ini spesifikasi Kapal Ciremai dan Kapal Ile Mandiri :

Tabel 4.10 Spesifikasi Kapal Ciremai

Nama Kapal	Ciremai	
Tipe	Kapal Penumpang dan Cargo	
DWT	ton	3.480
Payload	teu	40
	ton	480
	kg	480.000
Gross Tonnage (GT)		14.581
Panjang (LOA)	meter	145
Breadth (B)	meter	23
Height (H)	meter	12
Draft (Sarat)	meter	6
Kecepatan (Vs)		
Isi	knot	16,00
Kosong	knot	16,90

Tabel 4.11 Spesifikasi Kapal Ile mandiri

<b>Nama</b>	<b>ILE MANDIRI</b>	
<b>Tipe</b>	<b>Kapal Penyeberangan</b>	
<b>DWT</b>	ton	125
<b>Payload</b>	truk petikemas	38
	teu	38
	ton	760
<b>Gross Tonnage (GT)</b>		533
<b>Panjang (LOA)</b>	meter	45
<b>Breadth (B)</b>	meter	12
<b>Height (H)</b>	meter	3
<b>Draft (Sarat)</b>	meter	2
<b>Kecepatan (Vs)</b>		
Isi	knot	7,80
Kosong	knot	9,30

## 4.6. Pemilihan Truk

### 4.6.1. Truk Fuso Berat

Untuk mengirim dari gudang menuju pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan menuju distributor. Truk yang dipilih adalah Truk Fuso Berat dengan panjang 570 cm, lebar 230 cm, dan berat muatan yang diangkut adalah 8 ton. Untuk rute sebelum adanya tol laut digunakan hanya untuk mengirim dari gudang menuju pelabuhan asal.



Gambar 4.1 Truk Fuso Berat

### 4.6.2. Truk Trailer 20 feet

Truk trailer 20 feet digunakan sebagai pengiriman sebelum adanya tol laut. Digunakan dari pelabuhan transfer kuoang sampai ke lokasi distributor. Dengan dimensi truk panjang 600 cm, lebar 220 cm, tinggi 230 cm dan berat muatan maksimal 20 ton.



Gambar 4.2 Trailer Box 20 feet

## Bab 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Perhitungan Analisis Bottleneck

Di dalam penelitian ini menggunakan analisis bottleneck untuk mengetahui biaya distribusi dan waktu distribusi di setiap rantai pasok komoditas beras. Perhitungan di mulai dari gudang hingga ke distributor di setiap tujuan.

#### 5.1.1. Biaya Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal

Berdasarkan persamaan ( 3.1 ) untuk menghitung biaya distribusi dari gudang ke pelabuhan asal dibutuhkan biaya pengiriman dan jarak dari gudang ke pelabuhan asal. Tabel 5.1 menunjukkan perhitungan biaya distribusi dari gudang ke pelabuhan asal.

Tabel 5.1 Perhitungan Biaya Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal

$BM_{gi}$	1.082.000	Rp
$S_{gi}$	13,1	km
$DC_{gi}$	82.595	Rp/km

Keterangan :

$BM_{gi}$  : Biaya moda dari gudang ke pelabuhan asal (Rp)

$S_{gi}$  : Jarak dari gudang ke pelabuhan asal (km)

$DC_{gi}$  : Biaya distribusi dari gudang ke pelabuhan asal (Rp/km)

#### 5.1.2. Biaya Distribusi dari Pelabuhan Asal ke Pelabuhan Tujuan

Untuk mendapatkan biaya distribusi dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan diperlukan perhitungan biaya transportasi laut. Berdasarkan sub bab 2.4 komponen biaya transportasi laut terdiri dari biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran, dan biaya bongkar muat. Akan tetapi didalam penelitian ini biaya bongkar muat tidak dibebankan/dihitung karena dalam proses bongkar muat menggunakan alat bongkar muat yang dimiliki oleh kapal. Setiap kapal yang terplih dalam penelitian ini memiliki alat bongkar muat yang terdapat pada kapal. Berikut ini perhitungan biaya transportasi laut untuk mendapatkan biaya distribusi dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan.

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

Biaya modal (*capital cost*) adalah sebuah biaya yang dikeluarkan oleh Pemerintah atau operator kapal dalam hal pengadaan kapal. Biaya modal ini nantinya akan masuk kedalam pengembalian biaya tahunan. Contoh perhitungan yang digunakan

ialah rute Surabaya – Makassar, maka kapal yang digunakan Kapal Logistik Nusantara 1 yang berukuran 7.738 GT. Harga kapal tersebut sebesar 79,6 miliar rupiah, sehingga biaya modal yang dikeluarkan sebesar 9,8 miliar rupiah pertahun.

#### B. Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Biaya operasional adalah biaya tetap yang dikeluarkan kapal dalam kegiatan operasional kapal sehari-hari selama kapal beroperasi maupun sedang tidak beroperasi. Seperti yang ditunjukkan di persamaan (3.6) komponen biaya operasional adalah gaji ABK, tunjangan ABK, biaya perbekalan ABK, biaya air tawar kapal, biaya perawatan kapal, biaya asuransi kapal dan biaya minyak pelumas. Tabel 5.2 menunjukkan contoh perhitungan biaya operasional untuk rute Surabaya Makassar.

Tabel 5.2 Perhitungan Biaya Operasional rute Surabaya - Makassar

<b>Biaya Operasional</b>		
Gaji ABK	Rp/tahun	1.585.324.848
Tunjangan ABK	Rp/tahun	85.800.000
Perbekalan ABK	Rp/tahun	150.150.000
Air Tawar Kapal	Rp/tahun	25.740.000
Perawatan Kapal	Rp/tahun	9.412.000.000
Auransi Kapal	Rp/tahun	796.303.909
Minyak Pelumas	Rp/tahun	2.635.368.431
<b>Total Biaya Operasional</b>	<b>Rp/tahun</b>	<b>14.690.687.189</b>
	<b>Rp/trip</b>	<b>1.130.052.861</b>

#### C. Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya yang jumlahnya tidak tetap yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Berdasarkan persamaan (3.7) komponen biaya pelayaran ialah biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan.

##### ❖ Biaya Bahan Bakar

Komponen biaya bahan bakar kapal terdiri dari biaya bahan bakar mesin induk dan biaya bahan bakar mesin bantu. Tabel 5.3 menunjukkan contoh perhitungan biaya bahan bakar untuk rute Surabaya Makassar.

Tabel 5.3 Perhitungan Biaya Bahan Bakar rute Surabaya - Makassar

<b>Biaya Bahan Bakar</b>		
Biaya BBM Mesin Induk	Rp/tahun	26.858.637.312
Biaya BBM Mesin Bantu	Rp/tahun	11.182.286.991
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	<b>Rp/tahun</b>	<b>38.040.924.303</b>

❖ Biaya Pelabuhan

Biaya pelabuhan merupakan biaya yang dibebankan kepada operator kapal atas penggunaan fasilitas dan jasa pelabuhan. Komponen dari biaya pelabuhan ialah jasa labuh, jasa tambat, jasa pandu dan jasa tunda. Tabel 5.3 menunjukkan contoh perhitungan biaya pelabuhan rute Surabaya - Makassar

Tabel 5.4 Biaya Pelabuhan rute Surabaya - Makassar

Pelabuhan Surabaya		
Jasa Labuh	866.656	Rp/kunjungan
Jasa Tambat	897.608	Rp/kunjungan
Jasa Pandu		
Tarif Pokok	450.000	Rp/kunjungan
Tarif Variabel	696.420	Rp/kunjungan
Jasa Tunda		
Tarif Tetap	1.916.734	Rp/kunjungan
Tarif Variabel	464.280	Rp/kunjungan
Biaya Pelabuhan Surabaya	4.130.998	Rp/kunjungan
Pelabuhan Makassar		
Jasa Labuh	773.800	Rp/kunjungan
Jasa Tambat	897.608	Rp/kunjungan
Jasa Pandu		
Tarif Pokok	270.000	Rp/kunjungan
Tarif Variabel	433.328	Rp/kunjungan
Jasa Tunda		
Tarif Tetap	1.791.118	Rp/kunjungan
Tarif Variabel	263.092	Rp/kunjungan
Biaya Pelabuhan Makassar	3.732.526	Rp/kunjungan
<b>Total Biaya Pelabuhan</b>	7.863.524	Rp/kunjungan
	432.493.820	Rp/tahun

Berdasarkan Tabel 5.3 menunjukkan bahwa biaya pelabuhan Surabaya sebesar Rp 4.130.998 /kunjungan dan biaya pelabuhan Makassar sebesar Rp 3.732.526 /kunjungan. Dengan demikian total biaya pelabuhan untuk rute Surabaya – Makassar per kunjungan adalah Rp 7.863.524 dan untuk pertahun adalah Rp 432.493.820

❖ Perhitungan Biaya Pelayaran

Setelah didapatkan biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan, maka biaya pelayaran akan didapatkan. Biaya pelayaran didapatkan dari penjumlahan biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan. Tabel 5.5 menunjukkan contoh perhitungan dari biaya pelayaran rute Surabaya – Makassar.

Tabel 5.5 Biaya Pelayaran Rute Surabaya – Makassar

<b>Biaya Pelayaran</b>		
Biaya Pelabuhan	Rp/tahun	432.493.820
Biaya Bahan Bakar	Rp/tahun	38.040.924.303
Biaya Pelayaran	Rp/tahun	38.473.418.123

D. Total Biaya Transportasi Laut (*Total Cost*)

Berdasarkan persamaan (3.8) komponen biaya transportasi laut ialah penjumlahan biaya modal, biaya operasional dan biaya pelayaran. Tabel 5.6 menunjukkan perhitungan biaya transportasi laut rute Surabaya – Makassar :

Tabel 5.6 Biaya Transportasi Laut Rute Surabaya Makassar

<b>Biaya Transportasi Laut</b>		
Biaya Modal	Rp/tahun	9.802.344.310
Biaya Operasional	Rp/tahun	14.690.687.189
Biaya Pelayaran	Rp/tahun	38.473.418.123
Biaya Transportasi Laut	Rp/tahun	62.966.449.622

E. Biaya Satuan

Biaya satuan adalah biaya dibebankan untuk setiap satuan muatan. Berdasarkan persamaan (3.2) komponen biaya satuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biaya transportasi laut dan jarak pelayaran. Biaya satuan digunakan sebagai biaya distribusi dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan. Untuk contoh perhitungan rute Surabaya – Makassar, biaya transportasi laut sebesar Rp 806.581.363 per trip dan payloadnya yaitu 400 teu. Tabel 5.7 menunjukkan biaya satuan dari rute Surabaya – Makassar.

Tabel 5.7 Biaya Satuan Rute Surabaya – Makassar

<b>Biaya Satuan</b>		
Biaya Transportasi Laut	Rp/trip	1.070.623.231
Payload	teu	400
Biaya Satuan	Rp/teu	2.676.491

Tabel 5.7 menunjukkan biaya satuan rute Surabaya – Makassar sebesar Rp 2.676.491 per teu. Maka biaya satuan tersebut digunakan sebagai biaya distribusi pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan untuk rute Surabaya – Makassar.

### 5.1.3. Biaya Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor

Berdasarkan persamaan ( 3.3 ) untuk menghitung biaya distribusi dari pelabuhan tujuan ke distributor dibutuhkan biaya pengiriman dan jarak pelabuhan tujuan ke distributor. Tabel 5.8 menunjukkan perhitungan biaya distribusi dari gudang ke pelabuhan asal.

Tabel 5.8 Biaya Distribusi Dari pelabuhan Tujuan ke Distributor

$BM_{dj}$	978.000	Rp
$S_{dj}$	5,2	km
$DC_{dj}$	188.077	Rp/km

### 5.1.4. Inventory Carrying Cost (IC)

Inventory Carrying cost adalah biaya penyimpanan yang timbul saat barang terdapat di gudang pelabuhan. Inventory carrying cost untuk rute Surabaya- Makassar adalah sebesar Rp 1.249.995 per teu.

### 5.1.5. Waktu Distribusi

Waktu distribusi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari waktu distribusi dari gudang menuju ke pelabuhan asal, waktu pelayaran, waktu pelabuhan dan waktu distribusi dari pelabuhan tujuan menuju lokasi distributor. Untuk formulasi perhitungan waktu distribusi terdapat di persamaan (3.11). Berikut ini perhitungan setiap waktu yang dilakukan pada penelitian ini :

- Waktu Darat

Waktu darat adalah penjumlahan waktu ditribusi dari gudang ke pelabuhan asal dengan waktu distribusi dari pelabuhan tujuan ke lokasi ditributor. Berikut Tabel 5.9 menunjukkan waktu darat untuk rute Surabaya – Makassar :

Tabel 5.9 Waktu Darat rute Surabaya - Makassar

W <sub>gi</sub>	jam	0,33
	hari	0,014
W <sub>dj</sub>	jam	0,13
	hari	0,01
WD	jam	0,46
	hari	0,02

- Waktu Berlayar

Untuk mendapatkan waktu pelayaran dibutuhkan jarak dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan dan kecepatan rata – rata kapal. Berikut ini contoh perhitungan waktu berlayar rute Surabaya – Makassar :

Tabel 5.10 Waktu Berlayar rute Surabaya – Makassar

S	520	nm
Vs	7,30	Knot
WB	71,23	Jam
	3,00	Hari

- Waktu Pelabuhan

Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan waktu pelabuhan adalah waktu yang dibutuhkan oleh kapal di pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Berikut Tabel 5.11 menunjukkan waktu pelabuhan untuk rute Surabaya – Makassar :

Tabel 5.11 Waktu Pelabuhan rute Surabaya - Makassar

WP	jam	58
	hari	2,4

- Frekuensi

Frekuensi kapal yang dilakukan selama satu tahun. Berikut ini tabel yang menunjukkan frekuensi kapal untuk rute Surabaya – Makassar :

Asal	Tujuan	Frekuensi (pertahun)	Frekuensi (persen/tahun)
Surabaya	Makassar	21	6%

## 5.2. Perhitungan Sebelum adanya Tol Laut

Didalam penelitian ini untuk menghitung biaya distribusi dan waktu distribusi sebelum adanya tol laut sama dengan perhitungan yang digunakan untuk rute tol laut . Berikut ini perhitungan biaya distribusi dan waktu distribusi sebelum adanya tol laut :

Tabel 5.12 Biaya Distribusi dari gudang ke Pelabuhan Asal sebelum adanya Tol Laut

$BM_{gi}$	1.082.000	Rp
$S_{gi}$	13,1	km
$DC_{gi}$	82.595	Rp/km

Tabel 5.12 menunjukkan biaya distribusi sebelum adanya tol laut. Biaya distribusi sebelum adanya tol laut sama dengan rute tol laut karena letak gudang, letak pelabuhan asal yang sama.

Biaya transportasi laut sebelum adanya tol laut adalah menghitung biaya transportasi laut dari pelabuhan asal ke pelabuhan transfer selanjutnya dari pelabuhan transfer ke pelabuhan tujuan yang akan dituju. Berikut Tabel 5.13 perhitungan biaya transportasi laut sebelum adanya tol laut rute surabaya – rute:

Tabel 5.13 Biaya Transportasi Laut sebelum adanya Tol Laut Rute Surabaya - Rote

Asal	Surabaya	Kupang	Satuan
Tujuan	Kupang	Rote	
Biaya Transportasi Laut	231.975.719.077	17.370.878.537	Rp/tahun
Total	249.346.597.614		Rp/tahun

Tabel 5.13 menunjukkan biaya transportasi Laut sebelum adanya tol laut untuk rute Surabaya – Rote. Dari tabel tersebut menjelaskan proses biaya transportasi laut dari pelabuhan asal Surabaya menuju pelabuhan transfers dengan menggunakan kapal Pelni 2in1 dan selanjutnya dari pelabuhan transfer kupang menuju pelabuhan tujuan yaitu rote dengan menggunakan kapal penyeberangan. Setelah didapatkan biaya transportasi laut, tahap selanjutnya ialah mencari biaya satuan sebelum adanya tol laut. Berikut Tabel 5.14

Tabel 5.14 Biaya Satuan sebelum adanya Tol Laut Rute Surabaya - Rote

Asal	Surabaya	Kupang	Satuan
Tujuan	Kupang	Rote	
UC_teu	18.452.614	1.385.238	Rp/teu
Total	19.837.852		Rp/teu

Waktu distribusi sebelum adanya tol laut sama dengan perhitungan waktu distribusi untuk rute tol laut yaitu penjumlahan waktu darat, waktu berlayar dan waktu pelabuhan. Berikut Tabel 5.15 perhitungan waktu distribusi sebelum adanya tol laut:

Tabel 5.15 Waktu Distribusi sebelum adanya Tol Laut rute Surabaya - Rote

WD	0,78	jam
	0,03	hari
WB	59,16	jam
	2,46	hari
WP	23,72	jam
	0,99	hari

### 5.3. Perhitungan Indeks Logistik

Dalam perhitungan indeks logistik menggunakan proses indeks komposit. Seperti jelaskan pada subbab 3.4.2 terdapat langkah-langkah membuat indikator komposit. Didalam langkah – langkah indikator komposit terdapat proses analisis multivariat. Analisis multivariat digunakan untuk mencari nilai indeks logistik. Pada penelitian ini analisis multivariat yang digunakan adalah analisis faktor. Berikut ini tahapan perhitungan indeks logistik yang digunakan pada penelitian ini :

### 5.3.1. Uji Normalitas Liliefors

Uji normalitas liliefors digunakan untuk mengetahui penyebaran dari distribusi data. Uji normalitas liliefors dapat diperoleh menggunakan formulasi pada persamaan (3.12) .

Tabel 5.16 Nilai Ltabel pada Uji Normalitas Liliefors

$n \backslash \alpha$	0,15
4	0,381
5	0,337
6	0,319
16	0,213
17	0,206
18	0,2
19	0,195

Tabel 5.16 menunjukkan nilai Ltabel yang terpilih yaitu 0,195. Nilai tersebut dipilih karena banyaknya data yang diolah ialah 19. Maka Ltabel yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,195. Setelah menentukan Ltabel, tahapan selanjutnya yaitu menghitung nilai  $L_o$  pada uji normalitas liliefors. Berikut ini hasil uji normalitas liliefors yang telah dilakukan :

Tabel 5.17 Hasil Uji Normalitas Liliefors

Uji Normalitas Liliefors			
Kriteria	$L_o$	Ltabel	Keterangan
DC	0,165	0,195	Normal
UC	0,193	0,195	Normal
DC_dj	0,176	0,195	Normal
IC	0,166	0,195	Normal
WD	0,182	0,195	Normal
WP	0,140	0,195	Normal
WB	0,145	0,195	Normal
F	0,163	0,195	Normal

Tabel 5.17 menunjukkan hasil uji Normalitas Liliefors. Berdasarkan tabel tersebut terlihat data yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam data yang terdistribusi normal. Syarat distribusi data dikatakan normal dalam uji Normalitas Liliefors apabila  $L_o < L_{tabel}$ . Dari tabel tersebut menunjukkan nilai  $L_o$  kurang dari Ltabel, maka distribusi data dinyatakan normal.

### 5.3.2. Analisis Faktor

Analisis faktor adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mencari faktor-faktor yang mampu menjelaskan hubungan atau korelasi antara berbagai indikator independen yang diobservasi. Pada penelitian ini perhitungan analisis faktor terbagi menjadi 2 yaitu perhitungan indikator waktu dan perhitungan indikator biaya. Berikut tahapan untuk mencari analisis faktor yang digunakan dalam penelitian ini.

#### a) Normalisasi Data

Normalisasi data bertujuan untuk mereduksi satuan yang dimiliki oleh beberapa variabel dan menyerakan skala sebuah data. Dimana proses penyetaran dengan cara menghilangkan satuan yang ada pada setiap data. Normalitas data dapat diperoleh menggunakan formulasi pada persamaan (3.13). Berikut Tabel 5.18 menunjukkan hasil normalisasi data pada penelitian ini :

Tabel 5.18 Hasil Normalisasi Data

Kode Trayek	Asal	Tujuan	DC <sub>gi</sub>	UC <sub>teu</sub>	DC <sub>dj</sub>	IC	WD	WP	WB	F
H-1	Surabaya	Makassar	0,1	4,8	0,1	1,8	1,4	1,6	1,9	1,4
	Surabaya	Tahuna	0,1	5,0	0,1	1,8	1,4	1,6	2,3	1,4
T-10	Surabaya	Tidore	0,1	5,0	0,1	1,8	1,4	1,5	2,1	1,5
	Surabaya	Buli	0,1	5,0	0,1	1,8	1,4	1,6	2,2	1,5
	Surabaya	Maba	0,1	5,0	0,1	1,8	1,4	1,6	2,2	1,5
	Surabaya	Weda	0,1	5,1	0,1	1,8	1,4	1,6	2,2	1,5
T-13	Surabaya	Rote	0,1	5,2	0,1	1,8	1,4	1,2	2,1	1,9
	Surabaya	Sabu	0,1	5,1	0,1	1,8	1,4	1,2	2,0	1,9
T-14	Surabaya	Lewoleba	0,1	5,2	0,1	1,8	1,4	1,2	2,0	1,9
	Surabaya	Larantuka	0,1	5,1	0,1	1,8	1,4	1,2	1,9	1,9
T-15	Surabaya	Jailolo	0,1	5,2	0,1	1,8	1,4	1,3	2,2	1,5
	Surabaya	Morotai	0,1	5,1	0,1	1,8	1,4	1,3	2,2	1,5
T-18	Surabaya	Badas	0,1	4,8	0,1	1,8	1,4	1,4	1,8	0,9
	Surabaya	Bima	0,1	5,2	0,1	1,8	1,4	1,4	2,4	0,9
	Surabaya	Merauke	0,1	5,4	0,1	1,8	1,4	1,4	2,6	0,9
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	0,1	5,4	0,1	1,9	1,4	1,1	2,0	1,6
	Surabaya	Sabu	0,1	5,5	0,1	1,9	1,4	1,1	2,0	1,6
	Surabaya	Lewoleba	0,1	5,5	0,1	1,9	1,4	1,1	2,0	1,6
	Surabaya	Larantuka	0,1	5,5	0,1	1,9	1,4	1,1	2,0	1,6

#### b) Uji Korelasi Matriks

Uji korelasi matriks bertujuan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Jika korelasi antar variabel tinggi maka diindikasikan terjadi multikolinier dalam data. Multikolinier ialah kondisi dimana terjadi korelasi yang kuat antar variabel. Nilai korelasi antar

variabel dapat dilihat dari nilai determinan matriks. Variabel yang yang tidak berkorelasi apabila nilai determinan mendekati nilai 0.

Tabel 5.19 Uji Korelasi Matriks Indikator Biaya

Variabel	DC_gi	UC_teu	DC_dj	IC
DC_gi	<b>1</b>	0,788	0,395	0,707
UC_teu	0,788	<b>1</b>	0,635	0,744
DC_dj	0,395	0,635	<b>1</b>	0,562
IC	0,707	0,744	0,562	<b>1</b>
determinan =				0,306

Tabel 5.20 Uji Korelasi Matriks Indikator Waktu

Variables	WD	WP	WB	F
WD	<b>1</b>	0,033	-0,139	-0,161
WP	0,033	<b>1</b>	0,318	-0,283
WB	-0,139	0,318	<b>1</b>	-0,504
F	-0,161	-0,283	-0,504	<b>1</b>
determinan =				0,217

Berdasarkan perhitungan Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 menunjukkan bahwa nilai determinan yang dihasilkan adalah 0,306 dan 0,217 . Nilai determinan yang dihasilkan kurang dari 1, sehingga hal ini menandakan apabila multikolinier tidak signifikan.

c) Uji *Kaiser Meyer Olkin* (KMO)

Uji *kaiser meyer olkin* bertujuan untuk mengetahui untuk mengetahui apakah metode analisis faktor dalam penelitian ini dapat dilanjutkan atau tidak. Dalam uji KMO syarat penelitian menggunakan analisis faktor dapat dilanjutkan apabila nilai KMO > 0,5 .

Tabel 5.21 Uji *Kaiser Meyer Olkin* Indikator Biaya

DC_gi	0,693
UC_teu	0,709
DC_dj	0,702
IC	0,848
KMO	0,736

Tabel 5.22 Uji *Kaiser Meyer Olkin* Indikator Waktu

WD	0,251
WP	0,734
WB	0,512
F	0,523

KMO	0,520
-----	-------

Pada Tabel 5.21 dan Tabel 5.22 menunjukkan hasil uji KMO indikator biaya dan waktu pada penelitian ini sebesar 0,736 dan 0,520. Dengan hasil tersebut maka nilai tersebut telah memenuhi persyaratan uji KMO. Maka, metode analisis faktor dapat digunakan pada penelitian ini.

d) Uji Kelayakan Variabel

Uji kelayakan variabel dapat menggunakan nilai *Measure of Sampling Adequacy* (MSA). Nilai MSA berkisar antar 0 hingga 1. Berikut ini ketentuan nilai MSA :

- MSA = 1; variabel dapat diprediksi tanpa kesalahan oleh variabel yang lain.
- MSA > 0,5; variabel masih bisa diprediksi dan bisa dianalisis lebih lanjut.
- MSA < 0,5; variabel tidak bisa diprediksi dan tidak bisa dianalisis lebih lanjut.

Tabel 5.23 Uji Kelayakan Variabel Indikator Biaya

	DC_gi	UC_teu	DC_dj	IC
DC_gi	0,632	0,759	0,492	0,668
UC_teu	0,759	0,912	0,591	0,803
DC_dj	0,492	0,591	0,617	0,520
IC	0,668	0,803	0,520	0,707

Tabel 5.24 Uji Kelayakan Variabel Indikator Waktu

	WD	WP	WB	F
WD	0,654	0,033	-0,139	-0,161
WP	0,033	0,841	0,318	-0,284
WB	-0,139	0,318	0,756	-0,504
F	-0,161	-0,284	-0,504	0,536

Nilai MSA pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 merupakan hasil uji kelayakan variabel indikator biaya dan indikator waktu ditunjukkan dengan tabel berwarna kuning. Berdasarkan nilai MSA yang dihasilkan, semua variabel yang digunakan dalam penelitian ini bernilai >0,5. Maka semua variabel yang digunakan layak dalam pengukuran indeks logistik pada penelitian ini.

e) Koefisien Antar Variabel

Tabel komponen matrik menunjukkan korelasi setiap variabel dengan objek yang telah dihitung. Nilai – nilai koefisien antar variabel dengan komponen yang terbentuk dapat dilihat pada kolom komponen.

Tabel 5.25 Koefisien Antar Variabel Indikator Biaya

	Komponen
DC <sub>gi</sub>	0,013
UC <sub>teu</sub>	0,741
DC <sub>dj</sub>	0,021
IC	0,293

Tabel 5.26 Koefisien Antar Variabel Indikator Waktu

	Komponen
WD	0,042
WP	0,098
WB	0,646
F	0,366

Pada kolom komponen menghasilkan matrik *loading factor* yang nilainya akan menjadi koefisien variabel dalam menjelaskan objek, dimana objek yang terbentuk ialah indeks logistik. Untuk mendapatkan indeks logistik yaitu dari penjumlahan indikator biaya dan indikator waktu. Berikut ini formula yang telah dihasilkan :

$$\theta = (0,013DC_{gi} + 0,328UC_{teu} + 0,2DC_{dj} + 0,293IC) + (0,042WD + 0,098WP + 0,151WB + 0,366F) \quad (5.1)$$

Dari hasil persamaan (5.1) indeks logistik dipengaruhi oleh indikator biaya dan indikator waktu. Indikator biaya terdiri dari penjumlahan komponen biaya distribusi gudang ke pelabuhan asal, biaya satuan transportasi laut, biaya distribusi dari pelabuhan tujuan ke lokasi distributor dan biaya inventory carrying cost. Sedangkan indikator waktu terdiri dari waktu darat, waktu pelabuhan, waktu berlayar dan frekuensi

### 5.3.3. Skala Indeks Logistik

Skala indeks logistik adalah rentang nilai penggolongan tingkat indeks logistik yang digunakan untuk setiap rute. Formula yang untuk mencari skala indeks logistik ialah persamaan (). Berikut Tabel 5.27 hasil yang diperoleh skala indeks logistik yang digunakan pada penelitian ini :

Tabel 5.27 Skala Indeks Logistik

Nilai	Tingkat Indeks Logistik
5,0-6	Sangat Baik
6,0 - 7	Baik
7,0- 8	Cukup Baik
8,0- 9	Tidak Baik
9>	Buruk

### 5.3.4. Indeks Logistik

Setelah menghitung analisis faktor dan didapatkan formula pada persamaan ( 5.1 ). Persamaan tersebut akan digunakan untuk menghitung indeks logistik disetiap wilayah yang ditentukan pada penelitian ini. Berikut Tabel 5.28 menunjukkan hasil indeks logistik setiap rute:

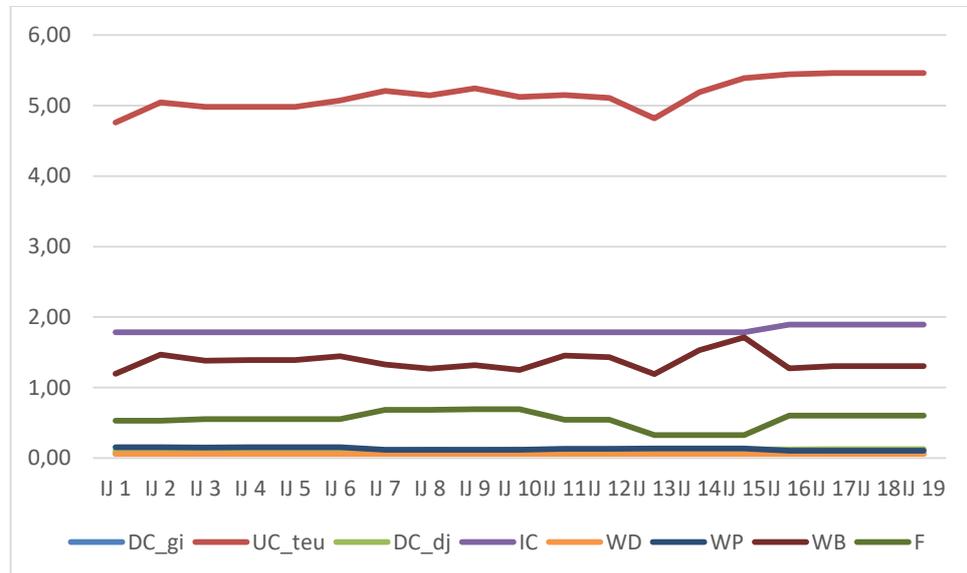
Tabel 5.28 Indeks Logistik Setiap Rute

Kode Trayek	Asal	Tujuan	IB	IW	$\theta$	Keterangan
H-1	Surabaya	Makassar	6,72	1,94	8,66	Tidak Baik
	Surabaya	Tahuna	7,01	2,21	9,22	Buruk
T-10	Surabaya	Tidore	6,93	2,14	9,07	Buruk
	Surabaya	Buli	6,92	2,16	9,08	Buruk
	Surabaya	Maba	6,93	2,16	9,09	Buruk
	Surabaya	Weda	7,04	2,21	9,25	Buruk
T-13	Surabaya	Rote	7,16	2,19	9,34	Buruk
	Surabaya	Sabu	7,11	2,13	9,23	Buruk
T-14	Surabaya	Lewoleba	7,20	2,19	9,39	Buruk
	Surabaya	Larantuka	7,09	2,12	9,21	Buruk
T-15	Surabaya	Jailolo	7,10	2,18	9,28	Buruk
	Surabaya	Morotai	7,05	2,16	9,21	Buruk
T-18	Surabaya	Badas	6,76	1,71	8,47	Tidak Baik
	Surabaya	Bima	7,15	2,05	9,20	Buruk
	Surabaya	Merauke	7,36	2,23	9,59	Buruk
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	7,52	2,03	9,55	Buruk
	Surabaya	Sabu	7,54	2,07	9,61	Buruk
	Surabaya	Lewoleba	7,54	2,07	9,61	Buruk
	Surabaya	Larantuka	7,55	2,07	9,61	Buruk

Dari Tabel 5.28 menunjukkan nilai indeks logistik di setiap wilayah baik rute tol laut maupun sebelum adanya tol laut. Dari hasil perhitungan indeks logistik dengan nilai tertinggi ialah rute Surabaya – Rote, Surabaya – Lewoleba dan Surabaya-Larantuka dengan kriteria sebelum adanya tol laut sebesar 9,61. Dari hasil diatas menunjukkan rata-rata indeks logistik sebelum adanya tol laut lebih tinggi daripada sesudah tol laut, hal tersebut menunjukkan bahwa biaya distribusi dan waktu distribusi sebelum adanya tol laut lebih tinggi dari pada sesudah adanya tol laut. Tetapi dari hasil diatas juga menunjukkan bahwa indeks logistik sesudah adanya tol laut masih tinggi karena dari keterangan yang dihasilkan banyak di kriteria tidak baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa biaya distribusi dan waktu disribusi sesudah adanya tol laut masih belum optimal.

### 1) Nilai Indeks Logistik Per Variabel

Dari Tabel 5.28 menunjukkan indeks logistik setiap rute yang dihitung dalam penelitian ini. Indeks logistik tersebut berdasarkan nilai-nilai indeks dari variabel yang dihitung pada penelitian ini. Berikut ini grafik indeks logistik per variabel :

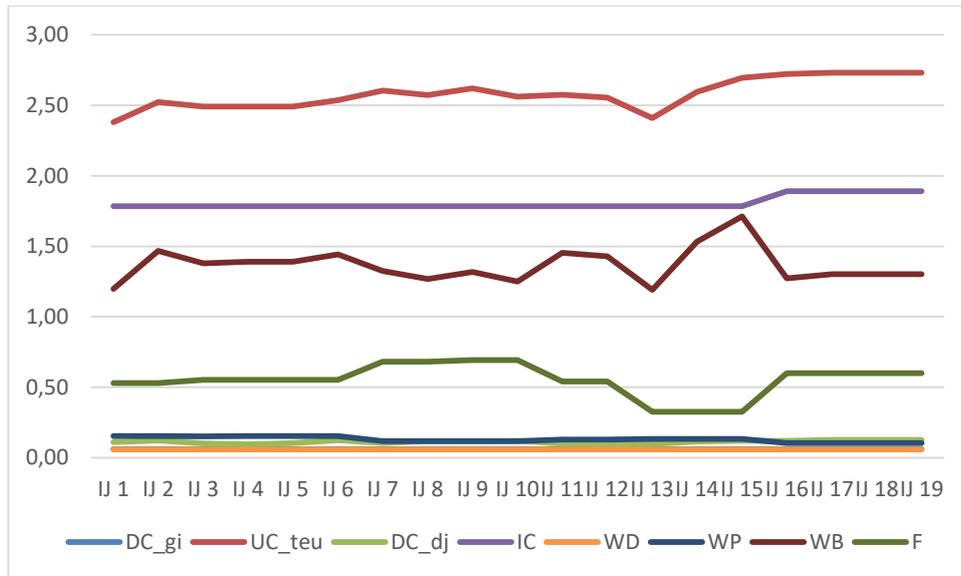


Gambar 5.1 Grafik Nilai Indeks Per Variabel

Dari Gambar 5.1 menunjukkan nilai indeks per variabel yang dihitung pada penelitian ini. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa variabel indeks logistik yang tertinggi adalah biaya distribusi dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan. Nilai biaya distribusi yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa biaya distribusi dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan masih belum optimal atau biaya distribusi masih tinggi. Dari Gambar 5.1 juga menunjukkan bahwa indeks logistik sangat di pengaruhi oleh biaya distribusi mulai dari gudang sampai ke distributor.

### 2) Penurunan 50% $UC_{teu}$

Tarif tol laut yang ditawarkan ialah separuh dari tarif komersial. Oleh karena itu dilihat dari Gambar 5.1 bahwa indeks logistik  $UC_{teu}$  masih lebih tinggi daripada yang lain. Diperlukannya penurunan 50% nilai indeks  $UC_{teu}$  supaya indeks logistik yang dihasilkan lebih optimal. Berikut menunjukkan grafik penurunan 50%  $UC_{teu}$  yang dihasilkan :



Gambar 5.2 Nilai Indeks Penurunan 50%  $UC_{teu}$  per Variabel

Setelah dilakukan penurunan 50 %  $UC_{teu}$  menunjukkan bahwa nilai indeks  $UC_{teu}$  menurun. Gambar 5.2 menunjukkan nilai indeks per variabel setelah penurunan nilai  $UC_{teu}$  . Hal tersebut menunjukkan bahwa tarif tol laut yang ditawarkan sudah baik karena berkisar dinilai 2 sampai 13 . Tetapi walaupun demikian nilai indeks logistik masih cukup tinggi karena di pengaruhi oleh biaya distribusi yang berada di darat. Berikut ini Tabel 5.29 nilai indeks logistik setelah penurunan 50% :

Tabel 5.29 Indeks Logistik setelah Penurunan 50%  $UC_{teu}$

Kode Trayek	Asal	Tujuan	IB	IW	$\theta$	Keterangan
H-1	Surabaya	Makassar	4,34	1,94	6,28	Baik
	Surabaya	Tahuna	4,49	2,21	6,70	Baik
T-10	Surabaya	Tidore	4,44	2,14	6,58	Baik
	Surabaya	Buli	4,43	2,16	6,59	Baik
	Surabaya	Maba	4,44	2,16	6,60	Baik
	Surabaya	Weda	4,51	2,21	6,71	Baik
T-13	Surabaya	Rote	4,55	2,19	6,74	Baik
	Surabaya	Sabu	4,53	2,13	6,66	Baik
T-14	Surabaya	Lewoleba	4,58	2,19	6,77	Baik
	Surabaya	Larantuka	4,53	2,12	6,65	Baik
T-15	Surabaya	Jailolo	4,52	2,18	6,70	Baik
	Surabaya	Morotai	4,50	2,16	6,66	Baik
T-18	Surabaya	Badas	4,35	1,71	6,06	Baik
	Surabaya	Bima	4,56	2,05	6,61	Baik
	Surabaya	Merauke	4,66	2,23	6,89	Baik
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	4,79	2,03	6,83	Baik
	Surabaya	Sabu	4,81	2,07	6,88	Baik
	Surabaya	Lewoleba	4,81	2,07	6,88	Baik
	Surabaya	Larantuka	4,81	2,07	6,88	Baik



## Bab 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yg telah dilakukan berikut alur pengiriman barang sesudah adanya tol laut dan sebelum adanya tol laut, sebagai berikut :
  - Cara mengirim barang menggunakan tol laut asa; dari surabaya terdapat 6 trayek yaitu H-1, T-10, T-13, T-14, T-15 dan T-18. Alur pengiriman barang untuk dikirim disetiap wilayah adalah dari gudang dikirim menggunakan truk menuju pelabuhan asal, dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan menggunakan kapal tol laut, selanjutnya dari pelabuhan tujuan dikirim menggunakan truk ke lokasi ditributor.
  - Sebelum adanya tol laut jika mengirim barang untuk rute Surabaya-Rote, Surabaya-Sabu, Surabaya-Lewoleba, & Surabaya-Larantuka ialah dari Surabaya barang dikirim menuju Pelabuhan Kupang terlebih dahulu dan selanjutnya dari Pelabuhan Kupang menggunakan kapal penyeberangan baru dikirim ke setiap wilayah yang dituju.

2. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil:

- Model pengembangan indeks logistik dapat menggunakan formulasi:

$$\theta = (0,013DC_{gi} + 0,328UC_{teu} + 0,2DC_{dj} + 0,293IC) + (0,042WD + 0,098WP + 0,151WB + 0,366 F)$$

Keterangan :

DC<sub>gi</sub> : Biaya Distribusi dari gudang menuju pelabuhan asal (Rp/km)

UC<sub>teu</sub> : Biaya satuan dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan (Rp/teu)

DC<sub>dj</sub> : Biaya distribusi dari pelabuhan tujuan menuju lokasi ditributor (Rp/km)

IC: Inventory Carrying Cost (Rp/teu)

WD : waktu yang dibutuhkan untupengiriman dari jalur darat (jam)

WP : waktu pelabuhan (jam)

WB : waktu berlayar (jam)

F : Frekuensi

- Dengan menggunakan formula tersebut dapat diketahui tingkat indeks logistik dengan menggunakan skala sebaga berikut :

- ❖ 5 - 6 : Sangat Baik
- ❖ 6 - 7 : Baik
- ❖ 7 - 8 : Cukup Baik
- ❖ 8 - 9 : Tidak Baik
- ❖ 9 > : Buruk

3. Berdasarkan hasil perhitungan tingkat indeks logistik untuk trayek tol dan sebelum adanya tol laut, dapat diketahui :

- Untuk rute tol laut yang tergolong tidak baik adalah rute Surabaya-Badas dan Surabaya – Merauke dengan nilai indeks logistik sebesar 8,47 dan 8,66
- Untuk semua rute sebelum adanya tol laut tingkat indeks logistik nilai indeks logistik rata – rata tergolong buruk dengan nilai tertinggi yaitu 9,61

## **6.2. Saran**

Terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya, sebagai berikut :

- 1) Pembuatan model indeks logistik dilakukan menggunakan metode lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- ANDINI, M. S. (2016). *DAMPAK KINERJA LOGISTIK TERHADAP DAYA SAING*. BOGOR: INSTITUT PERTANIAN BOGOR.
- Coyle, J., Gibson, B., & Novack, R. (2003). *Supply Chain Management: A Logistics Perspective*. Cengage Learning.
- Dunia, B. (2018). *Logistic Performance Index (LPI)*. Diambil kembali dari World Bank: <http://lpiurvei.worldbank.org/>
- Harimurti, C. (2018). Model Peningkatan Kinerja Sistem Logistik Yang Efektif Dan Efisien. *JURNAL LOGISTIK INDONESIA*, 46-68.
- HARYOTEJO, B. (2015). *ANALISIS PENGARUH KINERJA LOGISTIK PEMASOK TERHADAP KINERJA BISNIS (Studi Pada Bengkel AHASS di Kota Semarang)*. Semarang: UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- KEBIJAKAN PERDAGANGAN DALAM NEGERI, P. (2014). *KAJIAN KINERJA LOGISTIK PERDAGANGAN ANTAR PULAU: STUDI KASUS BAJA*. Kementrian Perdagangan.
- Nurmalatya, N. (2017). *Optimasi Penentuan Jumlah Truk Dan penjadwalan Pengiriman Beras Raskin Dengan Data Penunjang Dari Sistem Informasi Geografis (SIG) Pada Perum Bulog Sub Divre Surabaya Utara*. Surabaya: Insritut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pradinatri, N. L. (2014). *Model Pengukuran Kinerja Logistik Tinjauan Sektor Transportasi laut*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pratama, S. R. (2017). *Model Pengembangan Indeks Logistik Pelabuhan Pelayaran Rakyat: Studi Kasus Pelabuhan Kalimas*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis Second Edition*. Canada: A John Wiley and Sons, Inc. Publication.
- Setijadi. (2009). *Handout Sistem Logistik*. Bandung: Universitas Widyatama Bandung.
- Wirabrata, A. (2013). Peningkatan Logistic Performance Index (LPI) dan Rendahnya Infrastruktur Pendukung. *INFO SINGKAT*, 13-16.

## **LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Trayek Tol laut dan Sebelum Adanya Tol Laut
- Lampiran 2 Regresi Harga Kapal
- Lampiran 3 Biaya Transportasi Laut
- Lampiran 4 Waktu Distribusi Transportasi Laut
- Lampiran 5 Biaya dan Waktu Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor
- Lampiran 6 Uji Normalisasi Data

Lampiran 1 Trayek Tol laut dan Sebelum Adanya Tol Laut

- Trayek Tol Laut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Jarak		Kode Trayek	Asal	Tujuan	Nama Kapal
			nm	km				
H-1	Surabaya	Makassar	520,00	963,04	H-1	Surabaya	Makassar	Logistik
	Surabaya	Tahuna	1.362,00	2.522,42		Surabaya	Tahuna	Nusantara 2
T-10	Surabaya	Tidore	1.121,48	2.076,98	T-10	Surabaya	Tidore	Logistik Nusantara 6
	Surabaya	Buli	1.165,48	2.158,47		Surabaya	Buli	
	Surabaya	Maba	1.161,86	2.151,76		Surabaya	Maba	
	Surabaya	Weda	1.403,40	2.599,10		Surabaya	Weda	
T-13	Surabaya	Rote	845,09	1.565,11	T-13	Surabaya	Rote	Kendhaga
	Surabaya	Sabu	685,87	1.270,23		Surabaya	Sabu	Nusantara 11
T-14	Surabaya	Lewoleba	821,31	1.521,07	T-14	Surabaya	Lewoleba	Kendhaga
	Surabaya	Larantuka	647,76	1.199,65		Surabaya	Larantuka	Nusantara 7
T-15	Surabaya	Jailolo	1.332,19	2.467,22	T-15	Surabaya	Jailolo	Logistik
	Surabaya	Morotai	1.226,05	2.270,64		Surabaya	Morotai	Nusantara 3
T-18	Surabaya	Badas	425,29	787,64	T-18	Surabaya	Badas	Logistik Nusantara 2
	Surabaya	Bima	1.436,00	2.659,47		Surabaya	Bima	
	Surabaya	Merauke	2.720,00	5.037,44		Surabaya	Merauke	

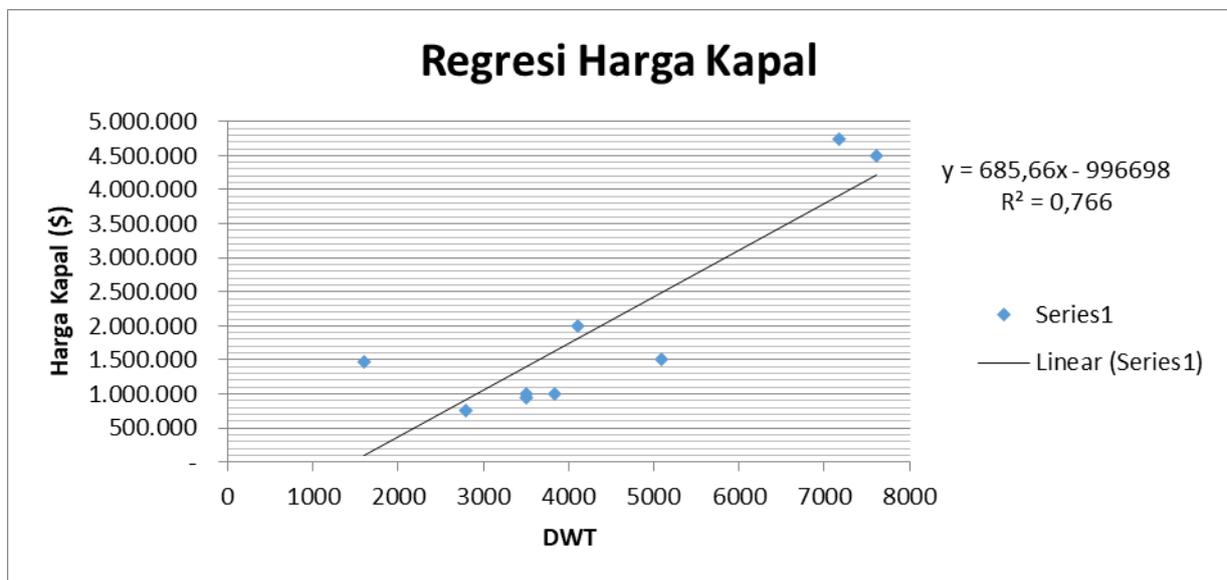
- Sebelum adanya tol laut

Asal	Tujuan	Nama Kapal	Jarak	
			nm	km
Surabaya	Kupang	Umsini	815,81	1510,88
Kupang	Rote	Ile Mandiri	63,71	118
Kupang	Sabu	Ile Mandiri	124,73	231
Kupang	Lewoleba	Ile Mandiri	125,27	232
Kupang	Larantuka	Ile Mandiri	131,21	243

## Lampiran 2 Regresi Harga Kapal

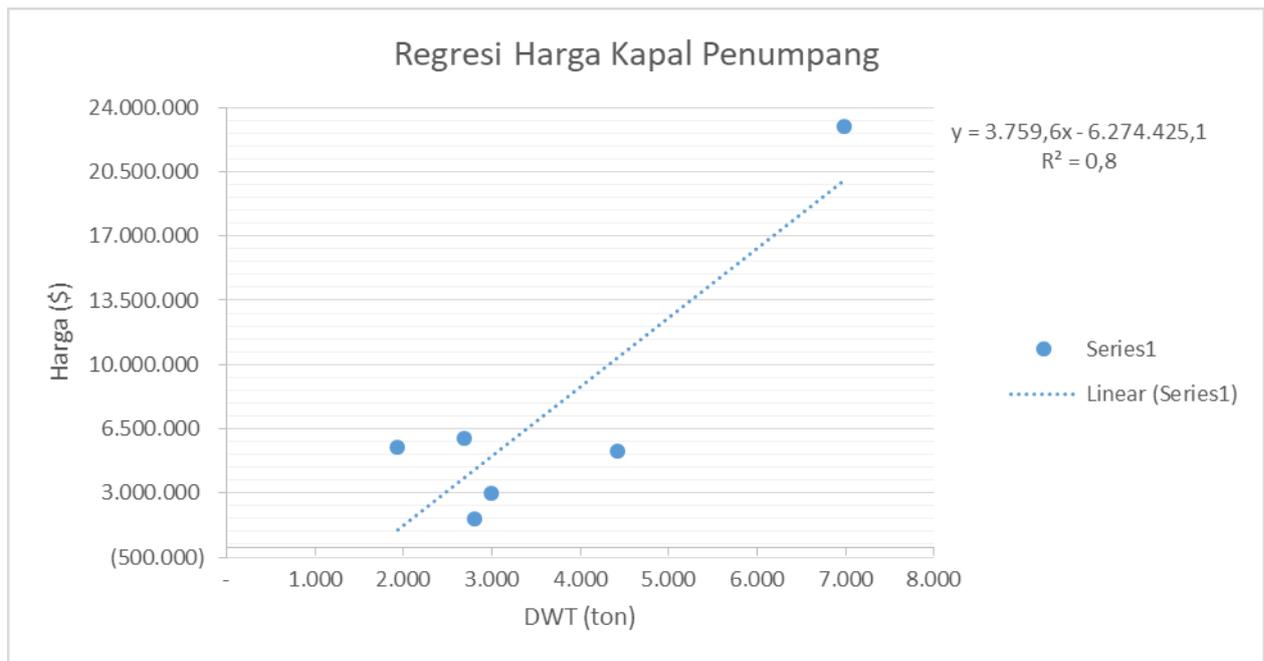
nama	DWT	tahun	harga (\$)
APR10	5086	1997	1.500.000
AMM20	2800	1999	750.000
HEN11	1600	2014	1.470.000
AMM19	3500	1992	950.000
8572	7608	2010	4.500.000
AMM16	3500	1990	1.000.000
GAT10	7171	2008	4.737.000
PUT11	3830	1993	1.000.000
PRS10	4104	1975	2.000.000

sumber: maritimesales



Daftar Harga Kapal			
nama Kapal	DWT	Harga (\$)	Harga (Rp)
Logistik Nusantara 1	9.412	5.456.734	79.630.390.931
Logistik Nusantara 6	9.021	5.188.641	75.718.095.502
Logistik Nusantara 3	3.900	1.677.376	24.478.031.837
Logistik Nusantara 2	4.500	2.088.772	30.481.554.235

nama	DWT	tahun	harga (\$)
7785	4.414	1991	5.300.000
7508	6.984	2006	23.000.000
8195	2.688	1975	6.000.000
7614	1.937	1992	5.500.000
EDU17	3.000	2014	3.000.000
YAZ10	2.800	1990	1.600.000



Daftar Harga Kapal			
nama Kapal	DWT	Harga (\$)	Harga (Rp)
Ciremai	3.480	6.808.983	99.363.827.909

### Lampiran 3 Biaya Transportasi Laut

- Rute Tol Laut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	UC_s (Rp/Km)	UC(Rp/ton/Km)	UC(Rp/teu)	IC(Rp/teu)
H-1	Surabaya	Makassar	1.111.712	139	2.676.491	1.249.995
	Surabaya	Tahuna	1.028.022	128	6.482.608	1.249.995
T-10	Surabaya	Tidore	986.057	129	5.341.842	1.249.995
	Surabaya	Buli	948.831	124	5.341.842	1.249.995
	Surabaya	Maba	951.787	124	5.341.842	1.249.995
	Surabaya	Weda	1.036.634	135	7.027.558	1.249.995
T-13	Surabaya	Rote	687.568	573	10.761.167	1.249.995
	Surabaya	Sabu	693.102	578	8.803.998	1.249.995
T-14	Surabaya	Lewoleba	787.548	656	11.979.129	1.249.995
	Surabaya	Larantuka	690.699	691	8.285.976	1.249.995
T-15	Surabaya	Jailolo	604.533	182	8.998.566	1.249.995
	Surabaya	Morotai	575.727	174	7.887.007	1.249.995
T-18	Surabaya	Badas	777.389	203	3.201.571	1.249.995
	Surabaya	Bima	732.198	191	10.181.755	1.249.995
	Surabaya	Merauke	722.753	189	19.036.981	1.249.995

- Rute Sebelum Adanya Tol Laut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Surabaya - Kupang	Kupang - Setiap Tujuan	Total
			UC_s (Rp/teu)	UC_s (Rp/teu)	UC_s (Rp/teu)
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	20.648.731	1.655.841	22.304.572
	Surabaya	Sabu	20.648.731	3.199.659	23.848.390
	Surabaya	Lewoleba	20.648.731	3.207.553	23.856.285
	Surabaya	Larantuka	20.648.731	3.212.603	23.861.334

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Surabaya - Kupang		Kupang - Setiap Tujuan		Total	
			UC_s (Rp/Km)	UC (Rp/ton/Km)	UC_s (Rp/Km)	UC (Rp/ton/Km)	UC_s (Rp/Km)	UC (Rp/to
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	1.630.629	849,2857136	533.237	702	2.163.866	1.551
	Surabaya	Sabu	1.630.629	849,2857136	526.351	693	2.156.979	1.542
	Surabaya	Lewoleba	1.630.629	849,2857136	525.375	691	2.156.004	1.541
	Surabaya	Larantuka	1.630.629	849,2857136	526.202	692	2.156.831	1.542

Lampiran 4 Waktu Distribusi Transportasi Laut

• Rute Tol LAut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Waktu Berlayar		Waktu Pelabuhan	
			jam	hari	Jam	hari
H-1	Surabaya	Makassar	71	3	38	1,60
	Surabaya	Tahuna	187	8	38	1,60
T-10	Surabaya	Tidore	137	6	35	1,44
	Surabaya	Buli	142	6	37	1,55
	Surabaya	Maba	142	6	37	1,55
	Surabaya	Weda	171	7	37	1,55
T-13	Surabaya	Rote	113	5	16	0,68
	Surabaya	Sabu	91	4	16	0,68
T-14	Surabaya	Lewoleba	110	5	16	0,68
	Surabaya	Larantuka	86	4	16	0,68
T-15	Surabaya	Jailolo	178	7	21	0,88
	Surabaya	Morotai	163	7	21	0,88
T-18	Surabaya	Badas	70	3	23	0,96
	Surabaya	Bima	235	10	23	0,96
	Surabaya	Merauke	446	19	23	0,96

• Sebelum Adanya Tol Laut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Surabaya - Kupang				Kupang - Setiap Tujuan				Total			
			Waktu Berlayar		Waktu Pelabuhan		Waktu Berlayar		Waktu Pelabuhan		Waktu Berlayar		Waktu Pelabuhan	
			jam	hari	Jam	hari	jam	hari	Jam	hari	jam	hari	Jam	hari
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	81,64	3,40	14,33	0,60	11,38	0,47	11,79	0,49	93,02	3,88	26,12	1,09
	Surabaya	Sabu	81,64	3,40	14,33	0,60	22,27	0,93	11,79	0,49	103,92	4,33	26,12	1,09
	Surabaya	Lewoleba	81,64	3,40	14,33	0,60	22,37	0,93	11,79	0,49	104,01	4,33	26,12	1,09
	Surabaya	Larantuka	81,64	3,40	14,33	0,60	22,37	0,93	11,79	0,49	104,01	4,33	26,12	1,09

Lampiran 5 Biaya dan Waktu Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal

- Biaya Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal

Kode Trayek	Asal	Tujuan	DC_gi
H-1	Surabaya	Makassar	82.595
	Surabaya	Tahuna	82.595
T-10	Surabaya	Tidore	82.595
	Surabaya	Buli	82.595
	Surabaya	Maba	82.595
	Surabaya	Weda	82.595
T-13	Surabaya	Rote	82.595
	Surabaya	Sabu	82.595
T-14	Surabaya	Lewoleba	82.595
	Surabaya	Larantuka	82.595
T-15	Surabaya	Jailolo	82.595
	Surabaya	Morotai	82.595
T-18	Surabaya	Badas	82.595
	Surabaya	Bima	82.595
	Surabaya	Merauke	82.595
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	82.595
	Surabaya	Sabu	82.595
	Surabaya	Lewoleba	82.595
	Surabaya	Larantuka	82.595

- Biaya Distribusi dari Gudang ke Pelabuhan Asal

Kode Trayek	Asal	Tujuan	W_gi (jam)	W_gi (hari)	Waktu Penyimpanan		Total Waktu	
					jam	hari	jam	hari
H-1	Surabaya	Makassar	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Tahuna	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
T-10	Surabaya	Tidore	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Buli	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Maba	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Weda	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
T-13	Surabaya	Rote	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Sabu	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
T-14	Surabaya	Lewoleba	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Larantuka	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
T-15	Surabaya	Jailolo	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Morotai	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
T-18	Surabaya	Badas	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Bima	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Merauke	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
Sebelum Ada Tol Laut	Surabaya	Rote	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Sabu	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Lewoleba	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014
	Surabaya	Larantuka	0,33	0,014	24	1	24,33	1,014

## Lampiran 5 Biaya dan Waktu Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor

- Biaya Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor Rute Tol Laut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Jarak (km)	Kapabilitas		Biaya Moda (Rp)	Biaya Distribusi (Rp/km)	Biaya Distribusi (Rp/ton.km)
				kg	ton			
H-1	Pelabuhan Makassar	Gudang Bulog Makassar	5,2	8000	8	978.000	188.077	23.510
	Pelabuhan Tahuna	Gudang Bulog tahuna	1,3	8000	8	952.000	732.308	91.538
T-10	Pelabuhan Tidore	pasar sarimalaha	0,85	8000	8	952.000	81.368	10.171
	Pelabuhan Buli	rumah toko sembako	43,5	8000	8	1.485.000	34.138	4.267
	PelabuhanMaba	Gudang beras Ferrary	11,7	8000	8	1.082.000	92.479	11.560
	Pelabuhan Weda	pasar weda	1	8000	8	952.000	952.000	119.000
T-13	Pelabuhan Rote	Pasar Radisional Busalangga	11,8	8000	8	1.082.000	91.695	11.462
	Pelabuhan Sabu	Pasar Nataga	2,5	8000	8	952.000	380.800	47.600
T-14	PelabuhanLewoleba	Pasar pada	3,1	8000	8	952.000	307.097	38.387
	Pelabuhan Larantuka	Pasar Inpres Larantuka	1,8	8000	8	952.000	528.889	66.111
T-15	Pelabuhan Jailolo	Pasar Rakyat Jailolo	18,1	8000	8	1.134.000	62.652	7.831
	Pelabuhan Morotai	toko bijaksana	38,65	8000	8	1.394.000	36.067	4.508
T-18	Pelabuhan Badas	Bulog Sumbawa	32,9	8000	8	1.303.000	39.605	4.951
	Pelabuhan Bima	gudang bulog bima	2,8	8000	8	952.000	340.000	42.500
	Pelabuhan Merauke	Gudang Bulog Merauke	1,7	8000	8	952.000	560.000	70.000

- Waktu Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor Rute Tol Laut

Kode Trayek	Asal	Tujuan	Jarak (km)	Kecepatan (km/jam)	W_dj (jam)	W_dj (hari)
H-1	Pelabuhan Makassar	Gudang Bulog Makassar	5,2	40	0,13	0,01
	Pelabuhan Tahuna	Gudang Bulog tahuna	1,3	40	0,03	0,00
T-10	Pelabuhan Tidore	pasar sarimalaha	0,85	40	0,02	0,00
	Pelabuhan Buli	rumah toko sembako	43,5	40	1,09	0,05
	PelabuhanMaba	Gudang beras Ferrary	11,7	40	0,29	0,01
	Pelabuhan Weda	pasar weda	1	40	0,03	0,00
T-13	Pelabuhan Rote	Pasar Tadisional Busalangga	11,8	40	0,30	0,01
	Pelabuhan Sabu	Pasar Nataga	2,5	40	0,06	0,00
T-14	Pelabuhan Lewoleba	Pasar pada	3,1	40	0,08	0,00
	Pelabuhan Larantuka	Pasar Inpres Larantuka	1,8	40	0,05	0,00
T-15	Pelabuhan Jailolo	Pasar Rakyat Jailolo	18,1	40	0,45	0,02
	Pelabuhan Morotai	toko bijaksana	38,65	40	0,97	0,04
T-18	Pelabuhan Badas	Bulog Sumbawa	32,9	40	0,82	0,03
	Pelabuhan Bima	gudang bulog bima	2,8	40	0,07	0,00
	Pelabuhan Merauke	Gudang Bulog Merauke	1,7	40	0,04	0,00

- Biaya Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor Sebelum adanya Rute Tol Laut

Asal	Tujuan	Jarak 1 (Km)	Jarak 2 (km)	Total	Biaya Moda (Rp)	Biaya Ditribusi (Rp/km)
Pelabuhan Rote	Pasar Radisional Busalangga	6,2	11,8	18	9.480.000	526.667
Pelabuhan Sabu	Pasar Nataga	6,2	2,5	8,7	9.480.000	1.089.655
PelabuhanLewoleba	Pasar pada	6,2	3,1	9,3	9.480.000	1.019.355
Pelabuhan Larantuka	Pasar Inpres Larantuka	6,2	1,8	8	9.480.000	1.185.000

Catatan:

Jarak 1 = | Pelabuhan Tenao Kupang - Pelabuhan Penyeberangan Kupang

Jarak 2 = Pelabuhan Asal ke Setiap Tujuan Diributor

- Waktu Distribusi dari Pelabuhan Tujuan ke Distributor Sebelum adanya Rute Tol Laut

Asal	Tujuan	Jarak (km)	Kecepatan (km/jam)	W_dj (jam)	W_dj (hari)
Pelabuhan Rote	Pasar Radisional Busalangga	18	40	0,45	0,02
Pelabuhan Sabu	Pasar Nataga	8,7	40	0,22	0,01
PelabuhanLewoleba	Pasar pada	9,3	40	0,23	0,01
Pelabuhan Larantuka	Pasar Inpres Larantuka	8	40	0,20	0,01

## Lampiran 6 Uji Normalisasi Data

### • Normalisasi Da

Asal	Tujuan	$DC_{gi}$	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Tahuna	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Tidore	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Buli	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Maba	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Weda	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Rote	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Sabu	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Lewoleba	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Larantuka	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Jailolo	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Morotai	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Badas	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Bima	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Merauke	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Rote	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Sabu	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Lewoleba	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024
Surabaya	Larantuka	82.595	0,9733285267846	0,834804976	1	-0,165195024	0,165195024

Rata-rata                      82.595  
Simp. Baku                    0,0000000000150

Lo                                0,165  
Ltabel                         0,195  
Lo<Ltabel                  Normal

Asal	Tujuan	$UC_s$	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	2.676.491	-1,174795992	0,120038172	0,052632	0,067406593	0,067406593
Surabaya	Tahuna	6.482.608	-0,657918868	0,255295133	0,315789	-0,060494341	0,060494341
Surabaya	Tidore	5.341.842	-0,812836824	0,20815581	0,157895	0,050261073	0,050261073
Surabaya	Buli	5.341.842	-0,812836824	0,20815581	0,210526	-0,002370506	0,002370506
Surabaya	Maba	5.341.842	-0,812836824	0,20815581	0,263158	-0,055002085	0,055002085
Surabaya	Weda	7.027.558	-0,58391378	0,279639161	0,368421	-0,088781892	0,088781892
Surabaya	Rote	10.761.167	-0,076883387	0,469358157	0,526316	-0,056957633	0,056957633
Surabaya	Sabu	8.803.998	-0,342670249	0,365923273	0,526316	-0,160392516	0,160392516
Surabaya	Lewoleba	11.979.129	0,088517973	0,5352675	0,631579	-0,096311447	0,096311447
Surabaya	Larantuka	8.285.976	-0,413018473	0,33979654	0,473684	-0,133887671	<b>0,133887671</b>
Surabaya	Jailolo	8.998.566	-0,316247504	0,375907327	0,473684	-0,097776884	0,097776884
Surabaya	Morotai	7.887.007	-0,467199189	0,320178687	0,421053	-0,100873945	0,100873945
Surabaya	Badas	3.201.571	-1,103489235	0,134907382	0,105263	0,029644224	0,029644224
Surabaya	Bima	10.181.755	-0,155568448	0,438186598	0,631579	-0,193392349	0,193392349
Surabaya	Merauke	19.036.981	1,046986204	0,852447029	0,789474	0,062973345	0,062973345
Surabaya	Rote	22.304.572	1,490730594	0,93198388	0,842105	0,089878617	0,089878617
Surabaya	Sabu	23.848.390	1,700383657	0,955470608	0,894737	0,060733766	0,060733766
Surabaya	Lewoleba	23.856.285	1,701455722	0,955571277	0,947368	0,008202856	0,008202856
Surabaya	Larantuka	23.861.334	1,702141449	0,955635572	1	-0,044364428	0,044364428
							0,193392349

Rata-rata                      11.327.311  
Simp. Baku                    7.363.679

Lo                                0,193392  
Ltabel                         0,195  
Lo<Ltabel                  Normal

Asal	Tujuan	$DC_d$	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	188.077	-0,625408515	0,265851487	0,421053	-0,155201144	0,155201144
Surabaya	Tahuna	732.308	0,758080386	0,775798569	0,789474	-0,013675115	0,013675115
Surabaya	Tidore	81.368	-0,896674458	0,184946327	0,263158	-0,078211568	0,078211568
Surabaya	Buli	34.138	-1,016736788	0,15463933	0,066667	0,087972663	0,087972663
Surabaya	Maba	92.479	-0,868428905	0,192579788	0,368421	-0,175841264	0,175841264
Surabaya	Weda	952.000	1,316560146	0,906006947	0,842105	0,063901684	0,063901684
Surabaya	Rote	91.695	-0,870421193	0,192035135	0,315789	-0,123754339	0,123754339
Surabaya	Sabu	380.800	-0,135487230	0,44611333	0,578947	-0,132834038	0,132834038
Surabaya	Lewoleba	307.097	-0,322848182	0,373405111	0,473684	-0,1002791	0,1002791
Surabaya	Larantuka	528.889	0,240969497	0,595210621	0,684211	-0,088999905	0,088999905
Surabaya	Jailolo	62.652	-0,944251349	0,17252061	0,210526	-0,038005705	0,038005705
Surabaya	Morotai	36.067	-1,011832215	0,155809142	0,105263	0,050545984	<b>0,050545984</b>
Surabaya	Badas	39.605	-1,002839301	0,157969202	0,157895	7,44648E-05	7,44648E-05
Surabaya	Bima	340.000	-0,239204900	0,405473352	0,526316	-0,120842438	0,120842438
Surabaya	Merauke	560.000	0,320057045	0,625537456	0,736842	-0,111304649	0,111304649
Surabaya	Rote	526.667	0,235320386	0,593019963	0,631579	-0,038558984	0,038558984
Surabaya	Sabu	1.089.655	1,666493324	0,952192402	0,947368	0,004823981	0,004823981
Surabaya	Lewoleba	1.019.355	1,487782864	0,931595917	0,894737	0,036859075	0,036859075
Surabaya	Larantuka	1.185.000	1,908869387	0,971860528	1	-0,028139472	0,028139472

0,175841264

Rata-rata 434.097  
Simp. Baku 393.376

Lo 0,175841  
Ltabel 0,195  
Lo<Ltabel Normal

Asal	Tujuan	WD	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	24,46	-0,488549868	0,312580206	0,473684	-0,161104004	0,161104004
Surabaya	Tahuna	24,36	-0,785040819	0,216214818	0,157895	0,058320081	0,058320081
Surabaya	Tidore	24,35	-0,819251314	0,206321522	0,052632	0,153689943	0,153689943
Surabaya	Buli	25,42	2,423143324	0,992306573	1	-0,007693427	0,007693427
Surabaya	Maba	24,62	0,005601718	0,502234751	0,684211	-0,181975776	0,181975776
Surabaya	Weda	24,35	-0,807847816	0,209589098	0,105263	0,10432594	0,10432594
Surabaya	Rote	24,62	0,013204050	0,505267501	0,578947	-0,073679867	0,073679867
Surabaya	Sabu	24,39	-0,693812834	0,243899796	0,315789	-0,071889677	0,071889677
Surabaya	Lewoleba	24,41	-0,648198842	0,258428175	0,421053	-0,162624456	0,162624456
Surabaya	Larantuka	24,37	-0,747029159	0,22752298	0,263158	-0,035634915	0,035634915
Surabaya	Jailolo	24,78	0,492150972	0,68869369	0,842105	-0,153411573	0,153411573
Surabaya	Morotai	25,29	2,054430218	0,980032965	0,947368	0,032664544	<b>0,032664544</b>
Surabaya	Badas	25,15	1,617296122	0,947092812	0,894737	0,05235597	0,05235597
Surabaya	Bima	24,40	-0,671005838	0,251108405	0,368421	-0,117312647	0,117312647
Surabaya	Merauke	24,37	-0,754631491	0,225235062	0,210526	0,014708746	0,014708746
Surabaya	Rote	24,78	0,484548640	0,686001723	0,789474	-0,103471961	0,103471961
Surabaya	Sabu	24,55	-0,222468244	0,411974696	0,578947	-0,166972673	0,166972673
Surabaya	Lewoleba	24,56	-0,176854252	0,429811437	0,526316	-0,096504353	0,096504353
Surabaya	Larantuka	24,53	-0,275684569	0,391395174	0,526316	-0,134920615	0,134920615
							0,181975776

Rata-rata 24,62  
Simp. Baku 0,33

Lo 0,181976  
Ltabel 0,195  
Lo<Ltabel Normal

Asal	Tujuan	WP	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	38,33	1,453385035	0,92694156	0,947368	-0,020426861	0,020426861
Surabaya	Tahuna	38,33	1,453385035	0,92694156	1	-0,07305844	0,07305844
Surabaya	Tidore	34,56	0,989254573	0,838730698	0,736842	0,101888593	0,101888593
Surabaya	Buli	37,12	1,303540784	0,903804899	0,789474	0,114331215	0,114331215
Surabaya	Maba	37,12	1,303540784	0,903804899	0,842105	0,061699636	0,061699636
Surabaya	Weda	37,12	1,303540784	0,903804899	0,894737	0,009068057	0,009068057
Surabaya	Rote	16,33	-1,251881938	0,105306444	0,052632	0,052674865	0,052674865
Surabaya	Sabu	16,33	-1,251881938	0,105306444	0,105263	4,32857E-05	4,32857E-05
Surabaya	Lewoleba	16,33	-1,251881938	0,105306444	0,157895	-0,052588293	0,052588293
Surabaya	Larantuka	16,33	-1,251881938	0,105306444	0,210526	-0,105219872	0,105219872
Surabaya	Jailolo	21,16	-0,658997356	0,254948733	0,263158	-0,008209161	0,008209161
Surabaya	Morotai	21,16	-0,658997356	0,254948733	0,315789	-0,06084074	<b>0,06084074</b>
Surabaya	Badas	23,03	-0,429057328	0,333940753	0,368421	-0,0344803	0,0344803
Surabaya	Bima	23,03	-0,429057328	0,333940753	0,421053	-0,087111879	0,087111879
Surabaya	Merauke	23,03	-0,429057328	0,333940753	0,473684	-0,139743458	0,139743458
Surabaya	Rote	26,12	-0,048488137	0,480663609	0,526316	-0,04565218	0,04565218
Surabaya	Sabu	26,12	-0,048488137	0,480663609	0,578947	-0,098283759	0,098283759
Surabaya	Lewoleba	26,12	-0,048488137	0,480663609	0,526316	-0,04565218	0,04565218
Surabaya	Larantuka	26,12	-0,048488137	0,480663609	0,526316	-0,04565218	0,04565218

0,139743458

Rata-rata 26,51  
Simp. Baku 8,13

Lo 0,139743  
Ltabel 0,195  
Lo<Ltabel Normal

Asal	Tujuan	WB	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	71,23	-0,510430183	0,304875058	0,263158	0,041717163	0,041717163
Surabaya	Tahuna	186,58	0,602477692	0,726571896	0,842105	-0,115533367	0,115533367
Surabaya	Tidore	136,77	0,121879570	0,548502802	0,578947	-0,030444566	0,030444566
Surabaya	Buli	142,13	0,173653223	0,568930999	0,684211	-0,115279527	0,115279527
Surabaya	Maba	141,69	0,169393664	0,567256496	0,631579	-0,064322451	0,064322451
Surabaya	Weda	171,15	0,453607485	0,674944317	0,789474	-0,114529367	0,114529367
Surabaya	Rote	112,68	-0,110531103	0,455994092	0,526316	-0,070321697	0,070321697
Surabaya	Sabu	91,45	-0,315367128	0,376241461	0,421053	-0,04481117	0,04481117
Surabaya	Lewoleba	109,51	-0,141123997	0,443885993	0,473684	-0,029798217	0,029798217
Surabaya	Larantuka	86,37	-0,364395522	0,357781339	0,368421	-0,010639713	0,010639713
Surabaya	Jailolo	177,63	0,516121504	0,697115225	0,842105	-0,144990038	0,144990038
Surabaya	Morotai	163,47	0,379572730	0,647868697	0,736842	-0,088973409	<b>0,088973409</b>
Surabaya	Badas	69,72	-0,525030680	0,299780932	0,315789	-0,016008542	0,016008542
Surabaya	Bima	235,41	1,073668351	0,858514325	0,947368	-0,088854097	0,088854097
Surabaya	Merauke	445,90	3,104646136	0,999047466	1	-0,000952534	0,000952534
Surabaya	Rote	3,88	-1,160340075	0,122955187	0,052632	0,070323608	0,070323608
Surabaya	Sabu	4,33	-1,155959732	0,123848814	0,105263	0,018585656	0,018585656
Surabaya	Lewoleba	4,33	-1,155920967	0,123856743	0,105263	0,018593585	0,018593585
Surabaya	Larantuka	4,33	-1,155920967	0,123856743	0,210526	-0,086669573	0,086669573

0,144990038

Rata-rata 124,13  
Simp. Baku 103,64

Lo 0,14499  
Ltabel 0,195  
Lo<Ltabel Normal

Asal	Tujuan	F	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	0,06	-0,320542367	0,374278609	0,210526	0,163752294	0,163752294
Surabaya	Tahuna	0,06	-0,320542367	0,374278609	0,263158	0,111120715	0,111120715
Surabaya	Tidore	0,07	-0,090719538	0,463857723	0,421053	0,042805091	0,042805091
Surabaya	Buli	0,07	-0,090719538	0,463857723	0,473684	-0,009826488	0,009826488
Surabaya	Maba	0,07	-0,090719538	0,463857723	0,526316	-0,062458067	0,062458067
Surabaya	Weda	0,07	-0,090719538	0,463857723	0,578947	-0,115089646	0,115089646
Surabaya	Rote	0,11	1,288217437	0,901164858	0,842105	0,059059595	0,059059595
Surabaya	Sabu	0,11	1,288217437	0,901164858	0,894737	0,006428016	0,006428016
Surabaya	Lewoleba	0,11	1,403128852	0,919710791	0,947368	-0,027657631	0,027657631
Surabaya	Larantuka	0,11	1,403128852	0,919710791	1	-0,080289209	0,080289209
Surabaya	Jailolo	0,07	-0,205630952	0,418539599	0,315789	0,102750125	0,102750125
Surabaya	Morotai	0,07	-0,205630952	0,418539599	0,368421	0,050118546	<b>0,050118546</b>
Surabaya	Badas	0,02	-1,814390757	0,034808794	0,052632	-0,017822785	0,017822785
Surabaya	Bima	0,02	-1,814390757	0,034808794	0,105263	-0,070454364	0,070454364
Surabaya	Merauke	0,02	-1,814390757	0,034808794	0,157895	-0,123085943	0,123085943
Surabaya	Rote	0,08	0,368926121	0,643908603	0,631579	0,012329656	0,012329656
Surabaya	Sabu	0,08	0,368926121	0,643908603	0,684211	-0,040301923	0,040301923
Surabaya	Lewoleba	0,08	0,368926121	0,643908603	0,736842	-0,092933502	0,092933502
Surabaya	Larantuka	0,08	0,368926121	0,643908603	0,789474	-0,145565081	0,145565081

0,163752294

Rata-rata                    0,07  
Simp. Baku                    0,03

Lo                    0,163752  
Ltabel                    0,195  
Lo<Ltabel            Normal

Asal	Tujuan	IC	Zi	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi)-S(Zi)	[F(Zi)-S(Zi)]
Surabaya	Makassar	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Tahuna	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Tidore	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Buli	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Maba	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Weda	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Rote	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Sabu	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Lewoleba	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Larantuka	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Jailolo	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Morotai	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	<b>0,166070127</b>
Surabaya	Badas	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Bima	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Merauke	1.249.995,00	-0,50262469	0,307614084	0,473684	-0,166070127	0,166070127
Surabaya	Rote	2.916.655,00	1,884842587	0,970274453	1	-0,029725547	0,029725547
Surabaya	Sabu	2.916.655,00	1,884842587	0,970274453	1	-0,029725547	0,029725547
Surabaya	Lewoleba	2.916.655,00	1,884842587	0,970274453	1	-0,029725547	0,029725547
Surabaya	Larantuka	2.916.655,00	1,884842587	0,970274453	1	-0,029725547	0,029725547

## BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Fila Rosa Aprillia, yang dilahirkan di Surabaya, pada tanggal 01 April 1997 merupakan tunggal dari Bapak Juwadi dan Ibu Nur Hidayati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Yapita Surabaya, SDN Keputih No. 245 Surabaya, SMP Negeri 19 Surabaya, SMA Negeri 16 Surabaya dan lulus pada tahun 2015. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan tergabung dalam angkatan 2015 (T-13 P-55). Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi dan kegiatan, seperti mengikuti kepanitiaan GERIGI (2016), koordinator acara Big Event HIMASEATRANS (2017), serta pernah menjabat sebagai steering committee big event HIMASEATRANS(2017-2018) Selain itu, penulis pernah melaksanakan kegiatan kerja praktik di PT. Pelayaran Nasional Indonesia di Jakarta Pusat dan PT. Sarana Bandar Nasional (PELNI Logistics) di Jakarta Pusat dan cabang Tanjung Priok Jakarta. Saat ini penulis tinggal di Surabaya, sehingga untuk memudahkan dalam komunikasi dapat menghubungi ke kontak berikut : 089675882245 atau *email* : [filarosaa@gmail.com](mailto:filarosaa@gmail.com)