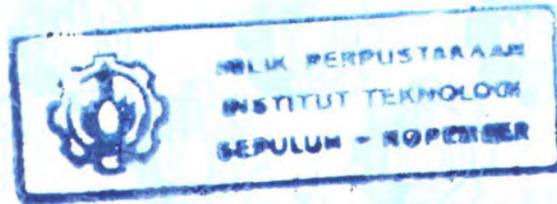


24364 / 14106

**Tugas Akhir**  
(LS 1336)



**ANALISA PROSES BONGKAR MUAT REEFER  
CONTAINER DI PT. TERMINAL PETI KEMAS  
SURABAYA**



RSSP  
623.8881  
Feb  
a-1  
2005

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	31-8-2005
Periksa Kembali	H
No. Agenda Prp.	723427

Oleh:

**PRIMA FEBRIYANA**  
4201.100.025

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2005**

# LEMBAR PENGESAHAN

## **ANALISA PROSES BONGKAR MUAT *REEFER* CONTAINER DI PT.TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk  
Meraih Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. R. Ø Saut Gurning, Msc.  
NIP. 132 122 980



Dosen Pembimbing II

Taufik Fajar Nugroho ST, Msc.  
NIP. 132 262 157



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS  
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLOLO SURABAYA 60111  
TELP.5994754, 5994251 – 55 PES 1102 FAX 5994754

**LEMBAR KEMAJUAN Pengerjaan Tugas Akhir**

Nama Mahasiswa : Prima Febriyana  
Nrp : 4201 100 025  
Judul Tugas Akhir : ANALISA PROSES BONGKAR MUAT REEFER  
CONTAINER DI PT. TERMINAL PETI KEMAS  
SURABAYA

No.	Tanggal	Kegiatan	Rencana Asistensi Berikutnya	Paraf Pembimbing
1.	31 Maret '05	monitring mengenai pengambaran data di TMS	Asistensi BAB 1, 2 & 3	
2.	13 April '05	Asistensi BAB 1, 2 & 3	pengolahan data	
3.	14 April '05	Asistensi metodologi	Perbaikan bab 3	
4.	18 April '05	Asistensi bab 3	pengolahan data	
5.	20 April '05	Asistensi bab 4 pengolahan data	skenario BIM	
6.	23 April '05	Asistensi mengenai skenario proses BIM	rencana simulasi	
7.	26 April '05	kontribusi mengenai simulasi	Asistensi paper	
8.	26 April '05	Asistensi paper	Asistensi keseluruhan / p2	
9.	27 April '05	Asistensi keseluruhan 4 p2	pengolahan data & simulasi	
10.	11 Mei '05	pengolahan data & simulasi	pengolahan data	
11.	21 Juni '05	pengolahan data & simulasi	Analisa data	
12.	24 Juni '05	Analisa data	Analisa data & pembisa	
13.	28 Juni '05	Analisa data & pembisa	Analisa data & pemb.	
14.	02 Juli '05	Analisa data & pembisa	Analisa & pemb.	

**Catatan ( diisi oleh dosen pembimbing )**

1. Tugas Akhir telah: layak / tidak layak (\*) untuk diujikan (\*) = coret yang tidak perlu
2. Catatan lain yang dianggap perlu: ( bila diperlukan bisa menggunakan halaman yang kosong dibaliknya )



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - ITS  
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111  
TELP.5994754, 5994251 – 55 PES 1102 FAX 5994754

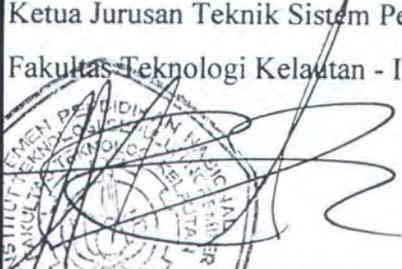
### SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir LS 1336

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa : Prima Febriyana  
Nrp. : 4201 100 025  
Dosen pembimbing : 1. Ir.R.O Saut Gurning, M.Sc.  
2. Taufik Fajar Nugroho, ST. M.Sc  
Tanggal Diberikan Tugas : Maret 2005  
Tanggal Diselesaikan Tugas :  
Judul Tugas Akhir : ANALISA PROSES BONGKAR MUAT REEFER  
CONTAINER DI PT. TERMINAL PETI KEMAS  
SURABAYA

Surabaya, 21 Maret 2005

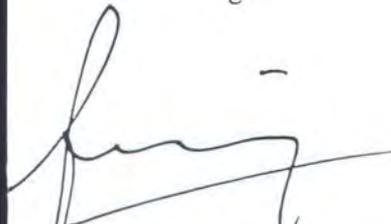
Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan - ITS

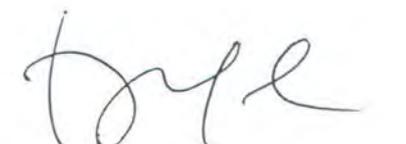
  
Ir. Suryo Widodo Adji, MSc.  
Nip. 431 879 390

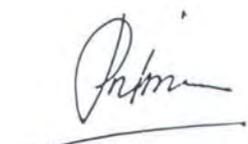
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Yang menerima tugas,  
Mahasiswa

  
Ir. R. O. Saut Gurning, M.Sc.  
Nip. 132 133 980

  
Taufik Fajar Nugroho ST, M.Sc.  
Nip. 132 262 157

  
Prima Febriyana  
Nrp. 4201 100 025

## ABSTRAK

*Reefer Container merupakan container berpendingin yang dioperasikan untuk mengangkut muatan yang harus didinginkan sampai derajat tertentu, seperti daging, ikan, buah – buahan, minuman, obat – obatan dll. Container jenis ini memerlukan penanganan yang khusus dalam proses bongkar muatnya dibandingkan dengan container jenis lain. Terminal Peti Kemas Surabaya yang merupakan salah satu terminal container terbesar di Indonesia, tentunya harus memiliki sistem bongkar muat yang baik dalam penanganan proses bongkar muat reefer container tersebut. Penanganan bongkar muat yang baik ini berpengaruh terhadap kecepatan bongkar muat container di terminal yang memiliki dampak pada padatnya antrian reefer container serta besar kecilnya biaya proses bongkar muat di terminal*

*Pada tugas akhir ini , akan dilakukan analisa terhadap proses bongkar muat reefer container di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Analisa yang dilakukan mengenai sistem penanganan beserta peralatan bongkar muat reefer container, dimana saat ini memiliki perlakuan yang sama dengan container jenis lain. Berdasarkan pada sistem dan peralatan yang digunakan maka akan dilakukan simulasi untuk setiap skenario bongkar muat reefer container yang dilakukan di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya dan dibuat skenario baru untuk mengurangi antrian serta dapat mengetahui apakah container yard yang ada dapat mencukupi laju kedatangan reefer container yang semakin meningkat untuk tahun kedepan. Pada pembuatan tugas akhir ini akan ditunjukkan pula proses bongkar muat reefer container yang optimal serta bagaimana penanganannya.*

*Kata kunci : reefer container, antrian , lift on / lift off*

## ABSTRACT

*Reefer Container is a container with cooler and operated to pick up cargo . The load must be cooled until certain degree, like meat, fish, fruits, drink, medicine etc. Container with this type need special attention for cargo handling refer other container. Terminal Peti Kemas Surabaya is one of the largest container station in Indonesia. So this station must have good cargo handling system for reefer container . Rate cargo handling service affected by good service cargo handling process. The effect rate cargo handling make queue up reefer container and influence cost process.*

*This Final Project are analyze cargo handling process for reefer container in PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. The analyze about handling system and cargo handling equipment for reefer container, where the old system is general for any container. The system and equipment are simulated for every cargo handling scenario was doing by PT. Terminal Peti Kemas Surabaya.*

*This Final Project make new scenario to reduced queue and may can analyzed the container yard have much space to handle increase rate of reefer container queue next year. This Final Project show and created optimal new scenario cargo handling process.*

*Keyword: reefer container, queue, lift on/lift off.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat-NYA Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir dengan judul Analisa Proses Bongkar Muat *Reefer Container* di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya ini dibuat sebagai syarat untuk mencapai gelar sarjana di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini, kami menyadari masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun teknik penyusunan. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari segenap pembaca. Kami berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami selaku penulis dan bermanfaat untuk pembaca yang ingin mengenal lebih lanjut mengenai Proses Bongkar Muat Reefer Container.

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyelesaian Tugas Akhir dengan judul Analisa Proses Bongkar Muat *Reefer Container* di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bp.Ir.Surjo Widodo Adji,Msc.,selaku ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS Surabaya.
- Bp.Ir. Saut Gurning,Msc.,selaku dosen wali dan dosen pembimbing.
- Bp.Taufik Fajar Nugroho,ST,Msc,selaku dosen pembimbing.
- Bp. Semin sanuri,ST,MT.,selaku kepala laboratorium Mesin Fluida dan Sistem.
- Bp. Dwi , Bp. Rudi serta seluruh karyawan PT.Terminal Peti Kemas Surabaya.
- Keluarga tercinta, papa & mama serta adekku , terimakasih atas segalanya yang telah diberikan hingga saat ini.
- Temenku mitha, makasih buat dukungan dan persahabatan yang ada sampai saat ini.
- Dayu , terimakasih atas dukungan dan kesediannya buat dengerin keluhanku.
- Nining's, makasih sudah mau menemani mengerjakan tugas akhirku .
- Leyda, lutfi, beta, khusnul, makasih buat dukungannya.
- Semua anak – anak Siskal 2001, terimakasih buat semuanya.
- Semua anak di Lab-Mesflu, terimakasih buat dukungan dan hiburannya.
- Semua yang telah memberikan semangat, dukungan serta masukan selama ini yang tidak mungkin untuk disebutkan satu persatu.

## DAFTAR ISI

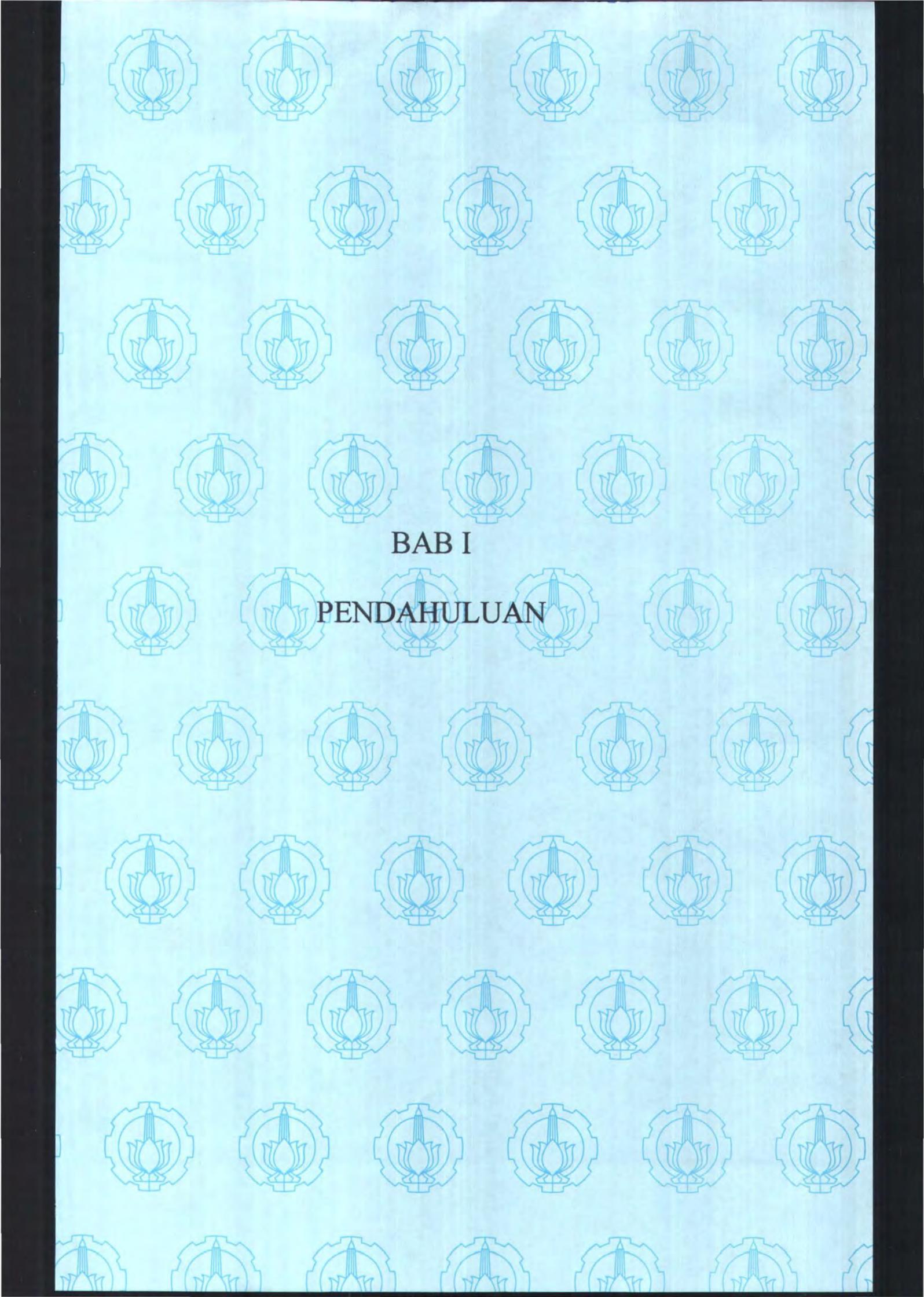


ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1.Latar Belakang Masalah	I-1
I.2.Perumusan Masalah	I-2
I.3.Asumsi dan Batasan Masalah	I-3
I.4.Tujuan dan Manfaat	I-4
I.5.Sistematika Penulisan	I-4
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1.Gambaran Umum Mengenai <i>Container</i>	II-1
II.1.1.Status <i>Container</i>	II-4
II.1.2.Alat Angkut <i>Container</i>	II.6
II.2.Metode Sistem Antrian	II-8
II.2.1.Konsep Dasar Antrian	II-8
II.2.2.Model Antrian	II-9
II.2.3.Disiplin Pelayanan	II-10
II.2.4.Model Struktur Antrian Dasar	II-10
II.2.5.Model Biaya Optimal	II-12
II.2.6.Jumlah Pelayanan Optimum	II-13
II.3.Alokasi fasilitas & Perhitungan Biaya <i>handling</i>	II-14
II.3.1.Studi Pengukuran & Penetapan Waktu Kerja	II-14
II.3.2.Uji Statistik	II-17
II.4.Teori <i>Forecasting</i>	II-18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
III.1.Permasalahan / Identifikasi Masalah	III-2
III.2.Studi Literatur	III-2
III.3.Collecting Data	III-3
III.3.1. Waktu Kedatangan Reefer Container	III-4
III.3.2.Data Fasilitas Bongkar Muat	III-4
III.3.3.Jumlah dan Kapasitas peralatan Bongkar Muat	III-4
III.3.4..Data Waktu Pelayanan	III-5
III.4.Teori Forecasting	III-6
III.5.Teori Antrian	III-7
III.6.Simulasi	III-7
III.7.Kesimpulan	III-7
BAB IV TINJAUAN OPERASIONAL REEFER CONTAINER DI TPS	IV-1
IV.1.Umum	IV-1
IV.2.Bagian – bagian dari terminal Peti Kemas	IV-4
IV.2.1.Dermaga	IV-4

IV.2.1.1.Fasilitas Peralatan Operasional Bongkar Muat	IV-5
IV.2.1.2.Operasional Dermaga Peti Kemas	IV-6
IV.2.2.Lapangan Penumpukan (Container Yard)	IV-7
IV.2.2.1.Fasilitas Operasional Lapangan	IV-13
BAB V ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	V-1
V.1.Teori Forecasting	V-1
V.1.1.Trend Reefer Container Domestik	V-2
V.1.1.1.Reefer Container 20 feet Domestik	V-3
V.1.1.2.Reefer Container 40 feet Domestik	V-4
V.1.1.3.Reefer Container Perkapal Domestik	V-5
V.1.2.Reefer Container Ocean Going	V-8
V.1.2.1.Reefer Container 20 feet Ocean Going	V-9
V.1.2.2.Reefer Container 40 feet Ocean Going	V-10
V.1.2.3.Reefer Container perkapal Ocean Going	V-11
V.2.Simulasi Proses Bongkar Muat	V-14
V.2.1.skenario Bongkar Muat yang Eksis di TPS	V-14
V.3.Perhitungan Teori Antrian	V-26
V.3.1.Jumlah Kedatangan Reefer Container rata-rata	V-26
V.3.2.Waktu Pelayanan rata- rata	V-27
V.3.3.Tingkat Kegunaan Fasilitas Pelayanan	V-29
V.3.4.Menentukan Probabnilitas Tidak Adanya Antrian	V-31
V.3.5.Menentukan Probabilitas Adanya Antrian	V-32
V.3.6.Menentukan rata-rata Jumlah Reefer Container Dalam Antrian	V-33
V.3.7.Menentukan Rata-rata Jumlah Reefer Container Dalam Sistem	V-33
V.3.8.Menentukan Waktu rata-rata Menunggu Reefer Container Dalam Antrian	V-34
V.3.9.Menentukan Waktu Rata-rata Menunggu Reefer Container Dalam Sistem	V-35
V.3.10.Kondisi Optimum Fasilitas Pelayanan	V-35
V.4.Skenario Baru Proses Bongkar Muat Reefer Container	V-36
BAB VI KESIMPULAN	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1.Tarif bongkar muat reefer container	IV-13
Tabel IV.2.Daftar Peralatan	IV-15
Tabel V.1.Data Reefer Container 2002-2005	V-2
Tabel V.2.Reefer Container 20feet Domestik	V-3
Tabel V.3.Reefer container 40 feet Domestik	V-4
Tabel V.4.Reefer container perkapal	V-6
Tabel V.5.Reefer container minimum domestik	V-6
Tabel V.6.Reefer container maksimum domestik	V-7
Tabel V.7.Data reefer container ocean going 2002-2005	V-8
Tabel V.8.Reefer container 20 feet Ocean Going	V-9
Tabel V.9.Reefer Container 40 feet Ocean going	V-10
Tabel V.10.Reefer container perkapal ocean going	V-12
Tabel V.11.Reefer container minimum ocean going	V-12
Tabel V.12.Reefer container maksimum ocean going	V-13
Tabel V.13.Distribusi objek simulasi	V-20
Tabel V.14.Data simulasi skenario B/M TPS	V-24
Tabel V.15.Tingkat kegunaan fasilitas	V-30
Tabel V.16.Probabilitas Tidak adanya antrian	V-31
Tabel V.17.Probabilitas adanya antrian	V-32
Tabel V.18.Jumlah container dalam antrian	V-33
Tabel V.19.Waktu menunggu dalam sistem	V-34
Tabel V.20.Rata – rata waktu menunggu dalam antrian	V-34
Tabel V.21.Rata – rata waktu menunggu dalam sistem	V-35
Tabel V.22.Data simulasi skenario baru pertama	V-37
Tabel V.23.Data hasil simulasi skenario baru kedua	V-39
Tabel V.24.Total witing time seluruh skenario B/M	V-41



BAB I

PENDAHULUAN

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Masalah

Terminal Peti Kemas Surabaya merupakan salah satu pintu gerbang perdagangan Indonesia, yang melayani pengiriman barang baik untuk keperluan *export/import*, maupun pengiriman barang antar pulau dengan menggunakan angkutan laut sistem *container*. Seiring dengan semakin banyaknya jenis maupun jumlah muatan yang harus ditangani, maka pengembangan teknologi penanganan muatanpun berkembang. Begitu pula dengan *container* yang dalam perkembangannya memiliki berbagai macam jenis tertentu berdasarkan karakteristik muatan yang diangkut didalamnya, salah satunya adalah *reefer container*. Saat ini banyak dijumpai komoditi baik ekspor maupun impor, dimana selama pengangkutan muatannya memerlukan perlakuan khusus, seperti perlunya pendinginan pada suhu tertentu untuk menjaga mutu serta kualitas dari muatan tersebut, sehingga penggunaan *reefer container* semakin meningkat. Pengembangan teknologi ini bertujuan untuk mempercepat alih muatan dengan tetap menjaga mutu serta kualitas dari muatan yang dibawa, sehingga biaya dapat ditekan seminimal mungkin. Besar kecilnya biaya tersebut sangat berhubungan dengan proses bongkar muat yang dilakukan. Dimana cepat dan lambatnya proses bongkar muat akan berpengaruh terhadap besar kecilnya biaya yang dikeluarkan. Latar belakang penelitian ini adalah adanya beberapa keadaan kurang optimalnya kegiatan bongkar muat untuk *reefer container*. Hal ini disebabkan oleh penanganan yang sama antara *reefer container*

dengan *container* lainnya di Terminal Peti Kemas Surabaya, pendistribusian muatan yang tidak optimal yang dipengaruhi peralatan – peralatan *cargo handling* yang tersedia. Hal ini berhubungan dengan ketersediaan peralatan *cargo handling* yang terdapat dipelabuhan baik dari segi kuantitas, kelayakan pakai serta keefisienan penggunaan dari peralatan tersebut.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Sistem pengangkutan barang dengan menggunakan peti kemas atau *container* merupakan salah satu cara yang lebih efisien dibanding dengan cara konvensional. Penggunaan *container* dapat memberikan berbagai keuntungan seperti tidak memerlukan standar pengemasan yang ketat, sehingga lebih hemat waktu, biaya murah, keamanan lebih terjamin dsb. Penggunaan *container* disesuaikan dengan jenis, tipe maupun karakteristik dari muatan yang dibawa. Salah satu jenis *container* yang ada adalah *reefer container*, dimana penggunaan dari *container* jenis ini semakin meningkat, seiring banyaknya muatan yang memerlukan perlakuan khusus untuk didinginkan dengan tujuan menjaga mutu serta kualitas dari barang tersebut. Mengingat karakteristik dari muatan yang dibawa, maka *reefer container* tentunya harus memerlukan penanganan yang lebih dan berbeda dengan *container* biasa dalam proses bongkar muatnya. Biaya untuk proses bongkar muat *reefer container* sendiri tentunya lebih mahal dari *container* biasa, begitu juga di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Disamping itu cepat lambatnya waktu proses bongkar muat juga berpengaruh terhadap besar kecil biaya yang dikeluarkan. Adapun kenyataannya terdapat beberapa keadaan yang menyebabkan tidak optimalnya proses bongkar muat,

terutama untuk *reefer container* di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya, hal ini disebabkan oleh ketidak optimalan kegiatan *handling* yang berhubungan dengan ketersediaan peralatan *cargo handling* yang terdapat dipelabuhan, serta sistem pelayanan dan pendistribusian muatan . Berdasarkan hal tersebut , maka dalam tugas akhir ini dilakukan analisa mengenai proses bongkar muat *reefer container* , dimana dengan *resources* yang terbatas akan didapat dan ditentukan penyelesaian yang optimal dalam masalah pelaksanaan bongkar muat *reefer container* , mulai saat bongkar dari kapal sampai kelapangan penumpukan untuk *reefer container import* dan pelaksanaan muat dari lapangan penumpukan kekapal yang tambat didermaga untuk *reefer container export*.

### **I.3. Asumsi dan Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- *Container* yang dianalisa adalah jenis *reefer container*.
- Semua *reefer container* mempunyai status *Full Container Load*.
- *Reefer container* yang dimuat diasumsikan sebagai *reefer container export* dan yang dibongkar diasumsikan sebagai *reefer container import*.
- Kegiatan *handling reefer container* dari kapal ke lapangan penumpukan ataupun sebaliknya.
- Tidak ada kesalahan kemas dalam pemuatan dan pembongkaran.
- Jenis tarif yang digunakan sesuai dengan standar pemerintah.

#### I.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian untuk mengerjakan tugas akhir ini adalah :

- Mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi pelayanan bongkar muat *reefer container* di PT. Terminal Peti Kemas Tanjung Perak Surabaya.
- Memperoleh waktu proses bongkar muat *reefer container* lebih cepat dari standard waktu pelayanan yang ada di PT. Terminal Peti kemas Surabaya, untuk mendapatkan proses bongkar muat yang lebih optimal dan efisien.
- Penentuan alokasi fasilitas berdasarkan batasan – batasan yang ada.

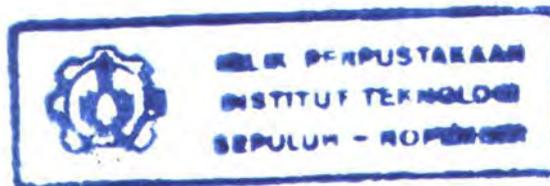
Manfaat penelitian dari tugas akhir ini adalah:

Dapat membantu dalam perencanaan dan pengendalian pada pelaksanaan bongkar muat *reefer container* secara optimal, sehingga dapat memberika servis yang memuaskan bagi pihak pengguna fasilitas di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Bagi Perum Pelabuhan Indonesia III , pelaksanaan *handling reefer container* secara optimal akan memberikan keuntungan ganda. Keuntungan bersifat materiil yang berupa *finansial* dan juga keuntungan nonmateriil yang berupa keahlian , pengembangan ilmu dan teknologi serta kepuasan kerja bagi karyawan.

#### I.5. Sistematika Penulisan

##### 1. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang dari tugas akhir, perumusan masalah, asumsi – asumsi dan batasan masalah yang digunakan , tujuan dan manfaat penelitian untuk membuat tugas akhir, serta sistematika penulisan.



## 2. Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka

Pada landasan teori dan tinjauan pustaka ini berisi penjelasan mengenai teori – teori dan pustaka yang mendukung dan digunakan sebagai bahan maupun acuan dalam pembuatan tugas akhir ini .

## 3. Metodologi Penelitian

Bagian ini menjelaskan mengenai cara dan langkah dalam pembuatan tugas akhir ini. Dalam metodologi penelitian dijelaskan mengenai metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan yang ada.

## 4. Tinjauan Operasional *Reefer Container* di TPS

Tinjauan operasional Terminal Peti Kemas Surabaya , bagian ini menjelaskan operasional dan sistem yang ada di TPS pada saat ini. Pada bagian ini berisi penjelasan dan pengolahan data proses bongkar muat *reefer container* dari segi teknis, meliputi sistem pelayanan dan peralatan bongkar muat, dengan menggunakan teori yang ada dan metodologi yang sesuai.

## 5. Analisa Data dan Pembahasan

Bagian ini berisi mengenai analisa data – data yang didapat serta pembahasan untuk menyelesaikan permasalahan yang timbul.

## 6. Kesimpulan dan Saran

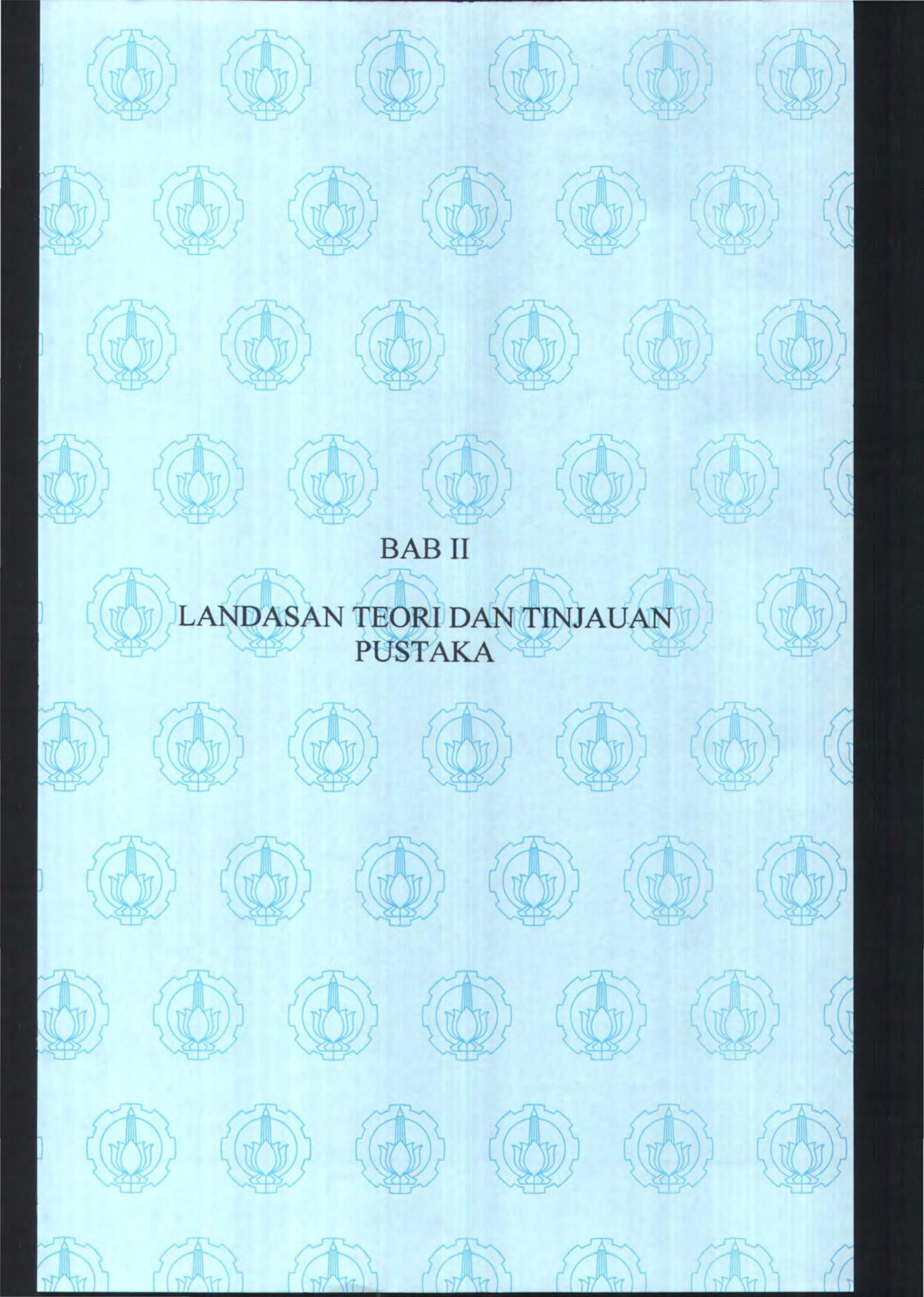
Berisi mengenai kesimpulan yang didapat dari penelitian untuk pembuatan tugas akhir ini , serta saran yang membangun setelah pelaksanaan dari penelitian ini.

7. Daftar Pustaka

Berisi mengenai daftar dari pustaka – pustaka yang digunakan dan berkenaan dengan pembuatan tugas akhir ini.

8. Lampiran

Berisi lampiran – lampiran yang berkenaan dengan tugas akhir ini.



BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN  
PUSTAKA

## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1. Gambaran Umum Mengenai *Container*

Ditinjau dari segi muatan barang , maka perlu diusahakan untuk memperoleh keselamatan barang , baik dari segi keutuhan kapal maupun dari segi muatan sampai ketempat tujuan. Untuk mencapai tujuan ini maka perlu dilakukan pengepakan atau pengemasan, dimana kecenderungan angkutan dalam menangani muatan menjurus kepada adanya kesatuan muatan agar menekan biaya angkut. Pengaturan tata letak muatan dalam kapal agar didapatkan stabilitas kapal, dilain pihak pengaturan diatas perlu pula memperhatikan agar bongkar muat tidak terganggu sebagai usaha mendapatkan stabilitas kapal itu sendiri. Bentuk dan macam kemasan ditentukan berdasarkan sifat dari barang , tingkat bahaya, jenis dan lamanya angkutan , peralatan untuk menangani muatan , pengaturan yang berhubungan atas transito , pengawasan bea cukai , asuransi dsb. ( Soejono, 1992).

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka *container* merupakan salah satu cara yang lebih efisien dibanding dengan cara konvensional. Penggunaan *container* dapat memberikan berbagai keuntungan seperti tidak memerlukan standart pengemasan yang ketat, sehingga lebih hemat waktu, biaya murah , keamanan lebih terjamin dsb. Pengertian dari *container* dapat didefinisikan sebagai alat angkut berbentuk persegi panjang , tahan cuaca , digunakan untuk mengangkut dan menyimpan sejumlah unit muatan, paket atau barang curahan yang dibatasi dan melindungi isi dari kehilangan atau kerusakan , juga dapat dipisahkan dari alat angkut, *dihandle* sebagai suatu unit

muatan serta dapat dipindahkan. Dalam perkembangannya terdapat berbagai macam jenis container yang didasarkan pada jenis dan karakteristik dari muatan yang diangkut. Adapun jenis – jenis dari *container* adalah *dry cargo container*, *bulk container*, *open – sided container*, *open – top container*, *flat rack container* dan *reefer container*. Adapun *reefer container* sendiri merupakan *container* yang dioperasikan untuk mengangkut muatan yang harus didinginkan sampai derajat tertentu, seperti daging, ikan, buah – buahan, obat – obatan, minuman dll.

Fungsi dari containerisasi adalah memindahkan barang – barang yang ada didalamnya dari suatu tempat ketempat yang lain dan fungsi rinciannya adalah sebagai alat angkut, sebagai gudang dan sebagai alat pengepakan barang. Ketiga fungsi container tersebut dapat dijelaskan sbb:

- Sebagai alat angkut, yaitu menjadi bagian penting dari kapal, truk, kereta api bahkan juga pesawat terbang.
- Sebagai gudang, yaitu tempat untuk menyimpan barang dipelabuhan atau diterminal diselesaikan oleh pemilik atau sebelum dikapalkan dan diletakkan di lapangan terbuka yang terkadang kehujanan ataupun kepanasan.
- Sebagai alat pengepakan barang yaitu *container* dapat berfungsi untuk mengepak barang – barang yang akan dikirim dalam satu unit yang besar dan juga melindungi barang – barang dari gangguan – gangguan pada saat *handling* ataupun kehilangan.

Adapun tujuan dari *containerisasi* sendiri , khususnya bagi yang berkecimpung dalam bidang transportasi serta perdagangan adalah sbb:

Bagi pemilik barang:

- Barang – barang yang dikapalkan atau dikirimkan agar terhindar dari kehilangan ataupun kerusakan.
- Barang yang dimaksud agar cepat dapat diterima ditempat tujuan.
- Agar biaya pengiriman barang menjadi lebih rendah. (murah).

Bagi pemilik kapal

- Pemilik kapal berusaha sedemikian rupa agar daya muat kapal dapat diperbesar dan melebihi daya muat kapal – kapal konvensional dalam ukuran yang sama.
- Perusahaan pelayaran (*owner*) berusaha akan frekuensi singgah kapal – kapal mereka dipelabuhan dapat dipertinggi .
- Pemilik kapal berusaha dengan sekuat tenaga untuk menekan atau mengurangi biaya – biaya eksploitasi serta biaya lainnya yang timbul akibat *delaynya* kapal dll.

Bagi pelabuhan :

- Kapal – kapal tidak usah terlalu lama menunggu untuk dilayani di dermaga pelabuhan.
- Dapat memberikan servis atau pelayanan terhadap masyarakat dengan lancar. Dengan demikian merupakan sumbagan terhadap pembangunan daerah yang bersangkutan.

### II.1.1. Status *Container*

Dari hubungan antara pihak perusahaan pelayaran , perusahaan yang menyewakan *container* dan pemakai jasa dapat membuat berbagai persetujuan cara pengangkutan barang dalam *container* yang mana menurut statusnya dapat dibedakan sbb:

- Status FCL (*Full Container Load*)

*Full Container Load* disebut juga status *container yard* . Dalam status ini pengirim barang atau biasanya diwakili oleh ekspedisi muatan kapal laut menyerahkan barang kepelabuhan sudah berada dalam *container* atau pengisian muatan kedalam *container* dilakukan diluar terminal . Demikian pula *consignee* menerima barang masih berada dalam *container* atau diluar terminal . Untuk *container* status ini pengangkut tidak berhak samasekali membuka *container* tanpa ijin pemilik.

- Status LCL (*Less Container Load*)

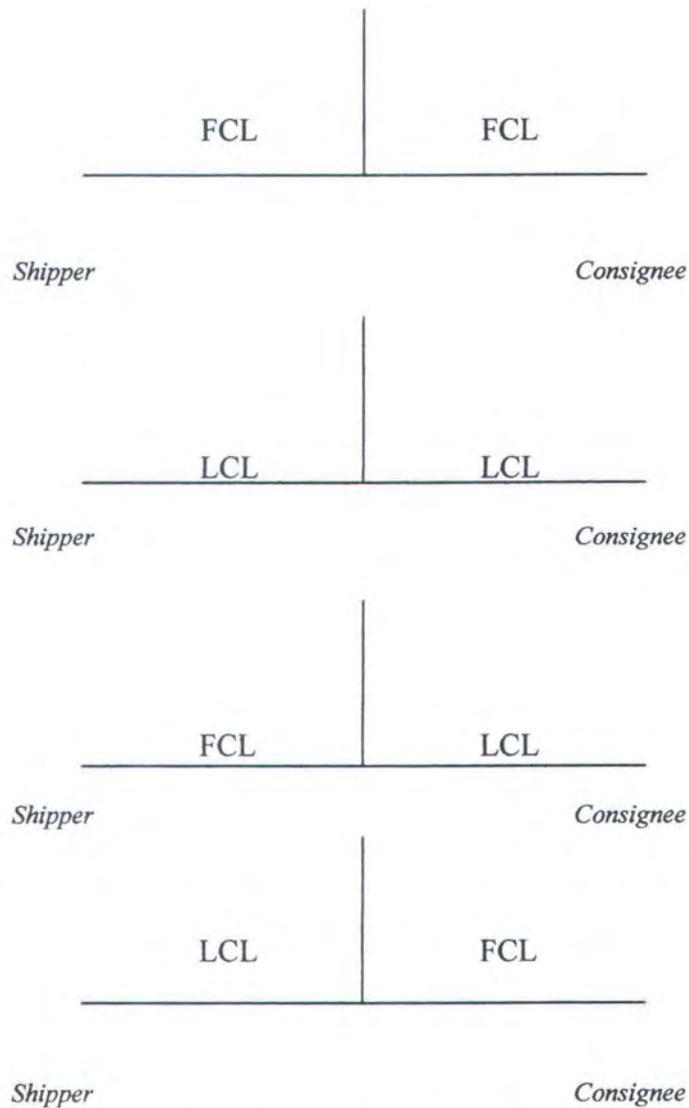
Disebut juga status *Container Freight Status* , dalam status ini pengirim menyerahkan barang kepelabuhan langsung masuk ke gudang dan selanjutnya untuk *stuffing*. Demikian pula *consignee* menerima barang sudah *distripping* dan ditumpuk digudang.

- Status alih Kapal (*Transshipment*)

Pada status ini kegiatan yang dilakukan meliputi membongkar *container* dari kapal pengangkut pertama, menyusun dan menumpuk *container* tersebut di *container yard*, kemudian mengepakkannya kembali ke kapal pengangkut kedua.

● Rubah Status

Kondisi *container* pada status ini ada dua kemungkinan yaitu *container* status *Full Container Load* berubah menjadi status *Less Container Load* dan sebaliknya.



Gb.II.1. Alih Status Container

Para operator kontainer selalu berusaha untuk menggunakan kontainer standard, sedangkan special kontainer seperti *open top container* atau yang lainnya dipergunakan kalau standard kontainer tidak memungkinkan untuk dipergunakan. Hal ini disebabkan oleh jenis muatan yang tidak sesuai dengan tipe kontainer . Adapun kriteria dalam penggunaan kontainer standard antara lain :

- Muatan sedapat mungkin disebaratakan dalam kontainer , sehingga berat dari keseluruhan muatan tidak terpusat pada satu titik(tempat).
- Mengisikan atau mengosongkan muatan kedalam container maupun dari dalam kontainer harus dapat dilakukan melalui pintu kontainer yang terletak pada salah satu ujungnya.
- Jenis muatan tidak memerlukan ventilasi.
- Diperlukan peralatan untuk menghandling seperti *crane* , *transtainer*, dan *top loader*.
- Diperlukan organisasi managemen yang luas seperti tenaga terampil.
- Dalam operasionalnya tidak lagi bersifat padat karya.
- Pengiriman barang dalam kontainer untuk status *Less Container Load*, diperlukan penanganan secara khusus pada pelaksanaan *stuffing* (pengisian) ataupun pada saat *stripping* (pengosongan).

### **II.1.2. Alat Angkut Container**

Untuk pengangkutan barang baik *export* maupun *import* serta pengiriman barang antar pulau dengan sistem kontainer dapat melalui rangkaian pengangkutan dengan menggunakan alat angkut dilaut maupun didarat. Alat – alat angkut kontainer

ini dibuat sesuai tuntutan kontainerisasi yang mana sistem pengangkutan kontainer ini dapat diuraikan sbb:

Dengan alat angkut dilaut, sistem pengangkutan ini dapat dibedakan menjadi 4, yaitu

- Sistem konvensional

Yaitu pengangkutan kontainer dengan kapal konvensional. Dimana kontainer ditumpuk digeladak dengan menggunakan *crane* kapal saat kegiatan *handling* dan pengangkutan. Sistem ini terutama dikhususkan untuk pelabuhan yang belum mempunyai terminal kontainer.

- Sistem *Lift on / Lift off*

Sistem ini *handling* kontainer, dimana kontainer yang akan dibongkar mempunyai jadwal tertentu dan *cell guide* untuk tempat kontainer, baik berukuran 20' maupun 40' yang merupakan petunjuk saat kontainer kegiatan berlangsung.

- Sistem *Roll on / Roll off*

Pada sistem ini untuk *handling* kontainer, kapal dilengkapi jembatan yang menghubungkan kapal dengan dermaga. Jembatan ini untuk dilewati *head truck chasis* dengan memuat kontainer saat kegiatan berlangsung.

- Sistem *Lash (Float on/Float off)*

Untuk *handling* kontainer dengan sistem ini kapal induk dengan muatan tongkang yang berisi kontainer melepaskan tongkang ini menuju kepelabuhan untuk melaksanakan kegiatan bongkar muat kontainer kemudian kembali lagi ke kapal induk.

Salah satu peralatan angkut kontainer yang terdapat didermaga adalah *container crane*, dimana proses bongkar muat di dermaga dengan *container crane* adalah sbb:

1. Kontainer dikawal diangkat oleh *container crane*, *spreader* akan diturunkan ke ruang palka kapal untuk mengambil kontainer (gerakan *hoist lowering*/turun), setelah tepat pada kontainer *twistlock spreader* pada sudut kontainer akan mengunci.
2. Selanjutnya kontainer akan diangkat oleh *spreader* secara perlahan-lahan (gerakan *hoist* naik).
3. Pada ketinggian yang aman (tidak menyinggung kontainer lain dibawahnya) kemudian dilakukan lintasan menyeberang, yaitu gerakan sepanjang *trolley* termasuk bagian-bagian *spreader* dan kabin operator sepanjang *boom*.
4. Setelah melakukan lintasan menyeberang dan berhenti tepat pada posisi untuk menurunkan kontainer (tepat diatas truk *trailer*), gerakan selanjutnya adalah gerakan menurun (*hoist lowering*).
5. Setelah sampai diatas *trailer twistlock* akan dibuka, kemudian *spreader* diangkat ke atas dan menyeberang untuk mengambil kontainer lain.

## **II.2. Metode Sistem Antrian**

### **II.2.1. Konsep Dasar antrian**

Suatu antrian adalah suatu garis tunggu orang , barang – barang , komponen ataupun kertas kerja yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayanan ( fasilitas layanan ) . Studi matematika dari kejadian atau gejala garis tunggu ini

disebut dengan teori antrian ( P. siagian ). Kejadian garis tunggu timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan ( kapasitas ) pelayanan atau fasilitas layanan , sehingga *customer* yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan , disebabkan kesibuukan pelayanan.. Dalam banyak hal tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian . Tetapi biaya pelayanan tambahan akan menimbulkan pengurangan keuntungan , mungkin sampai dibawah tingkat yang dapat diterima . Dari hal tersebut ,maka masalah yang dihadapi adalah bagaimana mengusahakan keseimbangan antara biaya tunggu terhadap terhadap biaya mencegah antrian itu sendiri, guna memperoleh untuk yang maksimal. Sistem antrian yang terjadi dapat sederhana ataupun kompleks. Untuk sistem antrian yang sederhana dapat digunakan rumus – rumus yang ada untuk penyelesaiannya, akan tetapi untuk sistem antrian yang kompleks harus digunakan simulasi untuk penyelesaiannya.

### **II.2.2. Model Antrian**

Model antrian dapat dikembangkan melalui kombinasi populasi masukan seperti sumber –sumber langganan, mekanisme pelayanan dan karakteristik dari disiplin antrian. Model antrian dapat diklasifikasikan berdasarkan format umum (  $a/b/c$  ) ; (  $d/e/f$  ). Dimana a menunjukkan bentuk distribusi kedatangan, b merupakan distribusi waktu pelayanan , c menunjukkan jumlah saluran pelayanan *parallel* dalam sistem, d menunjukkan disiplin pelayanan, e merupakan jumlah maksimum yang diperkenankan berada dalam sistem sedangkan f merupakan besarnya populasi masukan.

### II.2.3. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan merupakan kebiasaan atau kebijakan , dimana para pelanggan dipilih dari antrian untuk dilayani. Disiplin pelayanan terdiri dari lima bentuk sbb:

1. *First Come First Served (FCFS) / First In First Out (FIFO)*

Konsumen yang lebih dahulu datang akan lebih dahulu dilayani

2. *Last come First Served (LCFS) atau Last In First Out (LIFO)*

Konsumen yang tiba terakhir yang lebih dahulu keluar / dilayani. Misal system antrian dalam *elevator*

3. *Service In Random Order (SIRO)*

Pelayanan didasarkan pada peluang secara random, tidak menjadi soal siapa yang lebih dahulu datang.

4. *Priority Service (PS)*

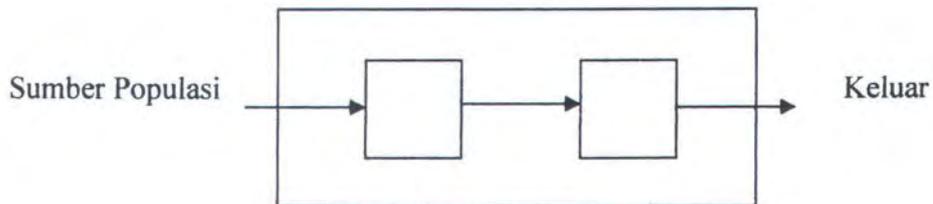
Prioritas pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu dalam garis lurus.

### II.2.4. Model Struktur Antrian Dasar

a) *Single Chanel dan Single Phase*

Single berarti hanya ada satu jalur memasuki system pelayanan. *Single phase* berarti hanya ada satu tempat pelayanan / sekumpulan tunggal operasi yang dilakukan. Jadi setelah selesai menerima pelayanan, pelanggan keluar dari system tersebut.

### Sistem Antrian

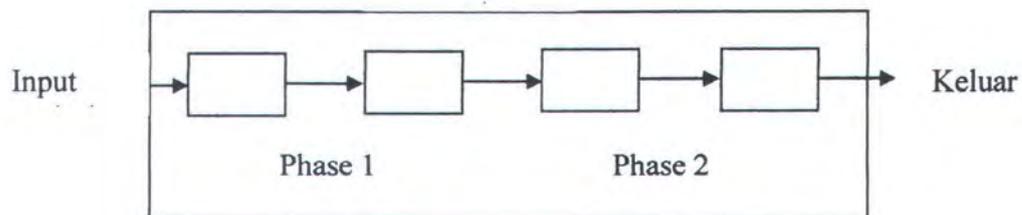


Gbr.II.2. Single chanel – Single phase

### b) Single Chanel - Multi Phase

Multiphase berarti ada 2 atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase)

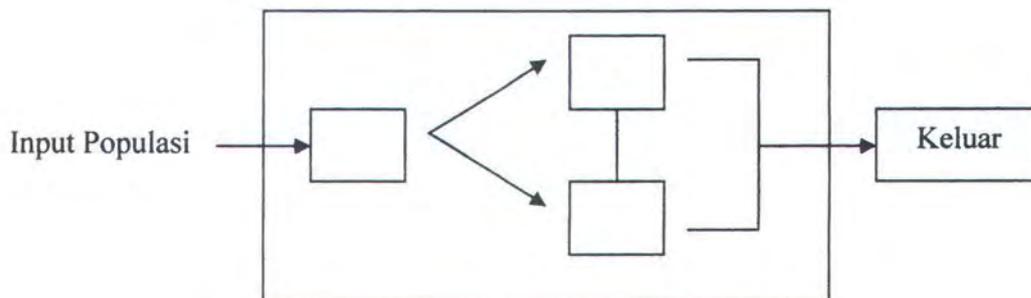
### Sistem



Gbr.II.3. Single chanel – Multi phase

### c) Multi Chanel – Multi Phase

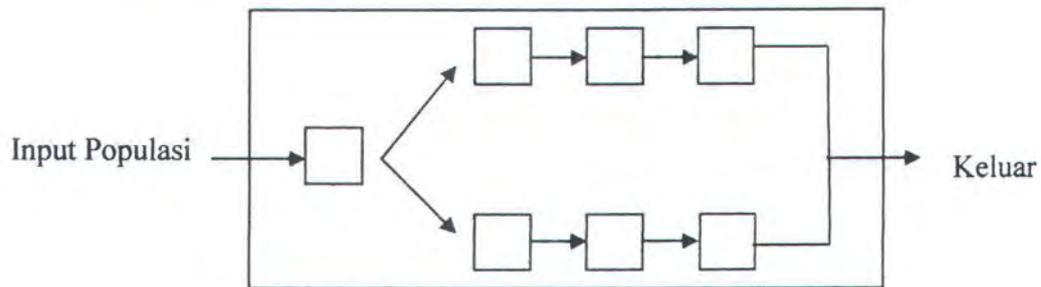
Sistem ini terjadi bila 2 atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrian tunggal.



Gbr.II.4. Multi Chanel – Multi phase

d) *Multi Chanel – Multi Phase*

Dalam hal ini setiap system mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap phase.



Gbr.II.5. *Multi Chanel – Multi phase*

Selain empat model struktur diatas sering terjadi struktur campuran (*mixed arrangements*) yang merupakan campuran dari dua atau lebih struktur antrian diatas.

### II.2.5. Model Biaya Optimal

Pemilihan suatu model antrian yang sesuai memberikan ukuran-ukuran kinerja yang menggambarkan perilaku sistem yang bersangkutan. Langkah selanjutnya adalah merancang model-model keputusan yang dapat digunakan dalam mengoptimalkan rancangan sistem tersebut.

Bila mungkin menentukan biaya langsung pada individu-individu yang menunggu dan biaya langsung untuk menyediakan pelayanan, maka secara umum sebuah model biaya dalam antrian berusaha menyeimbangkan biaya menunggu dengan biaya kenaikan tingkat pelayanan yang saling bertentangan. Komponen penting dari kedua biaya itu adalah :

a. Biaya menunggu (*waiting cost*)

Biaya timbul akibat adanya pelanggan yang menunggu (merupakan kerugian bagi perusahaan) yang mencakup :

- Kehilangan penjualan
- Kehilangan Kontak
- Kemacetan Sistem

b. Biaya pelayanan

Biaya pelayanan mencakup biaya tetap investasi awal dalam peralatan / fasilitas, biaya-biaya pemasangan dan latihan bagi karyawan dan biaya-biaya variabel seperti gaji karyawan dan pengeluaran tambahan untuk pemeliharaan.

### II.2.6. Jumlah Pelayanan Optimum

Penentuan jumlah pelayanan yang optimal dilakukan dengan cara meminimalkan total biaya antrian. Adapun persamaan matematis yang digunakan adalah

$$E(C_t) = E(C_s) + E(C_w) = S c_s + n_t c_w$$

Dimana :

$E(C_t)$  = Total biaya menunggu dan biaya pelayanan yang diberikan c

$C_s$  = Biaya pelayanan per satuan waktu per fasilitas pelayanan

$C_w$  = Biaya untuk menunggu persatuan waktu per individu

$S$  = Jumlah stasiun pelayanan ( channel )

Dari persamaan diatas dapat dicari nilai  $c$  yang optimal, nilai optimum  $c$  harus memenuhi kondisi yang harus diperlukan berikut ini :

$$ETC_{(c-1)} \geq ETC_c \text{ dan } ETC_{(c+1)} \geq ETC_{(c)}$$

Dengan menerapkan kondisi yang diperlukan, didapatkan :

$$C_{s(c)} - C_s(c+1) \leq C_1 / C_2 \leq C_s(c-1) - C_{s(c)}$$

Nilai  $C_1 / C_2$  menunjukkan dimana pencarian untuk  $c$  optimum.

### **II.3. Alokasi fasilitas dan Perhitungan Biaya *Handling***

#### **II.3.1. Studi Pengukuran & Penetapan Waktu Kerja**

Studi pengukuran kerja adalah suatu cara penetapan keseimbangan antara jam kerja yang tersedia dengan *output* yang dihasilkan . Hubungan waktu dan volume kegiatan biasanya dinyatakan sebagai *unit time standart* , yaitu waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terampil bekerja dalam tempo normal untuk menyelesaikan satu *unit output* . Disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan tersebut. Waktu standart yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja ini dapat digunakan untuk:

- Membuat rencana penjadwalan kerja.
- Membuat keseimbangan lintasan .
- Menentukan upah / intensif.

Selain sebagai alat perencanaan , maka data hasil pengukuran kerja ini bisa pula dipakai sebagai alat kendali kerja yang membawa kearah upaya perbaikan metode kerja yang membawa kearah upaya perbaikan metode kerja ataupun tindakan – tindakan koreksi lainnya agar kondisi – kondisi yang tidak produktif bisa dihilangkan. Cara pengukuran dapat dibagi menjadi dua yaitu secara langsung yang terdiri dari pengukuran dengan *stopwatch* dan sampling kerja , sedangkan pengukuran secara tidak langsung dilakukan dengan membaca tabel waktu.

#### Pengukuran Dengan *Stopwatch*

- Definisikan pekerjaan , baik maksud maupun tujuan.
- Catat informasi yang mendukung dalam pengambilan data seperti *layout, spec* dari peralatan dsb.
- Bagi operasi kerja dalam elemen – elemen kerja sedetail – detailnya dalam batas kemudahan untk pengukuran.
- Amati , ukur dan catat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan elemen – elemen kerja tersebut .
- Mengecek kecukupan dan keseragaman data

$$N' = \left[ \frac{k / s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right]^2$$

N : Jumlah pengamatan untuk elemen kerja yang diukur.

X : Data waktu yang dibaca oleh stopwatch untuk tiap – tiap individu pengamatan.

K/S : Tergantung dari tingkat ketelitian dan derajat kepercayaan.

N' : Jumlah pengamatan / pengukuran yang seharusnya dilaksanakan.

- Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan performance kerja yang ditunjukkan oleh operator yang didapat waktu kerja normal.

$W_n = \text{Wrata-rata} \times \text{performance rating}$ .

- Tetapkan *allowance* time untuk memberikan fleksibilitas.

Tetapkan waktu kerja standart , yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar.

$$\text{Waktu standard} = W_n \times \left( \frac{100\%}{100\% - \%allowance} \right)$$

- Metode Sampling Kerja

Merupakan teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin , proses , pekerja/operator. Berdasarkan hukum probabilitas pengamatan terhadap suatu objek dilakukan dengan menggunakan suatu contoh secara acak . Apabila *sample* semakin banyak , maka karakteristik yang dimiliki oleh sampel tidak akan berbeda jauh dibandingkan dengan karakteristik populasinya.

- Mengukur rasio *delay* .
- Menetapkan *performance rating*.
- Menetapkan waktu standard.



Untuk mendapatkan waktu standard perlu ditetapkan *performance rating* dari operator yang diukur serta *allowance*.

### II.3.2.Uji Statistik

Jumlah sampling yang semakin banyak , akan mendekati populasi asli. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu elemen kerja akan bervariasi dengan memiliki distribusi normal pula.

#### Test Kecukupan Data

Syarat populasi yang terdiri dari N data memiliki rata – rata  $\mu$  dan standard deviasi  $\alpha$ .

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (xi - x)^2}}{n}$$

$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

#### Test Keseragaman Data

Untuk pengukuran yang berdistribusi normal dengan rata – rata  $\mu$  disimpang baku  $\alpha$  yang tidak diketahui apabila diperoleh rata – rata pengukuran  $x$  distandard deviasi sampel, maka nilai dari  $\mu$  akan berada dalam batas – batas yang ditentukan .  $\alpha$  ditentukan sedemikian rupa , sehingga diperoleh kepercayaan  $(1 - \alpha) 100 \%$  , bahwa  $\mu$  akan berada pada selang tersebut . Oleh karena itu nilai – nilai dari pengukuran harus berada dalam selang yang diberikan oleh  $x \pm Z_{\alpha/2}$ . Jika sampel lebih kecil dari 30, maka Z diganti dengan t dengan  $df = n - 1$ .

#### II.4. Teori *Forecasting*

Teori *forecasting* disebut juga dengan peramalan, yaitu suatu usaha untuk meramalkan keadaan dimasa mendatang melalui pengujian masa lalu. Dalam peramalan terdapat beberapa metode alah satunya adalah metode *time series/Trend*. *Time series* atau disebut juga dengan *trend* adalah suatu analisa dimana kita berusaha menggambarkan pola perkembangan dari catatan runtun waktu yang telah lewat. *Forecast* yang merupakan estimasi terhadap keadaan dimasa datang, dapat berupa ramalan terhadap perubahan permintaan, perkembangan dunia bisnis dan segala sesuatu yang mempengaruhi perencanaan produksi. Hal ini dilakukan untuk dapat mengetahui kesempatan – kesempatan yang terbuka serta apa yang harus diperbuat oleh perusahaan dimasa mendatang. ( Kakiay,2003).

Pada teori *forecasting* atau peramalan terdapat beberapa persamaan yang digunakan dalam perhitungan. Untuk mendapatkan trend jumlah kedatangan *reefer container* sampai lima tahun kedepan, maka digunakan dua persamaan dalam teori *forecasting* yaitu persamaan linier atau eksponensial. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan dua persamaan tersebut , maka untuk mendapatkan trend dicari error yang terkecil dari hasil perhitungan.

- Persamaan linier

$$Y = a + bX$$

Dimana :

Y =Besarnya jumlah kedatangan *reefer container* .

X =Tahun perencanaan kedatangan *reefer container*.

a =Komponen yang tetap dari kedatangan *reefer container* pada setiap tahun.

b = Tingkat perkembangan laju jumlah kedatangan *reefer container* tiap tahun.

Untuk menghitung besarnya harga a dan b dapat digunakan dengan dua cara yaitu :

Tahun pertama ssebagai tahun dasar

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Dimana:

n = Jumlah tahun dari data historis yang ada.

x = Angka tahun.

y = Jumlah kedatangan.

Titik tengah sebagai titik dasar

Dalam metode ini harga a dan b dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

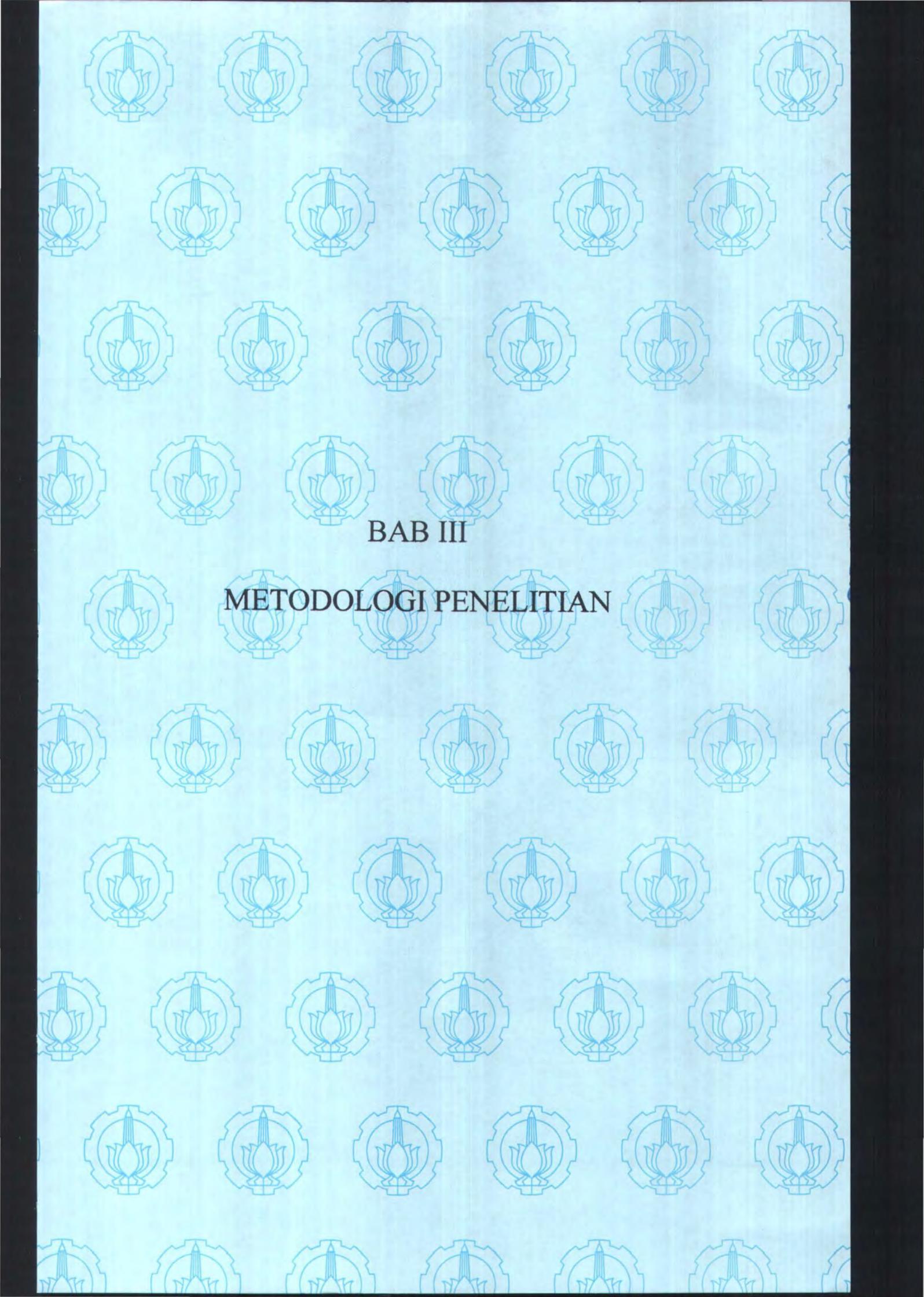
$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

Persamaan eksponensial

$$Y = a b^x \text{ atau } \log Y = \log(ab^x)$$

Nilai a dan b dapat dicari dengan rumus sbb:

$$\log a = \frac{\sum(\log Y)}{n} \qquad \log b = \frac{\sum(x \log Y)}{\sum X^2}$$

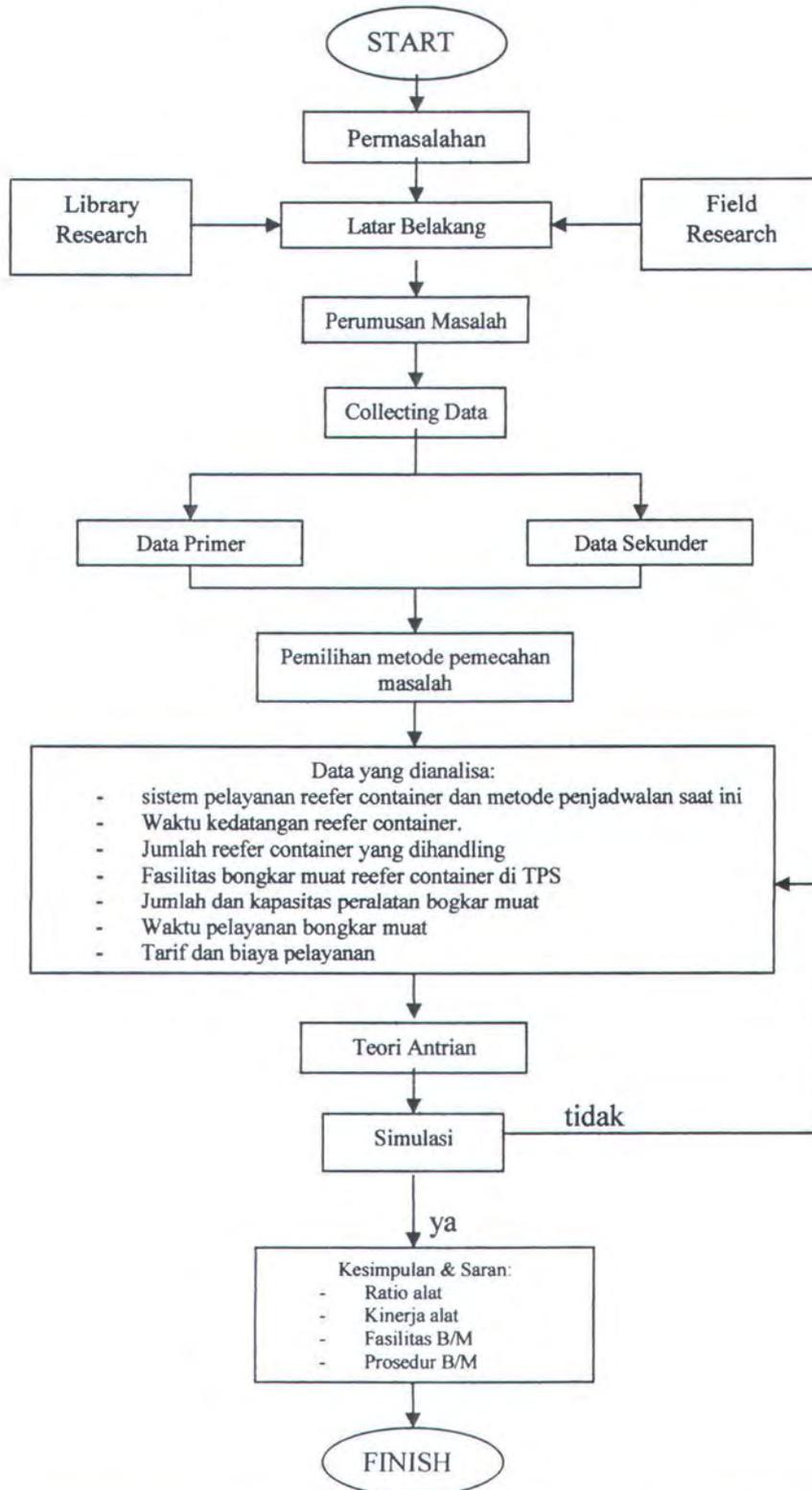


BAB III

**METODOLOGI PENELITIAN**

# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN



### III.1 Permasalahan / Identifikasi Masalah

Penggunaan dari kontainer jenis *reefer* semakin meningkat, seiring banyaknya muatan yang memerlukan perlakuan khusus untuk didinginkan dengan tujuan menjaga mutu serta kualitas dari barang tersebut. Mengingat karakteristik dari muatan yang dibawa, maka *reefer container* tentunya harus memerlukan penanganan yang lebih dan berbeda dengan kontainer biasa dalam proses bongkar muatnya. Biaya untuk proses bongkar muat *reefer container* sendiri tentunya lebih mahal dari kontainer biasa, begitu juga di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Disamping itu cepat lambatnya waktu proses bongkar muat juga berpengaruh terhadap besar kecil biaya yang dikeluarkan. Adapun kenyataannya terdapat beberapa keadaan yang menyebabkan tidak optimalnya proses bongkar muat, terutama untuk *reefer container* di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya, hal ini disebabkan oleh ketidak optimalan kegiatan *handling* yang berhubungan dengan ketersediaan peralatan *cargo handling* yang terdapat dipelabuhan, serta sistem pelayanan dan pendistribusian muatan. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam tugas akhir ini dilakukan analisa mengenai proses bongkar muat *reefer container* yang ada di TPS.

### III.2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui tentang system bongkar muat *reefer container* serta berbagai macam peralatan yang digunakan sebagai penunjang proses bongkar muat. Selain itu juga dilakukan studi literatur mengenai teori antrian

yang melibatkan variabel waktu antar kedatangan ( *arrival time* ) dan waktu pelayanan ( *service time* ) serta pengaruh panjang pendeknya jumlah antrian. Teori antrian tentang macam-macam model system antrian seperti jumlah saluran, disiplin pelayanan, kapasitas jumlah antrian distribusi waktu kedatangan dan pelayanan juga menjadi acuan dalam pengerjaan analisa dan pembahasan. Teori lain yang dipakai adalah teori bongkar muat, teori ini digunakan untuk menghitung serta menentukan jenis alat bongkar muat yang perlu ditambahkan atau perlu dioptimalkan kerjanya. Selain itu diperlukan teori tentang statistik, terutama tentang peluang (probabilitas), jenis distribusi, pengujian hipotesa dan sebagainya.

### **III.3. Collecting data**

Data yang diperlukan untuk analisa tugas akhir ini diambil di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya yang berada di jalan Tanjung mutiara 1, Tanjung Perak Surabaya. Data yang diperoleh berupa data primer maupun data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari pihak Terminal Peti Kemas Surabaya yang sesuai dengan keadaan di lapangan terjadinya proses bongkar muat. Sedangkan untuk data sekunder didapat dengan melakukan observasi dan *interview* secara langsung dengan pihak terkait di lapangan tempat penelitian dilaksanakan. Adapun macam data primer maupun sekunder yang diperoleh adalah seperti berikut ini :

Data Primer :

- Waktu kedatangan *reefer container*.
- Jumlah *reefer container* yang dihandling
- Fasilitas bongkar muat *reefer container* di TPS
- Jumlah dan kapasitas peralatan bongkar muat
- Waktu pelayanan bongkar muat
- Tarif dan biaya pelayanan

Data Sekunder :

- sistem pelayanan bongkar muat *reefer container* dan metode penjadwalan saat ini

### **III.3.1. Waktu kedatangan *reefer container***

Data waktu kedatangan *reefer container* adalah data selang waktu antar kedatangan *reefer container* yang masuk dalam system antrian untuk dilayani server. Data ini digunakan untuk dapat menganalisa antrian *reefer container* yang ada pada saat ini di Terminal Peti Kemas Surabaya..

### **III.3.2. Data fasilitas bongkar muat**

Data ini diperlukan untuk mengetahui fasilitas apa saja yang tersedia di Terminal Peti Kemas Surabaya untuk melakukan proses bongkar muat *reefer container*. Dari data yang diperoleh tersebut akan diketahui apakah fasilitas yang ada sudah dapat memenuhi kegiatan bongkar muat yang ada.

### **III.3.3. Jumlah dan kapasitas peralatan bongkar muat**

Data ini diperlukan untuk mengetahui banyaknya peralatan bongkar muat yang tersedia di TPS ,serta kapasitas masing-masing alat bongkar muat dan juga

kemampuan maksimal alat tersebut dalam memindahkan kontainer dari satu tempat ke tempat yang lain. Dengan mengetahui kemampuan maksimum peralatan bongkar muat ini diharapkan bisa memaksimalkan kinerja dari alat dan mengurangi waktu untuk bongkar-muat kontainer.

#### **III.3.4. Data waktu pelayanan**

Data waktu pelayanan sangat diperlukan untuk mengetahui berapa lamanya waktu yang dibutuhkan *reefer container* untuk melakukan proses bongkar muat . Waktu pelayanan sendiri meliputi waktu bongkar muat *reefer container* dari mulai datang sampai keluar. Waktu pelayanan ini meliputi waktu *stevedoring*, waktu haulage dan waktu *lift on / lift off*. Waktu ini memiliki hubungan dengan biaya yang dibutuhkan selama proses bongkar muat , karena cepat dan lambatnya waktu pelayanan maka akan berpengaruh terhadap banyak dan sedikitnya biaya yang dibutuhkan untuk proses bongkar muat.

#### **III.3.5. Tarif dan biaya pelayanan**

Data tarif dan biaya pelayanan yang didapat merupakan data tarif dan biaya yang sesuai dengan standard pemerintah. Biaya yang dikeluarkan oleh pihak perusahaan ada dua, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

##### **a) Biaya Pelayanan (*Cost Of Service*)**

Biaya langsung adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan yang langsung berhubungan dengan proses yang terjadi dilapangan. Biaya langsung ini meliputi :

- Biaya tenaga kerja

Biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk menggaji karyawan / tenaga kerja. Upah yang ditetapkan masing-masing perusahaan berbeda-beda

sesuai dengan kelasnya dan sesuai dengan upah standard yang ditetapkan oleh pemerintah.

- Biaya fasilitas

Biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk biaya-biaya operasional sehari-hari yang mendukung proses bongkar muat . Dari hal ini kita dapat menghitung besarnya biaya fasilitas yang dikeluarkan perusahaan tersebut pertahunnya. Data biaya langsung ini didapat dari informasi pihak manajemen perusahaan serta dengan melihat data masa lalu perusahaan mengenai biaya fasilitas.

b) *Waiting Cost*

Biaya menunggu merupakan kerugian yang dialami perusahaan akibat adanya ketidakefektifan kinerja dilapangan atau bisa juga timbul akibat adanya pelanggan yang menunggu.

### **III.4. Teori *Forecasting***

Teori *forecasting* atau disebut juga dengan peramalan , digunakan untuk mengetahui laju jumlah kedatangan *reefer container* lima tahun kedepan. Untuk mengetahui trend jumlah reefer container dari tahun 2006-2010, maka untuk perhitungan *forecasting* digunakan data pada tahun sebelumnya yaitu mulai tahun 2002 sampai tahun 2005.

### III.5. Teori Antrian

Keseluruhan data yang dipeoleh dan dikumpulkan , maka dilakukan suatu analisa terhadap data yang ada dengan menggunakan teori antrian . Hal ini meliputi perhitungan matematis yang dilakukan sesuai dengan teori antrian. Teori ini digunakan untuk menganalisa kecepatan bongkar muat, menentukan jumlah alat pendukung, menentukan biaya yang optimal, menganalisa jumlah server dengan waktu tunggu yang minimum untuk memaksimalkan kegiatan bongkar muat serta kemungkinan penambahan fasilitas dan peralatan di terminal.

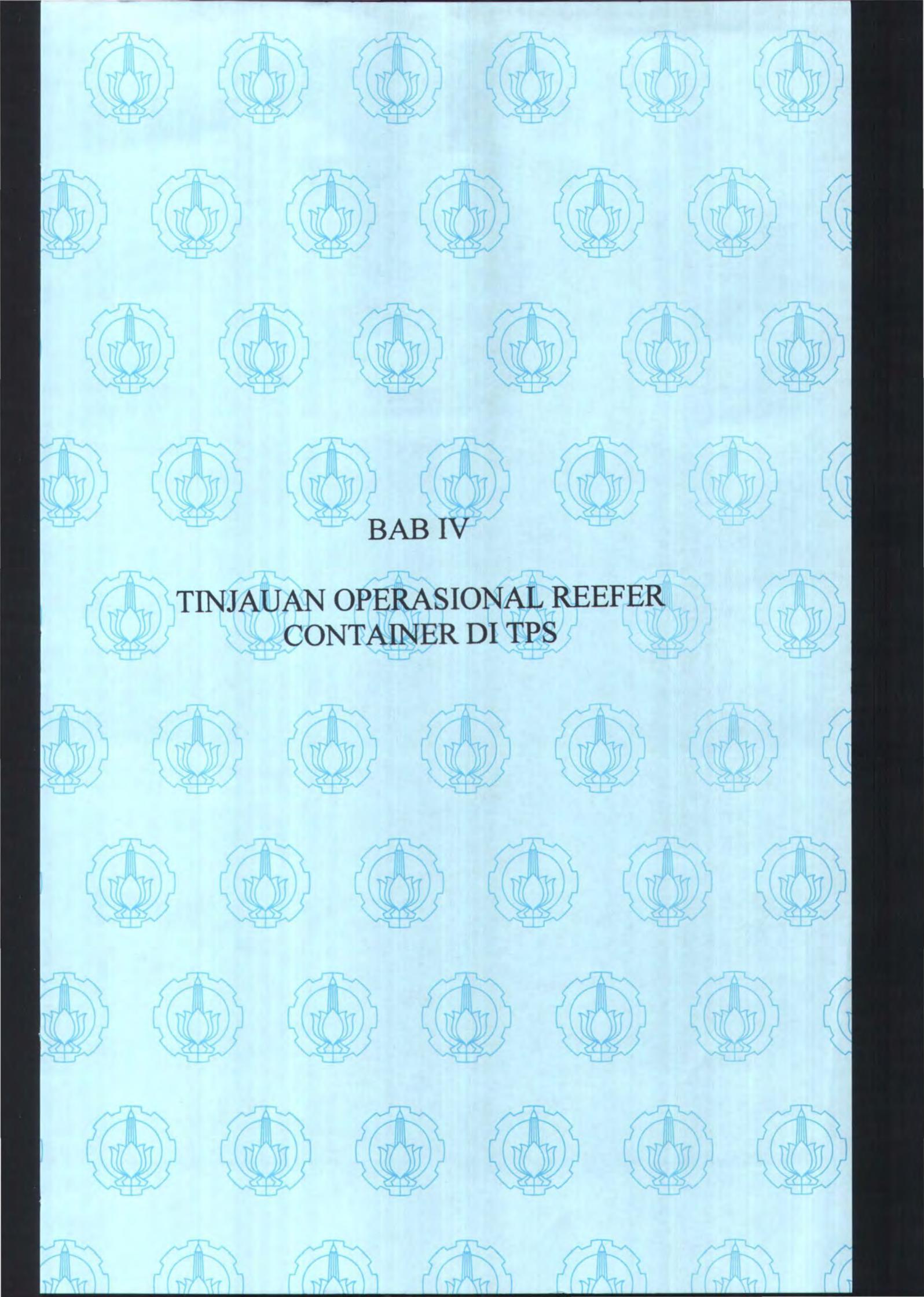
### III.6. Simulasi

Simulasi yang dilakukan menggunakan *software* Arena, yang disimulasikan disini adalah proses bongkar muat *reefer container* khususnya pada proses *transferring*. Dalam mensimulasikan diambil data dari *reefer container* secara random serta rata-rata kecepatan dari masing-masing alat sehingga diperoleh waktu seminimal mungkin untuk proses bongkar muat , sehingga nantinya akan berpengaruh ke biaya yang minimum.

### III.7. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan pembahasan maka akan didapatkan suatu kesimpulan dan saran bagi pihak perusahaan. Kesimpulan disini khususnya mengenai rasio peralatan , kinerja alat, fasilitas bongkar muat serta prosedur bongkar muat.

Seluruh proses diatas didokumentasikan dalam bentuk penulisan laporan penelitian agar nantinya dapat dipertanggung jawabkan dan sekaligus sebagai sarana penyempurnaan selanjutnya.



**BAB IV**

**TINJAUAN OPERASIONAL REEFER  
CONTAINER DI TPS**

## BAB IV

### TINJAUAN OPERASIONAL *REEFER CONTAINER* DI TPS

#### IV.1. Umum

Perkembangan pengiriman barang dengan *cargo* telah banyak digunakan oleh sistem kontainer. Kontainer terdiri dari beberapa jenis berdasarkan muatan yang dibawa. Terminal Peti Kemas Surabaya yang merupakan salah satu terminal peti kemas terbesar di Indonesia tentunya menangani proses bongkar muat berbagai macam jenis dan ukuran kontainer, baik internasional maupun domestik. Salah satu jenis kontainer yang dilayani di Terminal Peti Kemas Surabaya adalah *reefer container*.

*Reefer container* atau *refrigerated container* merupakan kontainer pendingin yaitu kontainer yang membawa muatan dengan perlakuan khusus untuk didinginkan sampai derajat tertentu. Kontainer jenis ini biasanya mengangkut muatan berupa daging , ikan , buah – buahan, obat – obatan, minuman dll. Akan tetapi konsekuensi dari containerisasi ini menyebabkan perlunya perubahan dalam sarana kapal yaitu daya muat kapal yang dibutuhkan menjadi lebih besar melebihi daya muat kapal jenis konvensional. Disamping itu juga dilakukan penyesuaian terhadap prasarana pelabuhan seperti fasilitas terminal yang meliputi dermaga , peralatan bongkar muat , storage / tempat penyimpanan kontainer. Guna mengatasi perkembangan containerisasi tersebut, khususnya terhadap proses penanganan muatan kontainer

,maka beberapa pelabuhan telah memisahkan antara terminal *general cargo* dan terminal khusus peti kemas. Hal tersebut atas dasar pertimbangan sbb:

- Kebutuhan panjang dermaga untuk kapal kontainer dan kondisi strukturnya.
- Ukuran kontainer dengan spesifikasi panjang 20 – 40 ft dan berat 20 – 30 ton akan menjadi kesulitan sendiri dalam penanganannya bila digabung dengan peralatan *cargo* biasa.
- Peralatan bongkar muat kontainer ( *gantry crane* , RTG / *transtainer*, *head truck* ) yang cukup besar membutuhkan ruang untuk pergerakan *maneuver*.
- *Storage* / tempat penyimpanan kontainer membutuhkan lahan yang luas.
- Perbedaan cara bongkar muat antara terminal peti kemas dan terminal *general cargo* ( mekanisme dan tenaga manusia ).
- Perkembangan frekuensi pengiriman muatan dengan kontainer yang melewati pelabuhan.

Dari pertimbangan pemisahan tersebut diharapkan masing – masing proses bongkar muat antar terminal peti kemas dan terminal konvensional menjadi lancar , cepat dan tidak saling mengganggu, sehingga pelayanan mejadi lebih optimal.

Pergerakan kontainer di TPS:

1. proses bongkarmuat kontainer dari kapal / *head truck* di dermaga.
2. Transport kontainer dari *container yard* ke dermaga atau sebaliknya.
3. Proses penumpukan / penanganan di *container yard*.
4. Proses penanganan muatan LCL.
5. Keluar masuknya kontainer / muatan.

Khusus untuk jenis *reefer container* , dimana fungsi dari kontainer jenis ini adalah untuk melindungi jenis makanan , sayuran didalam kontainer agar tidak rusak . Oleh karena itu setiap sat perlu dialirkan tegangan listrik . Pihak container terminal sendiri telah menyediakan *electric point* dengan tegangan 220 volt yang siap dialirkan untuk memberikan aliran listrik kontainer yang dilengkapi dengan pendingin tersebut. Khusus *reefer container* disediakan *reefer plug container* yang dilengkapi generator untuk mengatur kemungkinan listrik padam.

Proses penanganan :

- Muatan diangkat dari lambung kapal ke head truck.
- Muatan dibawa ke lokasi *container yard* oleh head truck.
- Dipindahkan dari head truck dengan RTG ke *yard*.
- Setelah *reefer container* masuk kedalam *container yard* , maka langsung dimasukkan kedalam pelat baja yang berukuran sesuai dengan ukuran *reefer container* tersebut 20 ft / 40 ft.
- Kemudian stop kontak reefer container dihubungkan dengan *electric point* yang ada pada kerangka tersebut. Pemberian aliran listrik ini berlangsung terus – menerus, hingga siap di *export*.
- Apabila *reefer container* akan di *export* atau dikapalkan , maka stop kontak tersebut dilepas dan kemudian disambung lagi dengan aliran listrik pada *head truck* yang membawanya menuju dermaga di kapal menempati tempat khusus.

Di Terminal Peti Kemas Surabaya pengelola jasa pelabuhan yaitu Pelindo III telah menetapkan kecepatan bongkar muat. Maksud kecepatan bongkar muat disini

adalah kecepatan bongkar muat dari suatu sistem operasional bongkar muat . Dalam sistem tersebut terkait beberapa komponen operasional seperti peralatan bongkar muat (*gantry , crane , head truck*), peralatan dilapangan penumpukan (RTG, *transtainer , forklift*), selain itu juga proses administrasi dokumen dan personal pendukung operasional dari instansi pihak TPS menetapkan kecepatan / produksi RTG sebesar 20 box / jam.

## **IV.2. Bagian – Bagian Dari Terminal peti Kemas**

Secara umum dua bagian utama dari terminal peti kemas adalah dermaga dan lapngan penumpukan. Untuk fasilitas dan operasionalisasi masing – masing bagian dapat dijelaskan sbb:

### **IV.2.1. Dermaga**

Deramaga yang ada pada TPS ini memiliki fungsi yang penting dalam pelayanan , dimana faktor – faktor fisik sepeti panjang dermaga beserta kondisi strukturnya , jumlah dan type peralatan merupakan faktor yang menentukan dalam pelayanan di terminal peti kemas. Dermaga di TPS memiliki panjang 1000m, lebar 50m, kedalaman dasar laut dari bibir dermaga 10,5 m dari air pasang surut terendah.Dermaga antar pulau khusus untuk kontainer yang posisinya terletak disebelah dermaga TPS memiliki panjang 450m . lebar 50m dan kedalaman dasar laut dari bibir dermaga 6,5 m dari air pasang surut terendah. Walaupun semakin lama lama panjang dermaga semakin bertambah , karena adanya proses alam,daya tampung dari dermaga tetap saja tidak memenuhi. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan peralatan bongkar muat yang tersedia di dermaga.

#### IV.2.1.1.Fasilitas peralatan operasional bongkar muat

##### - *Gantry crane / container crane*

Peralatan ini mempunyai fungsi sebagai alat untuk memindahkan kontainer dari kapal ke *head truck* atau sebaliknya . Untuk mendapatkan waktu kecepatan perpindahan box kontainer yang maksimal dari operasional *crane* ini tergantung dari kemampuan operator dalam melakukan proses perpindahan box kontainer dari kapal ke *head truck* atau sebaliknya. Jumlah dari peralatan ini di TPS ada 5 buah , 4 merk KONE dan 1 merk HITACHI buatan tahun 1991. Peralatan ini dapat digerakkan kiri dan kanan dengan bantuan roda rel dan *cranenya* dapat digerakkan maju maupun mundur sesuai dengan kebutuhan agar dapat menjangkau kontainer yang ada. Kapasitas angkat 45 ton , kecepatan bongkar muat 20 box/jam. Kecepatan ini sangat tergantung dari *skill operator* , penempatan kontainer di kapal . Jika kontainer tidak sesuai pada tempatnya , maka proses bongkar muat akan berlangsung lama , karena terlebih dahulu harus memindahkan / *shifting* box container sebelum proses bongkar box yang dituju. Di TPS *maneuver* yang digerakkan oleh *crane* adalah berupa gerakan kombinasi seperti naik atau turun dikombinasikan dengan gerakan geser horizontal sehingga membentuk gerakan parabola.

##### - *Head truck / trailer*

Peralatan ini berfungsi sebagai kontainer transport dimana kontainer disusun diatas *head truck* kemudian dibawa menuju lapangan penumpukan . Alat kontainer transport ini terdiri atas dua bagian yaitu *head truck* dan *chasis* yang tersedia untuk ukuran 20 ft dan 40 ft. Seperti *truck* biasa *head truck* memiliki *body* belakang yang dapat dirangkaikan dengan rangkaian pengangkut kontainer ( *chasis* ) . pengangkut

atau penghubung di lapangan sangat penting , karena jarak dermaga dengan lapangan penumpukan sangat jauh yang dihubungkan dengan *access bridge* ( jembatan penghubung ), dengan panjang 1820 m, lebar 10,5 m dan terdiri dari 3 lajur. Di TPS terdapat 33 unit *head truck* dengan merk OTTAWA , 27 unit merk VOLVO dengan kapasitas masing – masing 40 ton dan chasis 20 ft terdiri dari 11 unit , *chasis* 40 ft terdapat 80 unit dan *chasis* 45 ft terdapat 5 unit. *Head truck* yang khusus menangani *reefer container* hanya terdapat 12 unit saja, dengan kecepatan *head truck* masing – masing 60 km/jam, akan tetapi di TPS kecepatan rata – rata yang diberikan oleh pihak TPS sebesar 30 km/jam saja dengan pertimbangan *safety*.

#### IV.2.1.2. Operasional Dermaga Peti Kemas

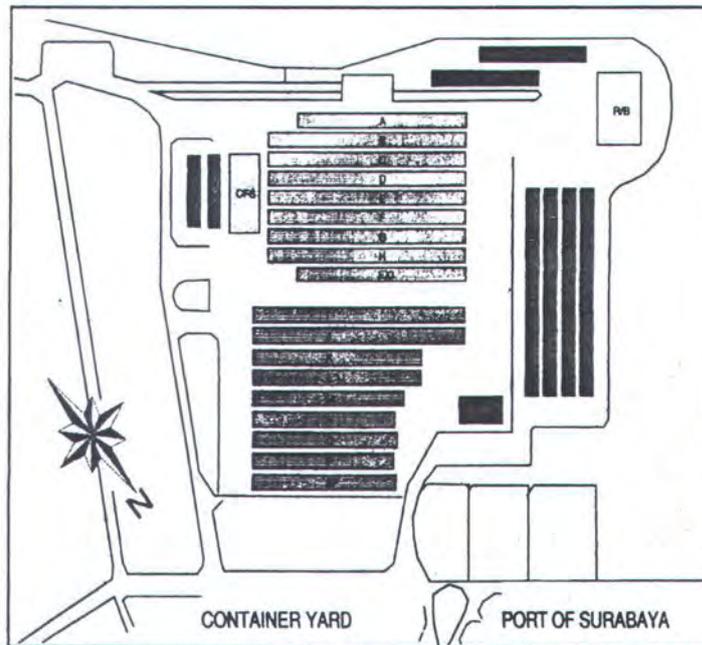
- Kapal di pandu oleh kapal tunda mendekati dermaga , personil pendukung operasi bersiap untuk membantu proses tambat kapal.
- Peralatan operasional *crane* dan *head truck* bersiap di dermaga dan segera bekerja melakukan proses bongkar peti kemas pada kapal setelah proses administrasi selesai umumnya setiap tambatan kapal dapat dilayani dua *crane*.
- *Crane* memindahkan kontainer dari kapal ke *head truck* pada proses pemindahan ini operator *crane* di bantu oleh pendukung operasi dermaga untuk memandu pengambilan kontainer di kapal dan penempatan kontainer diatas *chasis head truck* , setelah berada dan posisi *head truck* . Kontainer kemudian dibawa ketempat penumpukan atau demikian seterusnya hingga proses bongkar muat selesai.

- Untuk proses muat yang terjadi meliputi kontainer dibawa dari *yard* oleh *head truck* menuju dermaga untuk selanjutnya ditempatkan ke kapal oleh *crane*.

#### IV.2.2. Lapangan Penumpukan ( *Container Yard* )

Bagian penting dari terminal peti kemas adalah lapangan penumpukan atau *yard* yang mempunyai fungsi utama sebagai tempat penampungan sementara / transit kontainer sebelum dikirim ketempat tujuan . Setelah kontainer masuk *Container yard* harus diperhitungkan posisi penumpukan kontainer di *container yard*. Penempatan posisi kontainer secara teratur di *container yard* akan memudahkan kontrol dan pengawasan , serta kemudahan gerak operasional dari peralatan sehingga akan meminimalkan / mempercepat waktu pergerakan arus bongkar muat di *yard* dan akan meningkatkan produktivitas *container yard*. *Container yard* di terminal peti kemas Surabaya memiliki luas 15 Ha ( 150.000m<sup>2</sup> ), terdiri dari beberapa blok yang dapat dilihat padagambar IV.1.

Reefer container ditempatkan pada empat blok yaitu blok B,C,D,E. Blok B dan C adalah untuk *reefer container export* sedangkan blok D dan E untuk *reefer container import*. Kapasitas maksimum tiap blok sebesar 16.559 TEUS, yang terdiri dari 149 *slot* yaitu *slot*, akan tetapi *reefer container* hanya menempati *slot* 1 s/d 13 saja, dimana *slot* genap untuk 20 ft dan ganjil untuk 40 ft.. Setiap *slot* menampung 25 TEUS kontainer dengan sistem penumpukan per *slot* , yaitu 1 *slot* terdiri dari 7 *row* , *row* 1 s/d 6. Ketinggian maksimum 4 *tier* dan 1 *row* dengan ketinggian 1 *tier* untuk mempermudah *shifting*. Sehingga ketinggian *tier* untuk penumpukan *reefer container* hanya sampai 3 *tier* saja.



Gbr. IV.1. Container Yard

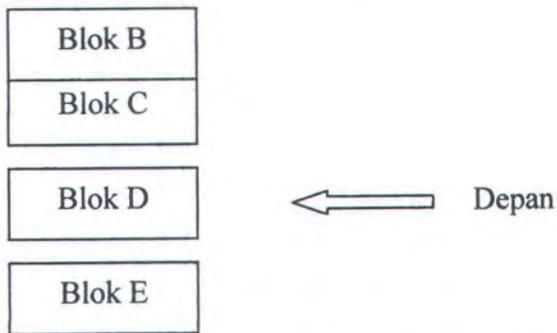
Sistem penumpukan *reefer container* di terminal Peti Kemas Surabaya ini adalah posisi *reefer container* yang masuk kelapangan penumpukan telah diatur sepenuhnya oleh pihak pengelola pelabuhan . Pengaturan penumpukan di *yard* telah ditentukan sebelumnya berdasarkan dokumen yang masuk dari pihak *stevedore* (*owner*). Dengan ketentuan tersebut diharapkan akan mempercepat proses pemindahan container oleh peralatan bongkar muat ke *head truck*, serta memudahkan penempatan kontainer dikapal . Akan tetapi pada kenyataannya penempatan posisi ini tidak sesuai dengan yang telah ditentukan . Sehingga pada saat container akan ditempatkan pada *head truck* , lebih dahulu dilakukan pencarian posisi container yang

dimaksud. Apabila posisi kontainer yang dimaksud berada pada tumpukan terbawah , maka dilakukan pemindahan terlebih dahulu kontainer di atasnya (*shifting*). Sebelum box kontainer tersebut dapat diambil. Hal tersebut menyebabkan waktu pemindahan kontainer menjadi lambat ( *head truck* menunggu ) dan produktivitas dari peralatan ( RTG ) menjadi kecil, karena lebih banyak memindahkan kontainer ketempat lain dari pada memindahkan keposisi *head truck*.

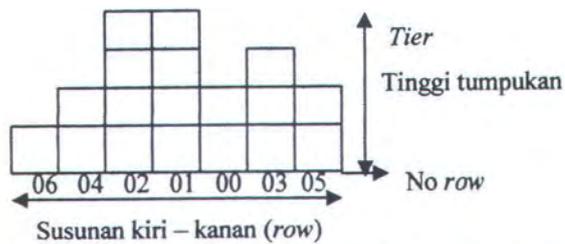
Penumpukan *reefer container* sebelum di *export* maupun *import* , pihak TPS membatasi lamanya kontainer di *yard* . Untuk *reefer container export* harus datang 5 hari sebelum proses bongkar muat dikapal dan selebihnya akan dikenakan biaya *demorage* tiap kelebihan perharinya. Untuk kontainer import , jika kontainer tidak diambil oleh pemilik dari 9 hari biaya *detention* sama dengan *demorage*. Apabila sampai 9 hari kontainer tidak diambil , maka pihak TPS mengalokasikan kontainer tersebut ke blok lain. Apabila sampai 1 bulan kontainer tersebut tidak diambil , maka oleh pihak TPS kontainer tersebut dipindahkan keterminal milik pelabuhan di luar TPS . Akan tetapi pada kenyataannya kontainer yang melebihi batas waktu tidak direlokasi , sehingga blok yang semestinya digunakan oleh kontainer lain tidak dapat digunakan , sehingga bila kontainer tersebut masuk langsung ditempatkan di atasnya . Hal ini yang menjadikan terjadinya *shifting* bila suatu saat kontainer tersebut diambil

Operasional dari lapangan penumpukan *reefer container* di TPS adalah proses pemindahan kontainer dari *head truck* ke area penumpukan atau sebaliknya lapangan penumpukan biasanya di bagi atas blok – blok yang terdiri dari *slot* serta *row* untuk penempatan kontainer sehingga mempermudah dalam melakukan kontrol dan proses

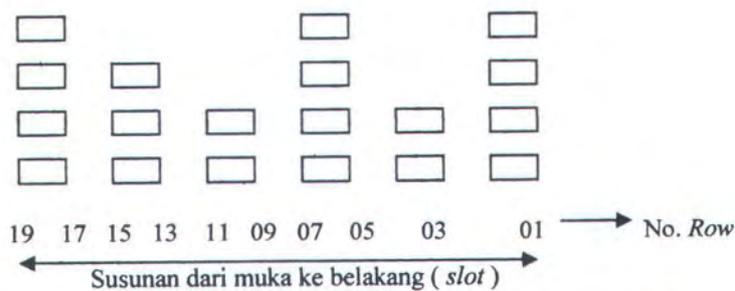
pemindahan kontainer . Pengertian dari blok – slot , row – tier pada penumpukan container dapat digambarkan seperti dibawah ini:



Gbr.IV.2.Susunan blok tampak depan



Gbr.IV.3.Susunan row & Tier



Gb. IV.4. Susunan blok,slot & tier

Secara garis besar operasional di *yard* :

#### Proses bongkar

- Container dari kapal yang dibawa oleh *head truck* ke *yard* di area / blok yang telah ditentukan.
- Dari *head truck* , kontainer dipindahkan ke tempat penumpukan oleh RTG , untuk kontainer LCL di bawa ke CFS, diturunkan oleh *reach stacker* dan dibongkar oleh *forklift* yang kemudian disimpan digudang penyimpanan (CFS).
- Apabila pengurusan administrasi dokumen telah selesai , maka truk dari pemilik muatan dapat memasuki *yard* untuk mengambil muatan .

#### Proses Muat

- Kontainer dari *owner* dibawa ke *yard* ditempat pada posisi ( blok yang ditentukan ) dalam waktu 2 hari sebelum kedatangan kapal diharapkan penyusunan dokumen telah selesai dilakukan.
- Dari truk , kontainer dipindahkan ke *yard* oleh RTG pada blok – blok yang telah ditetapkan , dimana penyusunan kontainer ini disesuaikan dengan rencana muat kapal ( *container stowaged plan* ) . Untuk memudahkan pengambilan kontainer di *yard* .
- Kontainer dari *yard* dipindahkan ke *head truck* untuk dibawa kedermaga untuk dipindahkan ke kapal.

Untuk menghindari bertumpuknya kontainer di *yard* , maka pengelola terminal membatasi lama waktu transit di *yard* mengenai biaya operasional.

- THC ( Terminal Handling Charge)

Biaya setiap jenis ukuran kontainer yang masuk dan melakukan proses bongkar muat di terminal.

- Biaya Demorage ( Export ) dan Biaya Detention ( Import )

Biaya ini dibebankan pada pemilik muatan akibat batas waktu yang ditentukan .

- Lift on / lift off

Biaya untuk menurunkan atau menaikkan tiap kontainer oleh peralatan ( dari truk pemilik kontainer ke *yard* dan dari *yard* ke truk pemilik kontainer).

- Biaya moving

Untuk kontainer yang akan berpindah posisi disekitar area penumpukan atas permintaan pemilik , maka dibebankan atasnya biaya *moving* / pemindahan kontainer yang melebihi waktu *transit yard*.

Daftar Tarif Bongkar Muat Reefer Container (rupiah)

No.	Description	Ukuran Container	
		20"	40"
1.	Penumpukan container		
	1 - 5 (hari)	12.300	24.600
	6 - 10 (hari)	24.600	49.200
	11 - dst (hari)	36.900	73.800
2.	Crane	666.250	999.700
3.	Truck lossing	401.700	601.900
4.	Gerakan Extra	102.400	153.600

5.	Pembatalan muat	75.100	112.600
6.	Lift on/Lift off	28.700	43.000
7.	Supply Listrik	73.500	110.250
8.	Monitoring	22.000	22.000
9.	Haulage	30.000	44.500
10.	Pembatalan per-peti kemas	5.500	5.500
	Pembatalan per-dokumen	5.500	5.500
11.	Pembetulan Dokumen	50.000	50.000

Tabel IV.1. Tarif bongkar muat *reefer container*

#### IV.2.2.1. Fasilitas Operasional Lapangan

##### - RTG ( *Rubber Tyred gantry* )

Fungsi dari alat ini adalah untuk memindahkan kontainer dari *head truck* ke area pemnumpukan atau ke *head truck*. Selain itu alat ini dapat berpindah dari satu tempat ketempat lain untuk mengatur menyusun kontainer. Alat ini dapat dipindahkan dari satu tempat ketempat lain sesuai dengan kebutuhan . Kemampuan *maneuver* terbatas hanya dapat dibelokkan  $90^0$  dengan cara kerja sama dengan *container crane*. Jumlah dari peralatan ini ada 8 unit dengan kapasitas 40 ton and transtainer terdiri dari 3unit di *container yard domestic* . Adapun perbedaan *transtainer* dengan RTG adalah *transtainer* hanya mampu menyusun 3 *row* (*small span*) dan 3 *tier* akan tetapi di TPS umumnya 2 *tier* , karena kontainer paling atas dipakai sebagai jalur gerak kontainer . Sedangkan RTG dapat menyusun kontainer menjadi 7 *row* ( *wides pan* ) dengan maksimum tinggi *tier* umumnya 4 *tier*, karena *tier* 5 akan mengganggu gerak RTG. Selain itu dengan lahan kecil RTG dapat

menghasilkan kapasitas yang besar , karena antar 7 row hanya dibutuhkan jarak untuk jalan roda RTG.

Untuk *reach stacker*, *top loader* dan *side container* digunakan untuk membantu tugas dari RTG. Kemampuan dari peralatan ini sama yaitu untuk menaikkan dan menurunkan kontainer dan dapat bergerak kesegala arah. Untuk status kontainer LCL tersedia *forklift diesel* and *elektrik* untuk membantu *stuffing* dan *unstuffing* di CFS.

#### **- Reach Stacker**

Fungsi sama dengan RTG , tetapi *maneuver* gerakannya lebih bebas dari *transtainer* , akan tetapi kemampuan dalam menyusun box kontainer terbatas. Peralatan ini tidak digunakan untuk proses bongkar muat *reefer container* di TPS. Peralatan ini hanya digunakan untuk kontainer dengan status LCL.

#### **- Fork lift**

Fungsi *fork lift* di *yard* adalah sebagai peralatan bongkar muat untuk kontainer jenis LCL ( *Less container load* / satu kontainer lebih dari 1 jenis muatan ). Sehingga peralatan ini di TPS tidak digunakan untuk *reefer container* yang keseluruhan berstatus FCL di TPS.

Fasilitas - fasilitas lainnya yang ada di TPS adalah sbb:

- Gudang penyimpanan ( CFS ),gudang tertutup ini digunakan untuk menyimpan barang – barang dari kontainer yang bermuatan lebih dari satu jenis . Selain itu juga disediakan gudang untuk menyimpan barang – barang yang berbahaya.

- Fasilitas sambungan listrik pada kontainer untuk pendingin atau *freezer* ( *reefer container stacker* )
- Kantor administrasi terminal dan pusat informasi , pengawasan dan komunikasi , fasilitas pemeliharaan peralatan dan kontainer.

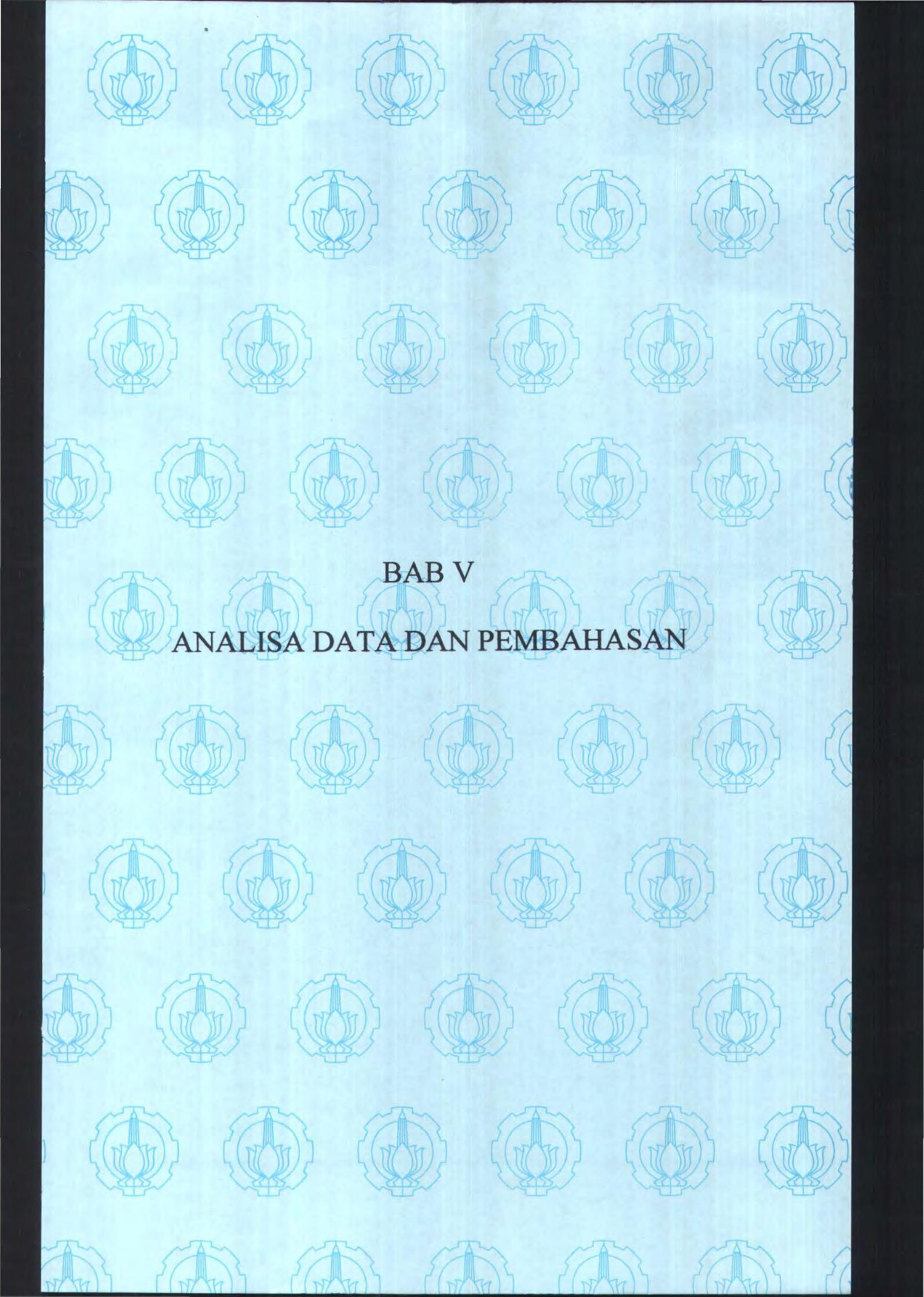
Peralatan operasional TPS :

no	Peralatan	Kapasitas (ton)	Unit
1	<i>Container Crane</i>	40	4
2	RTG ( 7 row )	40	11
3	<i>Transtainer</i> ( 3 row )	40	2
4	<i>Top Loader</i>	36	1
5	<i>Reach stacker</i>	40	1
6	<i>Side container Loader</i>	7,5	2
7	<i>Head Truck</i>	40	60
8	<i>Chasis</i>	20	11
9	<i>Chasis</i>	40	80
10	<i>Chasis</i>	45	5
11	<i>Forklift diesel</i>	2	6
12	<i>Forklift electric</i>	2,5	22
13	<i>Forklift diesel</i>	5	1

Tabel.IV.2. Daftar peralatan

Dari keseluruhan daftar peralatan yang dimiliki oleh Terminal Peti Kemas Surabaya diatas , hanya beberapa peralatan saja yang digunakan untuk proses

pelayanan bongkar muat *reefer container* . Dari semua daftar peralatan diatas yang digunakan untuk proses penanganan bongkar muat container jenis *reefer* adalah *container crane*, *rubber tyred gantry*, *chasis* , dan *head truck* saja, dengan 2 *container crane* yang eksis , 5 *rubber tyred gantry* (RTG) dan 12 *head truck*.



**BAB V**

**ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

## BAB V

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Analisa masalah yang diuraikan pada bab ini merupakan bagian terpenting dari tugas akhir, yaitu mengenai proses bongkar muat *reefer container* di Terminal Peti Kemas Surabaya. Analisa dilakukan setelah keseluruhan data terkumpul baik data primer maupun data skunder. Pembahasan yang dimaksud adalah memberikan solusi terhadap masalah yang ada dari hasil analisa yang telah dilakukan dengan menentukan suatu sistem bongkar muat yang paling optimal yang bisa dilakukan di PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Dalam analisa data ini digunakan teori antrian, teori *forecasting* dan simulasi menggunakan *software* Arena 5.0.

#### V.1. Teori *Forecasting*

*Forecast* merupakan ramalan atau estimasi terhadap keadaan dimasa depan untuk mengetahui kesempatan – kesempatan (*opportunities*) yang terbuka serta apa yang harus diperbuat oleh perusahaan dimasa yang akan datang. Dengan dapat diketahuinya gambaran terhadap keadaan permintaan atau kebutuhan dimasa yang akan datang, maka dapat disusun suatu perencanaan yang lebih baik untuk menghindari kegiatan yang dapat menimbulkan kerugian atau kekeliruan dimasa depan. Teori *forecasting* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah untuk mengetahui *trend* kedatangan *reefer container* di Terminal Peti Kemas Surabaya mulai tahun 2006 sampai tahun 2010. Hasil *forecast* berdasarkan data yang diperoleh

dari tahun 2002 sampai 2005 adalah seperti berikut, dengan detail perhitungan terlampir.

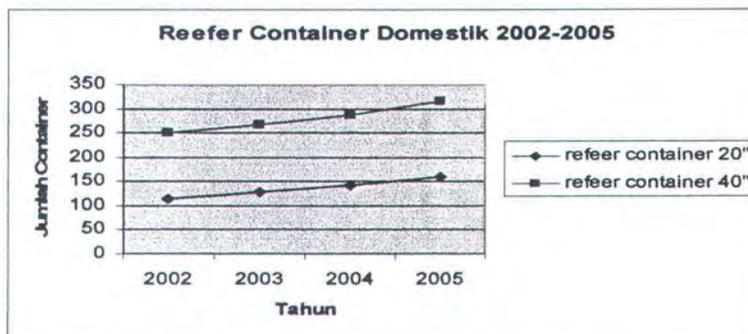
### V.1.1. *Trend Reefer Container Domestik*

Pada analisa data ini reefer container domestik terdiri dari dua ukuran kontainer yaitu 20 feet dan 40 feet. Untuk mengetahui *trend reefer container* domestik di Terminal Peti Kemas Surabaya selama lima tahun kedepan dimulai dari tahun 2006 sampai tahun 2010 digunakan data kedatangan *reefer container* di TPS dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2005. Dimana diambil jumlah container terbanyak dalam waktu tertentu perbulan dalam tiap tahunnya.

Tahun	20'(box)	40'(box)
2002	113	249
2003	127	268
2004	143	286
2005	160	317

Tabel V.1. Data *reefer container* 2002-2005

Lebih jelasnya dari tabel data diatas dapat dibuat grafik jumlah container yang datang perbulannya dalam tiap tahun dimulai tahun 2002 hingga tahun 2005.



Grafik V.1. *Reefer container* domestik 2005-2006

Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa kedatangan *reefer container* semakin meningkat dari tahun ketahun, mulai 113 box untuk ukuran *reefer container* 20 feet

hisampai 160 box untuk ukuran *reefer container* 20 feet dan 249 box sampai 317 box untuk *reefer container* 40 feet. *Reefer container* 40 feet diterminal domestik memiliki jumlah yang lebih banyak dibanding *reefer container* 20 feet. Berdasarkan data tersebut diatas, dilakukan perhitungan menggunakan teori *forecasting*, sehingga didapat *trend reefer container* untuk lima tahun kedepan sbb:

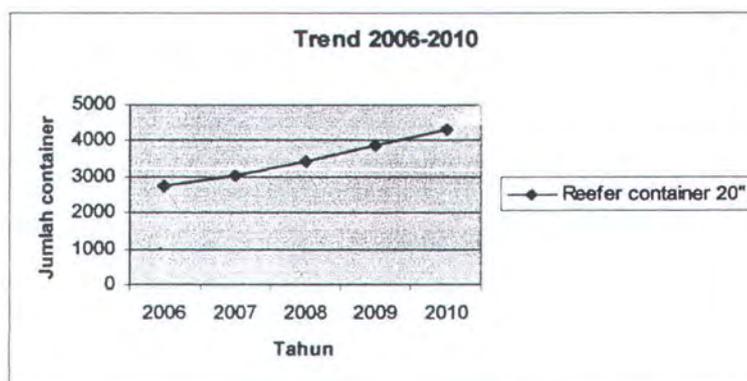
#### V.1.1.1. *Reefer container* 20 feet domestik

Dari hasil perhitungan menggunakan teori *forecasting*, maka diperoleh *trend* jumlah kedatangan *reefer container* 20 feet sampai lima tahun kedepan. Jumlah *reefer container* mulai tahun 2006 sampai 2010 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	226	2723
2007	254	3058
2008	286	3434
2009	321	3856
2010	360	4331

Tabel V.2. *Reefer container* 20 feet domestik

Dari tabel data diatas, maka dapat dibuat grafik *trend reefer container* untuk tahun 2006-2010 sbb:



Grafik V.2. *Trend reefer container* domestik 20 feet

Jumlah *reefer container* yang datang untuk dilayani di TPS mengalami kenaikan dari tahun ketahun. Dari grafik diatas dilihat bahwa jumlah *reefer container* perbulannya dari tahun ketahun semakin meningkat yaitu mulai 226 box di tahun 2006 sampai 360 box ditahun 2010. Dengan kenaikan jumlah kedatangan *reefer container* perbulan dari tahun ketahun, tentunya kenaikan ini juga terjadi pada jumlah total kedatangan *reefer container* pertahunnya.

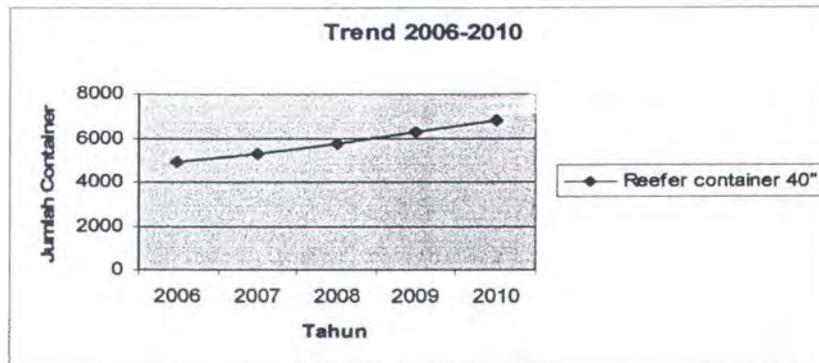
#### V.1.1.2. *Reefer container* 40 feet Domestik

*Reefer container* dengan ukuran 40 feet berdasarkan data yang ada pada tabel V.1. memiliki jumlah yang lebih banyak yaitu dua kali lebih dibanding *reefer container* 20 feet. Hal ini tentunya juga terjadi pada *trend reefer container* untuk lima tahun kedepan yang diperoleh dari hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel berikut.

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	405	4870
2007	441	5299
2008	480	5765
2009	522	6273
2010	568	6825

Tabel V.3. *Reefer container* 40 feet domestik

*Trend reefer container* 40 feet mulai tahun 2006 sampai 2010 berdasarkan hasil perhitungan yang ada pada tabel diatas, jumlah kedatangan reefer container semakin naik dari tahun 2006 sampai tahun 2010. Dari data pada tabel tersebut , maka untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik V.3. *Trend reefer container* domestik 40 feet

Seperti halnya *reefer container* 20 feet, jumlah kedatangan *reefer container* 40 feet tentunya juga mengalami kenaikan dari tahun ketahun pada tiap bulannya. Pada tahun 2006 sebanyak 405 box hingga mencapai 568 box di tahun 2010. Jumlah *reefer container* yang datang di TPS berdasarkan hasil *forecast* mulai tahun 2006 sampai 2010 rata – rata mengalami kenaikan sebesar 20% tiap tahunnya. Jika dibandingkan dengan jumlah *reefer container* domestik dengan ukuran 20 feet untuk lima tahun kedepan, maka jumlah *reefer container* 40 feet memiliki jumlah yang lebih banyak mencapai dua kali lebih dari jumlah *reefer container* 20 feet.

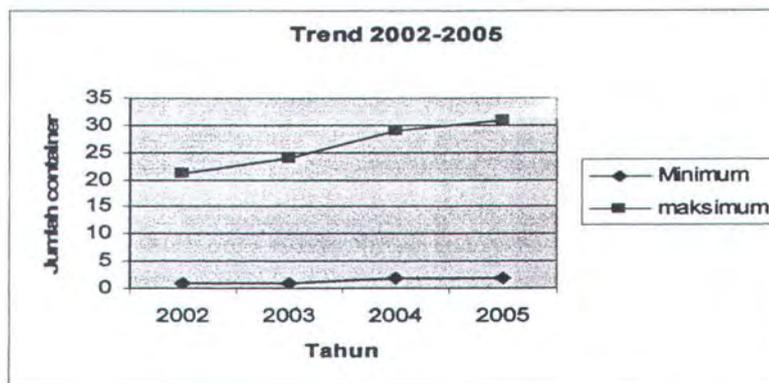
#### V.1.1.3. *Reefer Container* Perkapal Domestik

Kapal yang datang membawa *reefer container* di Terminal Peti Kemas memiliki jumlah yang sedikit dibanding kontainer jenis *dry*. Pada analisa ini juga dilihat *trend* yang terjadi untuk lima tahun kedepan jumlah *reefer container* minimum dan maksimum yang dibawa oleh tiap – tiap kapal. Tentunya untuk memperoleh trend tahun 2006 sampai tahun 2010 diperlukan data jumlah minimum dan maksimum *reefer container* yang dibawa oleh tiap kapal yang bersandar baik di terminal domestik maupun internasional.

Tahun	min (box)	max(box)
2002	1	21
2003	1	24
2004	2	29
2005	2	31

Tabel V.4.Reefer container perkapal

Grafik dari jumlah minimum dan maksimum *reefer container* yang dibawa oleh tiap kapal perbulannya dari tahun ke tahun adalah sbb:



Grafik V.4.Trend reefer container perkapal 2002-2005

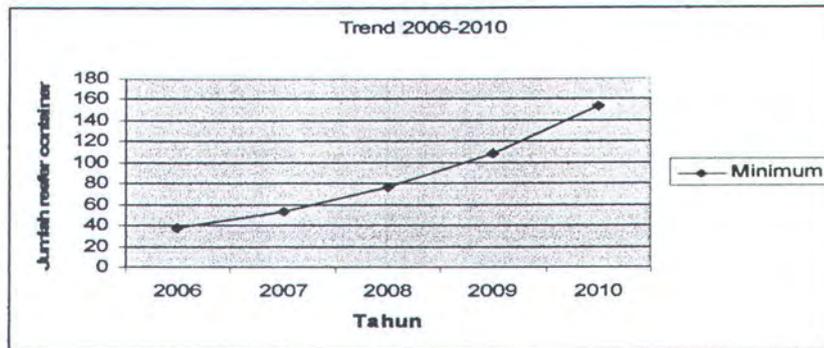
Jumlah minimum *reefer container* diatas tidak mengalami peningkatan yang besar dibanding dengan jumlah maksimum *reefer container* yang dibawa oleh tiap kapal.

Untuk kondisi minimum hasil dari *forecast* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	3	38
2007	4	54
2008	6	76
2009	9	108
2010	12	153

Tabel V.5. reefer container minimum domestik

Dari tabel hasil perhitungan forecasting diatas untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Grafik V.5. reefer container minimumn domestik

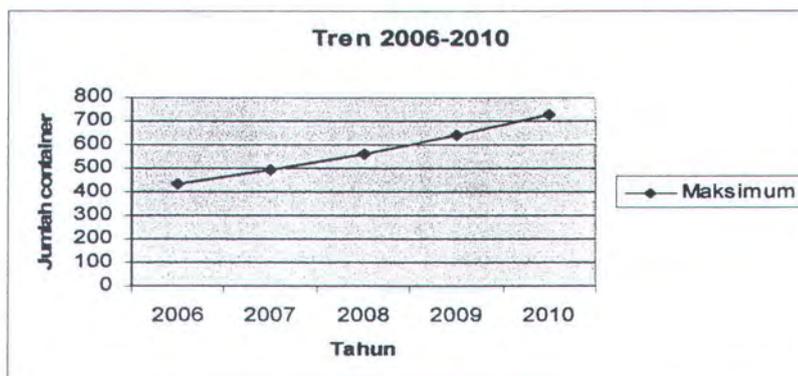
Jumlah reefer container minimum yang dibawa oleh tiap kapal mengalami kenaikan dari tahun ketahun mulai dari 3 box di tahun 2002 sampai 12 box ditahun 2010.

Hasil perhitungan forecasting reefer container maksimum yang dibawa perkapal terlihat pada tabel berikut:

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	36	432
2007	41	492
2008	46	559
2009	53	636
2010	60	724

Tabel V.6. reefer container maksimum domestik

Grafik dari hasil forecast pada tabel diatas dapat dilihat sperti dibawah ini:



Grafik V.6. reefer container maksimum domestik

Berdasarkan grafik diatas jumlah *reefer container* maksimum yang dibawa oleh tiap kapal mengalami peningkatan yang cukup besar. Pada tahun 2002 sebanyak 36 box hingga mencapai 60 box di tahun 2010.

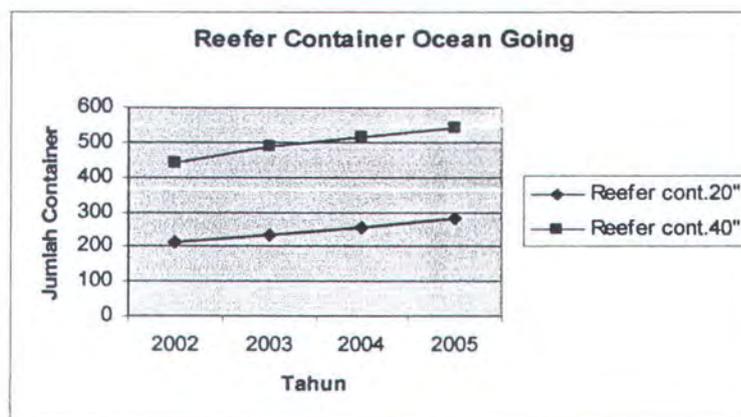
### V.1.2. Reefer Container *Ocean Going*

Seperti halnya reefer container di terminal domestik, *reefer container ocean going* dalam analisa data ini juga dibedakan menjadi dua ukuran yaitu 20 feet dan 40 feet. Dari masing – masing ukuran tersebut dilakukan perhitungan menggunakan teori *forecasting* untuk mengetahui trend jumlah kedatangan *reefer container* lima tahun kedepan. Perhitungan ini berdasarkan jumlah kedatangan *reefer container* ditahun-tahun sebelumnya yaitu mulai tahun 2002 sampai tahun 2005 dengan data sbb:

Tahun	20'(box)	40'(box)
2002	215	443
2003	236	488
2004	255	515
2005	281	541

Tabel V.7.data reefer container 2002-2005

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik jumlah reefer container *ocean going* yang datang perbulannya pada tiap tahun mulai tahun 2002 sampai 2005.



Grafik V.7. Reefer container ocean going 2002-2005

Grafik diatas menggambarkan jumlah kedatangan *reefer container* mulai tahun 2002 sampai 2005 tiap bulannya. Jumlah *reefer container ocean going* seperti halnya domestik mengalami kenaikan yang cukup besar dari tahun ketahun, dimana *reefer container 40 feet* lebih besar dibanding *reefer container 20 feet* yaitu lebih dari dua kalinya. Jumlah *reefer container* yang datang perbulan dalam tiap tahunnya pada tahun 2002 sebanyak 215 box untuk 20 feet dan 443 box untuk 40 feet, masing – masing mengalami kenaikan tiap tahunnya hingga tahun 2005 sebanyak 281 box untuk 20 feet dan 541 box untuk *reefer container 40 feet*. Apabila dibandingkan dengan data jumlah *reefer container* yang datang di terminal domestik seperti terlihat pada tabel V.1. jumlah *reefer container* yang datang di terminal International atau *ocean going* lebih besar dibandingkan dengan terminal domestik.

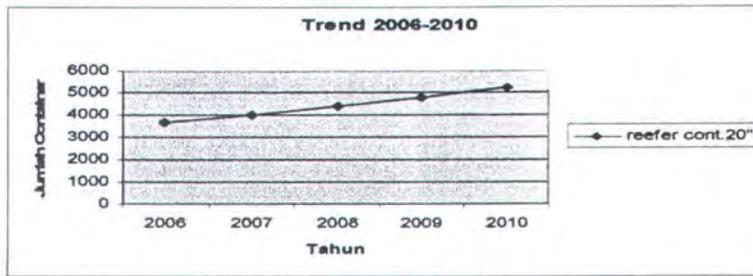
#### V.1.2.1. *Reefer container 20 feet Ocean Going*

Hasil *forecast* dari data yang ada pada tabel V.4. untuk *reefer container* ukuran 20feet diperoleh *trend* jumlah *reefer container 20 feet* yang datang di Terminal Peti Kemas Surabaya untuk lima tahun kedepan sbb:

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	305	3664
2007	333	3999
2008	363	4365
2009	397	4764
2010	433	5199

Tabel V.8. *reefer container 20 feet ocean going*

Dari data yang ada pada tabel diatas dapat dibuat grafik *trend* jumlah *reefer container 20 feet* yang datang di Terminal Peti Kemas Surabaya mulai tahun 2006 sampai tahun 2010 seperti terlihat berikut ini :



Grafik V.8.trend reefer container 20 feet ocean going

Jumlah *reefer container* berdasarkan trend yang terlihat pada grafik diatas mengalami kenaikan perbulannya pada tiap tahun sekitar 20% sama halnya seperti *reefer container* domestik. Diawali 305 box *reefer container* perbulannya ditahun 2006 sampai 433 box *reefer container* di tahun 2010. Kenaikan *reefer container* yang datang dalam perbulannya juga akan diikuti dengan meningkatnya jumlah kedatangan *reefer container* pada tiap tahunnya.

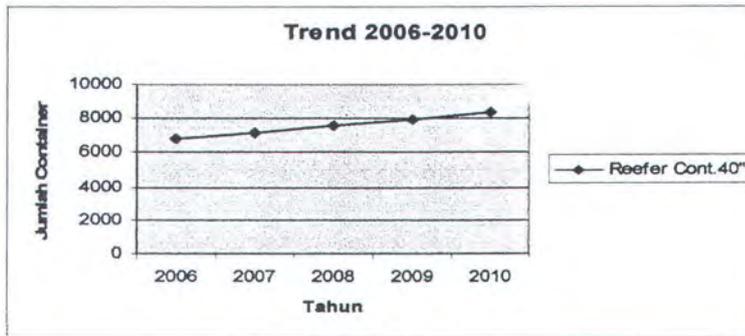
#### V.1.2.2.Reefer container 40 feet ocean going

*Reefer container* dengan ukuran 40 feet berdasarkan data yang ada pada tabel V.4. memiliki jumlah yang lebih banyak yaitu dua kali lebih dibanding *reefer container* 20 feet seperti halnya *reefer container* domestik. Hal ini tentunya juga terjadi pada *trend reefer container* untuk lima tahun kedepan mulai tahun 2006 sampai tahun 2010 yang diperoleh dari hasil perhitungan seperti terlihat pada tabel berikut.

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	568	6826
2007	598	7181
2008	629	7554
2009	662	7947
2010	696	8360

Tabel V.9.Reefer container 40 feet ocean going

*Trend reefer container 40 feet* mulai tahun 2006 sampai 2010 berdasarkan hasil perhitungan yang ada pada tabel diatas , dapat dilihat lebih jelas pada grafik dibawah ini:



Grafik V.9. *Trend reefer container 40feet ocean going*

Seperti halnya *reefer container 20 feet*, jumlah kedatangan *reefer container 40 feet* tentunya juga mengalami kenaikan dari tahun ketahun pada tiap bulannya. Pada tahun 2006 sebanyak 568 box hingga mencapai 696 box di tahun 2010. Jumlah *reefer container* yang datang di TPS berdasarkan hasil *forecast* mulai tahun 2006 sampai 2010 rata – rata mengalami kenaikan sebesar 19% tiap tahunnya. Jika dibandingkan dengan jumlah *reefer container* domestik dengan ukuran 20 feet untuk lima tahun kedepan, maka jumlah *reefer container 40 feet* memiliki jumlah yang lebih banyak mencapai dua kali lebih dari jumlah *reefer container 20 feet*.

### V.1.2.3. *Reefer Container Perkapal Ocean Going*

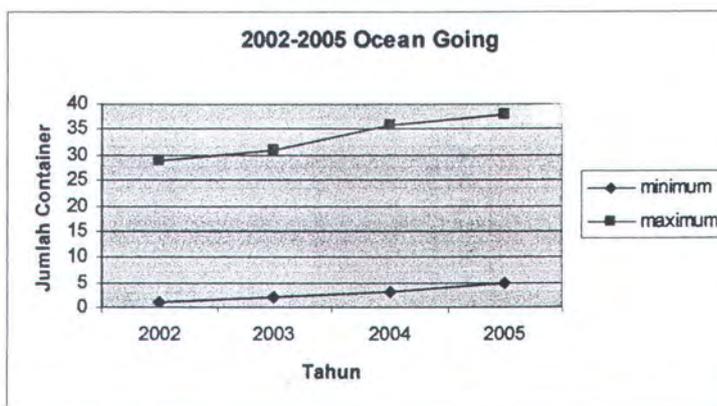
Pada analisa ini juga dilihat trend yang terjadi untuk lima tahun kedepan jumlah *reefer container* minimum dan maksimum yang dibawa oleh tiap – tiap kapal di terminal Internasional atau *ocean going*. Tentunya untuk memperoleh *trend* tahun

2006 sampai tahun 2010 diperlukan data jumlah minimum dan maksimum *reefer container* yang dibawa oleh tiap kapal yang bersandar di Terminal internasional.

Tahun	min (box)	max(box)
2002	1	29
2003	2	31
2004	3	36
2005	5	38

Tabel V.10. *Reefer container* perkapal *ocean going*

Dari tabel hasil perhitungan forecasting diatas untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Grafik V.10. *reefer container* perkapal *ocean going* 2002-2005

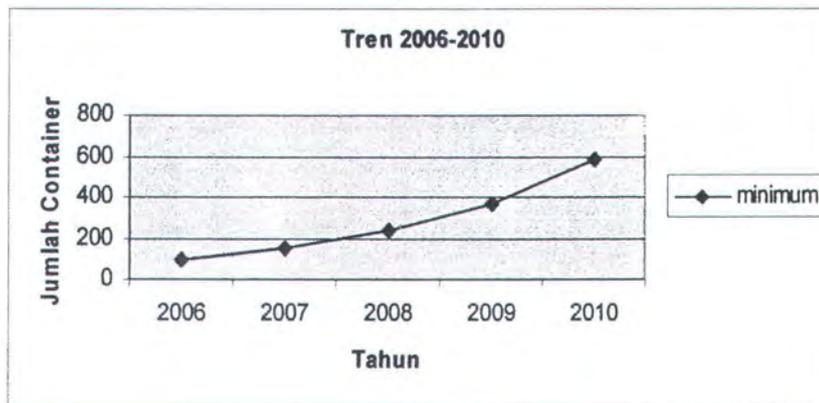
Jumlah minimum *reefer container* diatas tidak mengalami peningkatan yang besar dibanding dengan jumlah maksimum *reefer container* yang dibawa oleh tiap kapal.

Untuk kondisi minimum hasil dari *forecast* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	7	93
2007	12	147
2008	19	232
2009	30	368
2010	48	581

Tabel V.11. *reefer container* minimum *Ocean going*

Dari tabel hasil perhitungan *forecasting* diatas untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Grafik V.11. *Trend reefer container minimum*

Jumlah *reefer container* minimum yang dibawa oleh tiap kapal mengalami kenaikan dari tahun ketahun mulai dari 7 box di tahun 2002 sampai 48 box ditahun 2010.

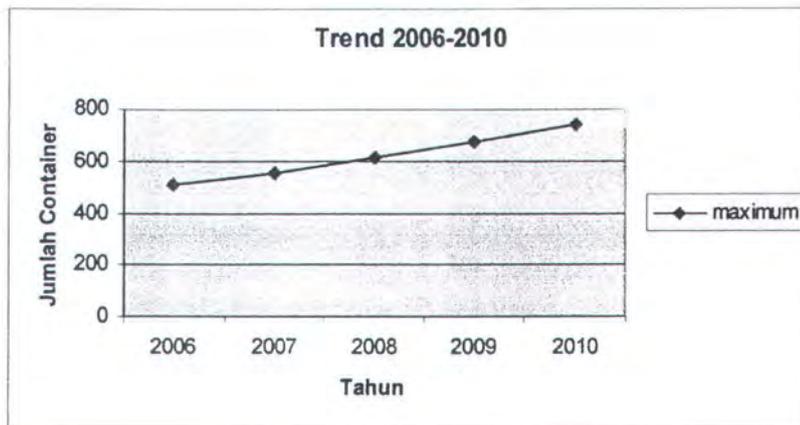
Hasil perhitungan *forecasting reefer container* maksimum yang dibawa perkapal terlihat pada tabel berikut:

Tahun	Jumlah reefer container (box)/bulan	Jumlah reefer container (box)/tahun
2006	42	505
2007	46	555
2008	50	611
2009	56	672
2010	61	739

Tabel V.12. *Reefer container maksimum ocean going*

Dari hasil perhitungan teori *forecasting* yang terdapat dalam tabel diatas, dibuat grafik untuk melihat lebih jelas *trend reefer container* maksimum yang dibawa tiap kapal sampai lima tahun kedepan.





Grafik V.12. *Trend reefer container maksimum*

Berdasarkan grafik diatas jumlah *reefer container* maksimum yang dibawa oleh tiap kapal mengalami peningkatan yang cukup besar. Pada tahun 2002 sebanyak 42 box hingga mencapai 61 box di tahun 2010.

## V.2.Simulasi Proses Bongkar Muat

Simulasi adalah salah satu metode yang banyak dikembangkan untuk mengatasi masalah – masalah rumit yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Model simulasi digunakan untuk mengetahui atau mempelajari sistem dinamis. Model simulasi dapat juga berarti proses mendesain suatu model dari sistem yang nyata melalui eksperimen. Pada analisa ini dilakukan simulasi dengan menggunakan *software arena 5.0*. Simulasi dilakukan terhadap skenario proses bongkar muat *reefer container* yang ada pada saat ini di TPS.

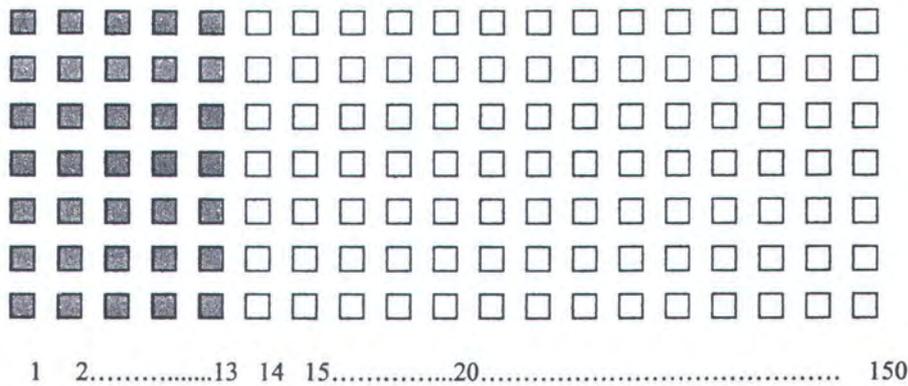
### V.2.1. Skenario Bongkar muat yang Eksis di TPS

Proses bongkar muat *reefer container* di Terminal Peti Kemas Surabaya tentunya berbeda dengan jenis kontainer lainnya seperti telah dijelaskan pada bab

sebelumnya. Perbedaan proses bongkar muat ini terutama pada sistem penanganannya, peralatan dan fasilitas yang digunakan.

- Muatan diangkat dari lambung kapal ke *head truck* oleh *container crane*.
- Muatan dibawa ke lokasi *container yard* oleh *head truck*.
- Muatan dipindahkan dari *head truck* dengan RTG ke *yard*.
- Setelah *reefer container* masuk kedalam *container yard* , maka langsung dimasukkan kedalam pelat baja yang berukuran sesuai dengan ukuran *reefer container* tersebut 20 ft / 40 ft.
- Kemudian stop kontak *reefer container* dihubungkan dengan *electric point* yang ada pada kerangka tersebut. Pemberian aliran listrik ini berlangsung terus – menerus, hingga siap di export.
- Apabila *reefer container* akan di export atau dikapalkan , maka stop kontak tersebut dilepas dan kemudian disambung lagi dengan aliran listrik pada *head truck* yang membawanya menuju dermaga di kapal menempati tempat khusus.

Peletakan *reefer container* di lapangan penumpukan atau *Container Yard* berada pada 4 blok dimana setiap bloknya hanya disediakan 13 *slot* untuk *reefer container* dari 150 *slot* yang ada. Peletakan *slot reefer container* yang ada di TPS seperti tergambar pada gambar V.1. berikut ini:



Gbr.V.1.Slot reefer container eksis

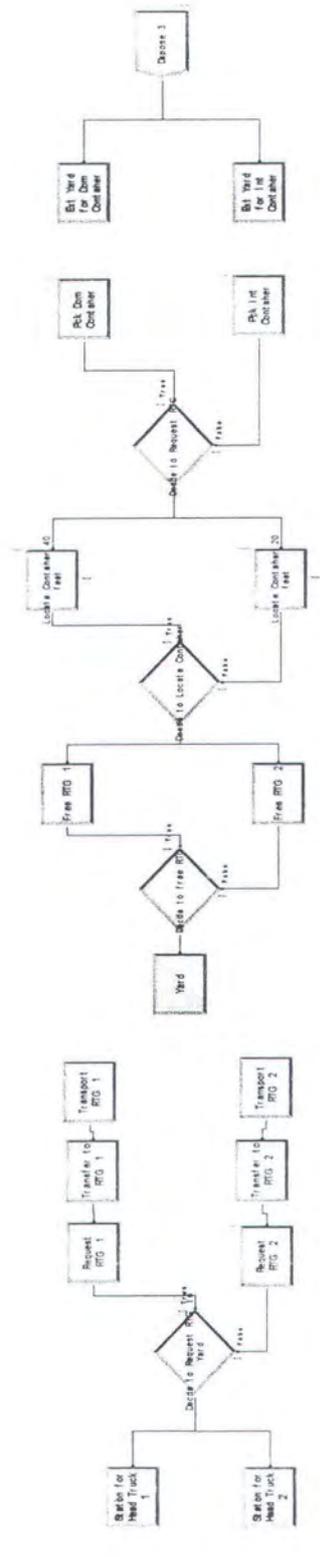
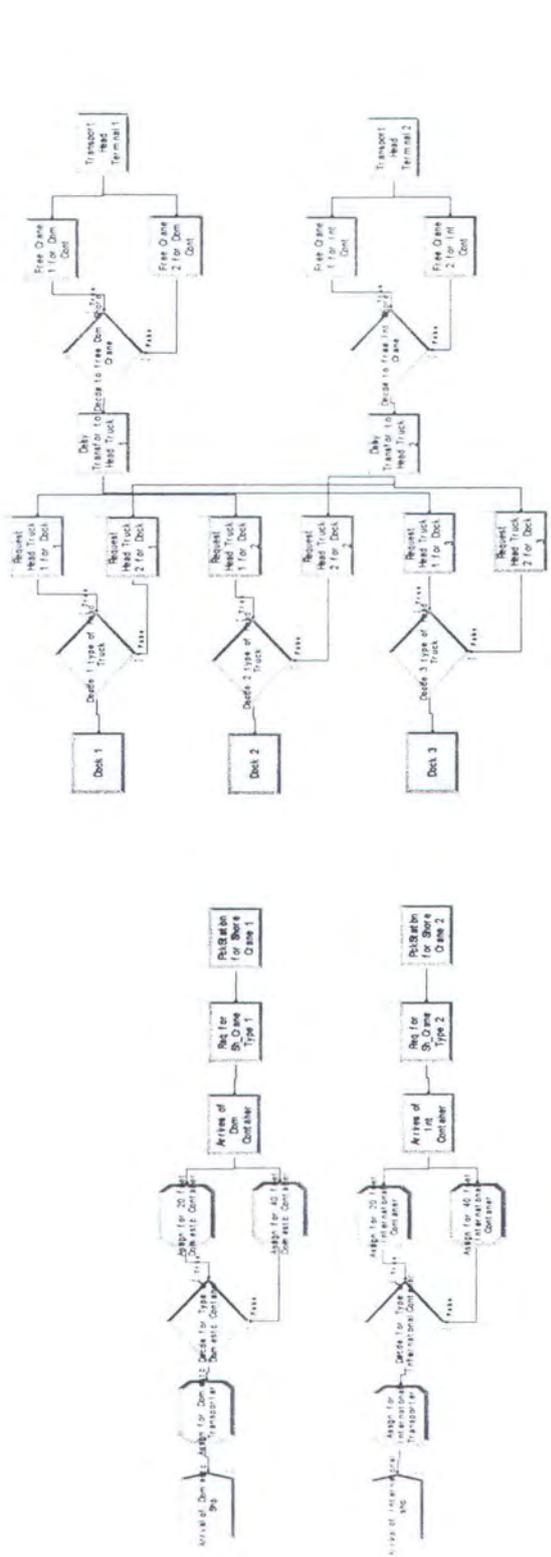
Keterangan : Slot 1-13 untuk *reefer container*

Slot 14-150 untuk *dry container*

Secara garis besar skenario proses bongkar muat *reefer container* di TPS dapat digambarkan sbb:

Kapal → CC → HT → RTG → CY → RTG → HT → Gates

Dari data primer dan sekunder yang diperoleh , maka dilakukan simulasi berdasarkan skenario proses bongkar muat yang ada di Terminal Peti kemas Surabaya. Simulasi dilakukan untuk mengetahui antrian *reefer container* pada proses bongkar muat sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam analisa untuk melakukan perubahan baik sistem maupun peralatan yang ada, sehingga didapat proses bongkar muat yang paling efektif . Dalam simulasi dengan *software arena* ini yang pertama dilakukan adalah dengan membuat basic flow diagram dari skenario sistem yang direncanakan.



- Modul 1 :Kedatangan *reefer container* yang dibawa oleh kapal baik terminal domestic maupun terminal international.
- Modul 2 :Spesifikasi *reefer container* dengan ukuran 20 feet dan 40 feet .
- Modul 3 :*Container crane* mengangkut *reefer container* dari kapal ke *head truck*.
- Modul 4 :Spesifikasi ukuran *reefer container* untuk penempatan pada *head truck*.
- Modul 5 :Spesifikasi tiga jalur yang akan dilewati oleh *head truck* pengangkut *reefer container*.
- Modul 6 :*Head truck* mengangkut *reefer container* dari kapal yang dipindahkan oleh *container crane* keatas *head truck* , sesuai ukurannya.
- Modul 7 :Peralatan berupa RTG memindahkan *reefer container* dari *head truck* ke *container yard*.
- Modul 8 :Spesifikasi jumlah *slot* untuk meletakkan *reefer container* di *container yard* sesuai dengan ukurannya.
- Modul 9 :*Reefer container* diletakkan di *container yard* , diangkut oleh RTG dari *head truck* ke *container yard*.
- Modul 10 :*Dispose*.

Pada model yang dibuat seperti terlihat pada *basic flow* diagram diatas terdapat dua terminal *reefer container* yang disimulasikan yaitu terminal international dan domestik. Kapal yang datang membawa muatan *reefer container* akan dilayani pertamakali oleh *container crane* , sejumlah dua untuk masing- masing terminal baik internasional maupun domestic. *Reefer container* dipindahkan dari kapal ke *head*

*truck* oleh *container crane*, dimana *reefer container* diidentifikasi dalam dua ukuran yaitu *reefer container* 20 feet dan 40 feet.

Pada model terdapat tiga jalur untuk *head truck* seperti yang ada di TPS. *Head truck* yang digunakan untuk mengangkut *reefer container* ke lapangan penumpukan kontainer sebanyak dua belas. Untuk mengangkat muatan dari *head truck* menuju *container yard* maupun dari *container yard* ke *head truck* digunakan RTG yang berjumlah lima. Pada *basic flow* diagram arena yang dibuat terdapat pemisahan dua lokasi kontainer yaitu untuk *reefer container* 20 feet yang menempati *slot* genap dan 40 feet untuk *slot* ganjil, pada tiap blok.

Dari *basic flow* diagram yang ada , selanjutnya dibuat input analisis untuk mensimulasikan model yang telah dibuat. Input analisis pada simulasi ini berupa lama waktu kontainer di CY, waktu sandar kapal sampai kegiatan bongkar muat dimulai, waktu *stevedoring*, waktu *haulage*, waktu *lift container crane*, waktu *lift* RTG, kecepatan *head truck*. Input analisis didapat dari data dilapangan seperti yang terlampir. Dalam input analysis tentunya terdapat suatu distribusi dari data yang ada, untuk memperoleh keakuratan dari hasil simulasi maka dilakukan uji validasi terhadap distribusi data tersebut.

Tinjauan distribusi untuk peralatan *container crane* dan RTG dapat dilihat dari karakteristik data waktu *lift container crane* dan RTG. Input data *container crane* dan RTG merupakan data random yang diambil dalam selang waktu tertentu. Distribusi data CC dan RTG merupakan data yang tergolong diskrit. Data *container crane* memiliki pola *peak* yang tidak sama, begitu pula dengan distribusi data RTG.

Berdasarkan hal tersebut maka dapat ditentukan distribusi yang sesuai untuk peralatan tersebut.

No.	Nama peralatan	Sifat data dari operasi peralatan	Distribusi yg mungkin	Distribusi yang digunakan
1.	<i>Container Crane</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diskrit</li> <li>- Data random</li> <li>- Pola <i>peak</i> data sama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beta</li> <li>- tria</li> <li>- erla</li> </ul>	- erla
2.	RTG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diskrit</li> <li>- Data random</li> <li>- Pola <i>peak</i> data tidak sama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beta</li> <li>- tria</li> <li>- erla</li> </ul>	- beta

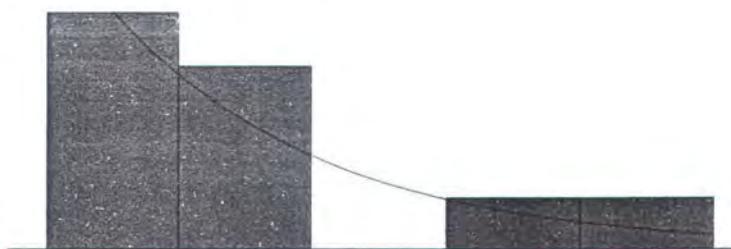
Tabel V.13. Distribusi objek simulasi

Sifat data dari operasi peralatan *container crane* termasuk dalam data diskrit, dimana data waktu *lift* peralatan merupakan data cacah. Peubah diskrit menggambarkan data random. Sifat data operasi peralatan ini termasuk diskrit, karena diperlukan satu waktu *lift container crane* yang mengangkat *reefer container* dari kapal ke *head truck*. Suatu peubah diskrit mendapat setiap nilainya dengan peluang tertentu. Distribusi yang mungkin untuk peralatan ini adalah distribusi beta, tria dan erla. Sedangkan distribusi yang digunakan dalam simulasi untuk peralatan ini adalah distribusi erla, karena data yang diambil merupakan situasi aktivitas yang terjadi secara berturut – turut dan bagian dari bentuk tersebut memiliki distribusi eksponensial.

Pada peralatan RTG data yang diambil merupakan data *lift* RTG, dimana RTG memindahkan *reefer container* dari *head truck* dan meletakkannya di *container yard*. Berdasarkan hal tersebut dimana proses dari RTG adalah memindahkan suatu muatan dari satu tempat ketempat lain dalam satu waktu, maka data operasi dari peralatan ini

termasuk diskrit. Distribusi yang sesuai untuk input analisis pada objek simulasi tersebut adalah distribusi erla, tria dan beta. Dimana ketiga macam distribusi ini memiliki karakteristik data dari suatu objek yang memiliki proses diskrit dengan pola *peak* penyebaran data yang tidak sama. Dari ketiga distribusi yang mungkin untuk peralatan ini digunakan distribusi beta, karena data yang diambil merupakan kemampuan pada bentuk variasi yang luas. Distribusi beta ini sebagai model kasar pada saat kekurangan data, dimana ditekankan pada proporsi random. Tinjauan distribusi dan hasil uji validasi pada data yang disimulasikan untuk keseluruhan model yang dibuat adalah sbb:

Distribusi data waktu sandar kapal



Grafik V.13. Distribusi waktu sandar kapal

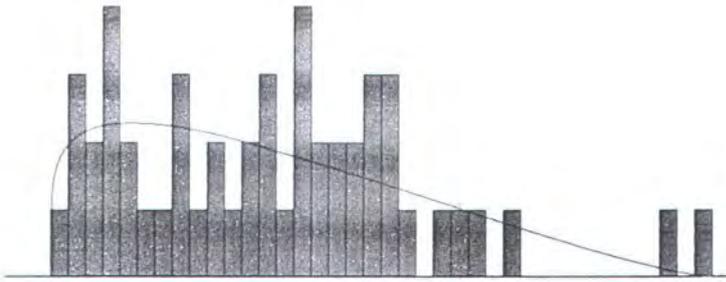
Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.175

Corresponding p-value > 0.15

Distribusi data diatas menggunakan distribusi exponensial, karena antar waktu kedatangan pada data waktu sandar kapal tersebut acak dan *breakdown* proses. Adapun parameter distribusi ini adalah rata-rata  $\mu$  khusus sebagai *positive real number*, dengan *range*  $[0, +\infty]$ .

Distribusi data jumlah kedatangan reefer container



Grafik V.14. Distribusi jumlah kedatangan *reefer container*

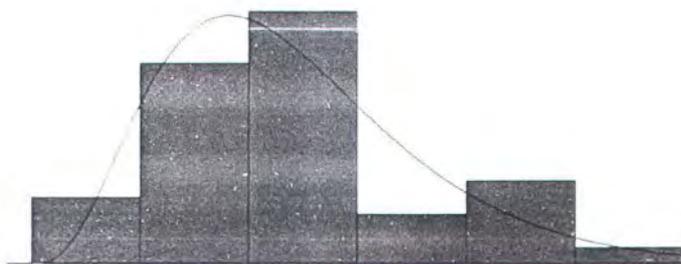
#### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 3.16

Corresponding p-value = 0.534

Distribusi data jumlah kedatangan kontainer tersebut menggunakan distribusi Beta, dengan bentuk parameter beta  $\beta$  khusus untuk *real number*. Penggunaan distribusi beta dari input data diatas, karena bentuk dan variasi data tersebut luas dengan *range* data distribusi dari 0 – 1. Selain itu juga karena data yang digunakan memiliki proporsi random. Pada distribusi beta ini, sample  $x$  dapat ditransformasikan pada skala beta sample  $y$  dengan range dari  $a$  sampai  $b$  dengan menggunakan rumus  $y = a + (b-a) x$ . Sehingga *range* dari distribusi ini adalah  $[0,1]$  yang dapat ditransformasikan ke  $[a,b]$  sebagai penggambaran.

#### Distribusi data pada *Container Crane*



Grafik V.15. Distribusi *Container crane*

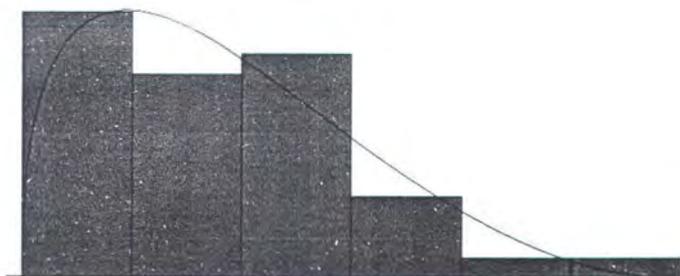
### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 2.83

Corresponding p-value < 0.005

Distribusi yang digunakan adalah distribusi Erla, karena data waktu *lift container crane* merupakan data secara berurutan dan memiliki range waktu yang panjang dengan *range*  $[0, \infty]$  dan bagian dari bentuk distribusi tersebut memiliki distribusi eksponensial. Untuk  $k$  yang besar erlang mendekati ke normal distribusi. Adapun parameter dari distribusi erlang adalah jika  $x_1, x_2, \dots, x_k$  adalah variabel eksponensial yang random dan jumlah dari  $k$  sampel memiliki distribusi erlang  $-k$ . Rata – rata  $k$  dari setiap komponen berdistribusi eksponensial dan nilai random dari variabel eksponensial  $k$  merupakan parameter distribusi.

### Distribusi data pada RTG



Grafik V.16. Distribusi RTG

### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 1.63

Corresponding p-value = 0.216

Input analisis dari data *lift* RTG ini menggunakan distribusi beta. Penggunaan distribusi beta dari input data diatas, karena bentuk dan variasi data tersebut luas

dengan range data distribusi dari 0 – 1. Selain itu juga karena data yang digunakan memiliki proporsi random. Pada distribusi beta ini, sample  $x$  dapat ditransformasikan pada skala beta sample  $y$  dengan *range* dari  $a$  sampai  $b$  dengan menggunakan rumus  $y = a + (b-a) x$ . Sehingga *range* dari distribusi ini adalah  $[0,1]$  yang dapat ditransformasikan ke  $[a,b]$  sebagai penggambaran. Adapun bentuk parameter dari distribusi ini adalah  $\beta$  dan  $\alpha$  khusus untuk *positive real number*.

Dari hasil simulasi dapat dilihat antrian yang terjadi pada skenario bongkar muat yang dibuat. Pada model bongkar muat yang eksis di TPS setelah disimulasikan didapat data seperti tayang terlihat pada tabel dibawah, dengan rincian *report* hasil simulasi terlampir..

Tahun	Jumlah Reefer Cont.		Total time		Total Waiting time		Waiting time					
							CC	HT		RTG	CY	
	20"	40"	20"	40"	20"	40"						
2002	328	692	71,3	102,4	71,205	102,22	0,545	-	-	-	16,1	56
2003	363	756	87,9	148,9	87,771	148,72	0,631	-	-	-	38,2	102
2004	398	801	108	198,9	107,54	193,66	0,742	-	-	-	52,9	154
2005	441	858	127	193,8	126,45	198,78	0,871	-	-	-	80,2	162
2006	531	974	155	223,2	154,7	220,57	0,903	-	-	-	103	181
2007	587	1039	168	220,7	167,71	223,05	0,904	-	-	-	115	180
2008	649	1109	198	248,3	198,06	248,22	0,915	-	-	-	153	213
2009	718	1184	200	261,8	199,76	259,89	0,92	-	-	-	156	221
2010	793	1264	227	260	226,52	261,65	0,972	-	-	-	190	225

Prosentase antrian 12,5 (20")  
18,6 (40")

Tabel V.14.data simulasi skenario B/M TPS

Dari hasil simulasi dapat diketahui waktu proses bongkar muat berdasarkan skenario yang ada atau yang sekarang eksis di TPS. Hasil dari simulasi menunjukkan adanya antrian pada *Container crane* dan antrian di *Container Yard*. Prosentase antrian *reefer container* untuk ukuran kontainer 20feet sebesar 12.5% sedangkan prosentase antrian untuk container 40feet sebesar 18.6%. Pada *report* hasil simulasi

dimana lebih detailnya dapat dilihat pada *report* yang terlampir, terlihat bahwa waktu *reefer container* untuk melakukan proses bongkar muat semakin meningkat dari tahun ke tahun.. Waktu antrian pada *Container crane* dan *Container yard* juga terlihat semakin meingkat dari tahun ke tahun.

Waktu antrian di *container yard* sebesar 9.04 % untuk *reefer container* 20 feet dan 14.94 % untuk *reefer container* 40 feet. Kenaikan antrian di CY dapat dilihat mulai dari 16.1 jam/bulan atau sekitar 0.5 jam perharinya di tahun 2002 sampai 190 jam/bulan atau 6.3 jam perharinya di tahun 2010 untuk *reefer container* 20feet. Sedangkan untuk *reefer container* 40feet antrian yang terjadi di CY lebih besar dibanding dengan kontainer 20feet yaitu sebesar 56 jam/bulan atau 1.867jam perhari sampai 225 jam/.bulan atau 7.5 jam perharinya.

Kenaikan ini juga terlihat pada antrian di *Container crane*, akan tetapi terlihat waktu antriannya tidak terlalu besar hanya 0.545 jam di tahun 2002 meningkat sampai 0.972 jam di tahun 2010. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yang utama adalah peningkatan laju kedatangan *reefer container* dari tahun ketahun, terutama untuk *reefer container* 40feet yang lebih besar kedatangannya dibanding *reefer container* 20feet, dengan fasilitas dan peralatan yang sama.

Antrian yang terjadi di CY dalam hal ini dipengaruhi oleh peralatan dan sistem yang ada di CY. Peralatan yang berpengaruh dalam hal ini adalah RTG, walaupun dilihat dari hasil simulasi tidak terdapat antrian yang besar untuk peralatan RTG. Dari sistem bongkar muat yang ada di TPS, RTG yang digunakan adalah bersama- sama penggunaannya untuk seluruh jenis ikontainer. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap cepat lambatnya RTG yang digunakan untuk bongkar muat

*reefer container*. Oleh karena itu dalam skenario bongkar muat baru yang akan dibuat untuk dapat diperoleh sistem bongkar muat yang paling optimal dan efisien, maka digunakan 2 RTG khusus untuk *reefer container* dari keseluruhan RTG yang ada di TPS. Dua RTG yang digunakan adalah satu khusus untuk *reefer container* dan satu dapat digunakan untuk kontainer jenis lain.

Dilihat dari *trend* laju kedatangan *reefer container* yang meningkat dari tahun ketahun serta terjadinya antrian yang ada di CY, maka pada skenario sistem B/M baru yang akan dibuat, maka dilakukan penambahan *slot* pada CY yang ada tanpa memperluas area CY . Semakin lama *reefer container* berada dalam terminal untuk melakukan proses bongkar muat , tentunya akan berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan oleh pihak pengguna jasa. Sedangkan biaya bongkar muat untuk reefer kontainer jauh lebih mahal dibanding dengan *dry container*, sehingga sedikit waktu antrian dalam proses bongkar muat akan sangat berpengaruh juga terhadap besar kecilnya biaya yang dikeluarkan.

### **V.3. Perhitungan Teori Antrian**

#### **V.3.1 Jumlah Kedatangan *Reefer Container* Rata-Rata**

Yang dimaksud dengan jumlah kedatangan *reefer container* rata-rata adalah jumlah seluruh kedatangan kontainer yang akan dilayani oleh alat yang telah ada di TPS untuk proses bongkar dan muat dalam selang waktu tertentu yang dibagi dengan jumlah banyaknya frekuensi pengamatan.

$$\lambda = \frac{\sum x_i}{\sum f} \text{ (reefer container / jam )}$$

Dimana :  $x_i$  = jumlah kedatangan perselang waktu

$f$  = Frekuensi pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini mengambil 40 sample dalam 1 hari sehingga jumlah kedatangan *reefer container* rata – rata sebesar :

$$\lambda = 1.67 \text{ (reefer container / jam )}$$

### V.3.2 Waktu Pelayanan Rata – Rata

*Sample* yang diambil adalah merupakan *sample* dari data yang diperoleh melalui pengamatan secara langsung terhadap *reefer container* yang bongkar dan muat di TPS

$$\mu = \frac{\sum t_n}{\sum f}$$

Dimana :  $t_n$  = Waktu pelayanan

$f$  = frekuensi pengamatan

#### 1. *Container crane*

- International

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{116.76}{40} \\ &= 2.919 \text{ kontainer/menit} \\ &= 20.69 \text{ kontainer/jam}\end{aligned}$$

- Domestik

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{169.44}{40} \\ &= 4.23 \text{ kontainer/menit}\end{aligned}$$

$$= 14.18 \text{ kontainer/jam}$$

## 2. Head Truck

- International

$$\mu = \frac{216.59}{40}$$

$$= 5.4 \text{ kontainer/menit}$$

$$= 11.11 \text{ kontainer/jam}$$

- Domestik

$$\mu = \frac{197.26}{40}$$

$$= 4.9 \text{ kontainer/menit}$$

$$= 12.24 \text{ kontainer/jam}$$

## 3. RTG

- International

$$\mu = \frac{47.75}{40}$$

$$= 1.19 \text{ kontainer/menit}$$

$$= 50.42 \text{ kontainer/jam}$$

- Domestik

$$\mu = \frac{75.43}{40}$$

$$= 1.88 \text{ kontainer/menit}$$

$$= 31.92 \text{ kontainer/jam}$$

### V.3.3 Tingkat Kegunaan Fasilitas Pelayanan

Tingkat kegunaan fasilitas pelayanan pada TPS dapat dihitung dengan rumus

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Dimana :  $\rho$  = Tingkat kegunaan fasilitas

$\lambda$  = Jumlah kedatangan rata - rata

$\mu$  = waktu pelayanan rata – rata

#### 1. *Container crane*

- International

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1.67}{20.69} \\ &= 0.08\end{aligned}$$

- Domestik

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1.67}{14.18} \\ &= 0.12\end{aligned}$$

#### 2. *Head Truck*

- International

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1.67}{11.11} \\ &= 0.15\end{aligned}$$

- Domestik

$$\rho = \frac{1.67}{12.24}$$
$$= 0.14$$

### 3. RTG

- International

$$\rho = \frac{1.67}{50.42}$$
$$= 0.03$$

- Domestik

$$\rho = \frac{1.67}{31.91}$$
$$= 0.05$$

No.	Nama alat	$\lambda$	$\mu$	$\rho$
1.	Shore crane (international)	1,6666667	20,689655	0,0805556
	Shore crane (domestik)	1,6666667	14,184397	0,1175
2.	Head truck (international)	1,6666667	11,111111	0,15
	Head truck (domestik)	1,6666667	12,244898	0,1361111
3	RTG (international)	1,6666667	50,420168	0,0330556
	RTG (domestik)	1,6666667	31,914894	0,0522222

Tabel V.15.tingkat kegunaan fasilitas

Dari nilai yang didapat hasil perhitungan ini bisa dilihat tingkat kegunaann dari fasilitas pelayanan. Nilai ini dapat menunjukkan bagaimana keadaan sistem, apakah sistem stabil atau tidak. Sistem dikatakan tidak stabil apabila :

- 1) Laju kedatangan *reefer container* lebih besar daripada laju pelayanan
- 2) Laju pelayanan lebih besar daripada laju kedatangan *reefer container*

Setelah mengetahui kondisi dari sistem pelayanan yang ada di TPS ini maka bisa dibuat skenario penambahan alat apa yang diperlukan untuk menyeimbangkan sistem yang ada.

### V.3.4 Menentukan Probabilitas Tidak Adanya Antrian

Probabilitas tidak adanya antrian dapat diperoleh dengan menghitung menggunakan persamaan :

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda^n}{n!} + \frac{\lambda^s}{S! \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)}}$$

No.	Nama alat	Probabilitas tidak adanya antrian (Po)				
		1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	5fasilitas
1.	Shore crane (international)	0,919444	0,922563	0,922603	0,922604	0,9226
	Shore crane (domestik)	0,8825	0,88902	0,889138	0,88914	0,88914
2.	Head truck (international)	0,85	0,860465	0,860702	0,860708	0,86071
	Head truck (domestik)	0,863889	0,872562	0,872742	0,872746	0,87275
3.	RTG (intrnational)	0,966944	0,967482	0,967485	0,967485	0,96748
	RTG (domestik)	0,947778	0,949107	0,949118	0,949118	0,94912

Tabel V.16. Probabilitas tidak adanya antrian

Probabilitas tidak adanya antrian(Po) ini dihitung untuk setiap antrian yang ada. Penentuan banyaknya penggunaan fasilitas pelayanan didapatkan dari skenario bongkar muat yang ada di TPS. Dari tabel diatas diketahui bahwa semakin banyak

penggunaan fasilitas pelayanan , maka semakin besar kemungkinan tidak adanya antrian.

### V.3.5 Menentukan Probabilitas Adanya Antrian

Probabilitas adanya antrian dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$P_w = \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s \times \frac{P_0}{S! \left( 1 - \frac{\lambda}{S\mu} \right)}$$

No	Nama alat	Probabilitas adanya antrian				
		(Pn)				
		1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	5 fasilitas
1.	Shore crane (international)	0,080555556	0,003118973	8,25983E-05	1,65204E-06	2,65073E-08
	Shore crane (domestik)	0,1175	0,006520071	0,000250198	7,27544E-06	1,69944E-07
2.	Head truck (international)	0,15	0,010465116	0,000509626	1,88629E-05	5,61512E-07
	Head truck (domestik)	0,136111111	0,00867288	0,00038422	1,29207E-05	3,4927E-07
3	RTG (international)	0,033055556	0,000537452	5,88895E-06	4,85305E-08	3,20307E-10
	RTG (domestik)	0,052222222	0,001328882	2,29278E-05	2,98015E-07	3,10438E-09

Tabel V.17. probabilitas adanya antrian

Probabilitas antrian ini dihitung untuk setiap antrian yang ada. Penentuan banyaknya probabilitas adanya antrian didapatkan dari skenario bongkar muat yang ada di TPS. Dari tabel perhitungan diatas diketahui bahwa semakin banyak fasilitas pelayanan yang digunakan , baik pada *container crane*, *head truck* maupun RTG yang digunakan, maka semakin kecil adanya antrian yang terjadi.

### V.3. 6 Menentukan Rata – Rata Jumlah *Reefer Container* Dalam Antrian

Setelah mengetahui berapa besar probabilitas antrian selanjutnya akan dihitung berapa besar rata-rata jumlah kontainer yang antri untuk dilayani alat yang ada, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$n_q = \frac{\lambda \mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^S}{(S-1)!(S\mu - \lambda)^2} P_0$$

No.	Nama alat	Rata-rata juml.container dalam antrian (nq)				
		1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	5 fasilitas
1.	Shore crane (international)	0,0070577	0,0001309	2,27912E-06	3,39541E-08	4,34055E-10
	Shore crane (domestik)	0,0156445	0,000407	1,01989E-05	2,20184E-07	4,0898E-09
2.	Head truck (international)	0,0264706	0,0008485	2,68224E-05	7,34919E-07	1,73664E-08
	Head truck (domestik)	0,0214452	0,0006333	1,82607E-05	4,55151E-07	9,77396E-09
3.	RTG (intrnational)	0,00113	9,032E-06	6,56105E-08	4,04392E-10	2,13168E-12
	RTG (domestik)	0,0028774	3,563E-05	4,06183E-07	3,94221E-09	3,27658E-11

Tabel V.18.Jumlah container dalam antrian

Alternatif penggunaan fasilitas pelayanan yang dihitung dalam pehitungan yang ada pada tabel diatas, dilihat bahwa semakin banyak fasilitas yang digunakan akan semakin kecil rata – rata jumlah container dalam antrian.

### V.3.7 Menentukan Rata – Rata Jumlah *Reefer Container* Dalam Sistem

Setelah mengetahui berapa besar rata-rata jumlah kontainer yang antri untuk dilayani alat yang ada kemudian dihitung rata-rata jumlah *reefer container* pada setiap sistem yang ada.

Rata – rata jumlah *reefer container* dalam Sistem adalah :

$$n_i = n_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

No.	Nama alat	Rata-rata waktu menunggu dalam sistem (nt)				
		1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	5 fasilitas
1.	Shore crane (international)	0,087613293	0,08068645	0,080558	0,0805556	0,0805556
	Shore crane (domestik)	0,133144476	0,11790696	0,11751	0,1175002	0,1175
2.	Head truck (international)	0,176470588	0,15084852	0,150027	0,1500007	0,15
	Head truck (domestik)	0,15755627	0,13674445	0,136129	0,1361116	0,1361111
3.	RTG (intrnational)	0,034185579	0,03306459	0,033056	0,0330556	0,0330556
	RTG (domestik)	0,055099648	0,05225785	0,052223	0,0522222	0,0522222

Tabel V.19.waktu menunggu dalam sistem

### V.3. 8. Menentukan waktu rata – rata menunggu *reefer container* dalam antrian

Waktu rata – rata menunggu dalam antrian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$t_q = \frac{P_0}{\mu S(S!) \left[ 1 - \left( \frac{\lambda}{S\mu} \right) \right]^2} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^S$$

No	Nama alat	Rata-rata waktu menunggu (tq)				
		1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	5 fasilitas
1.	Shore crane (international)	0,003026347	6,66293E-05	1,2264E-06	1,87803E-08	2,60433E-10
	Shore crane (domestik)	0,005693393	0,000191658	5,2155E-06	1,17258E-07	2,45388E-09
2.	Head truck (international)	0,008290688	0,000372719	1,31082E-05	3,78437E-07	1,04198E-08
	Head truck (domestik)	0,007166582	0,000286648	9,09931E-06	2,37774E-07	5,86438E-09
3.	RTG (intrnational)	0,000592713	5,06981E-06	3,76597E-08	2,34714E-10	1,27901E-12
	RTG (domestik)	0,001393097	1,92305E-05	2,27179E-07	2,2442E-09	1,96595E-11

Tabel V.20.Rata – rata waktu menunggu

Dari perhitungan tersebut , maka akan dapat di ketahui pengaruh dari fasilitas pelayanan yang digunakan terhadap besar kecilnya waktu rata – rata menunggu dalam antrian. Semakin banyak fasilitas , maka semakin kecil rata – rata waktu menunggu dalam antrian.

### V.3. 9. Menentukan waktu rata – rata menunggu *reefer container* dalam sistem

Waktu rata – rata menunggu *reefer container* dalam sistem dapat ditentukan sbb:

$$t_i = t_q + \frac{1}{\lambda}$$

No.	Nama alat	Rata-rata waktu menunggu (t <sub>q</sub> )				
		1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	5 fasilitas
1.	Shore crane (international)	0,60302635	0,6000666	0,6000012	0,6	0,6
	Shore crane (domestik)	0,60569339	0,6001917	0,6000052	0,6000001	0,6
2.	Head truck (international)	0,60829069	0,6003727	0,6000131	0,6000004	0,6
	Head truck (domestik)	0,60716658	0,6002866	0,6000091	0,6000002	0,6
3.	RTG (international)	0,60059271	0,6000051	0,6	0,6	0,6
	RTG (domestik)	0,6013931	0,6000192	0,6000002	0,6	0,6

Tabel V.21.rata – rata waktu menunggu

### V.3. 10. Kondisi Optimum Fasilitas Pelayanan

Pada perhitungan teori antrian dapat dilihat bahwa semakin banyak fasilitas , maka semakin besar probabilitas tidak adanya antrian yang berarti semakin kecil waktu menunggu dalam sistem. Menentukan alternatif penggunaan fasilitas pelayanan tentunya akan mempengaruhi *cost* yang dikeluarkan oleh perusahaan pemberi jasa. Oleh karena itu penambahan jumlah peralatan harus disesuaikan keuntungan yang akan diperoleh, bukan hanya pelayanan yang optimum dari perusahaan penjual jasa, akan tetapi juga seimbang tidaknya dengan pendapatan berupa nominal yang akan didapat. Mengingat prosentase *reefer container* yang ada

di TPS dengan *dry container* hanya 15% dari keseluruhan jenis container yang datang, maka penambahan fasilitas *container crane* dan RTG baru tentunya tidak efektif. Untuk mengoptimalkan proses bongkar muat dari reefer container di TPS dapat dilakukan dengan memberikan prioritas pertama *lift container* dari kapal ke *head truck* oleh *container crane*.

Mengingat laju kedatangan *reefer container* yang meningkat dari tahun ketahun, tentunya akan menimbulkan antrian di area *Container Yard* untuk kontainer FCL. Hal ini bisa diakibatkan keterbatasan area untuk *reefer* yang hanya disediakan 13 *slot* dari keseluruhan 150 *slot* untuk tiap blok. Dimana hanya 4 blok yang tersedia untuk reefer container dari 18 blok yang ada. Untuk mengatasi hal ini bisa dibuat khusus satu blok untuk *reefer container* dengan 2 RTG khusus untuk blok tersebut. RTG yang dimaksud bukan penambahan RTG baru, akan tetapi 2 RTG dari keseluruhan RTG untuk semua jenis kontainer. Penggunaan 2 RTG ini, tidak sekaligus digunakan dalam satu waktu bersamaan akan tetapi hanya 1 RTG yang khusus digunakan untuk *reefer container*, dan 1 bisa digunakan bersamaan untuk *reefer* dan *container dry*, agar tidak mempengaruhi laju proses bongkar muat *dry container* yang cukup besar dari segi kuantitas dibanding kontainer jenis lain.

#### **V.4. Skenario Baru Proses Bongkar Muat *reefer Container***

Dari hasil analisa data berdasarkan simulasi dan perhitungan dengan menggunakan teori antrian diatas terhadap skenario bongkar muat di TPS, maka dibuat skenario baru pada proses bongkar muat yang sudah ada, hal ini untuk mendapatkan skenario proses bongkar muat yang dirasa paling optimal. Model yang

diubah dalam simulasi ini adalah skenario di *container yard*, karena pada area tersebut paling lama terjadi antrian. Skenario baru yang akan disimulasikan ada 2, yaitu :

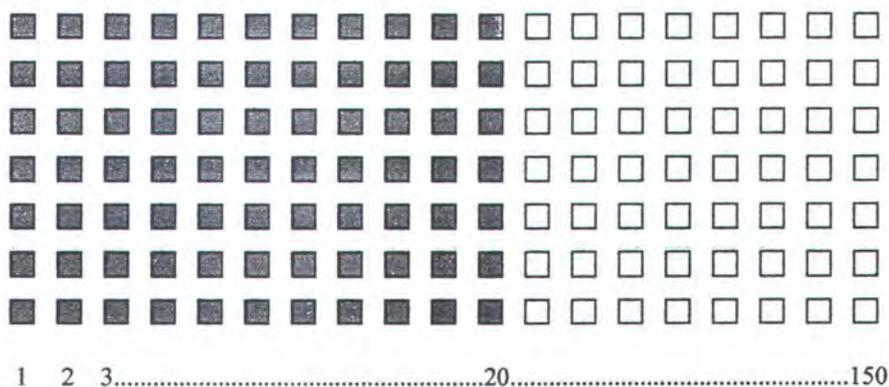
Pertama dengan penambahan *slot* dari 13 *slot* untuk 4blok menjadi 20 *slot* tiap 4 bloknya tanpa mengubah luas area CY dengan menggunakan 2 RTG , satu khusus untuk *reefer container* dan satu dapat digunakan bersamaan dengan jenis kontainer lain. Dari skenario pertama didapat hasil simulasi sbb:

Tahun	Jumlah Reefer Cont.		Total time		Total Waiting time		Waiting time					
	20"	40"	20"	40"	20"	40"	CC	HT		RTG	CY	
								20"	40"		20"	40"
2002	328	692	55,6	69,13	55,512	68,999	0,545	-	-	-	1,58	17
2003	363	756	56	69,4	55,864	69,111	0,631	-	-	-	1,6	18
2004	398	801	56,7	70,33	56,222	69,78	0,742	-	-	-	1,68	19
2005	441	858	60,1	122,5	59,978	122,4	0,871	-	-	-	5,17	65
2006	531	974	63,8	128,8	63,722	128,64	0,903	-	-	-	9,9	86
2007	587	1039	75,4	196,3	75,272	196,16	0,904	-	-	-	20,7	151
2008	649	1109	79,3	210	79,152	214,09	0,915	-	-	-	22	156
2009	718	1184	84,9	214,2	84,847	209,88	0,92	-	-	-	35,1	169
2010	793	1264	119	220,4	119,25	220,32	0,972	-	-	-	64,3	184
Prosentase antrian	5,86	(20")	11,7	(40")								

Tabel V.22. Data simulasi skenario baru pertama

Hasil simulasi diatas menunjukkan adanya penurunan waktu pada proses bongkar muat dari skenario yang ada di Teminal Peti kemas Surabaya. Prosentase antrian untuk skenario diatas adalah sebesar 5.86% untuk ukuran *reefer container* 20 feet dan 11.7% untuk reefer container 40 feet. Lama waktu antrian di *container yard* mengalami penurunan dari skenario sebelumnya, yaitu 1.62 % untuk *reefer container* 20 feet dan 3.65 % untuk reefer container dengan ukuran 40 feet. Penurunan total antrian yang terjadi pada skenario pertama adalah sebesar 53.12 % untuk reefer container 20 feet dan 37.1 % untuk reefer container 40 feet dari skenario proses

bongkar muat yang eksis di TPS. Dengan input reefer container yang sama , tentunya waktu antrian dari tahun ketahun tetap mengalami peningkatan. Dari hasil simulasi terlihat bahwa waktu *container crane* tidak mengalami penurunan , hal ini disebabkan karena model yang diubah hanya pada area *container yard*. Penambahan *slot* pada *container yard* menjadi:



Gbr V.2. *Slot reefer container* pada skenario B/M 1

Keterangan : *Slot 1-20* untuk *reefer container*

*Slot 20-150* untuk *dry container*

Selain simulasi yang dilakukan diatas, dilakukan pula simulasi untuk skenario baru yang kedua yaitu dengan pembuatan satu blok khusus untuk *reefer container*. Dalam skenario ini sama halnya dengan skenario pertama yaitu tidak ada penambahan peralatan bongkar muat, akan tetapi dilakukan pengkhususan fungsi dari peralatan berupa RTG. RTG yang digunakan untuk proses bongkr muat ini sebanyak 2, dengan satu RTG khusus melayani *reefer container* dan satu RTG dapat digunakan bersama-sama untuk melayani kontainer jenis lain. dengan hasil simulasi sbb:

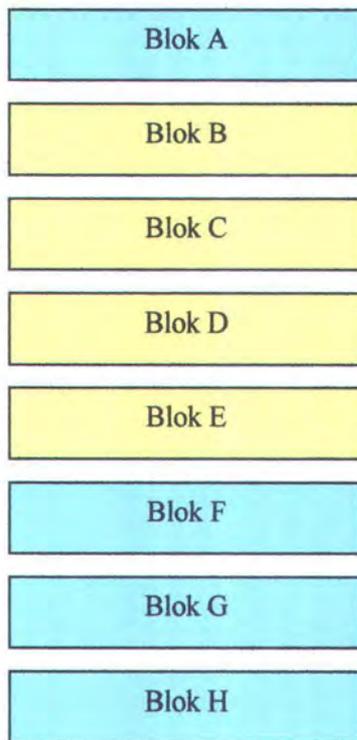
Tahun	Jumlah Reefer Cont.		Total time		Total Waiting time		Waiting time					
							CC	HT		RTG	CY	
	20"	40"	20"	40"	20"	40"						
2002	328	692	53,3	52,7	53,2	52,578	0,545	-	-	-	-	-
2003	363	756	53,6	52,73	53,508	52,599	0,631	-	-	-	-	-
2004	398	801	53,8	53,41	53,682	53,286	0,742	-	-	-	-	-
2005	441	858	53,9	53,51	53,831	53,375	0,871	-	-	-	-	-
2006	531	974	53,9	53,59	54,258	53,468	0,903	-	-	-	-	-
2007	587	1039	54,4	53,9	54,554	53,77	0,904	-	-	-	-	-
2008	649	1109	54,7	54,15	54,258	54,019	0,915	-	-	-	-	-
2009	718	1184	55,5	54,26	55,366	54,137	0,92	-	-	-	-	-
2010	793	1264	55,7	54,92	55,562	54,79	0,972	-	-	-	-	-

Prosentase antrian 3,81 (20")  
4,82 (40")

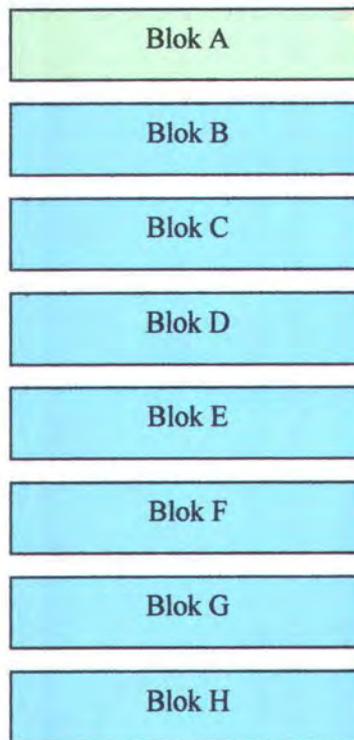
Tabel V.23. data hasil simulasi skenario baru kedua

Terlihat jelas dari tabel hasil simulasi diatas, bahwa tidak terjadi antrian di *container yard*. Hal ini disebabkan karena pemisahan satu blok sendiri untuk *reefer container* yang dilayani oleh 2 RTG , yang digunakan khusus untuk blok tersebut. Dari 2 RTG tersebut 1 dapat digunakan untuk *dry container* , hal ini dimaksudkan agar tidak mempengaruhi laju bongkar muat *dry container* yang memiliki kuantitas jauh lebih banyak dari *reefer container*.

Prosentase antrian dari *reefer container* menjadi 3.81% untuk *reefer container* 20 feet dan 4.82% untuk *reefer container* 40 feet. Dari skenario baru yang kedua ini antrian *reefer container* 20 feet mengalami penurunan sebesar 69.52 % dan untuk *reefer container* 40 feet sebesar 74.09% dari skenario yang eksis di TPS. Berdasarkan skenario bongkar muat *reefer container* baru yang dibuat tidak dilakukan penambahan terhadap peralatan yang ada, hal ini dilihat dari segi ekonomis, dimana dengan penambahan peralatan maka akan dibutuhkan invest yang cukup besar dari pihak perusahaan. Pembuatan satu blok khusus untuk *reefer container* dapat digambarkan sbb:



Gbr V.3. Blok yang eksis di TPS



Gbr V.4. Blok baru dari skenario 2

Keterangan : Warna kuning untuk *reefer container* bersama *dry container*

Warna biru khusus untuk *dry*.

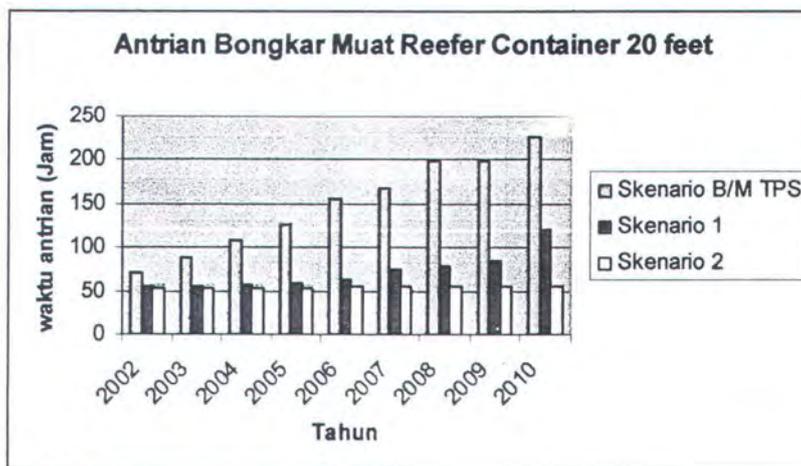
Warna hijau khusus untuk *reefer container*

Dari simulasi ketiga skenario proses bongkar muat *reefer container* diatas dapat dibuat grafik total antrian yang terjadi dari masing – masing skenario. Dari ketiga skenario proses bongkar muat *reefer container* yang telah disimulasikan, yaitu satu skenario eksis yang ada di TPS hingga saat ini dan dua skenario baru , maka dapat diperoleh skenario bongkar muat yang paling optimal.

Tahun	Jumlah		Total witing time					
			reefer cont.		skenario eksis		skenario 1	
	20 ft	40 ft	20 ft	40 ft	20 ft	40 ft	20 ft	40 ft
2002	328	692	71,205	102,22	55,51	68,999	53,28	52,578
2003	363	756	87,771	148,72	55,86	69,111	53,508	52,599
2004	398	801	107,54	193,66	56,22	69,78	53,682	53,286
2005	441	858	126,45	198,78	59,98	122,4	53,831	53,375
2006	531	974	154,7	220,57	63,72	128,64	54,258	53,468
2007	587	1039	167,71	223,05	75,27	196,16	54,554	53,77
2008	649	1109	198,06	248,22	79,15	214,09	54,258	54,019
2009	718	1184	199,76	259,89	84,85	209,88	55,366	54,137
2010	793	1264	226,52	261,65	119,3	220,32	55,562	54,79

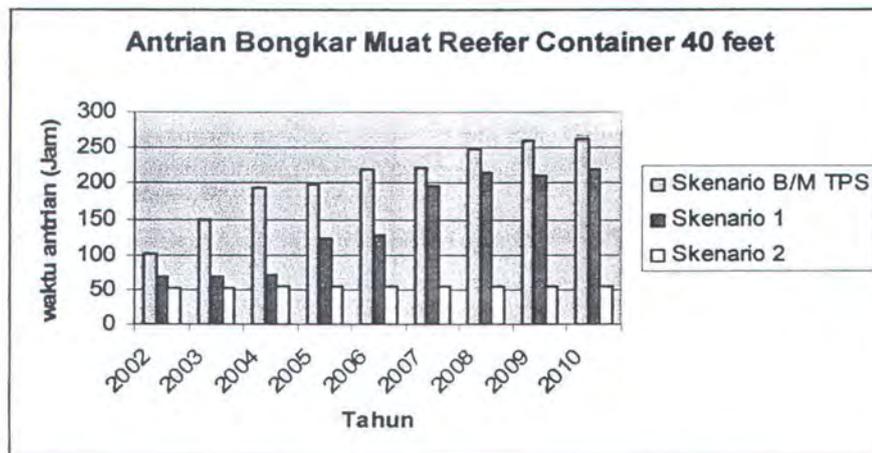
Tabel V.24. total witing time seluruh skenario B/M

Tabel diatas menunjukkan total witing time dari hasil simulasi pada seluruh skenario bongkar muat *reefer container*, baik yang eksis maupun skenario baru. Dari tabel dapat dibuat grafik antrian bongkar muat *reefer container* baik 20 feet maupun 40 feet seperti berikut:



Grafik V.17. Antrian B/M reefer container 20 feet

Pada grafik total antrian *reefer container* 20 feet selama proses bongkar muat untuk masing – masing skenario dapat dilihat bahwa antrian *reefer container* yang terjadi semakin meningkat tiap tahunnya. Jumlah antrian yang paling banyak terjadi pada skenario bongkar muat *reefer container* yang eksis di TPS pada saat ini. Sedangkan untuk antrian paling sedikit terjadi pada skenario bongkar muat baru yang kedua, dengan penurunan yang cukup besar terhadap skenario eksis di TPS, seperti terlihat pada grafik di atas.

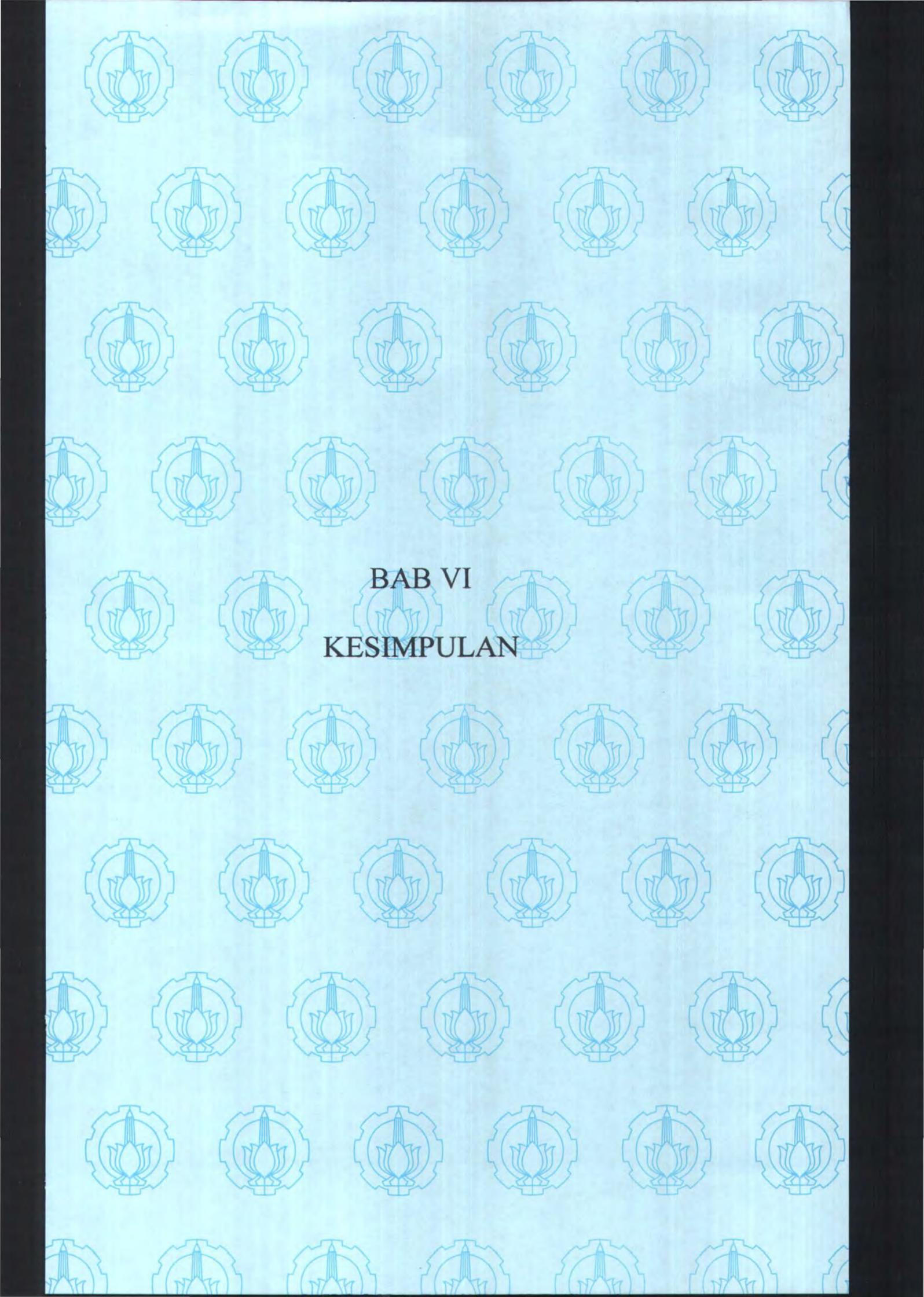


Grafik V.18. Antrian B/M *reefer container* 40 feet

Pada grafik antrian bongkar muat *reefer container* 40 feet diatas, terlihat bahwa total antrian yang paling sedikit terjadi pada skenario 2. Sama halnya yang terjadi pada *reefer container* 20 feet.

Berdasar hasil simulasi dua skenario baru yang dibuat , maka yang paling optimal ditinjau dari waktu antrian yang paling kecil terjadi adalah skenario kedua. Penurunan skenario baru tersebut sampai 69.52% untuk *reefer container* 20 feet dan 74.09% untuk *reefer container* 40 feet dari skenario proses bongkar muat *reefer container* yang sekarang eksis di TPS. Skenario baru yang dibuat ini adalah dengan

pemisahan blok atau pembuatan blok sendiri untuk *reefer container*.Pemisahan blok yang dimaksud disini adalah pemisahan blok *reefer container* dari *dry container*. Dimana saat ini *reefer container* berada dalam satu blok yang sama dengan *dry container*, dengan jumlah slot terbatas. Dalam skenario baru ini tidak dilakukan penambahan terhadap satupun peralatan yang ada di TPS dengan pertimbangan dari segi ekonomis harga peralatan yang relatif mahal. Pada skenario ini hanya mengkhususkan peralatan berupa RTG yang saat ini digunakan bersama –sama untuk seluruh jenis kontainer, pada skenario ini digunakan 2 RTG dengan 1 RTG khusus untuk melayani *reefer container* dan 1 RTG dapat digunakan bersamaan dengan jenis kontainer lain.



**BAB VI**  
**KESIMPULAN**

## BAB VI

### KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa data dan pembahasan yang telah diuraikan dalam tugas akhir ini , maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil tugas akhir mengenai proses bongkar muat *reefer container* yaitu sbb:

1. Proses bongkar muat *reefer container* memerlukan perlakuan yang khusus dibanding dengan kontainer jenis lain di Terminal Peti Kemas Surabaya.
2. Laju kedatangan *reefer container* dari tahun ketahun semakin meningkat , terutama untuk lima tahun yang akan datang, sehingga diperlukan suatu perencanaan yang khusus untuk mengatasi lonjakan kedatangan *reefer container* pada tahun-tahun mendatang.
3. Waktu antrian bongkar muat *reefer container* di TPS sebesar 12.5 % untuk reefer container 20 feet dan 18.6 % untuk reefer container 40 feet. Antrian terbesar terjadi pada *Container Yard*, sehingga diperlukan perencanaan khusus di area *Container Yard*.
4. Pada tugas akhir ini dibuat dua skenario baru guna memperoleh proses bongkar muat yang optimal dengan waktu antrian serendah mungkin. Skenario pertama dengan menambahkan slot dari 13 slot pada 4 blok, menjadi 20 slot tiap 4 blok tanpa menambah luas area CY. Kedua dengan membuat satu blok tersendiri khusus untuk *reefer container* dengan jumlah slot 150. Kedua skenario tersebut tidak melakukan penambahan alat , akan tetapi hanya

mengkhususkan penggunaan 2 RTG khusus untuk *reefer container*. Satu RTG khusus melayani *reefer container* dan satu RTG lainnya bisa digunakan bersamaan dengan kontianer jenis lain.

5. Dari dua skenario bongkar muat baru yang dibuat, maka yang paling optimal adalah skenario ke dua yaitu dengan pembuatan pengkhususan satu blok untuk *reefer container*. Dari skenario tersebut waktu antrian berkurang sebesar 69.52 % untuk *reefer container* 20 feet dan 74.09 % untuk *reefer container* 40 feet, dari skenario bongkar muat yang eksis.





**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

Kelton David W, Sadowski P Randall, Sturrock T David.[2003], "Simulation With arena", Third Edition, Mc Graw Hill Higher Education, Singapura.

Kramadibrata, S. [1992], "Perencanaan Pelabuhan", Ganesha Exact, Bandung.

M.Law Averill & W. David Kelton.[1997]. "Simulation Modeling & Analysis", Second Edition, Tucson Arizona.

Purba, Radiks .[1997], "Angkutan Muatan Laut I", Rineka Cipta, Jakarta.

Santoso, I.M., dan Joswan ,J.S.[1982], "Teori Bangunan Kapal", Surabaya.

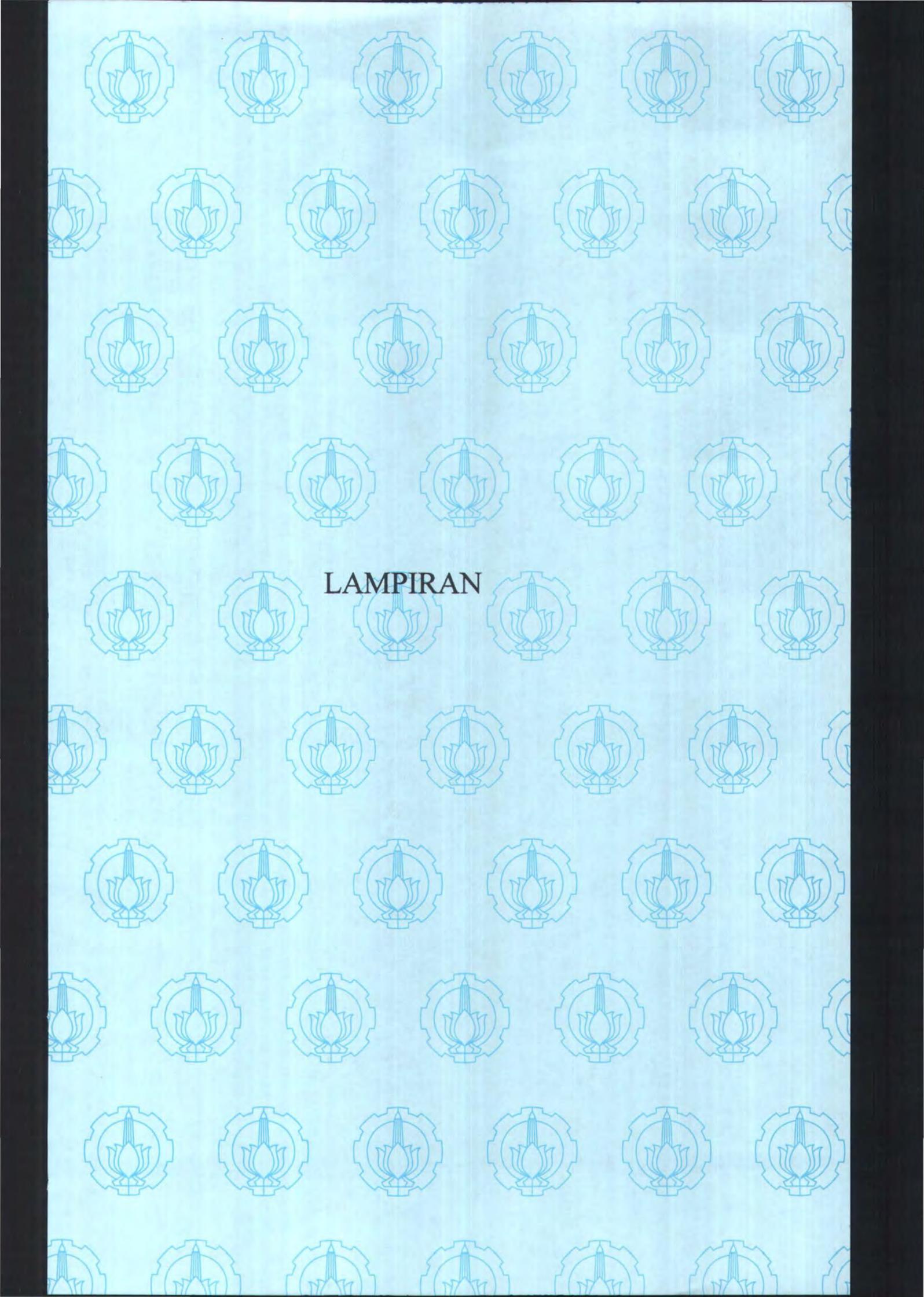
Setijoprajudo.[1999], "Metode Optimasi" Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.

Susilo, Joko.[1997], "Pengembangan Konsep Desing Bongkar Muat Kapal General Cargo", Tugas Akhir Teknik Perkapalan ITS, Surabaya.

Syamsir, Abbas.[1994], "Managemen dan Pelayaran Niaga", Pustaka Jaya, Jakarta.

Velsink H.[1997]. "Port & Terminals", Delft.

Walpole E Ronald & Raymond H Myers.[1995]. "Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan", ITB, Bandung.



LAMPIRAN

**Waktu sandar kapal sampai kegiatan  
B/M dimulai (Ocean Going)**

No.	DEP_CAR	Durasi (menit)
1	LMEX143	44
2	YMOJ012	42
3	KOYU016	75
4	OLIV025	40
5	COUR001	75
6	UCER021	40
7	PHCA012	74
8	YAH0009	33
9	KOFU051	35
10	SBOX010	42
11	AGLA002	32
12	EAST004	40
13	KOHU027	45
14	FSRG012	80
15	SIDW026	31
16	XMAK033	52
17	YHON003	50
18	SOHE003	56
19	CHBM061	48
20	UVAL001	40
Total waktu		974
max		80
min		31
rata-rata		48,7

**Waktu sandar kapal sampai kegiatan  
B/M dimulai (domestik)**

No.	DEP_CAR	Durasi (menit)
1	BERI024	115
2	BABA035	300
3	EVAP006	100
4	KOPE044	85
5	KSHA007	45
6	LILA040	65
7	BUDA004	150
8	ASGY117	66
9	JOLY033	160
10	DUWO012	370
11	HORI023	90
12	EVAP007	250
13	UARI114	110
14	LMEX144	125
15	KPKG007	35
16	W205050	405
17	PRER025	90
18	BABA036	140
19	UPER001	80
20	NOLA004	160
Total waktu		2941
max		405
min		35
rata-rata		147,05

**Waktu bongkar reefer container 20"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	HJCU6209433	2,21686747
2	HJCU6210861	2,769230769
3	HJCU6211359	2,533333333
4	HJCU6211600	2,076923077
5	HJCU6212078	3
6	HJCU6214506	2
7	HLXU2701613	1,944444444
8	HLXU3700709	3,2
9	HLXU4756111	2,571428571
10	HLXU6701740	1,777777778
11	HLXU6708473	2,8
12	HLXU6708473	3,625
13	HLXU6750339	2,35
14	KKTU6040889	2,388888889
15	KKTU6041571	2,529411765
16	KKTU6042900	2,933333333
17	KLFU5605465	2,222222222
18	KLFU5605758	2,411764706
19	KLFU5606137	2

**Waktu bongkar reefer container 20"  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	3,633333333
2	APLU6913911	2,9625
3	APLU6916401	2,448979592
4	APLU6916844	5,054054054
5	APLU6924243	5,641509434
6	APLU6924243	3,404761905
7	APLU6925511	5,548387097
8	APLU6926375	2,9
9	APLU6928418	6
10	APLU6929862	2,989473684
11	HLXU6708473	2,954545455
12	HLXU6750339	4,409090909
13	KKTU6040889	4,528301887
14	KKTU6041571	3,68115942
15	KKTU6042900	2,256097561
16	KLFU5605465	5,5
17	KLFU5605758	6,363636364
18	KLFU5606137	5,918032787
19	KLFU5924781	2,612903226

20	KLFU5924781	2,666666667
21	KLFU5928853	2,318181818
22	KLFU5929248	2,2
23	KLFU5950287	3,093023256
24	KLFU5975325	2,19047619
25	KLFU5020520	1,916666667
26	KLFU5020979	1,964285714
27	KLFU5975325	2,916666667
28	APLU6913911	1,294117647
29	APLU6916401	2,15
30	APLU6916844	2,115384615
31	APLU6924243	1,947368421
32	APLU6924243	2,538461538
33	APLU6925511	2,136363636
34	APLU6926375	2,166666667
35	APLU6928418	2,142857143
36	APLU6929862	2,166666667
37	APLU6932629	2,105263158
38	APLU6935206	1,927710843
39	APLU6937220	1,85
40	APLU6932629	2,142857143
Total waktu		93,30031082
max		3,625
min		1,85
rata-rata		2,33250777

**Waktu bongkar reefer container 40"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	2,417721519
2	APLU6913911	2,052631579
3	APLU6916401	2,159090909
4	APLU6916844	2,103448276
5	APLU6924243	3,222222222
6	APLU6924243	1,875
7	APLU6925511	2
8	APLU6926375	2,416666667
9	APLU6928418	3,111111111
10	APLU6929862	2,686567164
11	HLXU6708473	2,142857143
12	HLXU6750339	1,806451613
13	KKTU6040889	1,866666667
14	KKTU6041571	2,28
15	KKTU6042900	2,107142857
16	KLFU5605465	2,444444444
17	KLFU5605758	1,933333333
18	KLFU5606137	2,333333333
19	KLFU5924781	3,944444444
20	KLFU5928853	3,941176471
21	KLFU5929248	1,904761905
22	KLFU5975325	2,2
23	KLFU5020520	2,028571429
24	KLFU5020979	2,285714286
25	KLFU5975325	3,5

20	KLFU5928853	4,764705882
21	KLFU5929248	3,095238095
22	KLFU5975325	2,37037037
23	KLFU5020520	2,153846154
24	KLFU5020979	2,384615385
25	KLFU5975325	3,545454545
26	APLU6913911	3,414634146
27	APLU6916401	3,196078431
28	APLU6916844	5,729166667
29	APLU6924243	3,696969697
30	APLU6924243	4,35
31	APLU6925511	2,857142857
32	APLU6926375	2,9375
33	HJCU6209433	6
34	HJCU6210861	2,559139785
35	HJCU6211359	5,130434783
36	HJCU6211600	2,317757009
37	HJCU6212078	5,150943396
38	HJCU6214506	3,58974359
39	HLXU2701613	2,484375
40	APLU6937220	4,163636364
Total waktu		154,6985189
max		6,3636
min		2,1538
rata-rata		3,867462972

**Waktu bongkar reefer container 40"  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	4,285714286
2	APLU6913911	8,2
3	APLU6916401	4,65
4	APLU6916844	4,909090909
5	APLU6924243	4,714285714
6	APLU6924243	5
7	APLU6925511	5,625
8	APLU6926375	4,698113208
9	APLU6928418	4,214285714
10	APLU6929862	3,75
11	HLXU6708473	4
12	HLXU6750339	2,137096774
13	KKTU6040889	3,4
14	KKTU6041571	2,285714286
15	KKTU6042900	6
16	KLFU5605465	3,327868852
17	KLFU5605758	3,470588235
18	KLFU5606137	3,333333333
19	KLFU5924781	2
20	KLFU5928853	4,85
21	KLFU5929248	2,9
22	KLFU5975325	2,910447761
23	KLFU5020520	2,481481481
24	KLFU5020979	2,666666667
25	KLFU5975325	4,666666667

26	APLU6913911	2
27	APLU6916401	2,235294118
28	APLU6916844	2,363636364
29	APLU6924243	1,69047619
30	APLU6924243	2,333333333
31	APLU6925511	2,23255814
32	APLU6926375	2,529411765
33	HJCU6209433	1,733333333
34	HJCU6210861	4
35	HJCU6211359	2,191489362
36	HJCU6211600	2,542372881
37	HJCU6212078	3
38	HJCU6214506	2,5
39	HLXU2701613	2,142857143
40	APLU6937220	2,766666667
Total waktu		97,02478667
max		3,944
min		1,69
rata-rata		2,425619667

26	APLU6913911	3,284090909
27	APLU6916401	2,95
28	APLU6916844	3,53125
29	APLU6924243	7,549019608
30	APLU6924243	3,260869565
31	APLU6925511	1,933333333
32	APLU6926375	2,769230769
33	HJCU6209433	4,642857143
34	HJCU6210861	4,625
35	HJCU6211359	5,2
36	HJCU6211600	2,047619048
37	HJCU6212078	4,133333333
38	HJCU6214506	0,882352941
39	HLXU2701613	2,833333333
40	APLU6937220	4,225
Total waktu		154,3436439
max		8,2
min		0,88
rata-rata		3,858591097

**Waktu muat reefer container 20"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	2,055555556
2	APLU6913911	2,642857143
3	APLU6916401	4,183098592
4	APLU6916844	3,2
5	APLU6924243	2,784313725
6	APLU6924243	5,052631579
7	APLU6925511	2,588235294
8	APLU6926375	3,5625
9	APLU6928418	4,5
10	APLU6929862	3
11	HLXU6708473	3,833333333
12	HLXU6750339	3,947368421
13	KKTU6040889	3,034482759
14	KKTU6041571	3,245901639
15	KKTU6042900	3,2
16	KLFU5605465	2,04
17	KLFU5605758	2,382113821
18	KLFU5606137	2,641791045
19	KLFU5924781	2,509433962
20	KLFU5928853	2,012987013
21	KLFU5929248	24,68421053
22	KLFU5975325	2,604651163
23	KLFU5020520	2,926829268
24	KLFU5020979	2,56
25	KLFU5975325	2,461538462
26	APLU6913911	2,392857143
27	APLU6916401	3,333333333
28	APLU6916844	3,043478261
29	APLU6924243	4,071428571
30	APLU6924243	2,866666667

**Waktu muat reefer container 20"  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	3,85915493
2	APLU6913911	4,454545455
3	APLU6916401	0,22
4	APLU6916844	3,952380952
5	APLU6924243	3,644444444
6	APLU6924243	3,2
7	APLU6925511	7,875
8	APLU6926375	4,827586207
9	APLU6928418	4,428571429
10	APLU6929862	2,55
11	HLXU6708473	3,571428571
12	HLXU6750339	3,05
13	KKTU6040889	6,347826087
14	KKTU6041571	5,05
15	KKTU6042900	5,162162162
16	KLFU5605465	4,419354839
17	KLFU5605758	3,606741573
18	KLFU5606137	2,578947368
19	KLFU5924781	4,018867925
20	KLFU5928853	3,092105263
21	KLFU5929248	3,8
22	KLFU5975325	3,545454545
23	KLFU5020520	3,661971831
24	KLFU5020979	5,5625
25	KLFU5975325	4,558823529
26	APLU6913911	4,4
27	APLU6916401	3,886363636
28	APLU6916844	3,4
29	APLU6924243	2,1875
30	APLU6924243	7,541666667

31	APLU6925511	2,484848485
32	APLU6926375	2,36
33	HJCU6209433	4,285714286
34	HJCU6210861	2,909090909
35	HJCU6211359	2,595238095
36	HJCU6211600	2,514285714
37	HJCU6212078	2,2
38	HJCU6214506	2,612244898
39	HLXU2701613	3,583333333
40	APLU6937220	2,4
Total waktu		141,306353
max		5,05
min		2,01
rata-rata		3,532658825

31	APLU6925511	3,301075269
32	APLU6926375	4,010204082
33	HJCU6209433	3,320754717
34	HJCU6210861	6,263157895
35	HJCU6211359	5,934782609
36	HJCU6211600	2,3875
37	HJCU6212078	5,184210526
38	HJCU6214506	5,239130435
39	HLXU2701613	3,402298851
40	APLU6937220	4,901960784
Total waktu		166,3984726
max		7,54
min		0,22
rata-rata		4,159961815

**Waktu muat reefer container 40"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	2,115384615
2	APLU6913911	2,586206897
3	APLU6916401	2,543478261
4	APLU6916844	3,25
5	APLU6924243	2,765957447
6	APLU6924243	3,333333333
7	APLU6925511	3,059701493
8	APLU6926375	3,3
9	APLU6928418	3,1
10	APLU6929862	2,8
11	HLXU6708473	2,888888889
12	HLXU6750339	3,043478261
13	KKTU6040889	2,588235294
14	KKTU6041571	3
15	KKTU6042900	3,611111111
16	KLFU5605465	4,461538462
17	KLFU5605758	3,76
18	KLFU5606137	3,033333333
19	KLFU5924781	4,1
20	KLFU5928853	4,378378378
21	KLFU5929248	4,4
22	KLFU5975325	2,380165289
23	KLFU5020520	4,20754717
24	KLFU5020979	2,625
25	KLFU5975325	3
26	APLU6913911	2,5
27	APLU6916401	2,105263158
28	APLU6916844	2,30952381
29	APLU6924243	3,047619048
30	APLU6924243	3,52173913
31	APLU6925511	2,92
32	APLU6926375	3
33	HJCU6209433	2,75
34	HJCU6210861	3,636363636
35	HJCU6211359	1,882352941
36	HJCU6211600	3,714285714

**Waktu muat reefer container 40"  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	4,095890411
2	APLU6913911	4,454545455
3	APLU6916401	2,923076923
4	APLU6916844	3,136363636
5	APLU6924243	3,222222222
6	APLU6924243	3,25
7	APLU6925511	6,333333333
8	APLU6926375	2
9	APLU6928418	3,113636364
10	APLU6929862	3,636363636
11	HLXU6708473	5
12	HLXU6750339	3,111111111
13	KKTU6040889	2,857142857
14	KKTU6041571	3,731707317
15	KKTU6042900	4
16	KLFU5605465	3,166666667
17	KLFU5605758	5,210526316
18	KLFU5606137	3,638888889
19	KLFU5924781	2,75
20	KLFU5928853	3,101449275
21	KLFU5929248	2,666666667
22	KLFU5975325	5
23	KLFU5020520	3,052631579
24	KLFU5020979	2
25	KLFU5975325	2,642857143
26	APLU6913911	2,825
27	APLU6916401	4,703703704
28	APLU6916844	2,708737864
29	APLU6924243	2,75862069
30	APLU6924243	6,692307692
31	APLU6925511	2,822580645
32	APLU6926375	3,473684211
33	HJCU6209433	4,583333333
34	HJCU6210861	5,722222222
35	HJCU6211359	3
36	HJCU6211600	2,831168831

37	HJCU6212078	2,88
38	HJCU6214506	2,5
39	HLXU2701613	3,023255814
40	APLU6937220	2,142857143
Total waktu		122,2649986
max		4,46
min		1,88
rata-rata		3,056624966

**Kapasitas kerja shore crane keg. B/M  
reefer container 20" (Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	3,2
2	APLU6913911	4,13
3	APLU6916401	2,35
4	APLU6916844	2,39
5	APLU6924243	2,53
6	APLU6924243	3,33
7	APLU6925511	2,22
8	APLU6926375	2,41
9	APLU6928418	2
10	APLU6929862	3,07
11	HLXU6708473	2,33
12	HLXU6750339	2,54
13	KKTU6040889	2,14
14	KKTU6041571	2,17
15	KKTU6042900	2,14
16	KLFU5605465	2,17
17	KLFU5605758	2,11
18	KLFU5606137	2,33
19	KLFU5924781	2,25
20	KLFU5928853	2,14
21	KLFU5929248	2,42
22	KLFU5975325	3,01
23	KLFU5020520	3,33
24	KLFU5020979	2,56
25	KLFU5975325	2,46
26	APLU6913911	2,39
27	APLU6916401	3,33
28	APLU6916844	3,04
29	APLU6924243	4,07
30	APLU6924243	3,27
31	APLU6925511	2,048
32	APLU6926375	2,36
33	HJCU6209433	4,29
34	HJCU6210861	3,31
35	HJCU6211359	3
36	HJCU6211600	2,51
37	HJCU6212078	2,2
38	HJCU6214506	2,61
39	HLXU2701613	3,58
40	APLU6937220	2,4
Total waktu		108,138
max		4,29

37	HJCU6212078	3,333333333
38	HJCU6214506	2,36
39	HLXU2701613	2,905660377
40	APLU6937220	3,836363636
Total waktu		142,6517963
max		6,69
min		2
rata-rata		3,566294909

**Kapasitas kerja shore crane keg. B/M  
reefer container 20" (domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	3,03
2	APLU6913911	2,96
3	APLU6916401	2,45
4	APLU6916844	5,04
5	APLU6924243	5,64
6	APLU6924243	3,4
7	APLU6925511	5,55
8	APLU6926375	2,9
9	APLU6928418	6
10	APLU6929862	2,99
11	HLXU6708473	2,95
12	HLXU6750339	4,41
13	KKTU6040889	4,53
14	KKTU6041571	3,68
15	KKTU6042900	2,27
16	KLFU5605465	5,5
17	KLFU5605758	6,36
18	KLFU5606137	5,92
19	KLFU5924781	2,61
20	KLFU5928853	4,76
21	KLFU5929248	3,8
22	KLFU5975325	3,54
23	KLFU5020520	3,66
24	KLFU5020979	5,56
25	KLFU5975325	4,55
26	APLU6913911	4,4
27	APLU6916401	3,89
28	APLU6916844	3,4
29	APLU6924243	2,19
30	APLU6924243	7,54
31	APLU6925511	3,3
32	APLU6926375	4,01
33	HJCU6209433	3,32
34	HJCU6210861	6,26
35	HJCU6211359	5,96
36	HJCU6211600	2,39
37	HJCU6212078	5,18
38	HJCU6214506	5,24
39	HLXU2701613	3,4
40	APLU6937220	4,9
Total waktu		169,44
max		7,54

min 2  
rata-rata 2,70345

min 2,19  
rata-rata 4,236

**Kapasitas kerja shore crane keg. B/M reefer container 40" (Ocean Going)**

**Kapasitas kerja shore crane keg. B/A reefer container 40" (domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	2,14
2	APLU6913911	2,01
3	APLU6916401	2,27
4	APLU6916844	2,28
5	APLU6924243	2,11
6	APLU6924243	2,44
7	APLU6925511	2,33
8	APLU6926375	2,33
9	APLU6928418	4,34
10	APLU6929862	4,34
11	HLXU6708473	2,3
12	HLXU6750339	2,2
13	KKTU6040889	2,03
14	KKTU6041571	2,29
15	KKTU6042900	3,5
16	KLFU5605465	2
17	KLFU5605758	2,24
18	KLFU5606137	2,36
19	KLFU5924781	2,09
20	KLFU5928853	2,33
21	KLFU5929248	3,29
22	KLFU5975325	3,04
23	KLFU5020520	2,59
24	KLFU5020979	3
25	KLFU5975325	4,01
26	APLU6913911	4,46
27	APLU6916401	4,16
28	APLU6916844	3,03
29	APLU6924243	4,1
30	APLU6924243	4,36
31	APLU6925511	4,4
32	APLU6926375	2,38
33	HJCU6209433	4,21
34	HJCU6210861	3,03
35	HJCU6211359	3,28
36	HJCU6211600	2,5
37	HJCU6212078	2,11
38	HJCU6214506	2,31
39	HLXU2701613	3,05
40	APLU6937220	3,52

Total waktu 116,76  
max 4,46  
min 2  
rata-rata 2,919

No.	No.Container	Durasi (menit)
1	KLFU5975325	4,29
2	APLU6913911	8
3	APLU6916401	4,65
4	APLU6916844	4,91
5	APLU6924243	4,71
6	APLU6924243	5
7	APLU6925511	5,63
8	APLU6926375	4,7
9	APLU6928418	4,21
10	APLU6929862	3,75
11	HLXU6708473	3,26
12	HLXU6750339	1,93
13	KKTU6040889	2,77
14	KKTU6041571	4,64
15	KKTU6042900	4,63
16	KLFU5605465	5,2
17	KLFU5605758	2,05
18	KLFU5606137	4,13
19	KLFU5924781	2,84
20	KLFU5928853	2,83
21	KLFU5929248	5
22	KLFU5975325	3,11
23	KLFU5020520	2,86
24	KLFU5020979	3,73
25	KLFU5975325	4
26	APLU6913911	3,17
27	APLU6916401	5,21
28	APLU6916844	3,64
29	APLU6924243	2,75
30	APLU6924243	3,1
31	APLU6925511	2,67
32	APLU6926375	5
33	HJCU6209433	3,05
34	HJCU6210861	2
35	HJCU6211359	2,64
36	HJCU6211600	2,83
37	HJCU6212078	4,7
38	HJCU6214506	2,7
39	HLXU2701613	2,76
40	APLU6937220	6,69

Total waktu 155,74  
max 8  
min 2  
rata-rata 3,8935

**Waktu stevedoring reefer container 20" (Ocean Going)**

**Waktu stevedoring reefer container : (domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	1,03
2	APLU6913911	1,28
3	APLU6916401	1,11
4	APLU6916844	1,05
5	APLU6924243	2,03
6	APLU6924243	1,09
7	APLU6925511	1,24
8	APLU6926375	1,41
9	APLU6928418	2,1
10	APLU6929862	1,12
11	HLXU6708473	1,28
12	HLXU6750339	1,53
13	KKTU6040889	2,08
14	KKTU6041571	0,56
15	KKTU6042900	0,58
16	KLFU5605465	0,57
17	KLFU5605758	1,07
18	KLFU5606137	0,55
19	KLFU5924781	0,51
20	KLFU5928853	2,08
21	KLFU5929248	0,58
22	KLFU5975325	0,55
23	KLFU5020520	0,59
24	KLFU5020979	0,49
25	KLFU5975325	3,58
26	APLU6913911	1,09
27	APLU6916401	1,06
28	APLU6916844	1,04
29	APLU6924243	2,17
30	APLU6924243	0,46
31	APLU6925511	0,54
32	APLU6926375	0,54
33	HJCU6209433	2
34	HJCU6210861	3,55
35	HJCU6211359	1,12
36	HJCU6211600	0,45
37	HJCU6212078	1,12
38	HJCU6214506	1,23
39	HLXU2701613	0,53
40	APLU6937220	1,34
Total waktu		48,3
max		3,58
min		0,45
rata-rata		1,2075

**Waktu stevedoring reefer container 40"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	3,04
2	APLU6913911	1,32
3	APLU6916401	1,42
4	APLU6916844	2,04

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	1,04
2	APLU6913911	0,56
3	APLU6916401	3,49
4	APLU6916844	1,16
5	APLU6924243	2,45
6	APLU6924243	1,54
7	APLU6925511	1,06
8	APLU6926375	0,56
9	APLU6928418	1,07
10	APLU6929862	2,14
11	HLXU6708473	2,48
12	HLXU6750339	1,33
13	KKTU6040889	0,56
14	KKTU6041571	3,3
15	KKTU6042900	2,14
16	KLFU5605465	1,5
17	KLFU5605758	1,55
18	KLFU5606137	1,42
19	KLFU5924781	1,49
20	KLFU5928853	3,19
21	KLFU5929248	1,49
22	KLFU5975325	0,59
23	KLFU5020520	2,14
24	KLFU5020979	1,04
25	KLFU5975325	3
26	APLU6913911	0,57
27	APLU6916401	1,58
28	APLU6916844	2,12
29	APLU6924243	1,2
30	APLU6924243	1,28
31	APLU6925511	2,14
32	APLU6926375	3,01
33	HJCU6209433	1,58
34	HJCU6210861	2,3
35	HJCU6211359	0,53
36	HJCU6211600	2,02
37	HJCU6212078	3,31
38	HJCU6214506	1,57
39	HLXU2701613	0,5
40	APLU6937220	1,22
Total waktu		67,22
max		3,49
min		0,5
rata-rata		1,6805

**Waktu stevedoring reefer container 40"  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	2,08
2	APLU6913911	0,59
3	APLU6916401	1,32
4	APLU6916844	2,2

5	APLU6924243	0,59
6	APLU6924243	2
7	APLU6925511	1,52
8	APLU6926375	2,14
9	APLU6928418	2
10	APLU6929862	2
11	HLXU6708473	2
12	HLXU6750339	4,02
13	KKTU6040889	3,04
14	KKTU6041571	3,15
15	KKTU6042900	2
16	KLFU5605465	3
17	KLFU5605758	0,58
18	KLFU5606137	1,32
19	KLFU5924781	1,1
20	KLFU5928853	1,47
21	KLFU5929248	1,02
22	KLFU5975325	2
23	KLFU5020520	1,16
24	KLFU5020979	2,51
25	KLFU5975325	2,11
26	APLU6913911	2
27	APLU6916401	0,59
28	APLU6916844	2,55
29	APLU6924243	2,5
30	APLU6924243	0,58
31	APLU6925511	2
32	APLU6926375	1,53
33	HJCU6209433	1,16
34	HJCU6210861	2,17
35	HJCU6211359	1,3
36	HJCU6211600	2
37	HJCU6212078	2,3
38	HJCU6214506	3,43
39	HLXU2701613	2,3
40	APLU6937220	1,15

Total waktu 76,11  
max 3,43  
min 0,58  
rata-rata 1,90275

**Waktu haulage reefer container import  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	4,24
2	APLU6913911	12,15
3	APLU6916401	4,34
4	APLU6916844	10,43
5	APLU6924243	4,29
6	APLU6924243	5,08
7	APLU6925511	5,25
8	APLU6926375	7,23
9	APLU6928418	5,36
10	APLU6929862	4,44

5	APLU6924243	3,1
6	APLU6924243	4,02
7	APLU6925511	1,46
8	APLU6926375	2,28
9	APLU6928418	0,55
10	APLU6929862	2,403
11	HLXU6708473	2,48
12	HLXU6750339	0,5
13	KKTU6040889	1,4
14	KKTU6041571	2,1
15	KKTU6042900	0,59
16	KLFU5605465	2,4
17	KLFU5605758	3,16
18	KLFU5606137	2,88
19	KLFU5924781	1,15
20	KLFU5928853	1,58
21	KLFU5929248	2,4
22	KLFU5975325	0,57
23	KLFU5020520	3,04
24	KLFU5020979	1,47
25	KLFU5975325	3,58
26	APLU6913911	1,58
27	APLU6916401	2,24
28	APLU6916844	1,35
29	APLU6924243	3,4
30	APLU6924243	2
31	APLU6925511	0,54
32	APLU6926375	2,59
33	HJCU6209433	2,4
34	HJCU6210861	3,45
35	HJCU6211359	3,26
36	HJCU6211600	3,24
37	HJCU6212078	4
38	HJCU6214506	1,38
39	HLXU2701613	3,08
40	APLU6937220	1,08

Total waktu 84,893  
max 4,02  
min 0,5  
rata-rata 2,122325

**Waktu haulage reefer container impo  
(ocean going)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	3,14
2	APLU6913911	2,54
3	APLU6916401	2,58
4	APLU6916844	4
5	APLU6924243	3,1
6	APLU6924243	3,15
7	APLU6925511	3,25
8	APLU6926375	2,35
9	APLU6928418	4,25
10	APLU6929862	4,01

11	HLXU6708473	5,3
12	HLXU6750339	4,29
13	KKTU6040889	9,19
14	KKTU6041571	5,03
15	KKTU6042900	9,31
16	KLFU5605465	9,05
17	KLFU5605758	6,05
18	KLFU5606137	7,46
19	KLFU5924781	5,3
20	KLFU5928853	4,02
21	KLFU5929248	4
22	KLFU5975325	5,29
23	KLFU5020520	5,3
24	KLFU5020979	9,29
25	KLFU5975325	7,46
26	APLU6913911	6,22
27	APLU6916401	7,08
28	APLU6916844	6,42
29	APLU6924243	4,56
30	APLU6924243	5,3
31	APLU6925511	4,45
32	APLU6926375	5,32
33	HJCU6209433	6,05
34	HJCU6210861	5,35
35	HJCU6211359	8,4
36	HJCU6211600	10,54
37	HJCU6212078	5,3
38	HJCU6214506	10,21
39	HLXU2701613	4,07
40	APLU6937220	10,38

Total waktu 258,8  
max 10,54  
min 4  
rata-rata 6,47

11	HLXU6708473	4,03
12	HLXU6750339	3,54
13	KKTU6040889	2,52
14	KKTU6041571	3,25
15	KKTU6042900	2,56
16	KLFU5605465	3,45
17	KLFU5605758	2,4
18	KLFU5606137	4,05
19	KLFU5924781	5
20	KLFU5928853	5,02
21	KLFU5929248	3,25
22	KLFU5975325	4,35
23	KLFU5020520	4,5
24	KLFU5020979	3
25	KLFU5975325	3,42
26	APLU6913911	5,4
27	APLU6916401	3,25
28	APLU6916844	2,38
29	APLU6924243	4,27
30	APLU6924243	3,25
31	APLU6925511	3,15
32	APLU6926375	4
33	HJCU6209433	5,04
34	HJCU6210861	4,18
35	HJCU6211359	3,15
36	HJCU6211600	4
37	HJCU6212078	5,04
38	HJCU6214506	4,18
39	HLXU2701613	3,5
40	APLU6937220	2,57

Total waktu 144,07  
max 5,04  
min 2,4  
rata-rata 3,60175

**Waktu haulage reefer container export  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	3,46
2	APLU6913911	3,39
3	APLU6916401	4,23
4	APLU6916844	7,17
5	APLU6924243	3,5
6	APLU6924243	5,17
7	APLU6925511	1,2
8	APLU6926375	9,21
9	APLU6928418	6,37
10	APLU6929862	3,5
11	HLXU6708473	3,4
12	HLXU6750339	6,3
13	KKTU6040889	5,59
14	KKTU6041571	4,53
15	KKTU6042900	11,06
16	KLFU5605465	5,16

**Waktu haulage reefer container expc  
(ocean going)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	5,08
2	APLU6913911	4,28
3	APLU6916401	5,32
4	APLU6916844	5,17
5	APLU6924243	4,52
6	APLU6924243	4,38
7	APLU6925511	5,57
8	APLU6926375	6,01
9	APLU6928418	4,05
10	APLU6929862	5,1
11	HLXU6708473	5,58
12	HLXU6750339	5,04
13	KKTU6040889	5,1
14	KKTU6041571	4,52
15	KKTU6042900	4,02
16	KLFU5605465	3,58

17	KLFU5605758	6,44
18	KLFU5606137	4,44
19	KLFU5924781	5,23
20	KLFU5928853	4,28
21	KLFU5929248	8,4
22	KLFU5975325	5,47
23	KLFU5020520	3,5
24	KLFU5020979	5,41
25	KLFU5975325	4,15
26	APLU6913911	3,33
27	APLU6916401	8,41
28	APLU6916844	5,47
29	APLU6924243	6,12
30	APLU6924243	4,55
31	APLU6925511	7,58
32	APLU6926375	4,29
33	HJCU6209433	3,55
34	HJCU6210861	5,32
35	HJCU6211359	5,06
36	HJCU6211600	5,58
37	HJCU6212078	7,4
38	HJCU6214506	7,43
39	HLXU2701613	6,38
40	APLU6937220	5,56

Total waktu 216,59  
max 11,06  
min 3,33  
rata-rata 5,41475

17	KLFU5605758	5,1
18	KLFU5606137	4,08
19	KLFU5924781	6,01
20	KLFU5928853	6,3
21	KLFU5929248	4,55
22	KLFU5975325	3,58
23	KLFU5020520	5,56
24	KLFU5020979	5,19
25	KLFU5975325	5,2
26	APLU6913911	5,1
27	APLU6916401	5,27
28	APLU6916844	4,54
29	APLU6924243	4,58
30	APLU6924243	5
31	APLU6925511	5,1
32	APLU6926375	5,36
33	HJCU6209433	6,05
34	HJCU6210861	4,12
35	HJCU6211359	6,04
36	HJCU6211600	5,38
37	HJCU6212078	5,1
38	HJCU6214506	4,2
39	HLXU2701613	4,28
40	APLU6937220	4,25

Total waktu 197,26  
max 6,05  
min 3,58  
rata-rata 4,9315

**Waktu lift RTG di CY untuk reefer cont.20"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	0,44
2	APLU6913911	0,43
3	APLU6916401	1,05
4	APLU6916844	1,31
5	APLU6924243	0,44
6	APLU6924243	2,05
7	APLU6925511	1,27
8	APLU6926375	0,56
9	APLU6928418	1,21
10	APLU6929862	0,51
11	HLXU6708473	0,46
12	HLXU6750339	0,24
13	KKTU6040889	0,41
14	KKTU6041571	1,08
15	KKTU6042900	0,44
16	KLFU5605465	0,37
17	KLFU5605758	0,48
18	KLFU5606137	1,02
19	KLFU5924781	0,36
20	KLFU5928853	0,5
21	KLFU5929248	1,15
22	KLFU5975325	2,35

**Waktu lift RTG di CY untuk reefer co  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	1,11
2	APLU6913911	2,25
3	APLU6916401	0,44
4	APLU6916844	0,59
5	APLU6924243	1,18
6	APLU6924243	2,16
7	APLU6925511	2,26
8	APLU6926375	0,46
9	APLU6928418	0,5
10	APLU6929862	1,58
11	HLXU6708473	2,1
12	HLXU6750339	1,33
13	KKTU6040889	1,42
14	KKTU6041571	1,5
15	KKTU6042900	2,16
16	KLFU5605465	3,08
17	KLFU5605758	0,46
18	KLFU5606137	0,58
19	KLFU5924781	1,56
20	KLFU5928853	2,18
21	KLFU5929248	3,04
22	KLFU5975325	2,3

23	KLFU5020520	1,1
24	KLFU5020979	1,4
25	KLFU5975325	0,57
26	APLU6913911	0,46
27	APLU6916401	0,45
28	APLU6916844	1,15
29	APLU6924243	0,36
30	APLU6924243	0,38
31	APLU6925511	0,45
32	APLU6926375	0,44
33	HJCU6209433	0,44
34	HJCU6210861	1,34
35	HJCU6211359	1,03
36	HJCU6211600	0,45
37	HJCU6212078	0,33
38	HJCU6214506	1,16
39	HLXU2701613	1,45
40	APLU6937220	1,29
Total waktu		32,38
max		2,35
min		0,24
rata-rata		0,8095

**Waktu lift RTG di CY untuk reefer cont.40"  
(Ocean Going)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	1,35
2	APLU6913911	1,19
3	APLU6916401	0,57
4	APLU6916844	1,11
5	APLU6924243	1,28
6	APLU6924243	3,24
7	APLU6925511	1,11
8	APLU6926375	1,08
9	APLU6928418	0,45
10	APLU6929862	2,14
11	HLXU6708473	1,07
12	HLXU6750339	1,1
13	KKTU6040889	0,46
14	KKTU6041571	0,46
15	KKTU6042900	0,47
16	KLFU5605465	1,03
17	KLFU5605758	0,51
18	KLFU5606137	1,18
19	KLFU5924781	1,2
20	KLFU5928853	0,55
21	KLFU5929248	0,49
22	KLFU5975325	0,32
23	KLFU5020520	0,34
24	KLFU5020979	0,52
25	KLFU5975325	2,58
26	APLU6913911	2,11
27	APLU6916401	1,41
28	APLU6916844	1,23

23	KLFU5020520	1,2
24	KLFU5020979	0,4
25	KLFU5975325	1,22
26	APLU6913911	1,2
27	APLU6916401	0,57
28	APLU6916844	3
29	APLU6924243	2,1
30	APLU6924243	1,44
31	APLU6925511	2,25
32	APLU6926375	2,1
33	HJCU6209433	0,45
34	HJCU6210861	2
35	HJCU6211359	2,29
36	HJCU6211600	3
37	HJCU6212078	1,25
38	HJCU6214506	1,2
39	HLXU2701613	3
40	APLU6937220	2,23
Total waktu		65,14
max		3,04
min		0,4
rata-rata		1,6285

**Waktu lift RTG di CY untuk reefer co  
(domestik)**

No.	No.Container	Durasi (menit/Box)
1	KLFU5975325	3,08
2	APLU6913911	2,23
3	APLU6916401	1,57
4	APLU6916844	2,33
5	APLU6924243	1,44
6	APLU6924243	2,06
7	APLU6925511	1,48
8	APLU6926375	2,4
9	APLU6928418	2,02
10	APLU6929862	2,48
11	HLXU6708473	3,1
12	HLXU6750339	3,16
13	KKTU6040889	0,45
14	KKTU6041571	1,5
15	KKTU6042900	2,4
16	KLFU5605465	0,5
17	KLFU5605758	2,54
18	KLFU5606137	1,3
19	KLFU5924781	1,35
20	KLFU5928853	2,15
21	KLFU5929248	3,05
22	KLFU5975325	0,47
23	KLFU5020520	2,05
24	KLFU5020979	2,4
25	KLFU5975325	1,47
26	APLU6913911	1,58
27	APLU6916401	0,55
28	APLU6916844	2,34

29	APLU6924243	0,5
30	APLU6924243	1,13
31	APLU6925511	0,41
32	APLU6926375	0,46
33	HJCU6209433	2,09
34	HJCU6210861	1,47
35	HJCU6211359	1,58
36	HJCU6211600	2,49
37	HJCU6212078	2,07
38	HJCU6214506	1,23
39	HLXU2701613	2,5
40	APLU6937220	1,27

Total waktu 47,75  
max 3,24  
min 0,32  
rata-rata 1,19375

29	APLU6924243	1,25
30	APLU6924243	1,27
31	APLU6925511	2,27
32	APLU6926375	3,25
33	HJCU6209433	1,33
34	HJCU6210861	1,42
35	HJCU6211359	2,4
36	HJCU6211600	1,8
37	HJCU6212078	3,02
38	HJCU6214506	2,03
39	HLXU2701613	0,46
40	APLU6937220	1,48

Total waktu 75,43  
max 3,25  
min 0,45  
rata-rata 1,88575

### Data reefer Cont.perkapal(OG)

Tahun	20"	40"
2002	148	256
2003	172	311
2004	214	412
2005	258	539

untuk reefer container 20feet

Fungsi linear

	2002	2003	2004	2005		
y =	148	172	214	258	=	792
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	172	428	774	=	1374

$$y = a + bx$$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 142,2$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 37,2$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = 142 + 37,2 x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	172	-1	1	2,236	-2,236
2004	214	0	0	2,33	0
2005	258	1	1	2,412	2,412
			2	6,978	0,176

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = 2,326 \quad a = 211,8$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = 0,088 \quad b = 1,2246$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a * b^x$$

$$y = 211,8 * 1,2246^x$$

Menentukan error :

F linear = 142 + 37,2x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	172	179,2	-7,2	7,2
2004	214	216,4	-2,4	2,4
2005	258	253,6	4,4	4,4
				14

F eksponensial = 211,8 \* 1,2246<sup>x</sup>

tahun	y	fy	e	[e]
2003	172	173	-1	1
2004	214	211,8	2,2	2,2
2005	258	259,4	-1,4	1,4
				4,6

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n} = 4,667$$

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n} = 1,53$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi eksponensial, sehingga :

F eksponensial max = 34,8 \* 1,1<sup>x</sup>

	2006	2007	2008	2009	2010
x	2	3	4	5	6
F	317,6	389	476,3	583,3	714,3
	3811	4668	5716	7000	8572

untuk reefer container 40feet

	2002	2003	2004	2005		
y =	256	311	412	539	=	1518
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	311	824	1617	=	2752

y = a+bx

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{237}{14}$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{95}{14}$$

sehingga didapatkan, kondisi minimum :

$$y = 237 + 95x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	311	-1	1	2,493	-2,493
2004	412	0	0	2,615	0
2005	539	1	1	2,732	2,732
			2	7,839	0,239

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{2,613}{3} \quad a = 410,2$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = \frac{0,119}{2} \quad b = 1,315$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a \cdot b^x$$

$$y = 410,2 \cdot 1,315^x$$

Menentukan error :

F linear = 237 + 95x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	311	332	-21	21
2004	412	427	-15	15
2005	539	522	17	17
				53

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n} = \frac{53}{3} = 17,67$$

F eksponensial = 410,2\*1,315<sup>x</sup>

tahun	y	fy	e	[e]
2003	311	311,9	-0,9	0,9
2004	412	410,2	1,8	1,8
2005	539	539,4	-0,4	0,4
				3,1

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n} = \frac{3,1}{3} = 1,03$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi eksponensial sehingga :

F eksponensial = 410,2\*1,315<sup>x</sup>

	2006	2007	2008	2009	2010
x	2	3	4	5	6
F	709,3	932,8	1227	1613	2121
	8512	11193	14719	19356	25453

untuk kondisi rata - rata

	2002	2003	2004	2005		
y =	15	16,5	19,5	21,5	=	72,5
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	16,5	39	64,5	=	120

y = a+bx

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{14,75}{14}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 2,25$$

sehingga didapatkan, kondisi minimum :

$$y = 14,8 + 2,25 x$$

*Fungsi eksponensial*

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	16,5	-1	1	1,217	-1,217
2004	19,5	0	0	1,29	0
2005	21,5	1	1	1,332	1,332
			2	3,84	0,115

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = 1,28 \quad a = 19,05$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = 0,057 \quad b = 1,14$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a \cdot b^x$$

$$y = 19,05 \cdot 1,14^x$$

Menentukan error :

F linear rata - rata =  $14,8 + 2,25x$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	16,5	17,05	-0,55	0,55
2004	19,5	19,3	0,2	0,2
2005	21,5	21,85	-0,35	0,35
				1,1

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= 0,367$$

F eksponensial rata - rata =  $19,05 \cdot 1,14^x$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	16,5	16,71	-0,2	0,2
2004	19,5	19,05	0,45	0,45
2005	21,5	21,72	-0,2	0,2
				0,85

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= 0,28$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi eksponensial sehingga :

F eksponensial rata - rata =  $19,05 \cdot 1,14^x$

	2006	2007	2008	2009	2010
x	2	3	4	5	6
F	24,76	28,22	32,17	36,68	41,81
	297,1	338,7	386,1	440,1	501,8

### Data Reefer Container (Domestik)

Tahun	20feet	40feet
2002	88	171
2003	102	208
2004	131	233
2005	148	307

untuk reefer container 20feet

Fungsi linear

	2002	2003	2004	2005		
y =	88	102	131	148	=	469
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	102	262	444	=	808

y = a+bx

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 85,9$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 20,9$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = 85,9 + 20,9 x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	102	-1	1	2.0086	-2,009
2004	131	0	0	2.1173	0
2005	148	1	1	2.1703	2,17
			2	6.2961	0,162

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{2,0987}{3} \quad a = 125,516$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = \frac{0,0808}{2} \quad b = 1,204$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a * b^x$$

$$y = 125,516 * 1,204^x$$

Menentukan error :

$$F \text{ linear} = 85,9 + 20,9 * x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	102	106,8	-4,8	4,8
2004	131	127,7	3,3	3,3
2005	148	148,6	-0,6	0,6
				8,7

$$F \text{ eksponensial} = 125,516 * 1,204^x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	102	104,25	-2,25	2,25
2004	131	125,52	5,48	5,48
2005	148	151,12	-3,12	3,12
				10,85

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= \frac{8,7}{3} = 2,9$$

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= \frac{10,85}{3} = 3,62$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi linier, sehingga :

$$F \text{ linear} = 85,9 + 20,9 * x$$

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	169,5	190,4	211,3	232,2	253,1
	2034	2284,8	2535,6	2786,4	3037

untuk reefer container 40feet

	2002	2003	2004	2005		
y =	171	208	233	307	=	919
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	208	466	921	=	1595

$$y = a + bx$$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 164,8$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 43,3$$

sehingga didapatkan, kondisi minimum :

$$y = 164,8 + 43,3x$$

*Fungsi eksponensial*

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	208	-1	1	2,3181	-2,318
2004	233	0	0	2,3674	0
2005	307	1	1	2,4871	2,487
			2	7,1726	0,169

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{2,3909}{3} \quad a = 245,98$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = \frac{0,0845}{2} \quad b = 1,21$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a \cdot b^x$$

$$y = 245,98 \cdot 1,21^x$$

Menentukan error :

$$F \text{ linear} = 164,8 + 43,3x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	208	208,1	-0,1	0,1
2004	233	251,4	-18,4	18,4
2005	307	294,7	12,3	12,3
				30,8

$$F \text{ eksponensial} = 245,98 \cdot 1,21^x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	208	203,29	4,71	4,71
2004	233	245,98	-13	13
2005	307	297,64	9,36	9,36
				27,07

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n} = \frac{30,8}{3} = 10,267$$

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n} = \frac{0}{3} = 0$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi eksponensial, sehingga :

$$F \text{ eksponensial domestik} = 245,98 \cdot 1,21^x$$

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	527,28	638,01	771,99	934,11	1130
	6327,4	7656,1	9263,9	11209	13563

## Data Reefer Cont./bulan

Tahun	Int.	Dom.
2002	652	368
2003	720	399
2004	768	431
2005	820	479

untuk kondisi international

Fungsi linear

y =	2002	2003	2004	2005	=	
	652	720	768	820	=	2960
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	720	1536	2460	=	4716

$y = a + bx$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 657,2$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 55,2$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = 657,2 + 55,2 x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	720	-1	1	2,8573	-2,857
2004	768	0	0	2,8854	0
2005	820	1	1	2,9138	2,914
			2	8,6565	0,056

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{2,8855}{3} \quad a = 776,247$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = \frac{0,0282}{2} \quad b = 1,067$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a \cdot b^x$$

$$y = 776,247 \cdot 1,067^x$$

Menentukan error :

$$F \text{ linear Int.} = 657,2 + 55,2 \cdot x$$

$$F \text{ eksponensial Int.} = 776,247 \cdot 1,067^x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	720	712,4	7,6	7,6
2004	768	767,6	0,4	0,4
2005	820	822,8	-2,8	2,8
				10,8

tahun	y	fy	e	[e]
2003	720	728	-7,5	7,5
2004	768	776	-8,25	8,25
2005	820	828	-8,26	8,26
				24

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= \frac{3,6}{3} = 3,6$$

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= \frac{8,0033}{3} = 8,0033$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi linier, sehingga :

$$F \text{ linear Int.} = 657,2 + 55,2 \cdot x$$

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	878	933,2	988,4	1043,6	1099
	10536	11198	11861	12523	13186

untuk kondisi Domestik

	2002	2003	2004	2005		
y =	368	399	431	479	=	1677
x =	0	1	2	3	=	6
x <sup>2</sup> =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	399	862	1437	=	2698

$y = a + bx$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - (\sum x)(\sum xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 364,5$$

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$= 36,5$$

sehingga didapatkan, kondisi minimum :

$$y = 364,5 + 36,5x$$

*Fungsi eksponensial*

tahun	y	x	x <sup>2</sup>	logy	x logy
2003	399	-1	1	2,601	-2,601
2004	431	0	0	2,6345	0
2005	479	1	1	2,6803	2,68
			2	7,9158	0,079

$$\log a = \frac{\sum \log y}{n} = \frac{2,6386}{2} \quad a = 436,515$$

$$\log b = \frac{\sum x \log y}{\sum x^2} = \frac{0,0397}{2} \quad b = 1,096$$

sehingga didapatkan, kondisi maksimum :

$$y = a \cdot b^x$$

$$y = 436,515 \cdot 1,096^x$$

Menentukan error :

F linear min =  $364,5 + 36,5x$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	399	401	-2	2
2004	431	437,5	-6,5	6,5
2005	479	474	5	5
				13,5

F eksponensial min =  $436,515 \cdot 1,096^x$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	399	398	0,72	0,72
2004	431	437	-5,51	5,51
2005	479	478	0,58	0,58
				6,81

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= 4,5$$

$$MAD = \frac{\sum [e]}{n}$$

$$= 2,27$$

Dipilih nilai error terkecil yaitu dengan menggunakan fungsi eksponensial, sehingga :

F eksponensial domestik =  $436,515 \cdot 1,096^x$

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	629,86	690,32	756,59	829,23	908,8
	7558,3	8283,9	9079,1	9950,7	10906