

24.674/H/05

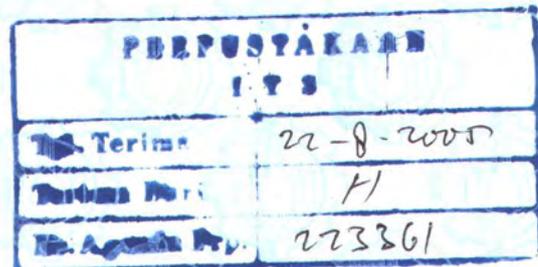
Tugas Akhir
(LS 1336)



**ANALISA PERFORMANSI SISTEM TERMINAL
OPERATOR (TO) PADA AKTIVITAS BONGKAR
MUAT DI BERLIAN JASA TERMINAL
INDONESIA TANJUNG PERAK - SURABAYA**



RSSP
623.8881
Pra
a-1
2005



Oleh:

AYU PRAMITASARI
4201.100.033

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMANSI SISTEM TERMINAL OPERATOR (TO) PADA AKTIVITAS BONGKAR MUAT DI BERLIAN JASA TERMINAL INDONESIA TANJUNG PERAK - SURABAYA

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

Dosen Pembimbing I

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

Menyetujui,



Dosen Pembimbing II

Ir. Hari Prastowo, Msc
NIP. 131 933 294

22/08/05



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 : Ayu Pramitasari
NIM : 4201 100 033
Dosen pembimbing : 1. Ir. R.O Saut Gurning, MSc
2. Ir. Hari Prastowo

Tanggal Diberikan Tugas :
Tanggal Diselesaikan Tugas :
Judul Tugas Akhir :

ANALISA PERFORMANSI SISTEM
TERMINAL OPERATOR (TO) PADA
AKTIVITAS BONGKAR MUAT DI BERLIAN
JASA TERMINAL INDONESIA TANJUNG
PERAK SURABAYA

Surabaya, Maret 2005

Dua Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan - ITS

Suryo Widodo Adji, MSc.
Nip. 131 879 390

Dosen Pembimbing I /

R.O Saut Gurning, MSc
Nip. 132.122.980

Dosen Pembimbing II

Ir. Hari Prastowo.
Nip. 131.933.294

Yang menerima tugas,

Mahasiswa

Ayu Pramitasari
Nrp. 4201 100 033



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

LEMBAR KEMAJUAN Pengerjaan Tugas Akhir

Nama Mahasiswa : Ayu Pramitasari

Nrp : 4201 100 033

Judul Tugas Akhir : ANALISA PERFORMANSI SISTEM
TERMINAL OPERATOR (TO) PADA BERLIAN
JASA TERMINAL INDONESIA TANJUNG
PERAK SURABAYA

No.	Tanggal	Kegiatan	Rencana Asistensi Berikutnya	Paraf Pembimbing
1	16/03	Bab I & Bab II	23/03	
2	29/03	revisi permodelan		
3		Asistensi bab I & II		
4		Asistensi bab II & III		
5	14/04 '05	Asistensi bab III		
6	19/04 '05	Asistensi bab III & IV		
7	23/04 '05	Pengumpulan Data		
8	26/03 '05	Simulasi skenario muat I		
9	26/03 '05	Simulasi skenario muat II		
10				
11				
12				
13	17/06 '05	Analisa data simulasi		
14	21/06 '05	Analisa data simulasi		
15	28/06 '05	Simulasi bank + teori antrian		
16	29/06 '05	Analisa Data + teori antrian + Simulasi baru		
17	30/06 '05			

Catatan (diisi oleh dosen pembimbing)

. Tugas Akhir telah layak / tidak layak (*) untuk diujikan

(*) = coret yang tidak perlu

. Catatan lain yang dianggap perlu: (bila diperlukan bisa menggunakan halaman yang kosong dibaliknya)

ABSTRACT

Operator Terminal System is a new system which is used by Berlian Jasa Terminal Indonesia since 2002. By literature studying, observation in field, and information from operator in Berlian Jasa Terminal Indonesia we know that operator Operator Terminal System is more effective. But the effectivity level still possibly to increased by develop several supporting factor, like loading – unloading equipment, yard or warehouse to minimize the container queue which is now happen in Berlian Jasa Terminal Indonesia.

This final project analyzed Terminal OperatorSystem in Berlian Jasa Terminal Indonesia. The analysis is done to the equipment by simulated every loading and unloading scenario which is used in Berlian Jasa Terminal Indonesia. And than make a new scenario to decrease the queue by evaluated Berlian Jasa Terminal Indonesia layout.

To decrease the container queue, equipment is needed. The recommended equipment are shore crane and top loader. The new model with thi equipment will be simulated. It can be known the difference between recent queue and queue from the simulation also how the trend will happen until 2010.

Key word : container, queue

Ayu Pramitasari

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan berkah dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (LS 1336) dengan judul **"ANALISA PERFORMANSI SISTEM TERMINAL OPERATOR (TO) PADA AKTIVITAS BONGKAR MUAT DI BERLIAN JASA TERMINAL INDONESIA TANJUNG PERAK - SURABAYA"** ini pada waktu yang telah ditentukan.

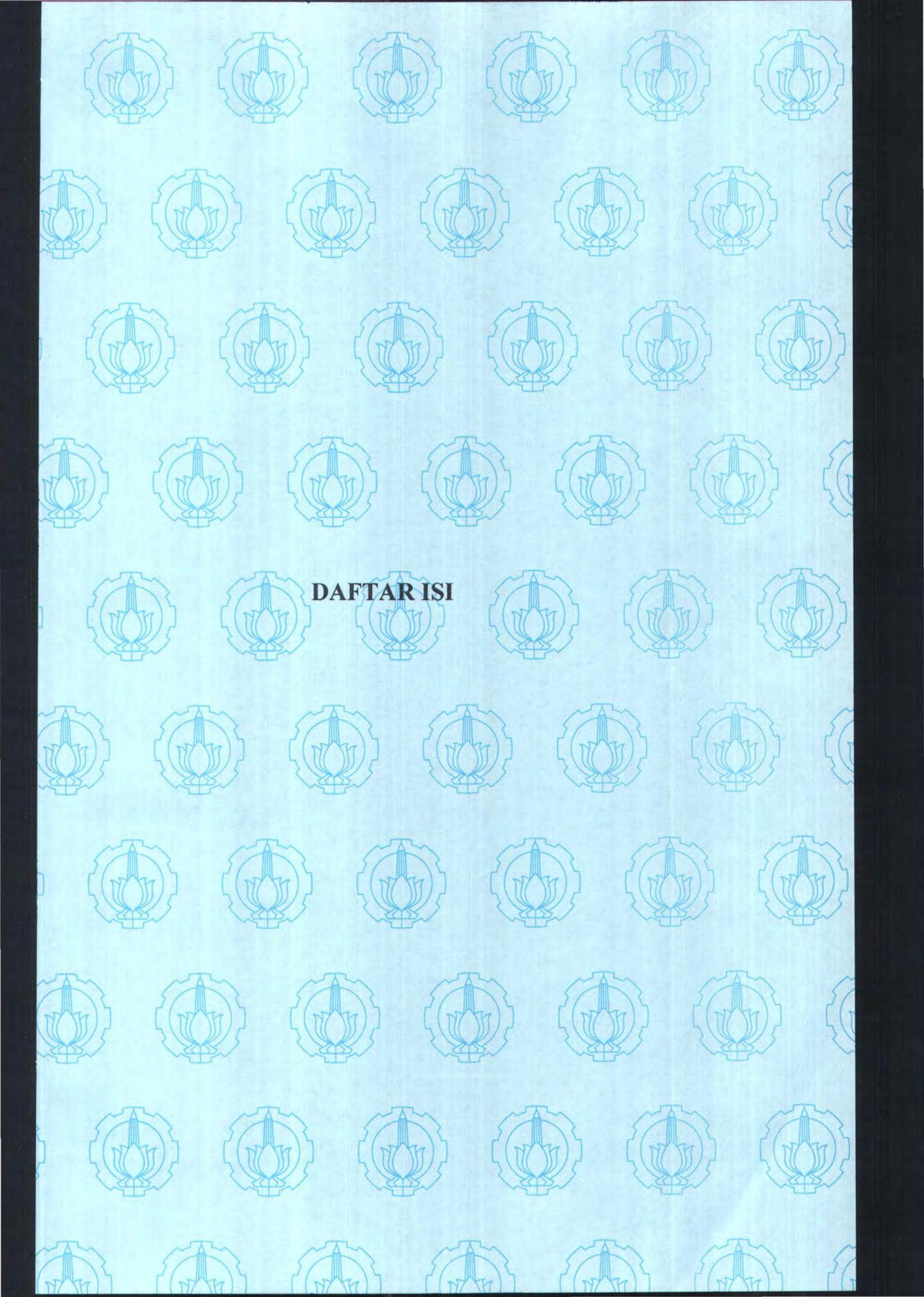
Tugas akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan penulisan karya tulis ini, sehingga akhirnya dapat bermanfaat bagi semua yang berkepentingan.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 15 Agustus 2005

Ayu Pramitasari



DAFTAR ISI

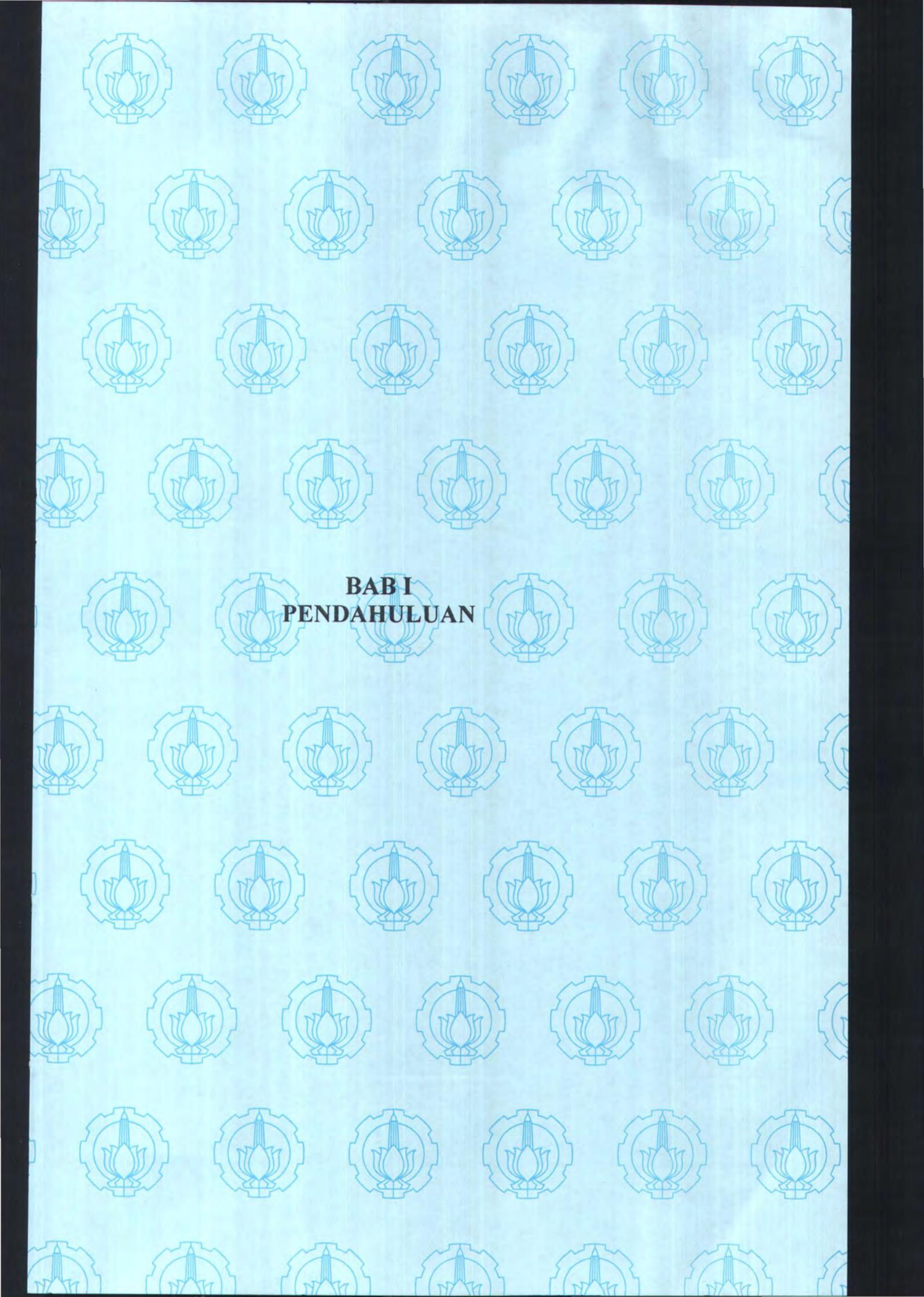
DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Abstract	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar	iii
Ucapan Termakasih	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Perumusan Masalah	I – 2
1.3 Batasan Masalah	I – 3
1.4 Tujuan Penulisan	I – 3
1.5 Manfaat Penulisan	I – 4
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	I – 4
BAB II DASAR TEORI	II - 1
II.1 Pengertian Pelabuhan	II – 1
II.2 Sistem Gudang Operator dan Sistem Terminal Operator pada Pelabuhan	II – 2
II.3 Peti Kemas	II – 4
II.4 Material Handling	II – 7
II.5 Proses Bongkar Muat Container oleh Shore Crane	II – 11
II.6 Peramalan	II – 11
II.7 Metode Sistem Antrian	II – 14
II.7.1 Bentuk Disiplin yang Biasa Digunakan Dalam Praktek	II – 15
II.7.2 Sistem dan Struktur Antrian	II – 16
II.7.2.1 Sistem-Sistem Antrian	II – 16
II.7.2.2 Model Struktur Antrian Dasar yang Umum Terjadi	II – 16

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Layout Berlian Jasa Terminal Indonesia	
Gambar III.1	Flow Chart pengerjaan tugas akhir	
Gambar IV.1	Grafik Trend Bongkar tahun 2002-2010	IV – 5
Gambar IV.2	Grafik Trend Muat tahun 2002-2010	IV – 6
Gambar IV.3	Layout Berlian Jasa Terminal Indonesia	IV – 7
Gambar IV.4	Basic Design Sistem Bongkar 1	IV – 7
Gambar IV.5	Basic Design Sistem Bongkar 2	IV – 9
Gambar IV.6	Basic Design Sistem Bongkar – Keluar area Berlian Jasa Terminal	IV – 10
Gambar IV.7	Basic Design Sistem Muat 1	IV – 12
Gambar IV.8	Basic Design Sistem Muat 2	IV – 13
Gambar IV.9	Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 1	IV – 22
Gambar IV.10	Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk Skenario Awal dan Skenario 1	IV – 23
Gambar IV.11	Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 2	IV – 24
Gambar IV.12	Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk Skenario Awal dan Skenario 2	IV – 25
Gambar IV.13	Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 3	IV – 26
Gambar IV.14	Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk Skenario Awal dan Skenario 3	IV – 27
Gambar IV.15	Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 4	IV – 28
Gambar IV.16	Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk Skenario Awal dan Skenario 4	IV – 29
Gambar IV.17	Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 5	IV – 30

Gambar IV.18	Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk Skenario Awal dan Skenario 5	IV – 30
Gambar IV.19	Grafik Perbandingan Prosentase Antrian pada Setiap Skenario	IV – 36



**BAB I
PENDAHULUAN**

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Untuk mengurangi penumpukan barang yang selama ini terjadi di gudang pelabuhan, maka Rapat Umum Pemegang Saham PT Pelindo menerapkan system Terminal Operator yang dimulai sejak tahun 2002. Selama ini system yang berlaku adalah system gudang operator (SGO) dimana barang-barang yang datang dapat disimpan cukup lama di gudang-gudang yang terdapat di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Hal ini tentu saja mengakibatkan penumpukan barang di pelabuhan, selanjutnya barang-barang yang baru datang atau baru saja diturunkan dari kapal tidak bisa masuk gudang. Oleh karena itu sesuai dengan hasil evaluasi Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang dilakukan di Jakarta maka diputuskan bahwa pelabuhan Tanjung Perak Surabaya akan menggunakan System Terminal Operator.

Dalam menganalisa pengembangan pelabuhan, sebelumnya kita harus menentukan pelayanan pada masa yang akan datang. Untuk mengetahui tingkat efisiensi pelayanan pada suatu proses dalam hal pelayanan maka harus dilakukan peninjauan baik mengenai pelayanan terhadap kapal maupun penanganan kargonya. Kedua hal ini diperhitungkan oleh karena efisiensi pelabuhan dilihat dari tingkat waiting time yang rendah. Tingkat waiting time penanganan kargo dipengaruhi oleh proses pelayanan kapal memasuki pelabuhan sampai tambat.

Dalam penelitian ini akan dianalisa efisiensi system yang saat ini digunakan oleh BJTI (Berlian Jasa Terminal Indonesia), yaitu system Terminal Operator. Data-

I.3 Batasan Masalah

1. Analisa yang dilakukan hanya difokuskan pada Berlian Jasa Terminal Indonesia (BJTI) Tanjung Perak Surabaya.
2. Analisa terhadap alat bongkar muat difokuskan pada alat pendukung untuk aktivitas ini, dan mengetahui apakah kapasitas alat pendukung Bongkar Muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya sudah dapat melayani Bongkar muat pada system TO.
3. Menganalisa berapa penambahan kapasitas alat pendukung proses bongkar muat yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang maksimum sehingga diperoleh efisiensi waktu maksimum.
4. Analisa yang dilakukan hanya pada full container load.
5. Tugas akhir ini tidak membahas masalah analisa teknis ekonomis.

I.4 Tujuan Penulisan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Menentukan performansi alat Bongkar muat di pelabuhan Berlian Jasa Terminal Indonesia.
2. Menentukan kapasitas bongkar muat serta penambahan alat pendukung bila diperlukan.
3. Menganalisa kemampuan teknis alat pendukung sistem bongkar muat, sehingga didapatkan prosentase antrian terkecil.

I.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui system Terminal Operator yang digunakan untuk bongkar muat container yang saat ini digunakan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia-Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
2. Mengetahui berbagai jenis peralatan pendukung yang dibutuhkan untuk proses bongkar muat dengan system Terminal Operator (TO) di Berlian Jasa Terminal Indonesia - Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
3. Mengetahui kapasitas dari masing-masing alat pendukung, sehingga dapat dicapai hasil yang maksimal.

I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari :

Lembar judul

Lembar Pengesahan

Abstrak

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Gambar

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang penulisan tugas akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penulisan tugas akhir.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dibahas mengenai teori-teori yang berhubungan dengan bongkar muat, material handling, pelabuhan dan teori antrian untuk menyelesaikan permasalahan yang menunjang penulisan tugas akhir ini.

Bab III Metodologi

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode pengerjaan tugas akhir, pengolahan dan analisa data dalam penyelesaian permasalahan yang diangkat sebagai topic dalam tugas akhir.

Bab IV Analisa dan Hasil Penelitian

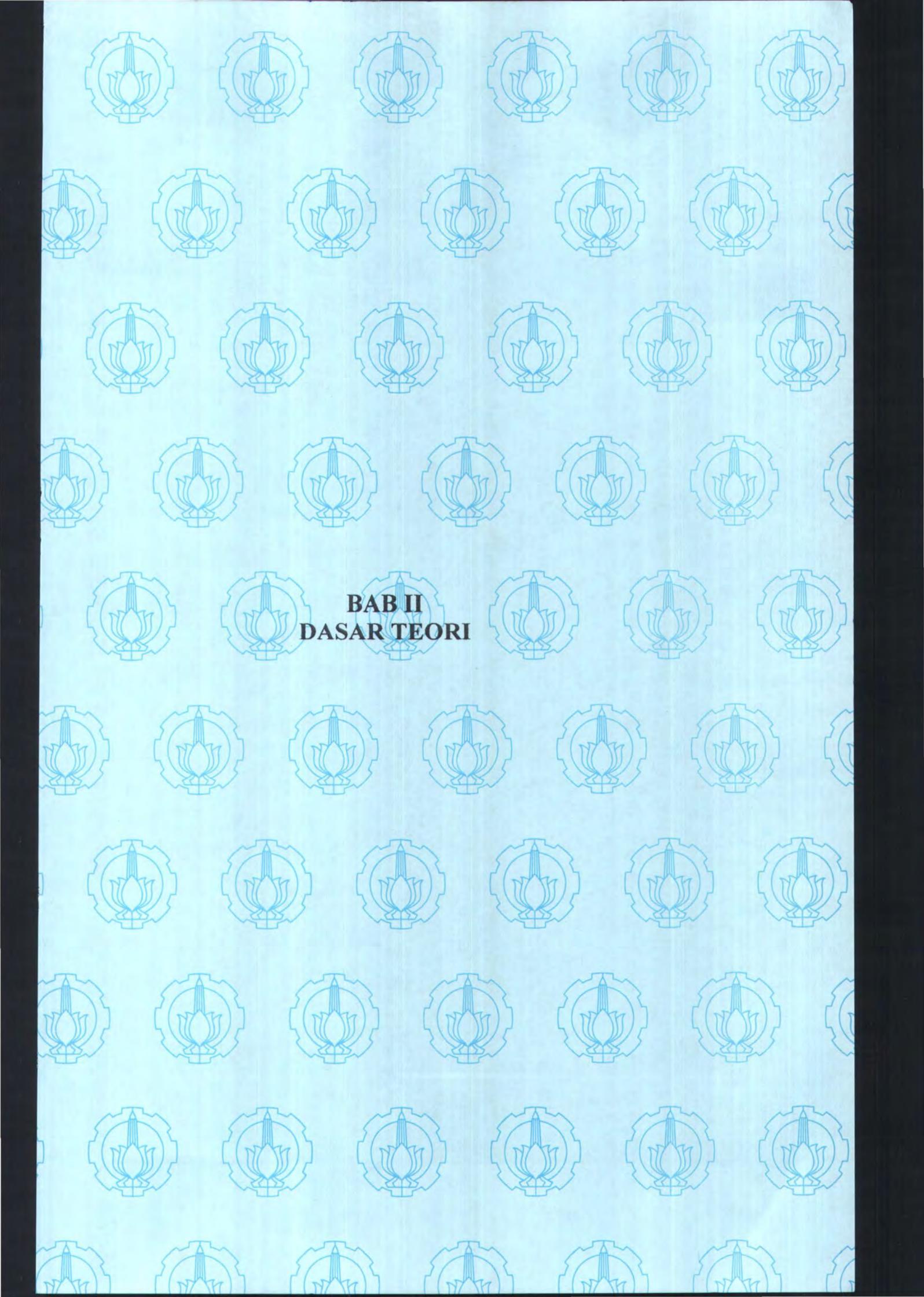
Pada bab ini akan menjelaskan mengenai data yang didapat dari Berlian Jasa Terminal Indonesia baik data primer maupun data sekunder serta hasil pengolahan data tersebut sehingga dapat mencapai tujuan seperti yang diharapkan.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini akan disimpulkan hasil dari penelitian tugas akhir yang telah selesai dikerjakan serta beberapa saran untuk meningkatkan kinerja dari alat bongkar muat yang digunakan pada system terminal operator di Berlian Jasa Terminal Indonesia.

Daftar Pustaka

Lampiran



BAB II
DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

Indonesia yang merupakan negara bahari, dan terletak pada posisi yang strategis dalam dunia perdagangan menyebabkan banyak sekali aktivitas perdagangan yang menggunakan jasa kapal sebagai sarana transportasi untuk mengirim dan mendatangkan barang dari dan ke luar negeri atau ke daerah lain yang masih ada didalam negeri sendiri. Secara otomatis kegiatan dipelabuhan dapat dikatakan sangat padat. Kegiatan ini meliputi kegiatan bongkar dan muat barang yang datang dan akan dikirimkan. Dengan padatnya aktivitas di pelabuhan menyebabkan setiap pelabuhan di Indonesia harus berbenah diri sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Di Indonesia banyak sekali terdapat pelabuhan besar, yang memiliki fasilitas cukup lengkap untuk mendukung aktivitas bongkar muat dipelabuhan.

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya merupakan salah satu diantara pelabuhan besar tersebut. Pada pelabuhan ini terdapat aktivitas bongkar muat yang sangat padat. Tak jarang kita dengar bahwa gudang pelabuhan penuh karena banyaknya cargo / barang – barang baru yang datang dan belum diambil oleh pemiliknya. Hal ini mengakibatkan barang-barang yang baru datang dari kapal tidak mendapatkan tempat yang layak, sehingga terjadi penumpukan diarea lain yang bukan area untuk menyimpan barang tersebut.

II.1 Pengertian Pelabuhan

Pelabuhan adalah tempat berlabuh dan atau tempat bertambatnya kapal serta kendaraan air lainnya untuk menaikkan dan menurunkan penumpang,

bongkar muat barang dan hewan serta merupakan daerah lingkungan kerja kegiatan ekonomi (Peraturan Pemerintah RI No. 11 / 1983 bab I, pasal 1). Sedangkan menurut (Triadmodjo 1996) : pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang yang dilengkapi fasilitas terminal laut meliputi dermaga, dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, crane – crane untuk bongkar muat barang, gudang laut (transito) dan tempat – tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya dan dan gudang-gudang tempat menyimpan barang selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan / pengapalan. Terminal ini dilengkapi dengan jalan kereta api, jalan raya / saluran pelayaran darat. Dengan demikian daerah pengaruh pelabuhan bisa sangat jauh dari pelabuhan tersebut.

II.2 Sistem Gudang Operator dan Sistem Terminal Operator Pada Pelabuhan

Pelabuhan bongkar muat pada umumnya melayani bongkar muat barang dan juga sebagai gudang penyimpanan, sehingga fungsinya juga bertambah untuk itu biasa kita menyebutnya dengan Sistem Gudang Operator. Tetapi perlu diketahui system ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah pelabuhan bongkar muat cenderung dijadikan sebagai gudang bagi barang-barang yang belum diambil oleh pemiliknya. Hal inilah yang menyebabkan banyak sekali barang menumpuk dipelabuhan. Upaya yang dilakukan oleh PT. Persero Pelabuhan adalah dengan merubah system di pelabuhan dari Sistem Gudang Operator (SGO) menjadi Sistem Terminal Operator (TO). Sistem Terminal Operator dipilih karena system ini dapat lebih efisien mengurangi penumpukan di

pelabuhan. Pada sistem terminal operator, BJTI hanya berperan sebagai operator. Untuk mengoptimalkan pelayanan bongkar muat barang dari dan ke kapal di Berlian Jasa Terminal Indonesia Tanjung Perak Surabaya, manajemen Pelindo III merencanakan akan menerapkan sytem Terminal Operator (TO) tetapi dengan model baru berbeda dengan system TO yang sudah diterapkan di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta beberapa tahun yang lalu. Penerapan sistem TO memang terkesan mendadak, namun hal itu sesuai dengan hasil evaluasi Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) (<http://www.maritimindo.com>)

Untuk menunjang bongkar muat di pelabuhan dengan Sistem Terminal Operator diatas maka diperlukan banyak alat penunjang kebutuhan pelayanan sesuai dengan perkembangan kebudayaan dan teknologi maka perpindahan muatan (barang - barang) ini membutuhkan dimensi baru yaitu segi kualitas angkutan yang meliputi keamanan muatan, kecepatan akan tibanya di tempat tujuan dan keteraturan singgah dari sarana angkutan tersebut (Kramadibrata, 1985). Jika menginginkan untuk merubah bahan baku menjadi produk maka akan memerlukan aktifitas pemindahan/ movement sekurang-kurangnya satu dari 3 elemen dasar system produksi, yaitu : bahan baku, orang atau pekerja, atau mesin dan peralatan produksi lainnya (Sritomo, 1992). Menurut pengamat ekonomi di Pusat Data Bisnis Indonesia, proyek pembangunan terminal dengan type seperti ini memang akan memerlukan investasi yang besar hingga ratusan milyar rupiah., tapi keuntungan yang diraup dari situ juga luar biasa besarnya. Dapat mencapai trilyunan rupiah per tahun. Terutama keluar masuknya kapal – kapal niaga yang bongkar muat di pelabuhan tersebut. (apakabar@access.digex.net)

Selain itu untuk dekade sekarang ini pengembangan pelabuhan sifatnya membutuhkan kedalaman yang lebih besar dan dermaga yang lebih panjang dan lebar karena perkembangan dari bentuk kapal yang semakin besar. Pelayanan muatan yang lebih besar membutuhkan area pergudangan yang besar pula serta berbagai alat penunjang seperti crane, forklift, reach stacker dan peralatan lainnya untuk mendapatkan produktifitas yang lebih tinggi. Sehingga memerlukan biaya investasi peralatan dan struktur yang tinggi (Bruun.1981).

II.3 Peti Kemas (Container)

Peti Kemas adalah peti yang terbuat dari logam yang memuat barang-barang yang lazim disebut dengan muatan umum (general cargo) yang akan dikirim melalui laut. Berbeda dengan cara pengangkutan dengan kapal konvensional maka sejak pemuatan sampai kepada pembongkaran (bahkan sampai ke tempat yang dituju) barang-barang yang dikirim dengan peti kemas tidak dijamah orang, karena dengan peti itu barang dimuat ke atas kapal dan bersama peti itu pula barang dibongkar dari dalam kapal dan diturunkan ke darat.

Pengertian Container atau Peti Kemas :

1. Berdasarkan Customs Convention on Containers 1972, yang dimaksud dengan container adalah alat untuk mengangkut barang yang :
 - Seluruhnya atau sebagian tertutup sehingga berbentuk peti atau kerat dan dimaksud untuk diisi barang yang akan diangkut.
 - Berbentuk permanent dan kokoh sehingga dapat dipergunakan berulang kali untuk pengangkutan barang.

- Dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengangkutan barang dengan suatu kendaraan tanpa terlebih dulu dibongkar kembali.
 - Dibuat sedemikian rupa untuk langsung dapat diangkut, khususnya apabila dipindahkan dari satu ke lain kendaraan
 - Dibuat sedemikian rupa sehingga mudah diisi dan dikosongkan.
 - Mempunyai isi diukur bagian dalam sebesar 1 m³ atau lebih.
- 2 Dalam pengertian container termasuk perlengkapan dan peralatan untuk container yang diangkut bersama-sama dengan container yang bersangkutan.

Keuntungan penggunaan peti kemas dalam pengangkutan barang-barang melalui laut adalah :

- 1) Muat bongkar dapat dilakukan dengan cepat dibandingkan dengan muat bongkar barang-barang dengan pengepakan konvensional.
- 2) Penurunan persentase kerusakan karena barang-barang disusun secara mantap didalam petikemas dan hanya disentuh pada saat pengisian dan pengosongan peti kemas tersebut saja.
- 3) Berkurangnya persentase barang-barang yang hilang akibat dicuri (theft & pilferage) karena barang – barang tersebut tertutup didalam peti kemas dari logam itu.
- 4) Memudahkan pengawasan oleh pemilik barang (shipper) yang bila perlu dapat menyimpan barangnya ke dalam peti kemas di arena pergudangannya sendiri.

- 5) Dapat menghindari pencampuran barang – barang yang sebenarnya tidak boleh bercampur satu sama lain.

Disamping keuntungan yang diperoleh dari penggunaan peti kemas, sesungguhnya peti kemas atau biasa disebut dengan container menimbulkan masalah-masalah yang rumit, khususnya bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia. Masalah-masalah itu antara lain :

- 1) Suatu container yang berkapasitas isi rata-rata antara 15 sampai 20 ton sudah barang tentu memerlukan peralatan muat bongkar di darat maupun diatas kapal dengan kapasitas yang sesuai seperti derek darat maupun derek kapal yang berkapasitas diatas 20 ton.
- 2) Barang – barang yang dimuat dengan container, apalagi jika pengangkutan didasarkan pada kontrak angkutan door to door, sesungguhnya sudah tidak memerlukan gudang-gudang pelabuhan, tetapi memerlukan dermaga untuk pelaksanaan muat bongkr serta terminal peti kemas yang luas di wilayah pelabuhan (container's yard) sebagai lapangan penumpukan peti kemas atau biasa disebut dengan container yard.
- 3) Container dengan kapasitas 20 ton jelas memerlukan alat angkut darat di pelabuhan seperti trailer dengan kapasitas diatas 20 ton. Sebagai konsekuensi logis diperlukan perombakan struktur dan daya tahan jalan raya yang sesuai untuk keperluan peti kemas.

Standart pelayanan peti kemas / container

Peti kemas merupakan suatu kotak besar terbuat dari bahan campuran baja dan tembaga (anti karat) dengan pintu yang dapat terkunci dan pada tiap sisi-

sisinya dipasang suatu kunci putar (corner fitting dan twist lock), sehingga antara satu peti kemas dengan peti kemas lainnya dapat dengan mudah disatukan atau dilepaskan. Pada tempat pengiriman, barang-barang dengan satuan yang lebih kecil dimasukkan ke dalam container kemudian dikunci / disegel untuk siap dikirimkan. Penanganan container di luar perairan pelabuhan dilakukan oleh shore crane, top loader, truck, RTG dan Reach Stacker.

Pengaturan container dilapangan penumpukan atau biasa disebut dengan container yard adalah dengan menggunakan reach stacker atau dengan menggunakan RTG bila container harus diletakkan pada tumpukan ke 3. Bongkar muat container bila menggunakan keran peti kemas dapat dilakukan dalam waktu 2,5 – 3 menit. Jenis keran peti kemas ada 2, yaitu :

- a) Jenis menetap (statis) biasanya mempunyai kapasitas angkut yang sangat besar, yaitu antara 40-100 ton.
- b) Jenis bergerak (travelling), jenis ini memiliki kapasitas lebih kecil daripada jenis menetap, kapasitasnya antara 3-50 ton. Yang digunakan oleh BJTI untuk bongkar muat container adalah jenis bergerak (travelling).

Setelah peti kemas diturunkan sampai kade barang dipindahkan ke container yard dengan menggunakan berbagai peralatan, antara lain top loader, truck, reach stacker dan RTG.

II.4 Material Handling

Performance dari material handling didefinisikan sebagai suatu acuan untuk menentukan pengukuran efisiensi dan efektifitas. Efektifitas material handling system menguraikan tentang system dalam melaksanakan tugas

Alat yang hanya berfungsi secara umum saja, yaitu untuk memindahkan barang

David E Muchahy (1994) menyebutkan 2 tujuan utama dari fasilitas handling adalah untuk meningkatkan keuntungan dan pelayanan pada konsumen. Untuk mencapai tujuan ini gudang dan operasi distribusi membentuk aktivitas-aktivitas :

- a) Memaksimalkan utilisasi storage
- b) Memaksimalkan utilisasi peralatan gudang
- c) Memksimalakan utilisasi kerja karyawan / operator
- d) Meminimalkan pengeluaran operasi perusahaan.

Menurut Beamon,1998 Handling time per job merupakan waktu yang langsung dihubungkan dengan pemindahan bahan. Waktu ini meliputi :

- 1) Waktu kerja yang digunakan dalam antrian
- 2) Total waktu perjalanan
- 3) Total waktu memuat dan membongkar
- 4) Total waktu hambatan sarana angkut

Number of loads completed merupakan banyaknya beban yang diselesaikan setelah jangka waktu tertentu oleh semua sarana pemindahan bahan. Egbelv dan Tanchoco (1986) menggunakan banyaknya beban penyelesaian (number of load completed) sebagai sarana untuk mengukur performansi dari peralatan bongkar muat.

II.5 Proses Bongkar Muat Container oleh Shore Crane

Fungsi dari shore crane adalah untuk mengangkat dan memuat container dari dan ke kapal. Proses bongkar muat didermaga dengan shore crane adalah sebagai berikut :

- 1) Container dikawal diangkat oleh container crane, spreader akan diturunkan ke ruang palka kapal untuk mengambil container (gerakan hoist lowering/turun), setelah tepat pada container twistlock spreader pada sudut container akan mengunci.
- 2) Selanjutnya container akan diangkat oleh spreader secara perlahan-lahan (gerakan hoist naik).
- 3) Pada ketinggian yang aman (tidak menyinggung container 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 container, gerakan selanjutnya adalah gerakan menurun (hoist lowering).
- 5) Setelah sampai twistlock akan dibuka, kemudian spreader diangkat ke atas dan menyeberang untuk mengambil container lain.

II.6 Forecasting / Peramalan

Peramalan (forecasting) permintaan akan produk dan jasa diwaktu mendatang dan bagian-bagiannya adalah sangat penting dalam perencanaan dan pengawasan produksi. Peramalan yang baik adalah esensial untuk efisiensi

operasi-operasi manufacturing dan produksi jasa. Manajemen produksi / operasi menggunakan hasil-hasil peramalan dalam pembuatan keputusan-keputusan yang menyangkut pemilihan proses, perencanaan kapasitas dan layout fasilitas, serta untuk berbagai keputusan yang bersifat terus menerus berkenaan dengan perencanaan, scheduling dan persediaan.

Metode peramalan yang sering digunakan adalah metode time series atau biasa disebut dengan analisis runtun waktu. Model-model peramalan runtun waktu mencoba untuk meramalkan kejadian – kejadian di waktu yang akan datang atas dasar serangkaian data masa lalu. Serangkaian data ini merupakan serangkaian observasi berbagai variabel menurut waktu, dan biasanya ditabulasikan dan digambarkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan perilaku variabel subyek. Beberapa pendekatan untuk analisa runtun waktu telah tersedia, yang semuanya bermaksud memerinci runtun waktu menjadi komponen-komponen yang terpisah. Setiap komponen kemudian digunakan untuk membuat ramalan. Dengan memerinci serangkaian data menjadi komponen, maka akan dapat dicapai tingkat ketepatan yang lebih besar karena pengaruh-pengaruh yang terpisah pada nilai ramalan akhir dipertimbangkan.

Perhitungan Trend dengan menggunakan kuadrat terkecil (least squares), adalah salah satu metode yang paling luas untuk menentukan persamaan trend data karena karena metoda ini menghasilkan apa yang secara matematik digambarkan sebagai "line of best fit". Garis trend ini memiliki sifat-sifat :

- Penjumlahan seluruh deviasi vertikal titik-titik data terhadap garis adalah nol

- Penjumlahan seluruh kuadrat deviasi vertikal data historik dari garis adalah minimum
- Garis melalui rata-rata x dan y

Untuk persamaan linear, garis trend dicari dengan penyelesaian :

a) Untuk data dengan jumlah ganjil, maka :

$$Y = a + bx$$

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

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

b) Untuk data dengan jumlah genap, maka:

$$Y = a + bx$$

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

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Untuk persamaan eksponensial garis trend dicari dengan persamaan :

$$Y = axb^x$$

$$\text{Log } a = \frac{\Sigma(\text{log } Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\Sigma(x \text{ log } Y)}{\Sigma X^2}$$

Mean Absolute Deviation (MAD)

MAD merupakan pengukur kesalahan peramalan. Forecast tentu tidak akan lepas dari kemelesetan atau kesalahan dari estimasi, sehingga perlu dilakukan perhitungan dalam pengambilan keputusan. Dengan mengetahui tingkat

kemelesetan dari estimasi maka tingkat ketepatan peramalan kita bisa diperbaiki.

Kesalahan – kesalahan ramalan individual biasanya dihitung dengan :

$$MAD = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

Dimana : n = jumlah periode

II.7 Metode Sistem Antrian

Spesifikasi dari proses kedatangan berisi suatu gambaran bagaimana suatu individu memasuki suatu system. Proses kedatangan mungkin bersifat konstan / acak (random). Dalam proses kedatangan mungkin terjadi para individu yang datang satu persatu / secara kelompok. Proses lain yang mungkin terjadi adalah apakah ada penolakan / pembatalan dalam system tersebut. Penolakan terjadi apabila seseorang menolak memasuki fasilitas pelayanan karena terjadi antrian yang terlalu panjang.

Karakteristik antrian ditandai dengan 4 buah komponen, yang antara lain :

1) Konsep kedatangan

Cara dengan mana individu-individu dari populasi memasuki system disebut pola kedatangan (arrival pattern). Individu-individu mungkin datang dengan tingkat kedatangan (arrival rate) yang konstan ataupun acak / random (banyak individu-individu perjanjian periode waktu).

2) Mekanisme Pelayanan

Mekanisme pelayanan biasanya ditandai dengan adanya waktu pelayanan (service time), yaitu waktu yang diperlukan oleh pelayan (server) untuk melayani pelanggannya. Besarnya waktu pelayanan tergantung pada jumlah pelayan yang ada.

3) Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu-individu yang memasuki antrian untuk dilayani terlebih dahulu (prioritas).

4) Kapasitas sumber input

Sumber masukan dari suatu system dapat terdiri atas suatu populasi orang, barang, komponen, atau kertas kerja yang datang pada system untuk dilayani. Kapasitas sumber input adalah jumlah maksimum pelanggan, yang sedang berada dalam antrian dan akan dilayani, yang dapat ditampung oleh fasilitas pelayanan pada saat yang sama.

II.7.1 Bentuk disiplin pelayanan

Bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan dalam praktek, antara lain :

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.7.2 Sistem Dan Struktur Antrian

Banyak perbedaan system-sistem dan struktur antrian yang terdapat dalam masyarakat yang semakin kompleks. Perbedaan-perbedaan dalam jumlah antrian, fasilitas pelayanan, dan hubungan-hubungan yang terjadi dapat menghasilkan bentuk/ susunan yang bervariasi tidak terbatas.

II.7.2.1 Sistem-sistem Antrian

Pada umumnya, system antrian dapat diklasifikasikan menjadi system yang berbeda-beda dimana teori antrian dan simulasi sering diterapkan secara luas. Klasifikasi menurut Hillier dan Lieberman adalah sebagai berikut :

- a. Sistem pelayanann komersial
- b. Sistem pelayanan bisnis-industri
- c. Sistem pelayanan transportasi
- d. Sistem pelayanan social

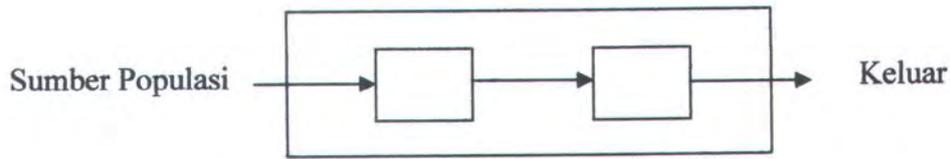
II.7.2.2 Model Struktur Antrian Dasar yang Umum Terjadi

Model struktur antrian dasar yang sering terjadi diseluruh system antrian antara lain :

- 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.

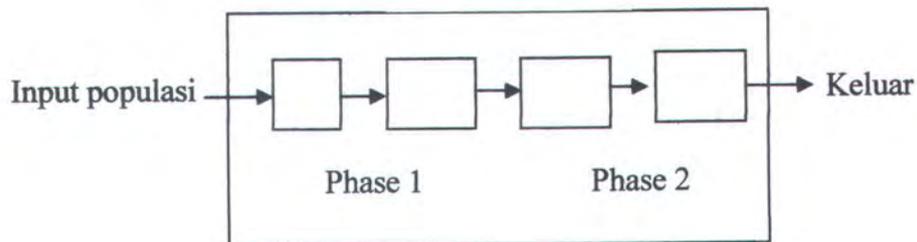
Sistem Antrian



b) Single Chanel - Multi Phase

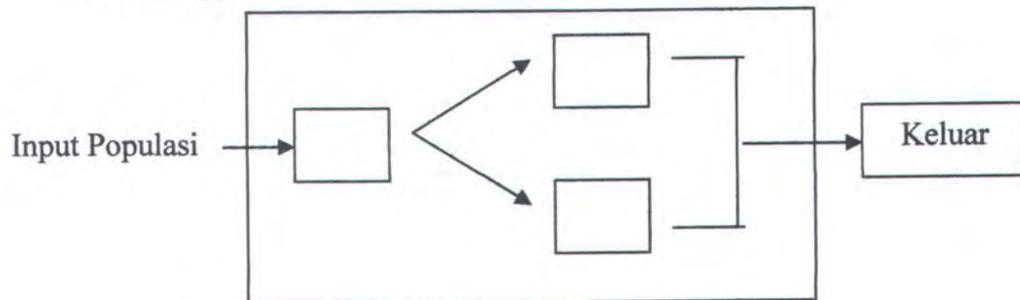
Multiphase berarti ada 2 atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase)

Sistem Antrian



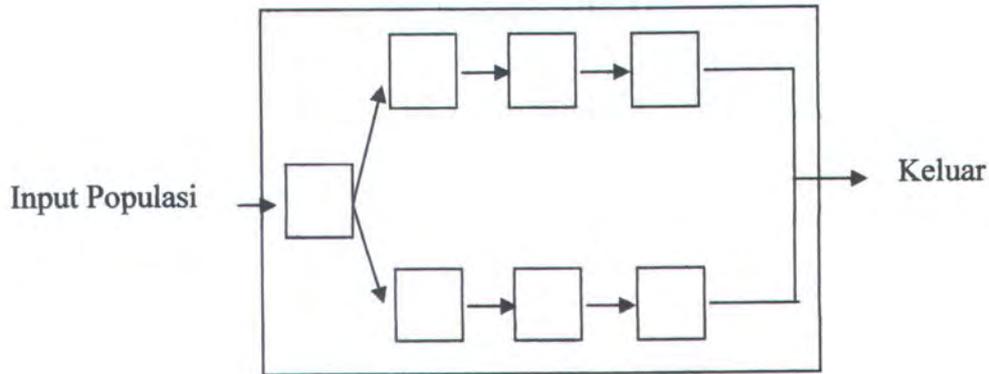
c) Multi Chanel – Multi Phase

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



d) Multi Chanel – Multi Phase

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



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

Terminologi dan notasi yang digunakan dalam perhitungan model antrian adalah sebagai berikut :

Kadaan Sistem : jumlah langganan (unit) pada system

Panjang antrian : Jumlah langganan (unit) yang menunggu pelayanan = keadaan system dikurangi jumlah unit yang dilayani

n : Jumlah satuan container dalam antrian pada waktu t

λ : Kecepatan pertibaan rata-rata dalam satu satuan waktu

μ : Kecepatan pelayanan rata-rata dalam satu-satuan waktu

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

Dimana : x_i = jumlah kedatangan perselang waktu

f = Frekuensi pengamatan

Jika suatu system antrian telah dimulai berjalan, keadaan system (jumlah unit dalam system) akan dipengaruhi oleh state (keadaan) awal dan waktu yang telah dilalui. Dalam keadaan seperti ini, system dikatakan dalam kondisi transient. Tetapi, lama kelamaan keadaan system ini akan independent terhadap keadaan state awal tersebut, dan juga terdapat waktu yang dilaluinya. Keadaan system seperti ini dikatakan dalam keadaan steady state. Teori antrian cenderung memusatkan pada kondisi steady state, sebab kondisi transient lebih sukar dianalisis. Notasi berikut ini digunakan untuk system dalam kondisi steady state :

P_n : Peluang bahwa ada n satuan dalam antrian pada waktu t

n_q : Ekspektasi garis panjang atau jumlah pelanggan dalam antrian

n_t : Ekspektasi garis panjang atau jumlah pelanggan dalam system

t_t : Ekspektasi waktu menunggu dalam system (termasuk waktu pelayanan)

t_q : Ekspektasi waktu menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu pelayanan).

II.7.3 Metode Antrian (M/M/C) : (GD/ ∞ / ∞)

Penentuan suatu bentuk sistem biaya minimum atau keuntungan maksimum memerlukan suatu pencarian kombinasi parameter dan variabel variabel tersebut yang menghasilkan tercapainya sasaran-sasaran optimum. Kadang-kadang bentuk optimum mudah didapat, tetapi sangat sering maksud utama dalam perumusan

dan pemecahan model-model antrian adalah untuk menganalisa atau memperbaiki performance variabel-variabel sistem. Model antrian (M/M/C) : (GD/∞/∞) adalah sistem Multi channel-Single phase yang mempunyai antrian tunggal dengan melalui beberapa fasilitas pelayanan.

Untuk perumusan model ini ada beberapa pengembangan rumusan sebagai berikut:

- Menentukan probabilitas tidak adanya antrian (P_0)

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

Dimana :

P_0 : Probabilitas tidak individu dalam antrian

n : Jumlah satuan container dalam antrian pada waktu t

λ : Kecepatan pertibaan rata-rata dalam satu satuan waktu

μ : Kecepatan pelayanan rata-rata dalam satu-satuan waktu

- Menentukan probabilitas adanya antrian (P_w)

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

Dimana :

P_0 : Probabilitas tidak individu dalam antrian

n : Jumlah satuan container dalam antrian pada waktu t

λ : Kecepatan pertibaan rata-rata dalam satu satuan waktu

μ : Kecepatan pelayanan rata-rata dalam satu-satuan waktu

II.8 Simulasi Dengan Menggunakan Software Arena

Simulasi yang digunakan untuk proses bongkar muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia ini dengan menggunakan software Arena 5.0. Dengan menggunakan software ini kita bisa mensimulasikan beberapa skenario aktivitas bongkar muat. Skenario dari Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah seperti dibawah ini :

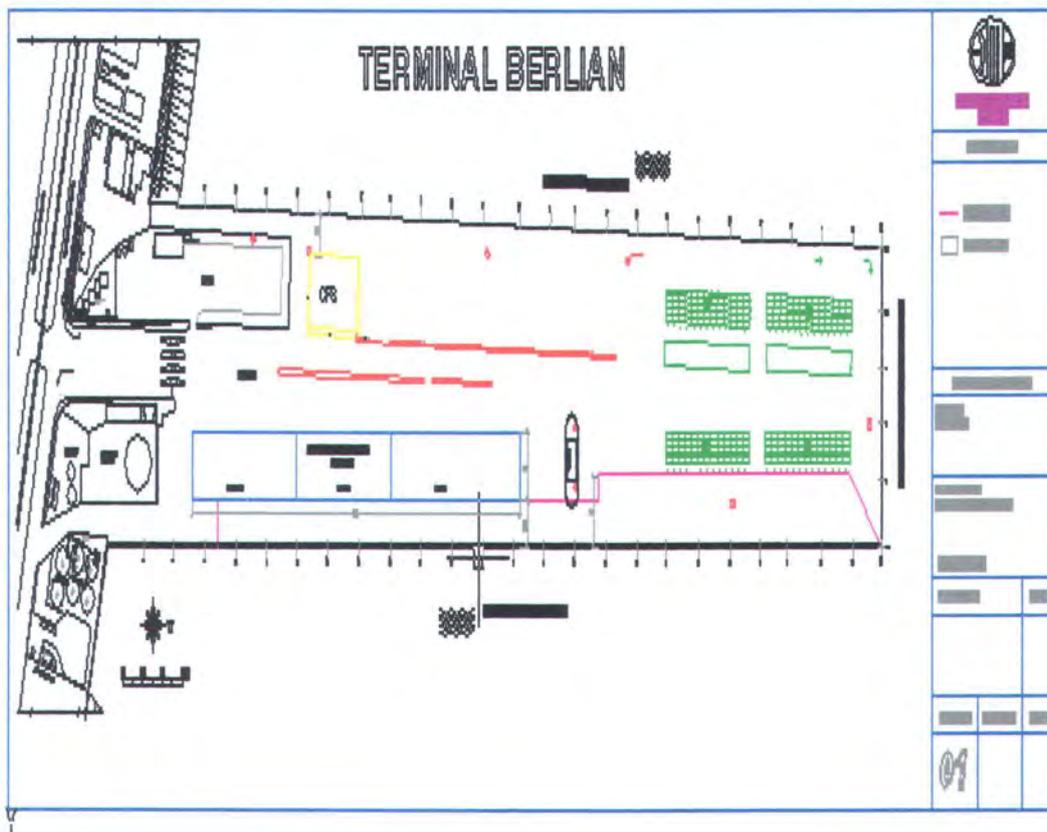
II.8.1 Proses Bongkar Container

- Kapal → Shore crane → Top Loader → Truck →
→ RS Container Yard
- Kapal → Shore crane → Top Loader → Truck →
→ RTG → Container Yard
- Kapal → Shore crane → Top Loader → Truck →
→ Gate

II.8.2 Proses Muat Container

- Container yard → RS → Truck → Shore crane → Kapal
- Container yard → RTG → Truck → Shore crane → Kapal

Skenario diatas biasa dilakukan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk melakukan bongkar dan muat container. Dari Skenario yang ada akan disimulasikan dengan menggunakan Arena, dan akan di dapatkan berapa jumlah antrian dan tingkat waiting time pada masing-masing alat yang digunakan. Berikut ini adalah denah dari Berlian Jasa terminal Indonesia :



Gambar 1.1 Gambar Lay out Berlian Jasa Terminal Indonesia

Dengan menggunakan Arena 5.0 ini maka dapat dirancang, diatur dan dijalankan beberapa skenario tambahan dengan menganalisa obyek yang telah ada, yaitu aktivitas bongkar dan muat yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia. Dengan membuat analisa sendiri maka software ini akan memberikan hasil dengan cepat untuk menganalisa dengan menggunakan new proses analyzer yang dimiliki oleh Arena. Selain itu Arena contact center bisa menangani berbagai type costumer contact yang kemudian nantinya dapat menganalisa pengaruh costumer contact terhadap seluruh proses bongkar muat. Dengan menggunakan software ini kita juga bisa menggambarkan dan mendistribusikan berbagai free model yang memungkinkan bisa melihat produk yang belum didapatkan, dengan menggunakan Arena free runtime dapat menjalankan berbagai model yang telah di desain. Arena merupakan suatu software yang memiliki random number generation yang baik karena menggunakan state of the art random generator untuk memastikan bahwa data yang diperoleh nantinya mengalami error yang kecil daripada sebelumnya.

II.9 Tinjauan Distribusi

No	Jenis Alat	Sifat data dari operasi peralatan	Distribusi yang mungkin	Distribusi yang digunakan
1	Top Loader	- Diskret - Data Random - Pola peak data tidak sama	- Erlang - Normal - Triangular	Erlang
2	Reach Stacker	- Diskret - Data Random - Pola peak data tidak	- Erlang - Normal - Triangular	Triangular

Pada Top loader, sifat data dari operasi peralatan adalah data diskret, dimana data dari waktu yang digunakan untuk memindahkan container dari kade

ke head truck merupakan data cacah. Peubah diskrit menggambarkan data random. Sehingga distribusi yang mungkin untuk digunakan adalah distribusi Erlang, normal dan Triangular. Distribusi diatas memungkinkan karena bentuk persebaran datanya hampir sama. Pada peralatan ini yang digunakan adalah distribusi Erlang, karena bentuk persebaran datanya sama, hal ini dikarenakan data yang diambil merupakan situasi aktivitas yang terjadi secara berturut – turut dan bagian dari bentuk tersebut memiliki distribusi eksponenesial.

Pada peralatan Reach Stacker data yang diambil adalah data pada waktu reach stacker memindahkan container dari head truck ke container yard, atau dari container yard ke head truck, maka data operasi dari peralatan ini termasuk diskret. Peubah diskrit menggambarkan data random. Sehingga distribusi yang mungkin untuk digunakan adalah distribusi Erlang, normal dan Triangular. Distribusi diatas memungkinkan karena bentuk persebaran datanya hampir sama. Pada peralatan ini yang digunakan adalah distribusi triangular, karena bentuk persebaran datanya sama, hal ini dikarenakan data yang diambil merupakan situasi aktivitas yang terjadi secara berturut – turut dan persebaran data dari bentuk tersebut memiliki distribusi triangular. Tinjauan distribusi dan hasil uji validasi pada object yang disimulasikan untuk keseluruhan model adalah sebagai berikut :

- Erlang (Exp Mean,K) atau ERLA

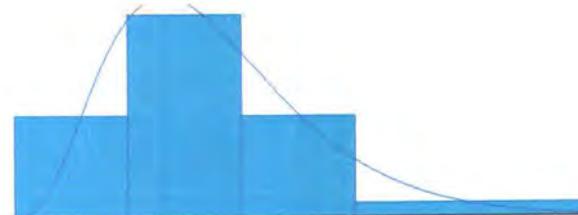
Parameter : Jika X_1, X_2, \dots, X_k adalah variabel eksponensial yang random dan jumlah dari k sample memiliki distribusi Erlang $-k$. Rata-rata (k) dari setiap komponen

berdistribusi eksponensial dan nilai random dari variabel eksponensial (k) merupakan parameter dari distribusi.

Range : $[0, \infty]$

Mean : $k\beta$

Penggunaan : Distribusi Erlang digunakan pada saat situasi dengan aktivitas yang terjadi secara berturut-turut dan bagian dari bentuk tersebut memiliki distribusi eksponensial. Untuk k yang besar Erlang mendekati ke normal distribusi. Distribusi Erlang biasa digunakan untuk penekanan pada waktu yang panjang untuk melengkapinya. Distribusi erlang pada kasus yang spesial adalah distribusi gama dengan bentuk parameter α , sebagai bilangan bulat utuh. Di Berlian Jasa Terminal Indonesia distribusi Erlang berlaku untuk peralatan Top Loader. Penggunaan distribusi erlang menggambarkan bahwa persebaran data untuk top loader paling banyak pada tengah. Perbedaan antara titik awal dan tengah (pada waktu puncak) tidaklah bnyak, tetapi perbedaan antara nilai tengah dengan akhir sangat tinggi.



Grafik diatas menunjukkan distribusi pada top loader, dengan tingkat error sebesar 0.0034 dan Kolmogorov-Smirnov Test :

$$\text{Test Statistic} = 0.238$$

$$\text{Number of Data Points} = 30$$

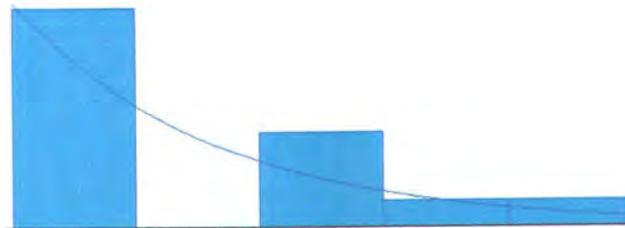
- Eksponensial (Mean) atau Expo (Mean)

Parameter : Rata-rata (β) khusus sebagai positive real number

Range : $[0, +\infty]$

Mean : β

Penggunaan : Distribusi ini biasa digunakan pada model antar waktu pada kedatangan acak dan breakdown proses, tetapi pada umumnya tidak tepat untuk memodelkan proses waktu penundaan. Pada Berlian Jasa Terminal Indonesia distribusi Exponensial sesuai untuk menggambarkan distribusi pada head truck. Persebaran data untuk head truck paling banyak pada nilai awal. Semakin lama semakin turun , sehingga distribusinya menggambarkan eksponensial.



Grafik diatas menggambarkan distribusi eksponensial dari data-data pada head truk, dengan tingkat error sebesar 0.09678 dan Kolmogorov-Smirnov Test :

$$\text{Test Statistic} = 0.234$$

$$\text{Corresponding p-value} = 0.0898$$

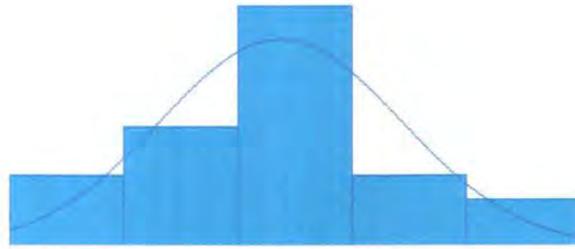
- Normal (Mean, StdDev) or Norm (Mean,StdDev)

Parameter : Rata-rata (μ) khusus sebagai standart deviation (σ)
khusus sebagai positive real number.

Range : $[-\infty, +\infty]$

Mean : μ

Penggunaan : Distribusi normal biasanya digunakan pada situasi dengan teorema central limit dengan menggunakan kuantitas jumlah dari kuantitas yang lain. Penggunaannya selalu empiris untuk banyak proses yang terlihat memiliki distribusi symmetric. Karena range dari teori ini adalah $-\infty$ sampai $+\infty$, distribusi seharusnya tidak digunakan untuk positive kuantitas. Distribusi normal di Berlian Jasa Terminal Indonesia sesuai untuk peralatan jenis RTG dan head truck untuk mengangkut container langsung keluar. Untuk distribusi normal bentuk persebaran datnya hamper sama dengan persebaran data pada triangular dan erlang, namun pada distribusi ini perbedaan antara jumlah persebaran data yang ada maksimum dengan nilai awal atau akhir tidaklah terlalu besar perbedaanya. Hal ini berbeda dengan disdribusi erlang dan triangular.



Grafik diatas memiliki error sebesar 0.0178 dan Kolmogorov-Smirnov Test menunjukkan :

$$\text{Test Statistic} = 0.15$$

$$\text{Corresponding p-value} > 0.15$$

$$\text{Number of Data Points} = 23$$

- Triangular (Min,Mode,Max) atau Tria (Min,Mode,Max)

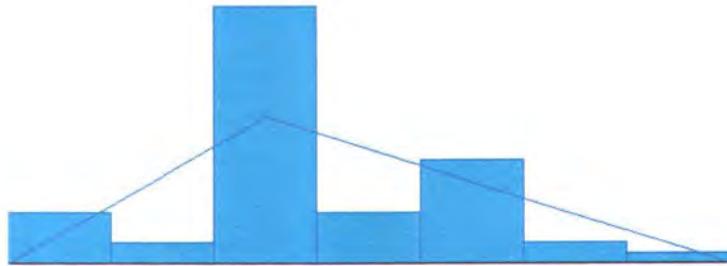
Parameter : Minimum (a), mode (m) dan maximum (b) nilai dari distribusi khusus seperti angka dengan $a < m < b$.

Range : [a,b]

Mean : $(a + m + b)/3$

Penggunaan : Distribusi triangular sering digunakan pada situasi dengan tepat dari distribusi yang tidak dapat diketahui, tetapi perkiraannya untuk minimum, maksimum dan seluruh nilai yang tersedia. Distribusi triangular mudah untuk digunakan dan dijelaskan daripada distribusi lain yang mungkin digunakan pada situasi ini. Distribusi ini di Berlian Jasa Terminal Indonesia sangat cocok untuk menggambarkan peralatan jenis shore crane dan reach stacker. Distribusi triangular hampir sama dengan dengan distribusi normal. Tetapi persebaran data yang ada tidak merata, seperti pada distribusi normal. Data biasanya

mengumpul pada satu titik, sedangkan untuk titik yang lain terdapat data tetapi hanya sedikit saja.



Peralatan ini memiliki error sebesar 0.094 dan Kolmogorov-Smirnov Test menunjukkan data :

Test Statistic = 0.2

Corresponding p-value = 0.0329

Number of Data Points = 50

II.10 Performansi atau Indikator Operasi

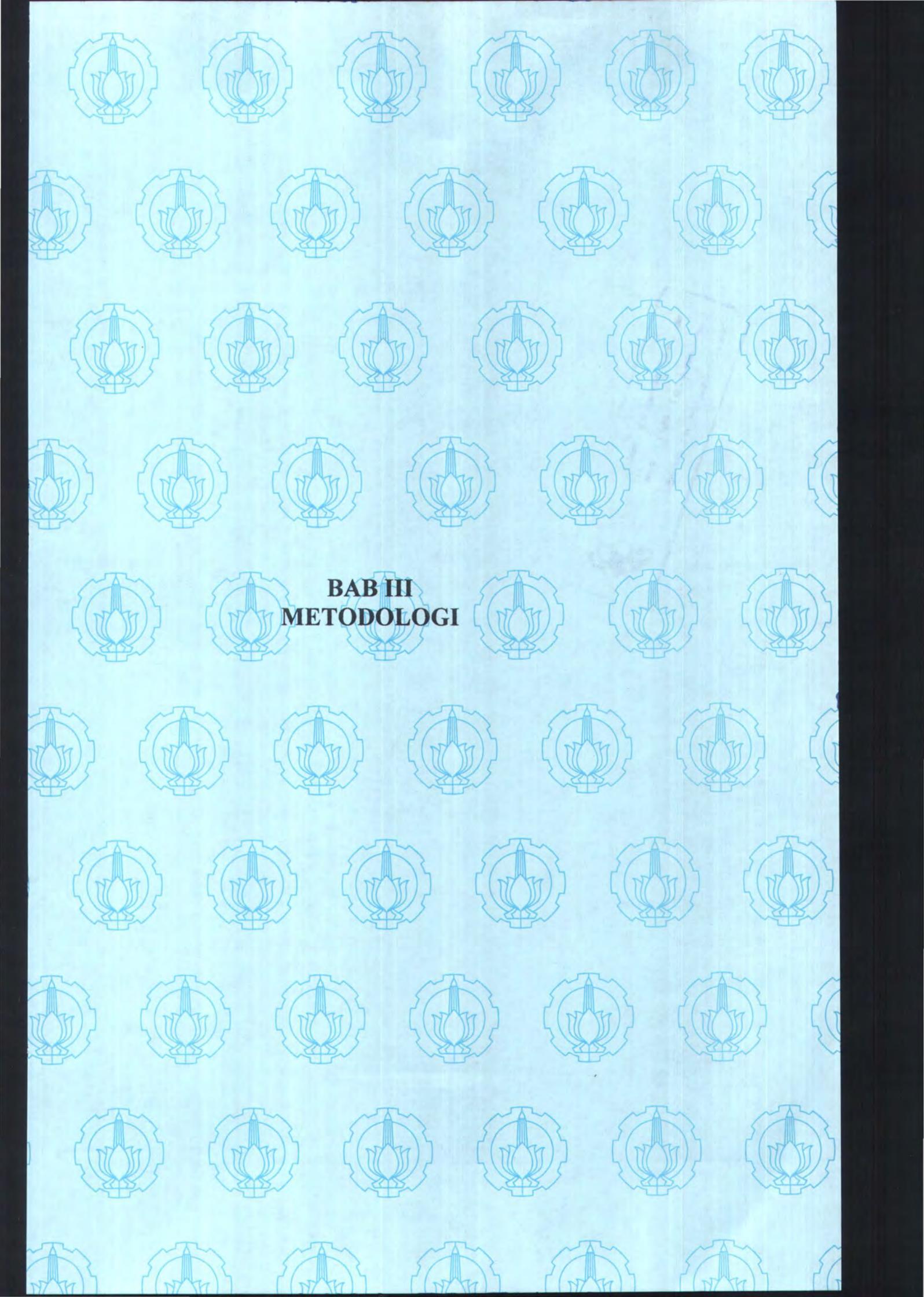
Menurut Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration menyatakan bahwa antrian yang ada di pelabuhan untuk proses bongkar muat tidak boleh lebih dari 60%. Jika yang terjadi adalah lebih dari 60% maka sistem bisa dikatakan tidak stabil, dan ketidak stabilan ini dapat menyebabkan delay cukup lama. Indikator untuk menentukan performansi sistem ini adalah dengan menggunakan :

- waiting time untuk pelayanan container, yaitu berapa waktu untuk menunggu pelayanan dari peralatan yang ada.
- number waiting yaitu berapa banyak container yang menunggu untuk dilayani oleh peralatan yang ada

Semakin banyak waiting time dan number time dalam sebuah proses maka menunjukkan semakin besar kemungkinan terjadinya delay, dan hal inilah yang diupayakan untuk tidak terjadi. Terjadinya delay dapat menyebabkan delay untuk proses-proses selanjutnya, sehingga dapat menyebabkan ketidak seimbangan pada sistem yang ada. Ketidakseimbangan pada sistem selain diakibatkan oleh banyaknya antrian yang ada juga dapat disebabkan karena keterbatasan peralatan yang digunakan untuk proses bongkar dan muat.

Sistem dikatakan stabil pada saat antrian yang ada di pelabuhan kurang dari 60%, hal ini sesuai dengan aturan dari Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration. Untuk menurunkan antrian yang ada bisa dilakukan dengan berbagai hal diantaranya adalah dengan penambahan alat untuk proses bongkar muat atau dapat dilakukan dengan perluasan lahan untuk digunakan sebagai container yard.

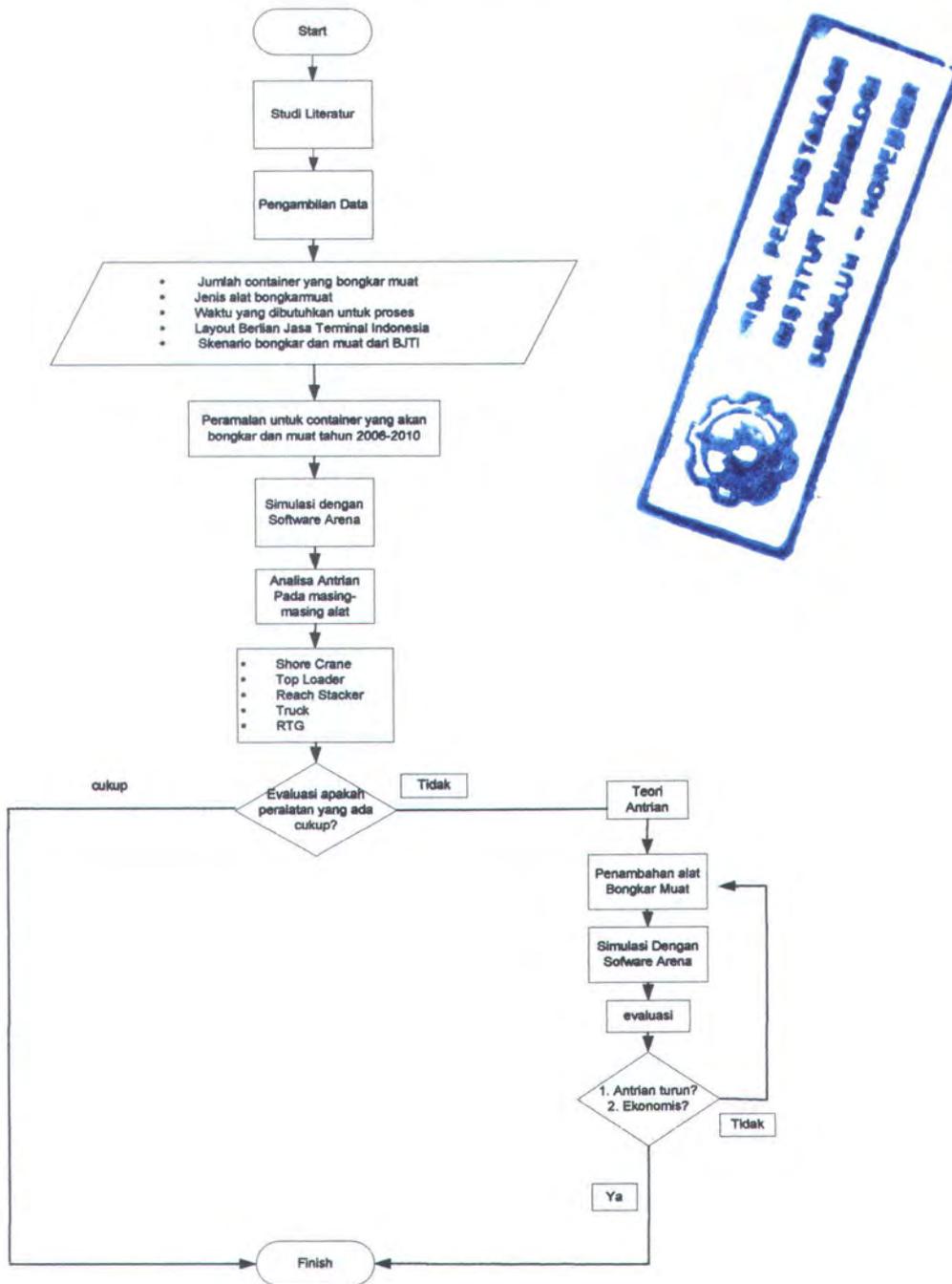
Untuk sistem Terminal Operator karena container yard hanya digunakan dalam waktu yang cukup singkat, maka perluasan lahan bukanlah cara yang tepat untuk mengurangi antrian di pelabuhan. Cara yang tepat untuk sistem seperti ini adalah dengan penambahan alat bongkar muat. Dengan menambahkan peralatan untuk proses bongkar muat berarti mengurangi prosentase antrian container yang ada, karena dengan penambahan peralatan berarti kapasitas peralatan yang ada sekarang semakin besar. Dengan semakin besarnya kapasitas dari masing-masing peralatan maka seharusnya penanganan untuk proses bongkar muat semakin cepat, dan antrian yang ada dapat berkurang.



BAB III
METODOLOGI

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1.2 Gambar Flow Chart pengerjaan Tugas Akhir

III.1 Permasalahan / Identifikasi Masalah

Selama ini Berlian Jasa Terminal Indonesia yang terletak di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya melakukan aktivitas bongkar muat dengan menggunakan System Gudang Operator (SGO), tetapi dengan menggunakan system jenis ini mengakibatkan penumpukan jumlah barang di pelabuhan sehingga barang-barang baru tidak dapat menggunakan fasilitas pergudangan yang disediakan oleh pelabuhan. Sehingga RUPS pada tahun 2002 menerapkan system Terminal Operator (TO), sebagai suatu system pengganti dari Sistem Gudang Operator. Pada system bongkar muat ini barang yang datang akan berada dipelabuhan dengan batasan waktu yang cukup singkat, sehingga barang-barang yang baru datang diharapkan tidak menumpuk di pelabuhan. Oleh karena itu perlu dikaji ulang efektivitas dari masing-masing alat pendukung dalam system TO ini.

III.2 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan digunakan untuk mengetahui tentang system Terminal Operator (pengertian dan cara kerja system tersebut) serta berbagai macam peralatan yang digunakan sebagai penunjang system Terminal Operator.

Selain itu juga dilakukan studi literature mengenai teori antrian yang melibatkan variable 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.

III.3 Pengambilan data

Seluruh data yang dibutuhkan diambil dari Berlian Jasa Terminal Indonesia yang berada di Tanjung Perak Surabaya. Data yang diperoleh berupa data hasil dokumentasi perusahaan / arsip-arsip perusahaan, data hasil pengamatan langsung dan data hasil wawancara dengan pihak-pihak yang terkait. Informasi atau data yang diambil harus konsisten pada kondisi sebelum, sedang, dan selama kejadian. Informasi ini bisa didapatkan dari: personal yang terlibat, faktor lingkungan, dan informasi lainnya yang relevan dengan permasalahan ini.

Data yang diambil :

- Waktu untuk bongkar muat container
- Data waktu pelayanan untuk tiap kapal yang bongkar muat
- Jumlah muatan di tiap kapal
- Jenis alat bongkar muat yang saat ini digunakan
- Lay Out Berlian Jasa Terminal Indonesia
- Skenario Bongkar dan Muat yang dilakukan di Berlian Jasa Terminal Indonesia

III.3.1 Data Waktu Bongkar Muat Container

Data waktu bongkar muat container adalah data yang menunjukkan berapa waktu yang diperlukan untuk bongkar dan muat container. Untuk data ini, ada 2

macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari lapangan dengan merecord langsung berapa waktu yang dibutuhkan masing-masing lat untuk memindahkan container sampai ke Container Yard. Sedangkan data sekunder didapatkan dari laporan bulanan Berlian Jasa Terminal, data ini memuat berapa jumlah container yang dibongkar dan muat serta berapa waktu yang diperlukan.

III.3.2 Data Waktu Pelayanan

Waktu pelayanan didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan operator untuk memberikan pelayanan dari pelanggan masuk sampai ke server keluar. Data waktu pelayanan (process time) ini didapatkan dari laporan tahunan Berlian Jasa Terminal Indonesia.

III.3.3 Data Jumlah Barang yang Dibongkar-muat

Data ini digunakan untuk mengetahui berapa container yang akan dibongkar muat pada satu kapal sehingga nantinya bisa diperkirakan berapa lama kapal akan bersandar. Data jumlah container yang dibongkar-muat ini didapatkan dari laporan tahunan Berlian Jasa Terminal Indonesia.

III.3.4 Data Peralatan Bongkar Muat

Data ini diperlukan untuk mengetahui kapasitas masing-masing alat bongkar muat dan juga kemampuan maksimal alat tersebut dalam memindahkan container 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 container. Data peralatan bongkar muat

didapatkan dari laporan bulanan untuk operasional alat Berlian Jasa Terminal Indonesia baik di lapangan maupun di kantor pusat Berlian Jasa Terminal Indonesia.

III.4 Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh dari pengamatan berupa jumlah waktu kedatangan kapal dan waktu pelayanan disetiap server kemudian diproses dan diolah sesuai dengan teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang timbul. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah metode analisa. Teori yang digunakan untuk menganalisa yaitu :

III.4.1 Teori Peramalan atau forecasting

Teori peramalan digunakan untuk meramalkan berapa jumlah maksimum dan minimum container yang akan bongkar dan muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia pada tahun 2006-2010. Teori peramalan ini dihitung berdasarkan trend dari data yang ada yaitu data tahun 2002 – 2004, serta hasil peramalan dari tahun 2005. Jadi perhitungan untuk teori peramalan dilakukan 2 kali, yang pertama yaitu menghitung peramalan untuk tahun 2005, yang kemudian hasilnya digunakan untuk meramalkan trend untuk tahun 2006-2010. Dengan mengetahui trend untuk tahun 2006-2010 kita bisa ketahui berapa peralatan yang harus ditambahkan untuk mengurangi waktu antrian.

III.4.2 Simulasi

Mensimulasikan seluruh skenario bongkar dan muat container dari Berlian Jasa Terminal Indonesia dengan menggunakan software Arena. Data yang

dimasukkan adalah variabel waktu yang didapat dari hasil pengamatan dilapangan. Dari hasil simulasi ini didapatkan berapa tingkat waiting time dan berapa jumlah antrian terbanyak pada masing-masing alat.

III.4.3 Teori Antrian

Teori ini digunakan untuk menganalisa antrian pada saat bongkar muat, menentukan jumlah alat pendukung, menganalisa jumlah server dengan waktu tunggu yang minimum untuk memaksimalkan kinerja system terminal operator ini serta kemungkinan penambahan alat yang dibutuhkan untuk bongkar muat container.

III.5 Simulasi

Simulasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan software Arena, yang disimulasikan adalah mulai dari container berada di kapal sampai dengan container masuk ke Container Yard. Dalam mensimulasikan diambil rata-rata kecepatan dari masing-masing alat sehingga diperoleh waktu seminimal mungkin. Simulasi ini dilakukan 2 kali, yaitu :

- 1) Mensimulasikan seluruh skenario bongkar dan muat container dari Berlian Jasa Terminal Indonesia. Data yang dimasukkan adalah variabel waktu yang didapat dari hasil pengamatan dilapangan.
- 2) Mensimulasikan skenario baru untuk bongkar dan muat container, data yang dimasukkan adalah berupa variabel waktu setelah dievaluasi. Skenario baru ini

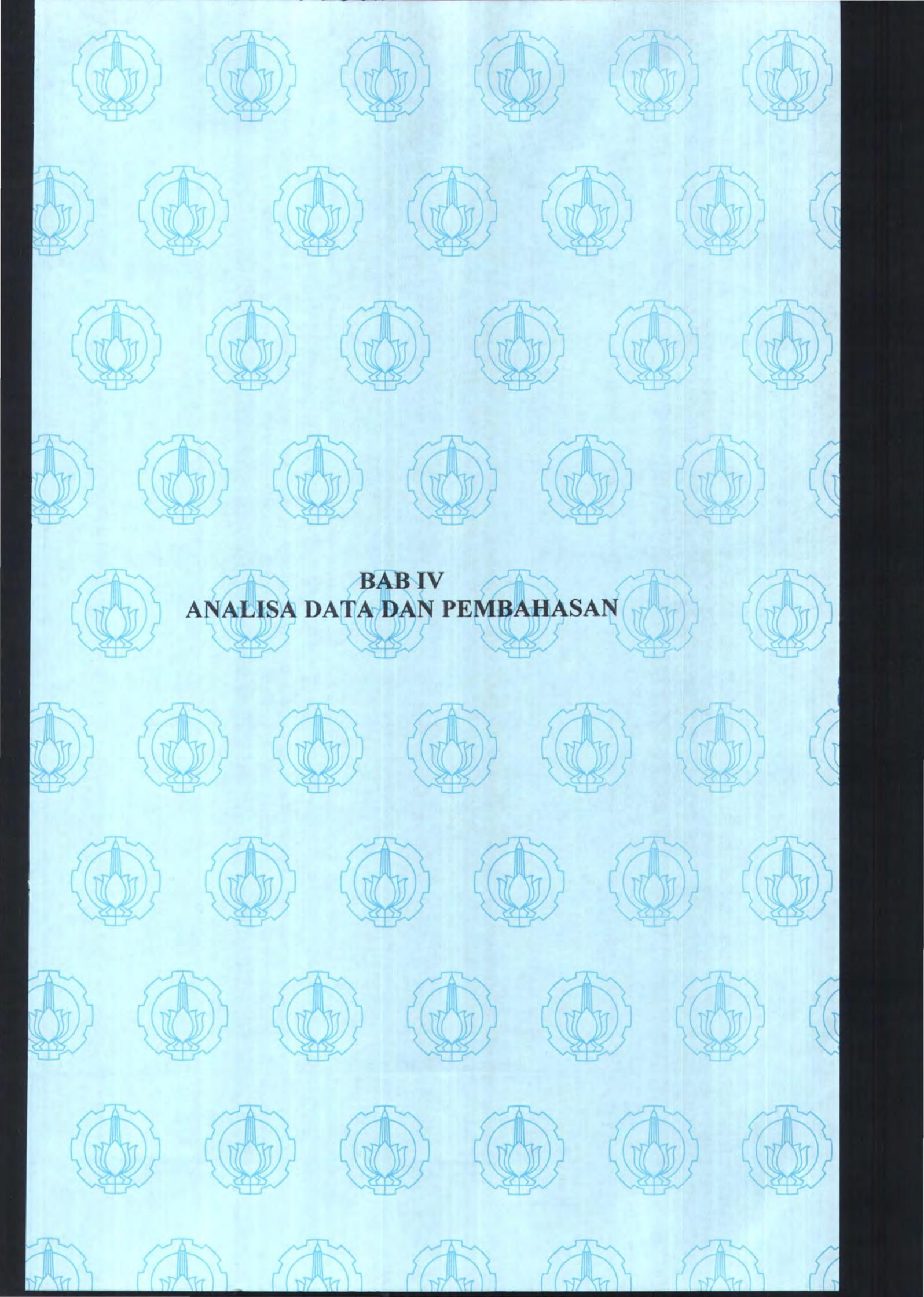
bisa berupa penambahan alat atau perbaikan alat yang sudah ada tetapi belum digunakan secara optimal.

III.6 Evaluasi

Hasil dari menganalisa data yang telah dilakukan pada tahap analisa data dievaluasi lagi untuk mengetahui apakah peralatan yang ada di Berlian Jasa Terminal sudah dapat melayani antrian dengan baik. Dengan Analisa data maka diketahui berapa antrian dan waitung time pada tiap alat. Untuk mengurangi antrian maka dibuat skenario baru sehingga bisa mengurangi antrian yang ada. Skenario baru bisa diperoleh dengan menambah alat atau merepair alat yang sudah ada tetapi belum digunakan secara optimal.

III.7 Kesimpulan

Setelah melakukan evaluasi maka akan didapatkan suatu kesimpulan. Seluruh proses diatas didokumentasikan dalam bentuk penulisan laporan penelitian agar nantinya dapat dipertanggung jawabkan dan sekaligus sebagai sarana penyempurnaan selanjutnya.



BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Analisa data yang diuraikan merupakan inti dari tugas ini. Pembahasan yang dimaksudkan disini adalah untuk menentukan berapa antrian container yang akan dibongkar dan dimuat oleh kapal pada sistem terminal operator dengan menggunakan fasilitas yang ada di Belian Jasa Terminal Indonesia – Tanjung Perak Surabaya saat ini. Setelah mengetahui berapa besar antrian container yang ada baik untuk proses bongkar ataupun muat maka akan disimulasikan beberapa skenario proses bongkar dan muat yang biasa dilakukan di Belian Jasa Terminal Indonesia, selanjutnya akan dibuat skenario baru untuk mengurangi antrian container yang akan dibongkar ataupun dimuat di Belian Jasa Terminal Indonesia.

Analisa data yang dilakukan ada beberapa langkah, yaitu :

1. Membuat peramalan untuk tahun 2006 – 2010, pada proses bongkar dan muat
2. Melakukan simulasi dari data yang telah didapatkan di lapangan. Data yang didapatkan dari lapangan antara lain waktu yang dibutuhkan masing masing alat pendukung untuk bongkar dan muat container (Shore Crane, Top Loader, Truck, Reach Stacker, dan RTG). Data yang didapat dari hasil pengamatan dilapangan, dicatat dan kemudian digunakan untuk simulasi dengan menggunakan software arena.
3. Menganalisa hasil simulasi awal, dimana terdapat antrian dalam jumlah terbanyak dan tingkat waiting time terbesar.

4. Melakukan perhitungan dengan menggunakan teori antrian pada alat tertentu yang memiliki tingkat waiting time dan jumlah antrian container terbesar.
5. Membuat suatu desain baru atau penambahan alat untuk mengatasi besarnya jumlah antrian.

IV.1 PERAMALAN

Peramalan atau forecasting digunakan untuk meramalkan kejadian dimasa yang akan datang dengan menggunakan data-data yang ada sebelumnya. Metode peramalan yang sering digunakan adalah metode time series atau biasa disebut dengan analisis runtun waktu. Beberapa pendekatan untuk analisa runtut waktu telah tersedia, yang semuanya bermaksud memerinci runtut waktu menjadi komponen-komponen yang terpisah. Setiap komponen kemudian digunakan untuk membuat ramalan. Dengan memerinci serangkaian data menjadi komponen, maka akan dapat dicapai tingkat ketepatan yang lebih besar karena pengaruh-pengaruh yang terpisah pada nilai ramalan akhir dipertimbangkan.

IV.1.1 Data yang tersedia

Tabel IV.1 Data Bongkar dan muat tahun 2002-2004

Tahun	Bongkar		Muat	
	min	max	min	max
2002	2	402	5	367
2003	4	337	16	312
2004	4	412	3	348

Data untuk tahun 2005 :

Tabel IV.2 Data Bongkar dan muat tahun 2005

Bulan	Bongkar		Muat	
	min	max	min	max
Jan	30	160	37	232
Feb	25	247	27	161
Maret	30	147	25	136
April	34	230	21	242
Mei	30	224	20	218
Juni	46	291	30	286

IV.1.2 Peramalan Tahun 2005

Karena data yang didapat untuk tahun 2005 hanya sampai bulan juli maka diperlukan peramalan. Peramalan dilakukan sampai pada bulan desember, dan didapatkan hasil peramalan sebagai berikut :

Tabel IV.3 Hasil Peramalan untuk tahun 2005

Bulan	Bongkar		Muat	
	min	max	min	max
Jan	30	160	37	232
Feb	25	247	27	161
Maret	30	147	25	136
April	34	230	21	242
Mei	30	224	20	218
Juni	46	291	30	286
Juli	42	283	21	267
Agustus	45	302	19	283
Septem	48	321	17	298
Oktob	51	340	16	314
Novem	54	359	14	330
Des	57	378	12	345

Menurut tabel diatas dapat diketahui bahwa bongkar minimum terdapat pada bulan februari sebesar 25 box, sedangkan maksimum terdapat pada bulan desember yaitu sebesar 378 box. Trend untuk bongkar baik minimum ataupun maksimum cenderung naik.

Untuk proses muat juga muat, muat minimum terdapat pada bulan Desember yaitu sebesar 12 box, berarti terjadi penurunan. Sedangkan pada saat maksimum bisa mencapai 345 box yaitu pada bulan Desember. Trend untuk muat pada tahun 2005 ini cenderung naik.

IV.1.3 Peramalan tahun 2006 - 2010

Setelah melakukan peramalan untuk tahun 2005, selanjutnya hasil peramalan tersebut digunakan sebagai input data untuk peramalan sampai dengan tahun 2010. Metode yang digunakan untuk meramalkan juga sama seperti peramalan sebelumnya.

Sehingga didapatkan :

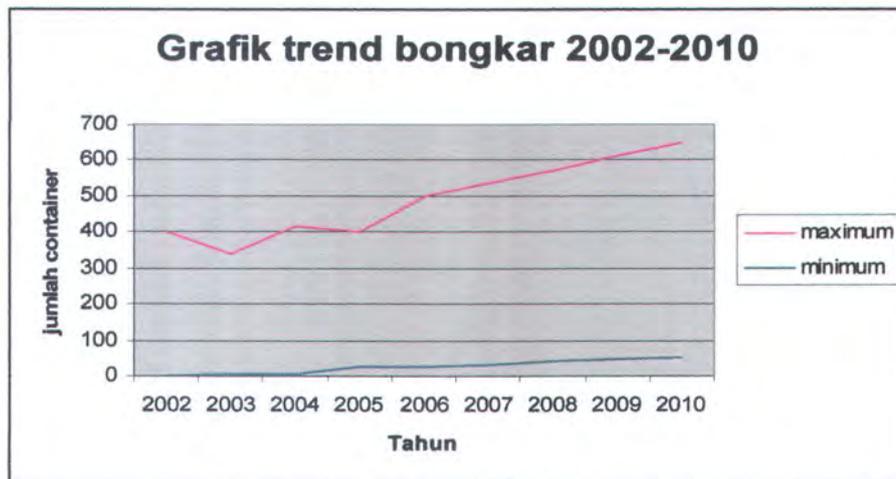
Tabel IV.4 Hasil Peramalan trend 2002-2010

Tahun	Bongkar		Muat	
	min	max	min	max
2002	2	402	5	367
2003	4	337	16	312
2004	4	412	3	348
2005	25	378	12	345
2006	26	472	11	398
2007	33	501	12	417
2008	40	531	13	436
2009	47	563	13	456
2010	54	596	14	478

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa Jumlah container yang akan dibongkar dan dimuat dengan menggunakan jasa pelayanan dari Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk tahun 2002-2010 semakin meningkat. Untuk tahun 2010, satu kapal bisa bongkar sampai 596 container, minimumnya 54 container. Sedangkan untuk proses muat pada tahun 2010, satu kapal bisa sampai memuat

sampai 478 container. Dengan meningkatnya jumlah container yang akan bongkar dan muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia maka memerlukan peralatan pendukung yang lebih baik dan lebih banyak, sehingga antrian yang nantinya akan terjadi tidak terlalu besar/tidak terlalu tinggi.

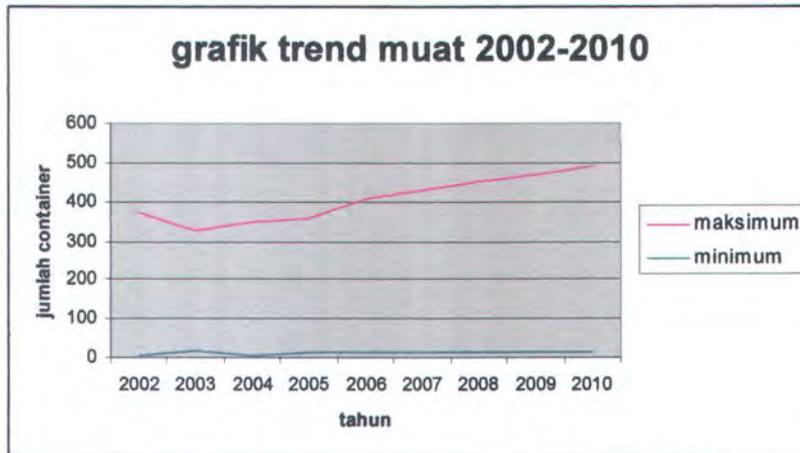
Perhitungan diatas didapatkan karena atau dengan asumsi bahwa makro ekonomi di Indonesia pada tahun 2002-2010 adalah tetap. Perekonomian yang naik-turun diasumsikan tidak berpengaruh untuk jumlah container yang bongkar atau muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia. Dari sini bisa disimpulkan bahwa forecast untuk proses bongkar dan muat diatas dapat dilakukan bisa mendapatkan hasil seperti nilai diatas.



Gambar IV.1 Grafik Trend bongkar tahun 2002-2010

Dari grafik diatas bisa dilihat bahwa trend untuk bongkar pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2010 cenderung naik. Tingkat kenaikannya juga cukup besar, sehingga diperlukan penambahan peralatan agar sehingga antrian yang nantinya akan terjadi tidak terlalu besar/tidak terlalu tinggi. Trend untuk bongkar diasumsikan perekonomian di Indonesia untuk tahun 2006-2010 adalah tetap. Perekonomian yang naik-turun diasumsikan tidak berpengaruh untuk jumlah

container yang bongkar atau muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia. Dari sini bisa disimpulkan bahwa forecast untuk proses bongkar dan muat diatas dapat dilakukan bisa mendapatkan hasil seperti nilai diatas.



Gambar IV.2 Grafik Trend muat tahun 2002-2010

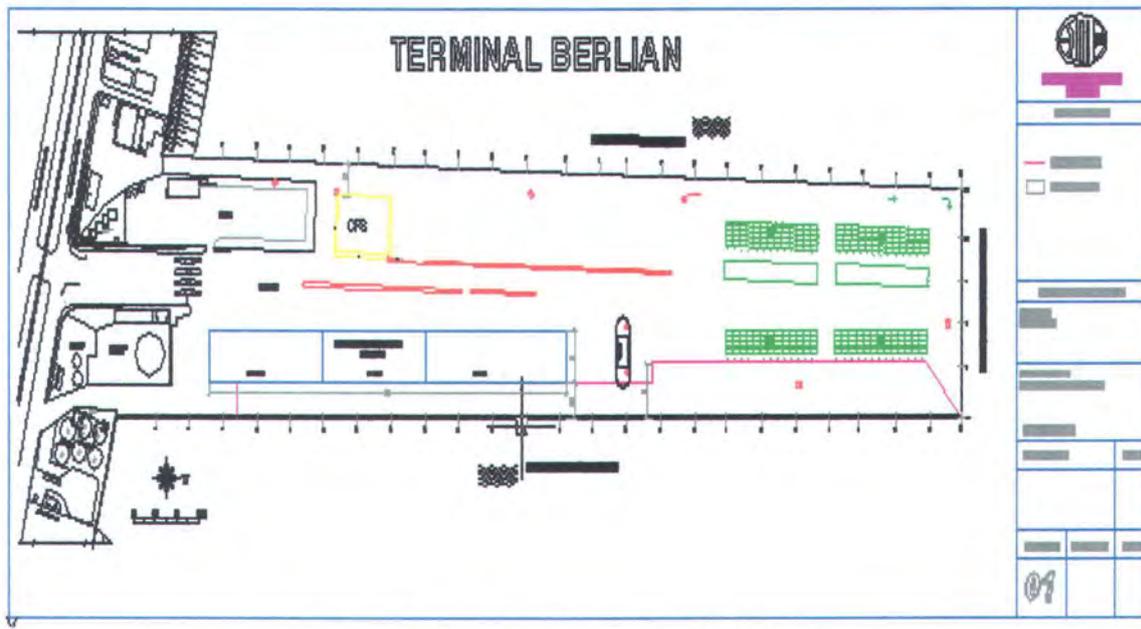
Dari grafik diatas bisa dilihat bahwa trend untuk muat pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2010 cenderung naik. Walaupun kenaikannya tidak terlalu besar namun perlu dipertimbangkan agar antrian yang nantinya terjadi tidak terlalu tinggi. Supaya antrian yang terjadi tidak terlalu tinggi, biasanya yang harus dioptimalkan adalah kinerja dari peralatannya. Trend untuk bongkar diasumsikan perekonomian di Indonesia untuk tahun 2006-2010 adalah tetap. Perekonomian yang naik-turun diasumsikan tidak berpengaruh untuk jumlah container yang bongkar atau muat di Berlian Jasa Terminal Indonesia. Dari sini bisa disimpulkan bahwa forecast untuk proses bongkar dan muat diatas dapat dilakukan bisa mendapatkan hasil seperti nilai diatas.

V.2 SIMULASI DENGAN SOFTWARE ARENA :

Setelah mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing alat untuk memindahkan container, maka nilai-nilai tersebut dimasukkan kedalam variabel waktu yang dibutuhkan untuk simulasi dengan Arena. Pada Berlian Jasa Terminal

ada 3 route yang biasa digunakan untuk proses bongkar dan 2 route untuk proses muat. Oleh karena itu perlu mensimulasikan keseluruhan route tersebut untuk mengetahui mana route paling efektif, dan mengetahui alat apa yang harus ditambahkan untuk mengurangi antrian container pada waktu bongkar dan muat.

Dibawah ini adalah adalah lay out Berlian Jasa Terminal Indonesia :

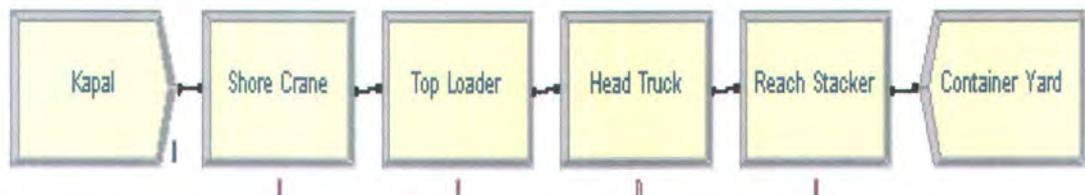


Gambar IV.3 Layout Berlian Jasa Terminal Indonesia

Berikut ini beberapa simulasi yang dilakukan, yaitu :

IV.2.1 Simulasi untuk proses bongkar container :

1. Bongkar 1:



Gambar IV.4 Basic Design Sistem Bongkar 1

Keterangan :

Modul Create : Modul ini didalam simulasi ini dimisalkan sebagai kapal yang berlabuh di pelabuhan dan akan

melakukan proses bongkar muat dengan muatan berupa container.

Modul Proses 1 : Model ini pada simulasi berupa shore crane yang akan memindahkan container dari kapal ke kade.

Modul Proses 2 : Modul ini didalam simulasi berupa Top Loader, yang berfungsi untuk memindahkan container yang ada di kade ke truck

Model Proses 3 : Modul ini di dalam simulasi dimisalkan sebagai truck, truck memindahkan muatan dari area kade menuju ke container yard.

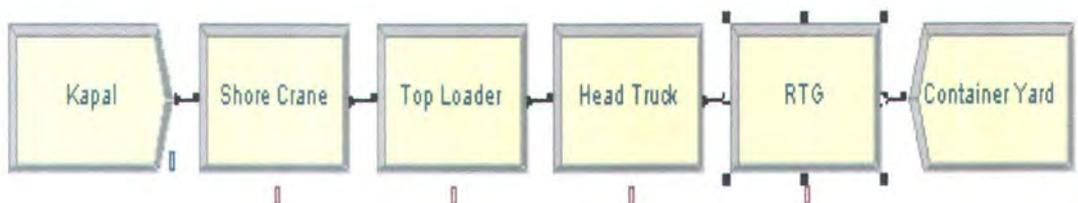
Modul Proses 4 : Modul ini didalam simulasi dimisalkan sebagai Reach Stacker, reach stacker memindahkan container yang ada diatas truck dan meletakkan container tersebut di container yard

Dispose : Dispose dari simulasi ini adalah pada container yard

Route diatas merupakan route yang biasa dilakukan di Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk proses bongkar. Peralatan yang digunakan terdiri atas : Shore Crane, Top Loader, Truck, dan Reach Stacker. Untuk shore crane, top loader dan reach stacker adalah peralatan dari Berlian Jasa Terminal, sedangkan truk yang digunakan adalah milik pihak pelayaran. Untuk peralatan dari Berlian Jasa Terminal Indonesia biasanya masing-masing ada 1, maksudnya untuk melayani bongkar/ muat pada satu kapal, yaitu dengan menggunakan masing- masing 1 jenis alat kecuali untuk truk. Biasanya pihak pelayaran menyediakan truk dalam jumlah yang cukup banyak untuk

mengurangi adanya antrian container di kade, dengan cara demikian container tidak menumpuk dikade dan dapat segera dilayani oleh reach stacker untuk masuk ke container yard. Karena shore crane berada pada urutan pertama dalam proses, maka berdampak adanya antrian pada proses selanjutnya termasuk pada top loader, Hal ini perlu di evaluasi lebih lanjut supaya antrian yang ada bisa dikurangi.

2. Bongkar 2 :



Gambar IV.5 Basic Design Sistem Bongkar 2

Keterangan :

Modul Create : Modul ini didalam simulasi ini dimisalkan sebagai kapal yang berlabuh di pelabuhan dan akan melakukan proses bongkar muat dengan muatan berupa container.

Modul Proses 1 : Modul ini pada simulasi berupa shore crane yang akan memindahkan container dari kapal ke kade.

Modul Proses 2 : Modul ini didalam simulasi berupa Top Loader, yang berfungsi untuk memindahkan container yang ada di kade ke truck

Model Proses 3 : Modul ini di dalam simulasi dimisalkan sebagai truck, truck memindahkan muatan dari area kade menuju ke container yard.

Modul Proses 4 : Modul ini didalam simulasi dimisalkan sebagai RTG, RTG akan memindahkan container dari atas head truck menuju ke container yard. Biasanya RTG hanya digunakan jika akan meletakkan atau mengambil container pada kondisi container berada pada tumpukan lebih dari 2.

Dispose : Dispose dari simulasi ini adalah pada container yard Route diatas merupakan route yang biasa dilakukan di Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk proses bongkar jika container yang akan diletakkan di container yard berada pada tumpukan ke-3. Sedangkan untuk container yang akan diletakkan pada tumpukan pertama atau kedua menggunakan reach stacker. Hal ini dilakukan karena biaya operasional RTG sangat mahal dan RTG yang saat ini ada di Berlian Jasa Terminal hanya ada 2 yang dapat beroperasi dari 4 yang tersedia.

3. Bongkar – Keluar menuju Gate :



Gambar IV.6 Basic Design Sistem Bongkar-Keluar area BJTI

Keterangan :

Modul Create : Modul ini didalam simulasi ini dimisalkan sebagai kapal yang berlabuh di pelabuhan dan akan melakukan proses bongkar muat dengan muatan berupa container.

Modul Proses 1 : Model ini pada simulasi berupa shore crane yang akan memindahkan container dari kapal ke kade.

Modul Proses 2 : Modul ini didalam simulasi berupa Top Loader, yang berfungsi untuk memindahkan container yang ada di kade ke truck

Model Proses 3 : Modul ini di dalam simulasi dimisalkan sebagai truck, truck memindahkan muatan dari area kade menuju keluar area Berlian Jasa Terminal Indonesia

Dispose : Dispose dari simulasi ini adalah pada Gate dari Berlian Jasa Terminal Indonesia

Pada proses bongkar ini, container tidak masuk ke Container Yard milik Berlian Jasa Terminal Indonesia. Container dari kapal dibongkar dengan menggunakan Shore Crane, container dipindahkan dari kapal ke kade. Setelah berada di kade container tersebut diangkat oleh Top loader dan dipindahkan ke truck. Truck membawa container menuju keluar dari area Berlian Jasa Terminal. Route ini biasanya dilakukan oleh perusahaan pelayaran yang memiliki Container Yard sendiri seperti misalnya SPIL. Hal ini sering dilakukan oleh pihak pelayaran karena biaya berada di container yard sangat mahal dan dibatasi hanya sampai 5 hari. Setelah 5 hari container yang belum diambil dikenakan denda sama dengan 5 hari pertama untuk setiap harinya.

Untuk peralatan yang berupa truck bukan milik dari Berlian Jasa Terminal, melainkan milik pihak pelayaran. Sehingga Berlian Jasa Terminal tidak menyediakan truck untuk membawa container ke gudang milik pelayaran. Karena shore crane merupakan proses awal maka akan berpengaruh

pada proses-proses selanjutnya. Antrian pada shore crane akan menyebabkan antrian pula pada peralatan lain seperti misalnya top loader dan truk. Pada skenario ini tingkat waiting time yang terjadi masih cukup tinggi sehingga perlu diupayakan untuk dapat diturun.

IV.2.2 Simulasi untuk proses muat container :

Untuk proses muat dari Berlian Jasa Terminal ada 2 skenario, yaitu :

1. Muat 1 :



Gambar IV.7 Basic Design Sistem Muat 1

Keterangan :

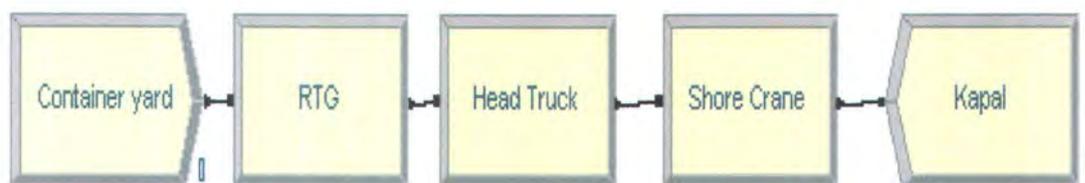
- Modul Create : Modul ini didalam simulasi dimisalkan sebagai Container yard, dimana terdapat container – container yang akan dimasukkan ke kapal.
- Modul Proses 1 : Model ini pada simulasi berupa reach stacker yang akan memindahkan container dari container yard ke head truck
- Modul Proses 2 : Modul ini didalam simulasi berupa head truck, yang berfungsi untuk memindahkan container yang ada di container yard menuju ke dermaga
- Model Proses 3 : Modul ini di dalam simulasi dimisalkan sebagai shore crane, shore crane memindahkan muatan dari truck ke kapal.

Dispose : Dispose dari simulasi ini adalah pada kapal

Pada proses muat dengan scenario ini ,container dari Container Yard diletakkan pada truck-truck dengan menggunakan Reach Stacker, penggunaan reach stacker biasanya hanya pada container yang diletakkan pada tumpukan pertama dan kedua, karena container tidak dapat menjangkau tumpukan ke-3. Setelah container diletakkan di truck, truck tersebut membawa container menuju kedermaga dan dekat Shore Crane. Shore Crane akan memindahkan container dari atas truck menuju ke kapal.

Karena tingkat waiting time terbesar ada pada shore crane, dan shore crane merupakan proses akhir sebelum masuk ke kapal maka antrian terbesar berada pada shore crane, hal inilah yang menyebabkan adanya antrian panjang truk yang membawa container disekitar dermaga karena menunggu untuk dilayani oleh shore crane. Seharusnya waiting time pada shore crane bisa dikurangi sehingga antrian truck di dermaga juga dapat berkurang.

2. Muat 2 :



Gambar IV.8 Basic Design Sistem Muat 2

Keterangan :

Modul Create : Modul ini didalam simulasi dimisalkan sebagai Container yard, dimana terdapat container – container yang akan dimasukkan ke kapal.

Modul Proses 1 : Model ini pada simulasi berupa RTG, RTG akan memindahkan container dari container yard ke truck. Fungsi RTG sama dengan reach stacker, hanya saja RTG digunakan pada tumpukan ke-3 sedangkan untuk tumpukan pertama dan ke-2 biasanya menggunakan reach stacker.

Modul Proses 2 : Modul ini didalam simulasi berupa head truck, yang berfungsi untuk memindahkan container yang ada di container yard menuju ke dermaga

Model Proses 3 : Modul ini di dalam simulasi dimisalkan sebagai shore crane, shore crane memindahkan muatan dari truck ke kapal.

Dispose : Dispose dari simulasi ini adalah pada kapal

Pada proses muat dengan menggunakan scenario ini, container dari Container Yard diletakkan pada truck-truck dengan menggunakan RTG, setelah container diletakkan di truck, truck tersebut membawa container menuju ke dermaga yang dekat dengan shore crane. Shore crane akan memindahkan container dari atas truck menuju ke kapal.

Dari simulasi yang telah dilakukan untuk beberapa scenario yang ada maka didapatkan kesimpulan bahwa antrian yang terjadi adalah sangat tinggi, sehingga perlu dilakukan penambahan alat supaya antrian yang ada berkurang dan tingkat waiting timenya menurun.

IV.3 PERHITUNGAN DATA SEKUNDER

Menurut Standart Operation Prosedur dari Berlian Jasa Terminal Indonesia, dikatakan bahwa dalam waktu 1 jam rata-rata terjadi 8 kali proses bongkar. Sehingga didapatkan bahwa waktu rata-rata untuk bongkar atau muat adalah sekitar 7.5 menit / container. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil dari simulasi, yaitu :

Tabel IV.5 Perbandingan wakturata-rata bongkar muat dari simulasi dengan waktu rata-rata di BJTI

Rata-rata B/M dari simulasi	7,226 menit/container
Rata-rata B/M dari BJTI	7,5 menit/ container

IV.4 TEORI ANTRIAN

Teori antrian ini digunakan untuk membandingkan jumlah antrian serta waiting time pada alat-alat bongkar muat. Alat yang dipilih adalah Shore Crane dan Top Loader, karena antrian terbanyak terdapat pada alat ini.

IV.4.1 Jumlah Kedatangan Container

Yang dimaksud dengan jumlah kedatangan container adalah jumlah seluruh kedatangan container yang akan dilayani oleh alat yang telah ada di BJTI untuk proses bongkar dan muat dalam selang waktu tertentu yang dibagi dengan jumlah banyaknya frekwuensi pengamatan.

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

Dimana : x_i = jumlah kedatangan perselang waktu

f = Frekuensi pengamatan

- 1) Shore Crane

$$\lambda = \frac{50}{5}$$

$$\lambda = 10 \text{ box/jam}$$

2) Top Loader

$$\lambda = \frac{30}{2.16}$$

$$\lambda = 13.84 \text{ box/jam}$$

IV.4.2 Waktu Pelayanan Rata – Rata

Waktu pelayanan rata-rata adalah penjumlahan dari waktu yang dibutuhkan suatu alat untuk melakukan service dibagi dengan banyaknya frekuensi pengamatan

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

Dimana : t_n = Waktu pelayanan

f = frekuensi pengamatan

1) Shore Crane

$$\mu = \frac{187.3}{50}$$

$$= 3.747 \text{ menit/ box}$$

$$= 16 \text{ box/jam}$$

2) Top Loader

$$\mu = \frac{40.78}{30}$$

$$\mu = 1.36 \text{ menit/ box}$$

$$= 44 \text{ box/ jam}$$

IV.4.3 Tingkat Kegunaan Fasilitas Pelayanan

Tingkat kegunaan fasilitas pelayanan pada Berlian Jasa Terminal dapat dihitung dengan rumus

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

1) Shore Crane

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{10}{16} \\ &= 0.625\end{aligned}$$

2) Top Loader

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{13.84}{44} \\ \mu &= 0.31\end{aligned}$$

Dari nilai yang didapat hasil perhitungan ini bisa dilihat tingkat kegunaan dari fasilitas pelayanan. Setelah mengetahui kondisi dari sistem pelayanan yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia ini maka bisa dibuat skenario penambahan alat apa yang diperlukan untuk menyeimbangkan sistem yang ada.

IV.4.4 Menentukan Probabilitas Tidak Adanya Antrian

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

1). Probabilitas tidak adanya antrian untuk Shore Crane

Tabel IV.6 Probabilitas tidak adanya antrian pada shore crane

λ	μ	ρ	Probabilitas tidak adanya antrian (P_0)			
			1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas
10	16	0,625	0,375	0,523809524	0,53427065	0,535177825

Probabilitas tidak adanya antrian untuk shore crane adalah sebesar 0,375 untuk satu fasilitas, sedangkan jika ditambahkan 1 fasilitas lagi maka probabilitasnya akan naik. Begitu seterusnya, dengan penambahan fasilitas maka probabilitas tidak adanya antrian semakin naik berarti antrian yang ada semakin kecil. Nilai diatas adalah hasil pengamatan pada waktu berada di Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk perhitungan dari hasil simulasi bisa dilihat dalam lampiran.

2). Probabilitas tidak adanya antrian untuk Top Loader

Tabel IV.7 Probabilitas tidak adanya antrian pada top loader

λ	μ	ρ	Probabilitas tidak adanya antrian (P_0)			
			1 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas
13,84	44	0,314545	0,685455	0,7282011	0,7300286	0,730116544

Probabilitas tidak adanya antrian untuk top loader yang saat ini ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah sebesar 0,68 yaitu untuk satu fasilitas, sedangkan jika ditambahkan 1 fasilitas lagi maka probabilitasnya akan naik. Begitu seterusnya, dengan penambahan fasilitas maka probabilitas tidak adanya antrian semakin naik berarti antrian yang ada semakin kecil. Nilai diatas adalah hasil pengamatan dari lapangan untuk perhitungan dari hasil simulasi bisa dilihat dalam lampiran..

IV.4.5 Menentukan Probabilitas Adanya Antrian

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

1). Probabilitas adanya antrian untuk Shore Crane

Tabel IV.8 Probabilitas adanya antrian pada shore crane

λ	μ	ρ	Probabilitas adanya antrian (Pn)			
			1fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas
10	16	0,625	0,625	0,148809524	0,027460457	0,004032674

Probabilitas adanya antrian untuk shore crane yang saat ini ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah sebesar 0,625 yaitu untuk satu fasilitas, sedangkan jika ditambahkan 1 fasilitas lagi maka probabilitasnya akan turun. Begitu seterusnya, dengan penambahan fasilitas maka probabilitas adanya antrian semakin turun berarti antrian yang ada semakin kecil. Nilai diatas adalah hasil pengamatan di Berlian Jasa Terminal Indonesia, untuk perhitungan dari hasil simulasi bisa dilihat dalam lampiran.

2). Probabilitas adanya antrian untuk Top Loader

Tabel IV.9 Probabilitas adanya antrian pada top loader

λ	μ	ρ	Probabilitas adanya antrian (Pn)			
			1fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas
13,84	44	0,314545	0,314545455	0,042746554	0,004230019	0,000323209

Probabilitas adanya antrian untuk top loader yang saat ini ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah sebesar 0,31 yaitu untuk satu fasilitas, sedangkan jika ditambahkan 1 fasilitas lagi maka probabilitasnya akan turun. Begitu seterusnya, dengan penambahan fasilitas maka probabilitas adanya antrian

semakin turun berarti antrian yang ada semakin kecil. Nilai diatas adalah hasil pengamatan di Berlian Jasa Terminal Indonesia, untuk perhitungan dari hasil simulasi bisa dilihat dalam lampiran.

IV.5 MENENTUKAN SKENARIO BARU YANG COCOK UNTUK PROSES BONGKAR MUAT

Setelah mengetahui laju antrian yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia baik dari dari simulasi Arena maupun dari teori antrian, maka dibuat skenario baru untuk mengurangi antrian yang ada. Dari simulasi yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa antrian terbanyak adalah pada Shore Crane. Untuk proses bongkar setelah Shore Crane, antrian yang cukup banyak juga terdapat pada Top Loader. Sedangkan untuk proses muat antrian terbanyak ada pada Shore Crane dan kemudian pada Reach Stacker.

Untuk mengatasi antrian yang cukup banyak tersebut, dibuat beberapa simulasi dengan skenario baru dengan penambahan beberapa alat. Simulasi yang dibuat untuk mengatasi antrian yang ada antara lain :

- 1) Dengan menambahkan 1 Shore Crane (skenario 1)
- 2) Dengan menambahkan 1 Top Loader (skenario 2)
- 3) Dengan menambahkan 1 Shore Crane dan menambahkan 1 RTG (skenario 3)
- 4) Dengan menambahkan 1 Shore Crane dan 1 Reach Stacker (skenario 4)
- 5) Dengan menambahkan 1 Shore Crane dan 1 Top Loader (skenario 5)

Skenario awal yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia dan kelima skenario baru diatas disimulasikan pada data yang ada dan route yang sama ,

kemudian didapatkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk proses bongkar dan muat container. Hasil simulasi dari skenario diatas adalah sebagai berikut :

IV.5.1 Skenario Awal yang saat ini dilaksanakan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia

Tabel IV.10 Hasil simulasi Skenario Awal

Awal	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata
Waktu bongkar muat	8,0008	8,078	6,293	6,829	6,941	36,1418	7,22836 mnt/box
Waktu delay	8,0164	8,0843	6,2971	6,8246	6,9695	36,1919	7,23838 mnt/box
Total delay	974,48	984,76	1020,3	1407	1331,8	5718,34	1143,67 box
Prosentase delay	23,25	23,49	24,34	39,56	37,44	148,08	29,616 %
Prosentase antrian awal	76,75	76,51	75,66	60,44	62,56	351,92	70,384 %

Skenario yang saat ini dilaksanakan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah seperti terlihat pada tabel diatas, bisa dilihat bahwa prosentase antrian yang ada adalah sebesar 70.384 %. Nilai ini menunjukkan bahwa antrian yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia sangat tinggi. Menurut level of acceptable delay percentage, yaitu sebesar 60% maka antrian yang ada sudah sangat melebihi batas. Pada keadaan diatas kemungkinan untuk terjadi delay adalah sangat besar. Selain itu nilai ini juga menunjukkan bahwa sebenarnya terjadi ketidakseimbangan dalam sistem. Untuk menghindari hal ini maka perlu diturunkan prosentase antriannya hingga mencapai < 60%. Dengan menurunkan prosentase antrian sampai dibawah 60% diharapkan dapat mengurangi antrian yang ada saat ini.

Penurunan antrian diupayakan dengan penambahan alat, seperti telah dikatakan diatas. Beberapa alat yang memiliki tingkat antrian cukup tinggi ditambahkan, dengan penambahan alat tertentu berarti membuat model paralel pada penambahan alat tersebut sehingga antrian yang ada pada jenis alat yang ditambahkan akan semakin kecil, hal ini dikarenakan antrian yang tadinya ada pada satu alat, sekarang diatasi oleh beberapa alat yang ditambahkan. Alat –alat

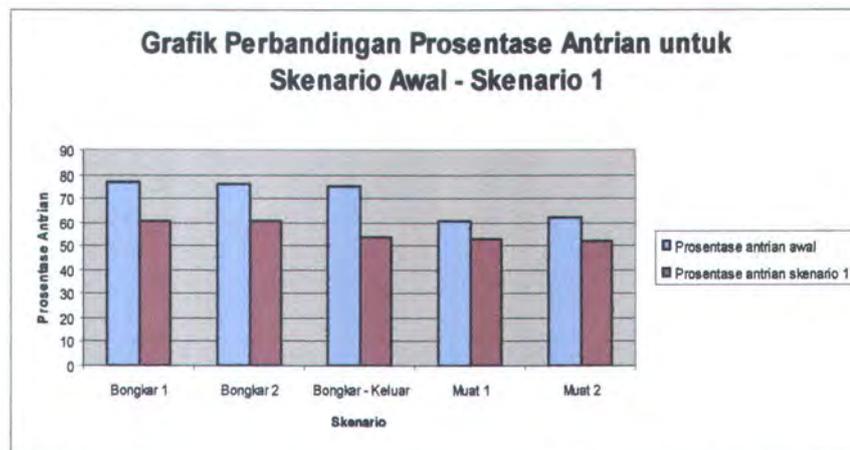
yang akan dicoba untuk ditambahkan adalah shore crane, top loader, reach stacker dan RTG.

IV.5.2 Dengan menambahkan 1 Shore Crane

Tabel IV.11 Hasil simulasi dengan penambahan 1 shore crane

Skenario 1	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata
Waktu bongkar muat skenario 1	5,67	5,64	4,43	4,98	5,02	25,74	5,15 mnt/box
Waktu delay	6,74	6,87	5,31	5,99	6,20	31,11	6,22 mnt/box
Total delay	1636,87	1641,52	1955,21	1664,70	1698,07	8596,37	1719,27 box
Prosentase delay	39,05	39,16	46,64	46,80	47,74	219,38	43,88 %
Prosentase antrian skenario 1	60,95	60,84	53,36	53,19	52,26	280,61	56,12 %

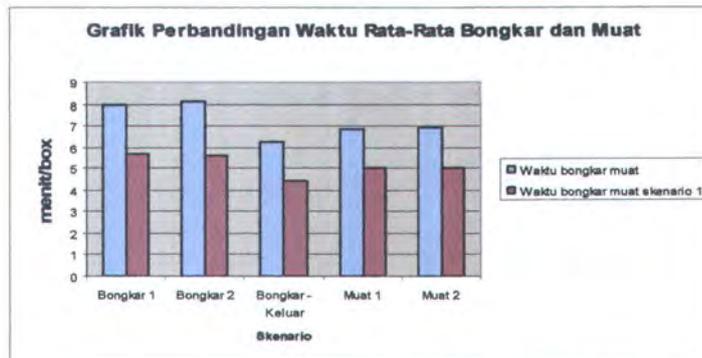
Tabel diatas merupakan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan penambahan 1 shore crane untuk proses bongkar dan muat. Sebagai perbandingan prosentase antrian antara skenario awal (sebelum penambahan shore crane) dengan skenario 1 (setelah penambahan shore crane) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar IV.9 : Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 1

Prosentase antrian yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia sebelum penambahan shore crane adalah sebesar 70.384% sedangkan setelah penambahan shore crane menjadi 56.12%. Dari sini bisa dilihat bahwa terjadi penurunan antrian jika ditambahkan 1 shore crane, penurunan yang terjadi adalah sebesar 20.26 % dari jumlah antrian yang ada sebelumnya. Penambahan 1 shore crane berpengaruh pada seluruh skenario yang ada baik untuk bongkar maupun muat.

Pada proses bongkar karena shore crane berada pada proses awal, maka akan berpengaruh ke proses selanjutnya.



Gambar IV.10 : Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk skenario awal dan skenario 1

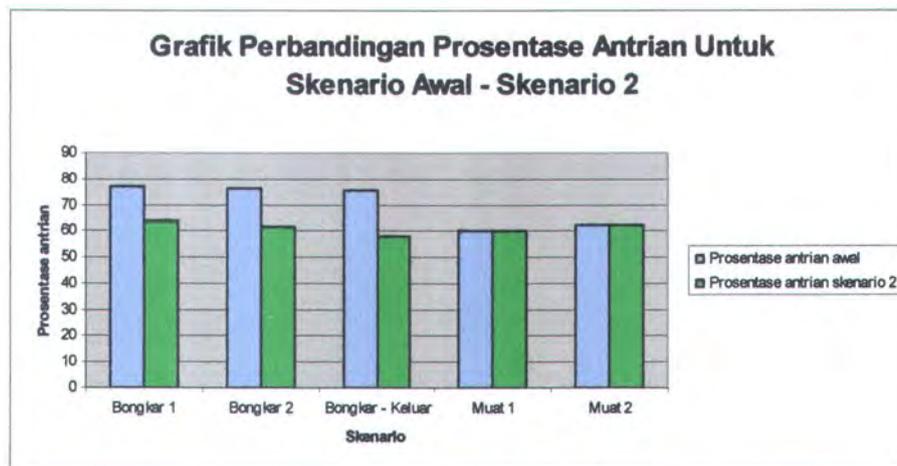
Dengan menambahkan 1 shore crane menyebabkan penurunan waktu rata-rata serta prosentase antrian untuk bongkar dan muat container. Waktu rata-rata untuk bongkar dan muat pada awalnya adalah sebesar 7.22 menit/ box, sekarang dengan penambahan 1 shore crane menjadi 5.15 menit/ box. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk bongkar semakin kecil dan antriannya dapat diturunkan. Sedangkan untuk muat shore crane berada pada proses paling akhir, walaupun terjadi penurunan antrian namun penurunan antriannya tidak terlalu besar atau hanya sedikit. Menurut level of acceptable delay percentage antrian yang ada harus kurang dari 60%, dengan penambahan 1 shore crane ini sebenarnya sudah memenuhi, karena dengan penambahan 1 shore crane menyebabkan procentase antrian menjadi rata-rata sekitar 56.12 % .Namun perlu ditinjau lagi karena jika terdapat kelebihan bongkar atau muat container untuk tahun-tahun mendatang maka prosentase antrian tersebut bisa naik, dan mungkin dapat lebih tinggi dari 60%.

IV.5.3 Dengan Penambahan 1 Top Loader

Tabel IV.12 Hasil simulasi dengan penambahan 1 Top Loader

Skenario 2	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Waktu bongkar muat skenario 2	7,43	7,49	5,71	6,83	6,94	34,40	6,88	mnt/box
Waktu delay	8,75	8,95	7,21	6,82	6,96	38,69	7,74	mnt/box
Total delay	1514,99	1617,20	1770,99	1406,98	1331,77	7641,93	1528,39	box
Prosentase delay	36,14	38,58	42,25	39,56	37,44	193,97	38,79	%
Prosentase antrian skenario 2	63,86	61,42	57,75	60,44	62,56	306,03	61,21	%

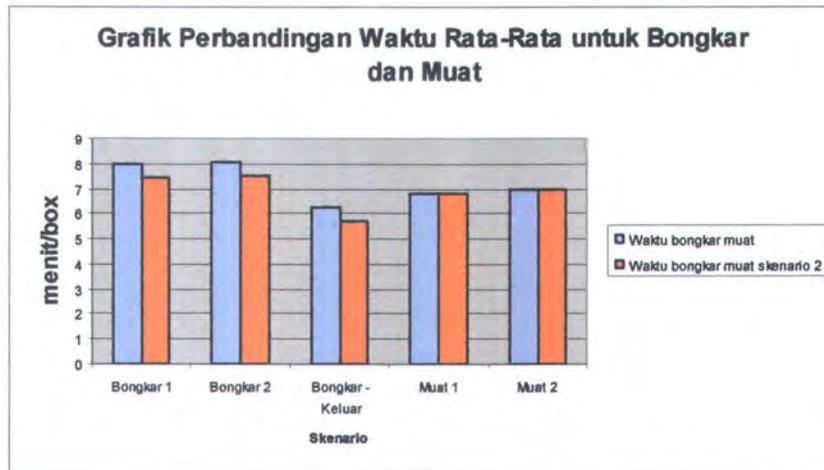
Tabel diatas merupakan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan penambahan 1 top loader untuk proses bongkar dan muat. Sebagai perbandingan prosentase antrian antara skenario awal (sebelum penambahan top loader) dengan skenario 2 (setelah penambahan top loader) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar IV.11 : Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 2

Dengan adanya penambahan 1 top loader maka prosentase antrian yang ada berkurang sebesar 13.03 %, yaitu dari prosentase awal 70.384% menjadi 61.21%. Dengan hanya menambahkan satu top loader untuk proses bongkar dan muat maka level of acceptable delay percentage yang sebesar 60% masih belum dapat tercapai, hal ini bisa dilihat karena prosentase antrian rata-rata adalah sebesar 61.21 % sehingga skenario seperti ini belum dapat diterima. Jika prosentase antrian lebih dari 60% maka menunjukkan bahwa sistem yang ada

sangat sibuk dan antrian yang ada sangat tinggi, sehingga kemungkinan untuk delay adalah sangat besar. Model inilah yang tidak dipilih, karena ini sangat merugikan.



Gambar IV.12 : Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk skenario awal dan skenario 2

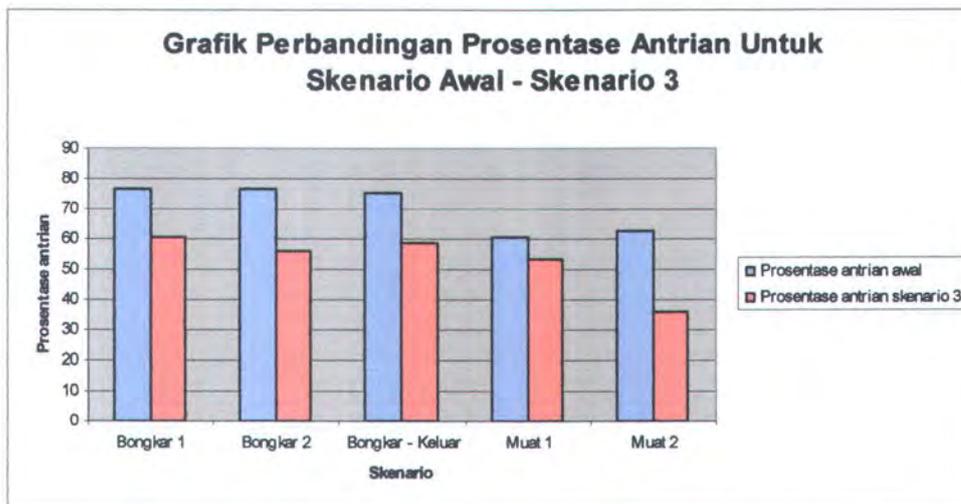
Waktu rata-rata untuk bongkar dan muat pada awalnya adalah sebesar 7.22 menit/ box, sekarang dengan penambahan 1 top loader menjadi 6.88 menit/ box. Penambahan 1 top loader hanya berpengaruh pada skenario bongkar saja, sedangkan tidak berpengaruh pada skenario muat. Hal ini dikarenakan, top loader hanya digunakan pada proses bongkar yaitu setelah proses shore crane. Untuk proses muat tidak dibutuhkan top loader karena shore crane langsung mengangkat container dari atas head truck dan kemudian memindahkannya ke kapal tanpa turun di kade. Karena tidak berpengaruh pada proses muat inilah maka penambahan 1 top loader hanya menurunkan prosentase antrian yang sangat kecil, dan antrian yang ada setelah penambahan 1 top loader ini masih cukup tinggi.

IV.5.4 Dengan Penambahan 1 Shore Crane dan 1 RTG

Tabel IV.13 Hasil simulasi dengan penambahan 1 shore crane+1 RTG

Skenario 3	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Waktu bongkar muat skenario 3	5,67	5,07	4,43	4,98	3,86	24,01	4,80	mnt/box
Waktu delay	6,74	6,49	5,30	6,00	5,70	30,24	6,05	mnt/box
Total delay	1636,87	1851,41	1955,21	1661,43	2275,78	9380,70	1876,14	box
Prosentase delay	39,05	44,17	46,64	46,71	63,98	240,55	48,11	%
Prosentase antrian skenario 3	60,95	55,83	58,70	53,29	36,02	264,79	52,96	%

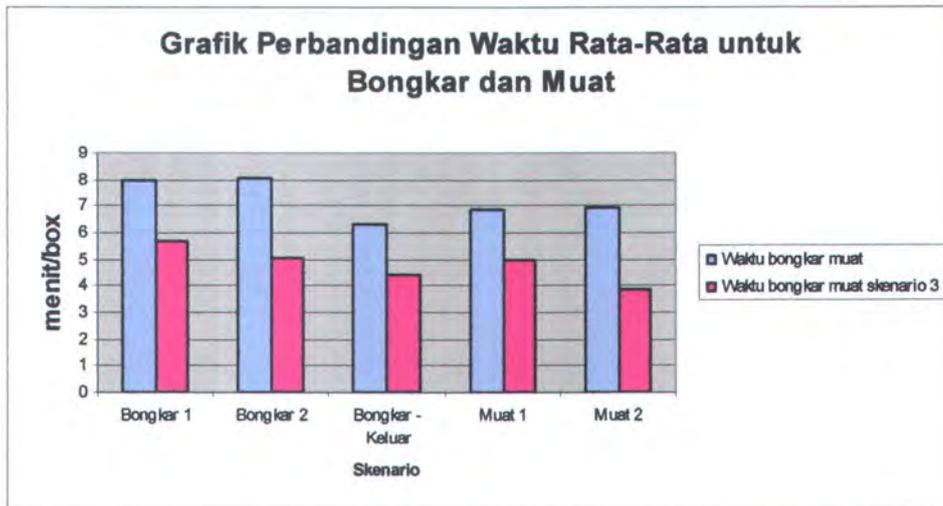
Tabel diatas merupakan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan penambahan 1 shore crane dan 1 RTG untuk proses bongkar dan muat. Sebagai perbandingan prosentase antrian antara skenario awal (sebelum penambahan shore crane dan RTG) dengan skenario 3 (setelah penambahan shore crane dan RTG) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar IV.13 : Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 3

Penurunan antrian dengan penambahan 1 shore crane dan 1 RTG adalah sebesar 24.75% dari skenario awal. Pada skenario awal antrian yang ada sebesar 70.384%, sedangkan setelah ditambah 1 shore crane dan 1 RTG menjadi 52.96%. Jika kita mengacu pada level of acceptable delay percentage yaitu sebesar 60%, sebenarnya skenario ini sudah dapat memenuhi, karena kurang dari 60%. Namun perlu dipikirkan kembali karena penggunaan RTG hanya pada skenario bongkar 2

dan muat 2 saja, karena selama ini untuk container yang berada di tumpukan pertama dan kedua lebih sering menggunakan reach stacker saja, walaupun kadang menggunakan RTG namun prosentasenya sangat kecil.



Gambar IV.14 : Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk skenario awal dan skenario 3

Waktu untuk proses bongkar dan muat container juga turun, yaitu dari 7.22 menit/box menjadi 4.80 menit/box. Dengan menambahkan satu shore crane dan satu RTG maka jumlah shore crane yang melakukan pelayanan untuk proses bongkar dan muat masing – masing adalah 2 dan jumlah RTG juga 2. Sedangkan peralatan yang lain adalah tetap jumlahnya. Seharusnya bukanlah penambahan RTG melainkan adalah perbaikan RTG yang ada, karena Berlian Jasa Terminal memiliki 4 buah RTG tetapi 1 dalam kondisi rusak dan 1 lagi masih dalam kondisi perbaikan. Sehingga yang digunakan saat ini adalah 2 yaitu 1 untuk bongkar dan 1 untuk muat. Untuk penambahan 1 shore crane dan 1 RTG pada proses bongkar ataupun muat hanya berpengaruh pada skenario bongkar 2 dan muat 2 karena hanya skenario ini yang menggunakan shore crane dan RTG, sedangkan untuk proses bongkar 1, muat 1 dan bongkar untuk dibawa keluar dari area Belian Jasa Terminal hanya memerlukan shore crane saja dan tidak memerlukan RTG.

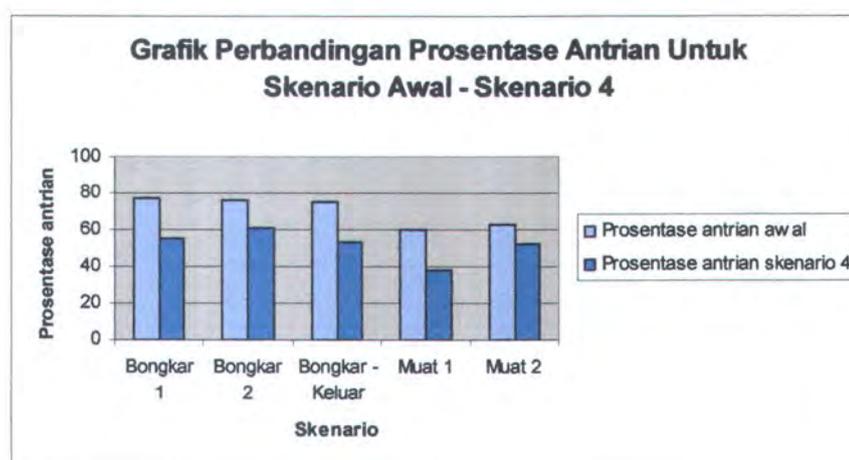
Penggunaan RTG tidak hanya terbatas untuk penumpukan pada tear ke 3 saja tetapi juga digunakan untuk tear 1 dan 2.

IV.5.5 Dengan Penambahan 1 Shore Crane dan 1 Reach Stacker

Tabel IV.14 Hasil simulasi dengan penambahan 1 shore crane+1 Reach Sacker

Skenario 4	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Waktu bongkar muat skenario 4	5,04	5,64	4,43	3,82	5,02	23,95	4,79	mnt/box
Waktu delay	6,52	8,07	5,31	5,42	6,20	31,52	6,30	mnt/box
Total delay	1895,00	1628,00	1955,00	2212,00	1168,00	8858,00	1771,60	box
Prosentase delay	45,21	38,84	46,64	62,18	47,74	240,61	48,12	%
Prosentase antrian skenario 4	54,79	61,16	53,36	37,82	52,26	259,39	51,88	%

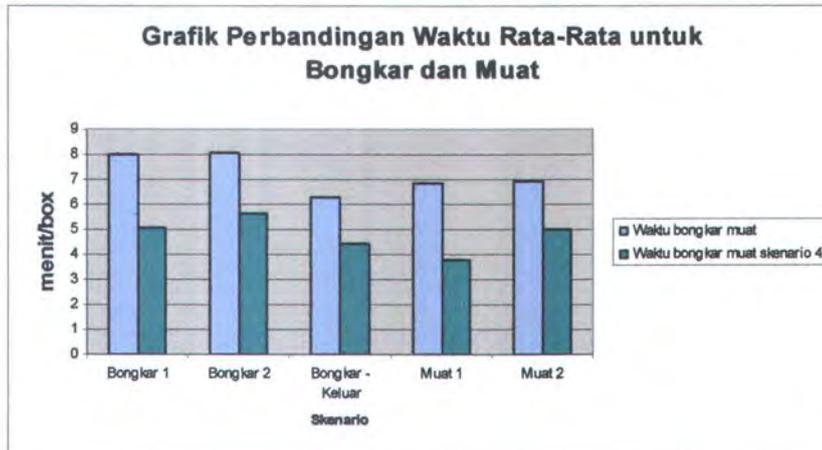
Tabel diatas merupakan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan penambahan 1 shore crane dan 1 Reach Stacker untuk proses bongkar dan muat. Sebagai perbandingan prosentase antrian antara skenario awal (sebelum penambahan shore crane dan Reach Stacker) dengan skenario 4 (setelah penambahan shore crane dan Reach Stacker) dapat dilihat pada grafik dibawah ini



Gambar IV.15: Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 4

Dengan menambahkan 1 shore crane dan 1 reach stacker maka terjadi penurunan prosentase antrian sebesar 26.29% dari prosentase antrian pada waktu awal. Prosentase ini dari 70.384 % menjadi 51.88 %. Angka 51.88 % berarti menunjukkan bahwa skenario ini dapat diterima, karena standar dari level of

acceptable delay percentage adalah sebesar 60%. Jika prosentase antrian berada dibawah 60% maka sistem masih dapat bergerak, tetapi jika lebih dari 60% menunjukkan bahwa didalam sistem akan terdapat antrian yang sangat besar atau sangat tinggi, sehingga kemungkinan untuk delay juga sangat besar.



Gambar IV.16: Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk skenario awal dan skenario 4

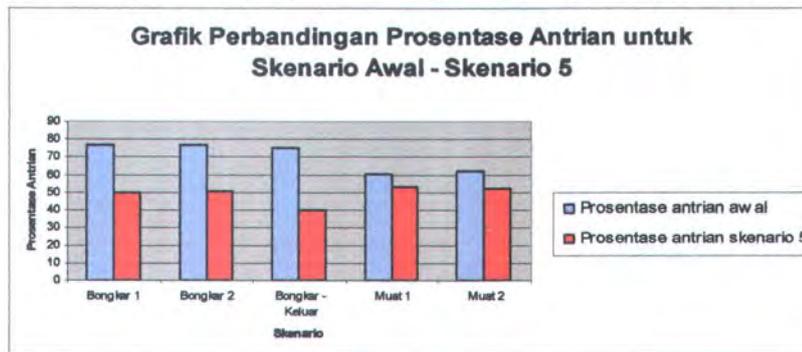
Waktu rata – rata untuk bongkar juga turun, pada awalnya tanpa penambahan shore crane dan reach ctacker 1 container membutuhkan waktu sekitar 7.22 menit, sedangkan setelah ditambahkan shore crane dan reach stacker menjadi 4.79 menit/ container. Penambahan shore crane dan reach stacker ini hanya berpengaruh pada skenario bongkar 1 dan muat 1, sedangkan untuk skenario lainnya tidak berpengaruh. Hal ini karena yang menggunakan shore crane dan reach stacker hanya skenario bongkar 1 dan muat 1 saja, sedangkan skenario bongkar 2, muat 2 dan bongkar untuk dibawa keluar Berlian Jasa Terminal Indonesia hanya menggunakan shore crane saja.

IV.5.6 Dengan Penambahan 1 Shore Crane dan 1 Top Loader

Tabel IV.15 Hasil simulasi dengan penambahan 1 shore crane+1 Top Loader

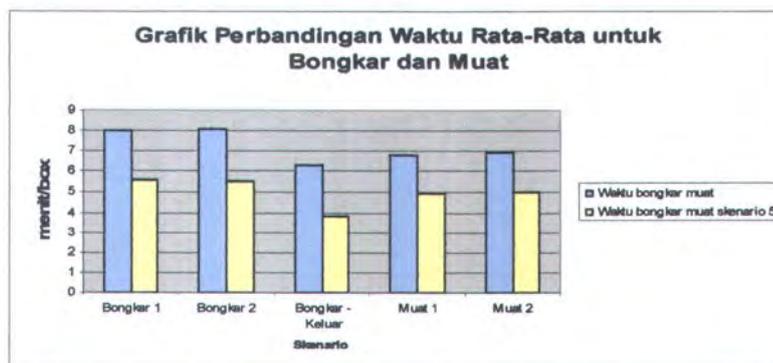
Skenario 5	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Waktu bongkar muat skenario 5	5,57	5,51	3,86	4,98	5,02	24,94	4,99	mnt/box
Waktu delay	7,24	7,24	6,06	5,99	6,20	32,73	6,55	mnt/box
Total delay	2097,23	2054,77	2519,49	1664,70	1698,07	10034,26	2006,85	box
Prosentase delay	50,03	49,02	60,10	46,80	47,74	253,69	50,74	%
Prosentase antrian skenario 5	49,97	50,98	39,90	53,19	52,26	246,30	49,26	%

Tabel diatas merupakan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan penambahan 1 shore crane dan 1 Top Loader untuk proses bongkar dan muat. Sebagai perbandingan prosentase antrian antara skenario awal (sebelum penambahan shore crane dan Top Loader) dengan skenario 5 (setelah penambahan shore crane dan Top Loader) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar IV.17: Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 5

Penambahan 1 shore crane dan 1 top loader menyebabkan penurunan sebesar 30.01%, yaitu dari 70.384 % pada saat scenario awal menjadi 49.26% setelah ditambah dengan shore crane dan top loader.



Gambar IV.18 : Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat unuk skenario awal dan skenario 5

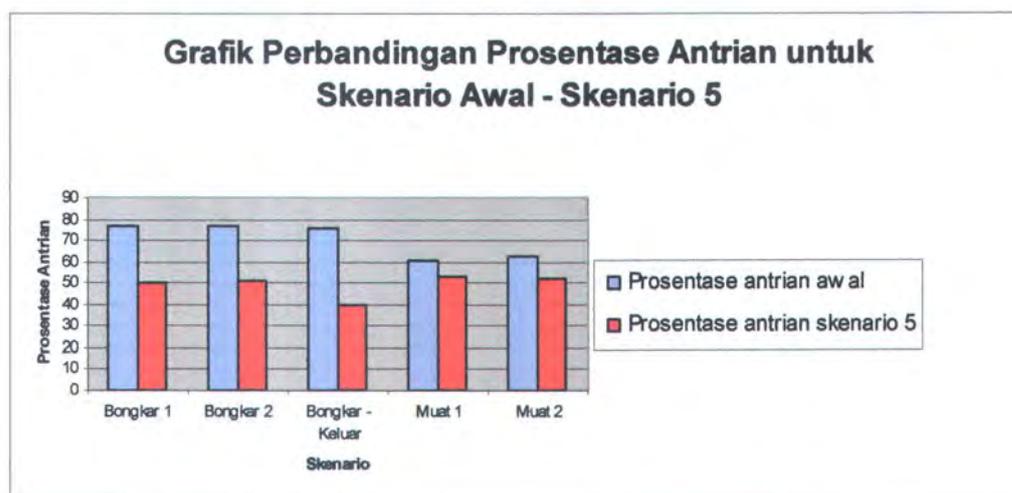
Waktu rata – rata untuk bongkar juga turun, pada awalnya tanpa penambahan shore crane dan top loader 1 container membutuhkan waktu sekitar 7.22 menit, sedangkan setelah ditambahkan shore crane dan top loader menjadi 4.99 menit/ container. Penambahan shore crane dan top loader ini hanya berpengaruh pada proses bongkar saja , karena pada proses muat tidak membutuhkan top loader. Untuk proses muat dengan penambahan shore crane dan top loader yang berpengaruh hanya shore crannya saja, sedangkan top loadernya tidak. Jika mengacu pada level of acceptable delay percentage sebesar 60%, maka skenario ini sudah memenuhi yaitu prosentasi antrian yang ada harus kurang dari 60%. Prosentase antrian pada skenario ini adalah sebesar 49.26 %, dari seluruh skenario yang disimulasikan skenario inilah yang memiliki prosentase antrian paling kecil. Dengan semakin kecilnya prosentase antrian maka menunjukkan bahwa antrian yang nantinya ada di sistem juga semakin sedikit dan delay yang terjadi juga semakin kecil.

IV.6 PEMILIHAN SKENARIO DAN PENAMBAHAN ALAT YANG SESUAI

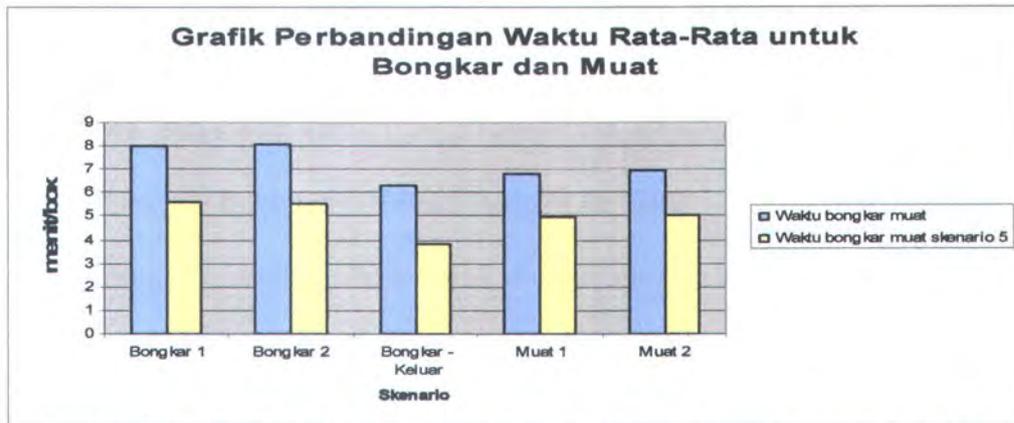
Setelah mengetahui waktu rata-rata untuk bongkar muat container dari skenario yang baru, maka dipilih satu skenario dimana dalam skenario tersebut prosentase terjadinya antrian diperoleh paling kecil. Sehingga sistem dapat dikatakan efisien.

Dengan penambahan alat berupa 1 Shore Crane dan 1 Top Loader maka waktu yang digunakan untuk bongkar atau muat container bisa berkurang dari 7.22 menit menjadi 4.99 menit. Hal ini terjadi karena pada simulasi awal (dari

Berlian Jasa Terminal Indonesia) 1 Shore Crane digunakan untuk melayani seluruh kebutuhan bongkar muat, sehingga antrian yang terjadi sangat banyak. Sedangkan pada simulasi dengan skenario baru, shore crane yang digunakan ada 2, berarti ada 2 shore crane yang melayani seluruh kebutuhan bongkar atau muat. Bisa pula dikatakan bahwa pada skenario ini shore crane yang ada disusun secara paralel, sehingga ada 2 shore crane untuk melayani kebutuhan bongkar muat, nilai antrian yang ada diambil angka tertinggi. Begitu pula pada Top Loader, pada simulasi 1 Top loader digunakan untuk melayani seluruh kebutuhan bongkar, sedangkan pada simulasi yang baru, seluruh kebutuhan bongkar dilayani oleh 2 Top Loader. Dengan penambahan 1 shore crane dan 1 Top Loader ini berarti ada 2 alat yang disusun secara paralel, yaitu shore crane dan top loader sedangkan peralatan lainnya tetap disusun seri. Dengan jumlah yang sama maka proses bongkar dan muat akan berlangsung lebih cepat daripada bila seluruh peralatan disusun secara seri. Sehingga antrian container yang ada saat ini bisa diturunkan. Perbandingan antara skenario yang ada di Berlian Jasa Terminal dengan sistem baru untuk mengurangi antrian antara lain :



Gambar IV.17 : Grafik Perbandingan Prosentase Antrian untuk Skenario Awal – Skenario 5



Gambar IV.18 : Grafik Perbandingan Waktu Rata-Rata Bongkar dan Muat untuk skenario awal dan skenario 5

Untuk skenario bongkar 1:

Untuk penambahan 1 shore crane dan 1 Top loader pada simulasi ini mengakibatkan waktu rata-rata untuk bongkar muat container menjadi 5.57 menit/container sebelumnya adalah sebesar 7.008 menit/container. Prosentase antrian setelah ditambah dengan 1 shore crane dan 1 Top loader menjadi 49.26 %, padahal sebelum adanya penambahan alat ini prosentase antriannya sebesar 76.75 %, dari sini tampak penurunan sebesar 30.01%. Penambahan Shore crane dan top loader pada skenario ini sangat berpengaruh, karena shore crane dan top loader berada pada proses awal untuk bongkar.

Untuk skenario bongkar 2:

Dengan adanya penambahan 1 shore crane dan 1 Top loader maka waktu rata-rata untuk bongkar muat menjadi 5.61 menit/container sedangkan jika menggunakan simulasi dari Berlian Jasa Terminal adalah sebesar 8,078 menit/container. Prosentase antrian yang terjadi setelah penambahan alat adalah 50.98 %, sedangkan sebelum ditambah alat adalah sebesar 76.51%. Prosentase antrian turun sebesar 33.39%. Penambahan Shore crane dan top loader pada

penambahan top loader tidak berpengaruh karena skenario muat tidak menggunakan top loader, jadi pengaruhnya hanya tampak pada penambahan shore crane saja

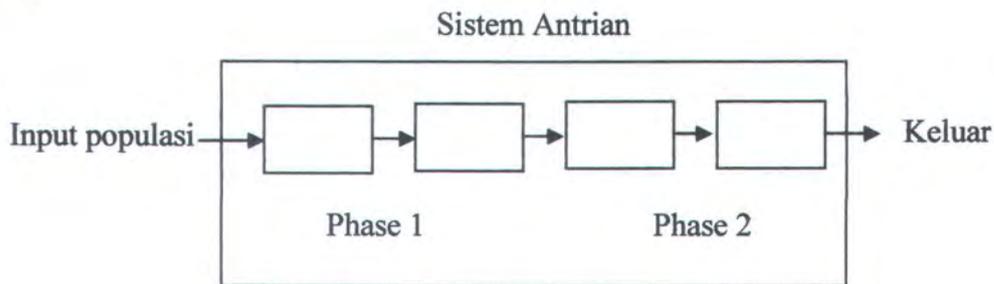
Availability

Availability adalah probabilitas sistem / peralatan / komponen untuk berdaya guna pada waktu t [Billiton, Allan, Leitch and O'connor]. Karena di Berlian Jasa Terminal Indonesia keseluruhan peralatan yang dimiliki adalah hasil sewa dari PT Portex, maka bisa dikatakan tingkat availabilitynya rendah, karena kemungkinan ketersediaan alat pada saat terjadi kenaikan tingkat bongkar dan muat container belum tentu alat yang dibutuhkan tersedia. Alat yang ada saat ini hanya bisa menangani sejumlah container yang ada. Jika terjadi kenaikan, maka Berlian Jasa Terminal Indonesia harus mengusahakan adanya alat tambahan agar tidak terjadi delay dan antrian container.

Karena menurut trend yang telah dibuat diatas bahwa akan terjadi kenaikan jumlah container baik yang bongkar maupun muat, maka seharusnya pihak Berlian Jasa Terminal menyediakan peralatan yang memadai untuk 5 tahun kedepan sejak saat ini, sehingga delay dan prosentase antrian yang ada bisa dikurangi. Contoh kecil tidak tersedianya peralatan yang cukup saat ini yang bisa dilihat pada Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah adanya kerusakan pada 2 buah RTG, sehingga yang dapat digunakan hanya 2, hal ini menyebabkan antrian cukup banyak pada saat container akan masuk ke container yard ataupun pada waktu container keluar dari container yard.

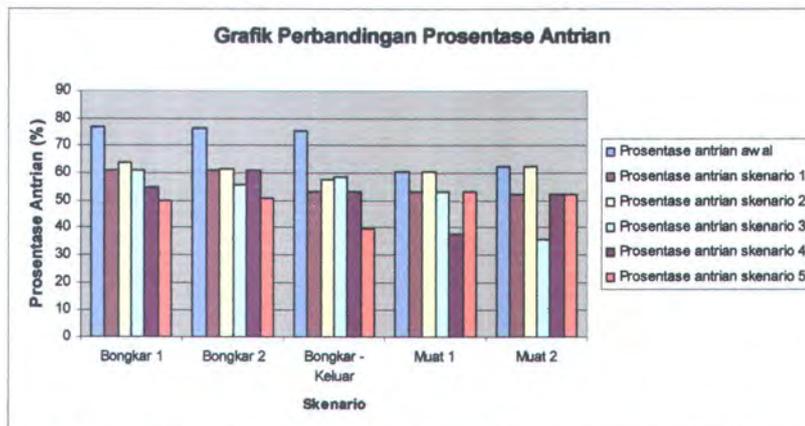
IV.7 Analisa Terhadap Antrian

Model antrian yang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah FIFO (First In First Out) pada model ini antrian yang pertama kali datang dialah yang dialayani terlebih dahulu. Sedangkan untuk model struktur antrian dasar yang dilakukan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah Single Chanel Multiphase, dimana ada 2 atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase).



Baik dalam proses bongkar maupun proses muat menggunakan Single Chanel Multiphase karena container dilayani tidak hanya oleh satu peralatan saja, tetapi oleh beberapa peralatan yang berurutan.

Setelah melakukan simulasi dengan Arena maka didapatkan prosentase nilai antrian pada setiap skenario, prosentase tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini



Gambar IV.19 : Grafik Perbandingan Prosentase Antrian pada setiap Skenario

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada skenario awal / skenario yang saat ini digunakan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia prosentase antrian yang ada bisa mencapai lebih dari 70%, padahal menurut Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration menyatakan bahwa antrian yang ada di pelabuhan untuk proses bongkar muat tidak boleh lebih dari 60%. Jika yang terjadi adalah lebih dari 60% maka sistem bisa dikatakan tidak stabil, dan ketidak stabilan ini dapat menyebabkan delay cukup lama.

Karena trend untuk proses bongkar dan muat tahun 2002 – 2010 cenderung naik maka kemungkinan prosentase antrian juga akan naik. Agar prosentase ini tidak naik terus maka diupayakan untuk menambahkan alat untuk proses bongkar dan muat.

Untuk penambahan alat berupa 1 shore crane memang menurunkan prosentase antrian, prosentase antrian menjadi rata-rata 56.12%. Nilai ini memang berada di bawah 60% namun perlu dipertimbangkan bahwa trend baik bongkar maupun muat cenderung naik, sehingga kemungkinan besar trend untuk 2010-selanjutnya juga naik.

Untuk penambahan alat berupa 1 top loader (skenario 2) juga menurunkan antrian yang ada saat ini, namun antrian hanya turun sampai menjadi 61.21 %, padahal menurut Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration menyatakan bahwa antrian yang ada di pelabuhan untuk proses bongkar muat tidak boleh lebih dari 60%. Oleh karena itu skenario ini tidak dapat digunakan.

Untuk penambahan alat berupa 1 shore crane dan 1RTG (skenario 3) dapat menurunkan antrian sampai menjadi 52.96 %. Penurunan prosentase antrian yang

sangat tinggi ini hanya terjadi pada skenario bongkar 2 dan muat 2 saja, namun untuk skenario bongkar 1, muat 1 dan muat keluar penurunan antriannya sama dengan jika ditambahkan shore crane. Penggunaan RTG biasanya hanya untuk meletakkan atau menurunkan container pada tier ke-3. Untuk tier pertama dan ke-2 biasanya hanya menggunakan reach stacker. Selain itu biaya untuk operasi RTG juga sangat mahal.

Untuk penambahan alat berupa 1 shore crane dan 1 Reach Stacker (skenario 4) dapat menurunkan antrian sebesar 26.29% dari skenario awal. Dengan penambahan alat ini prosentase antrian menjadi 51.88%, nilai ini memang berada dibawah standart Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration yang menyatakan bahwa antrian yang ada di pelabuhan untuk proses bongkar muat tidak boleh lebih dari 60%. Namun penurunan prosentase antrian yang sangat tinggi ini hanya terjadi pada skenario bongkar 1 dan muat 1 saja karena hanya skenario ini yang menggunakan shore crane dan reach stacker, sedangkan untuk skenario bongkar 2, muat 2 dan muat keluar penurunan antriannya sama dengan jika ditambahkan shore crane. Padahal menurut peramalan yang dibuat sebelumnya trend untuk bongkar dan muat cenderung naik. Selain itu trend untuk bongkar sampai dengan 2010 lebih besar daripada trend untuk muat. Untuk penambahan alat berupa 1 shore crane dan 1 Top Loader (skenario 5) dapat menurunkan antrian sampai menjadi 49.26%, nilai ini berada jauh dibawah standart Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration yang menyatakan bahwa antrian yang ada di pelabuhan untuk proses bongkar muat tidak boleh lebih dari 60%. Hal ini dikarenakan shore crane dan top loader berada pada pada proses awal pada saat

bongkar, sedangkan untuk muat memang shore crane berada pada proses akhir dan memang muat tidak memerlukan top loader namun menurut peramalan yang telah dilakukan sebelumnya bahwa trend untuk bongkar memang lebih besar daripada trend untuk muat. Sehingga penambahan kedua jenis alat ini sangat berpengaruh untuk menurunkan prosentase antrian yang ada.

IV.8 Analisa Ekonomi

Karena dengan menambah peralatan yang ada berarti juga harus menambah biaya investasi maka perlu dipertimbangkan apakah dengan menambah alat Berlian Jasa Terminal Indonesia akan mendapat keuntungan atau justru sebaliknya.

Tabel IV.16 Biaya untuk sewa peralatan

Keterangan	% antrian	% penurunan	biaya sewa(\$)	sewa tambahan alat (\$)	total biaya untuk sewa (\$)
Existing in BJTI	70,384	0	20000	0	20000
Dengan Penambahan alat					
Skenario 1	56,12	20,26596954	20000	8000	28000
Skenario 2	61,21	13,03421232	20000	2000	22000
Skenario 3	52,96	24,75562628	20000	13000	33000
Skenario 4	51,88	26,29006592	20000	11000	31000
Skenario 5	49,26	30,01250284	20000	10000	30000

Tabel diatas menunjukkan berapa uang yang harus dibayarkan untuk masing-masing skenario, sesuai dengan alat yang harus ditambahkan.

Tabel IV.17 Pendapatan BJTI untuk masing-masing skenario

Keterangan	Harga B/M	Juml boz/jam	Jumlah boz/har	pendapatan/hari(\$)	pendapatan/tahun(\$)
Existing in BJTI	17,5	8,3	174,3	3050,25	1098090
Dengan Penambahan alat					
Skenario 1	17,5	11,6	243,6	4263	1534680
Skenario 2	17,5	8,7	182,7	3197,25	1151010
Skenario 3	17,5	12	252	4410	1587600
Skenario 4	17,5	12	252	4410	1587600
Skenario 5	17,5	12	252	4410	1587600

Sedangkan untuk tabel diatas ini merupakan hasil perhitungan pendapatan Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk satu tahun, dengan melihat tabel tersebut bisa dilihat bahwa terjadi kenaikan pada pendapatan Berlian Jasa Terminal Indonesia untuk masing-masing skenario. Keuntungan yang didapat BJTI jika menggunakan skenario baru dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

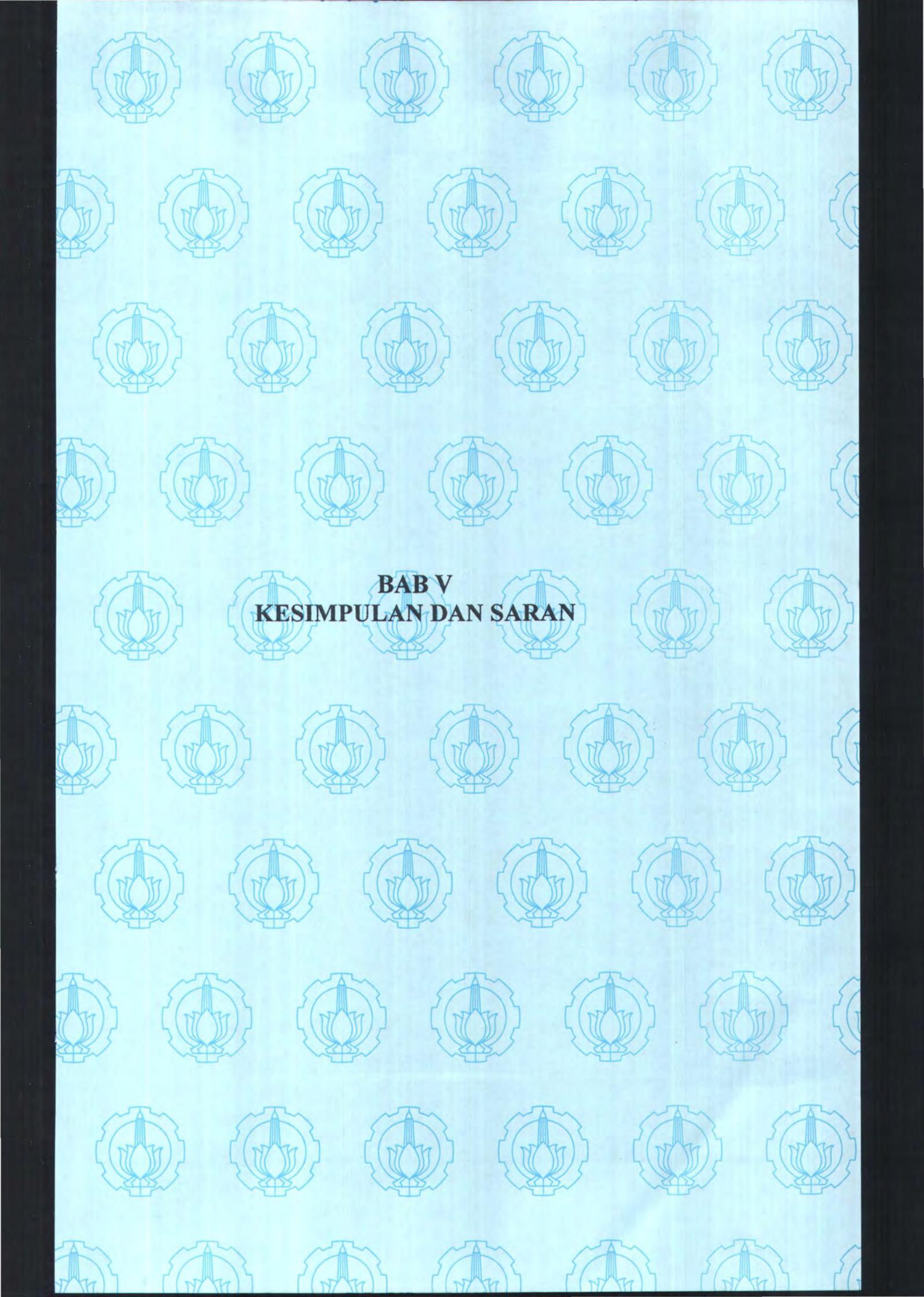
Tabel IV.17 Keuntungan BJTI

Keterangan	Keuntungan(\$)
Existing in BJTI	1078090
Dengan Penambahan alat	
Skenario 1	1506680
Skenario 2	1129010
Skenario 3	1554600
Skenario 4	1556600
Skenario 5	1557600

Dapat dilihat bahwa keuntungan terbesar adalah pada saat menggunakan skenario 5, yaitu dengan penambahan 1 shore crane dan 1 top loader. Dengan menggunakan skenario ini maka akan didapatkan keuntungan lebih banyak daripada penggunaan skenario yang sekarang ada di Berlian Jasa Terminal Indonesia.

IV.9 Perbandingan Kinerja Antara TO dan SGO

Sistem yang saat ini digunakan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia adalah Sistem Terminal Operator (TO), sistem ini digunakan sejak tahun 2002 untuk menggantikan sistem gudang operator yang dirasa tidak efektif. Perbandingan kinerja antara Sistem Terminal Operator (TO) dan Sistem Gudang Operator (SGO) adalah sebagai berikut :



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

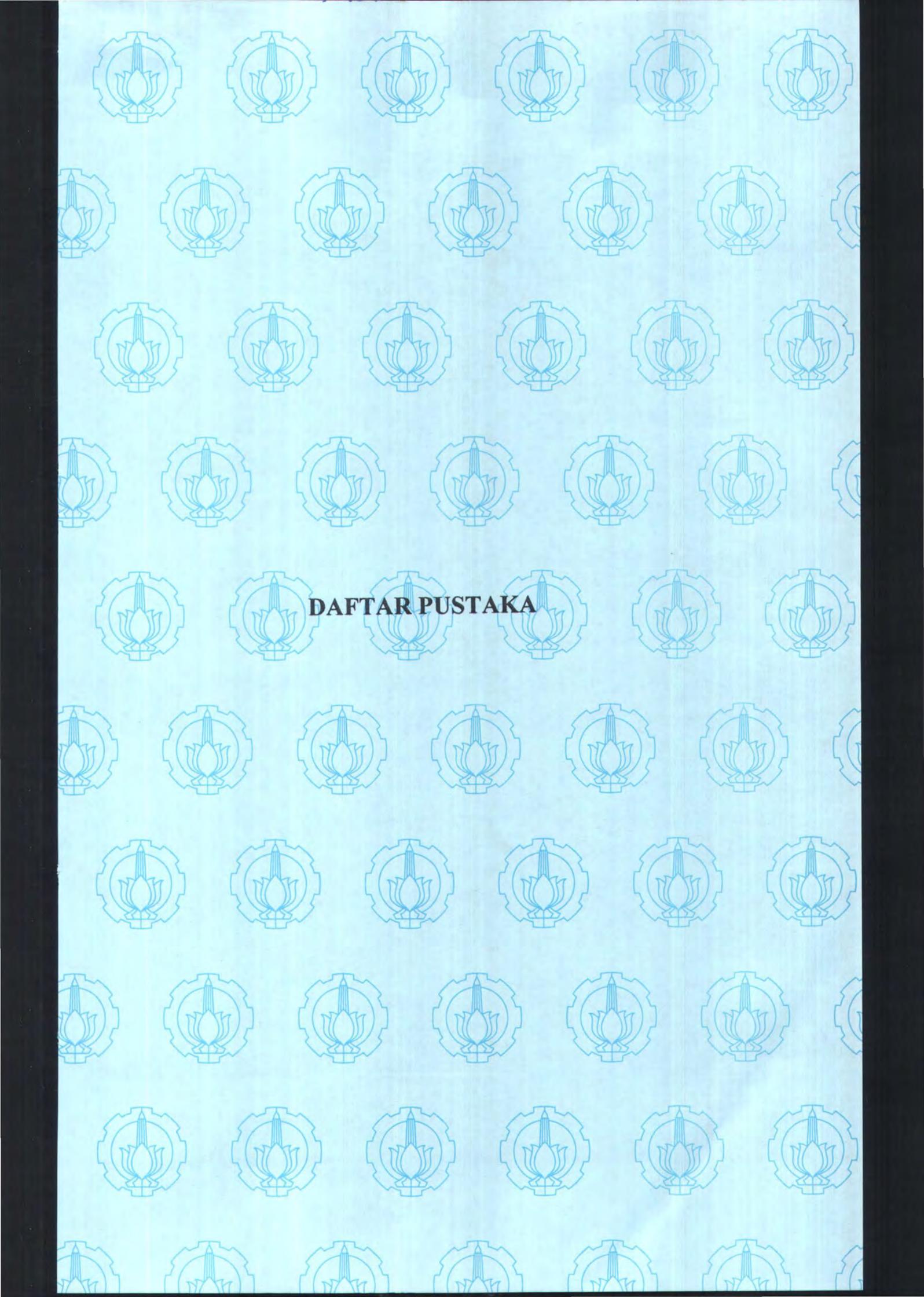
1. Perbandingan antara kinerja Terminal Operator (TO) dan Sistem Gudang Operator (SGO) adalah sebagai berikut :
 - Untuk Terminal Operator : Kinerja di BJTI masih kurang optimal karena masih kurangnya peralatan untuk bongkar muat, tetapi dengan menggunakan sistem ini tidak ada penumpukan di gudang-gudang pelabuhan lagi seperti yang biasa terjadi pada saat menggunakan sistem terminal operator.
 - Untuk Sistem Gudang Operator (SGO) : kinerja SGO di BJTI tidak baik karena antrian yang terjadi sangat banyak, kalau pada Terminal Operator antrian yang terjadi hanya pada peralatan bongkar muat sedangkan pada SGO antrian yang terjadi tidak hanya ada pada peralatan saja, tetapi juga pada gudang – gudang di pelabuhan.
2. Performansi sistem Terminal Operator yang saat ini digunakan oleh Berlian Jasa Terminal Indonesia belum cukup efektif. Hal ini tampak dari prosentase antrian yang ada sebesar 70.384%. Angka ini menunjukkan bahwa antrian yang ada tidak dalam batas wajar, karena seharusnya prosentase antrian untuk aktivitas bongkar dan muat di pelabuhan adalah kurang dari 60%.

3. Antrian yang cukup banyak disebabkan karena peralatan yang tersedia untuk proses bongkar muat container hanya sedikit atau dapat dikatakan masih kurang bila dibandingkan dengan jumlah container yang harus dilayani, apalagi trend untuk aktivitas bongkar dan muat sampai dengan thun 2010 adalah cenderung naik.
4. Prosentase waktu untuk menunggu terbesar adalah pada shore crane yaitu sebesar 33.2%, karena pada seluruh skenario baik bongkar maupun muat memerlukan shore crane maka diperlukan penambahan shore crane untuk menurunkan antrian container pada waktu menunggu pelayanan shore crane. Sedangkan pada Top Loader antrian bisa mencapai 34.8% tetapi penggunaan top loader hanya pada proses bongkar saja. Penambahan alat berupa top loader dilakukan untuk meminimalkan antrian pada waktu bongkar, karena pada trend yang telah dibuat sebelumnya diketahui bahwa jumlah container yang akan dibongkar di Berlian Jasa Terminal Indonesia lebih banyak daripada jumlah barang yang akan di muat.
5. Untuk penambahan 1 shore crane (skenario 1) prosentase antrian turun sebesar 20.26%. Penambahan 1 top loader menyebabkan prosentase antrian turun sekitar 13.03%. Penambahan 1 Shore crane dan 1 RTG menyebabkan prosentase antrian turun sebesar 24.75%. Penambahan 1 shore Crane dan 1 Reach Stacker menyebabkan antrian trun sebesar 26.29%, sedangkan untuk penambahan 1 shore crane dan 1 top loader menyebabkan antrian turun sebesar 30.01%.

6. Skenario yang dipilih untuk mengurangi antrian adalah scenario 5 yaitu dengan penambahan 1 shore crane dan 1 top loader, karena dengan scenario ini prosentase antrian yang ada dapat turun sebesar 30.01% yaitu dari 70.384% menjadi 49.26%. Hal ini sudah sesuai dengan standart dari Ship and Port Performance UNCTAD, 1998, Swiss General Administration menyatakan bahwa antrian yang ada di pelabuhan untuk proses bongkar muat tidak boleh lebih dari 60%. Selain diantara 5 skenario yang dibuat, ternyata keuntungan terbesar didapatkan jika menggunakan scenario ke 5 yaitu dengan menambahkan shore crane dan top loader.

V.2 Saran

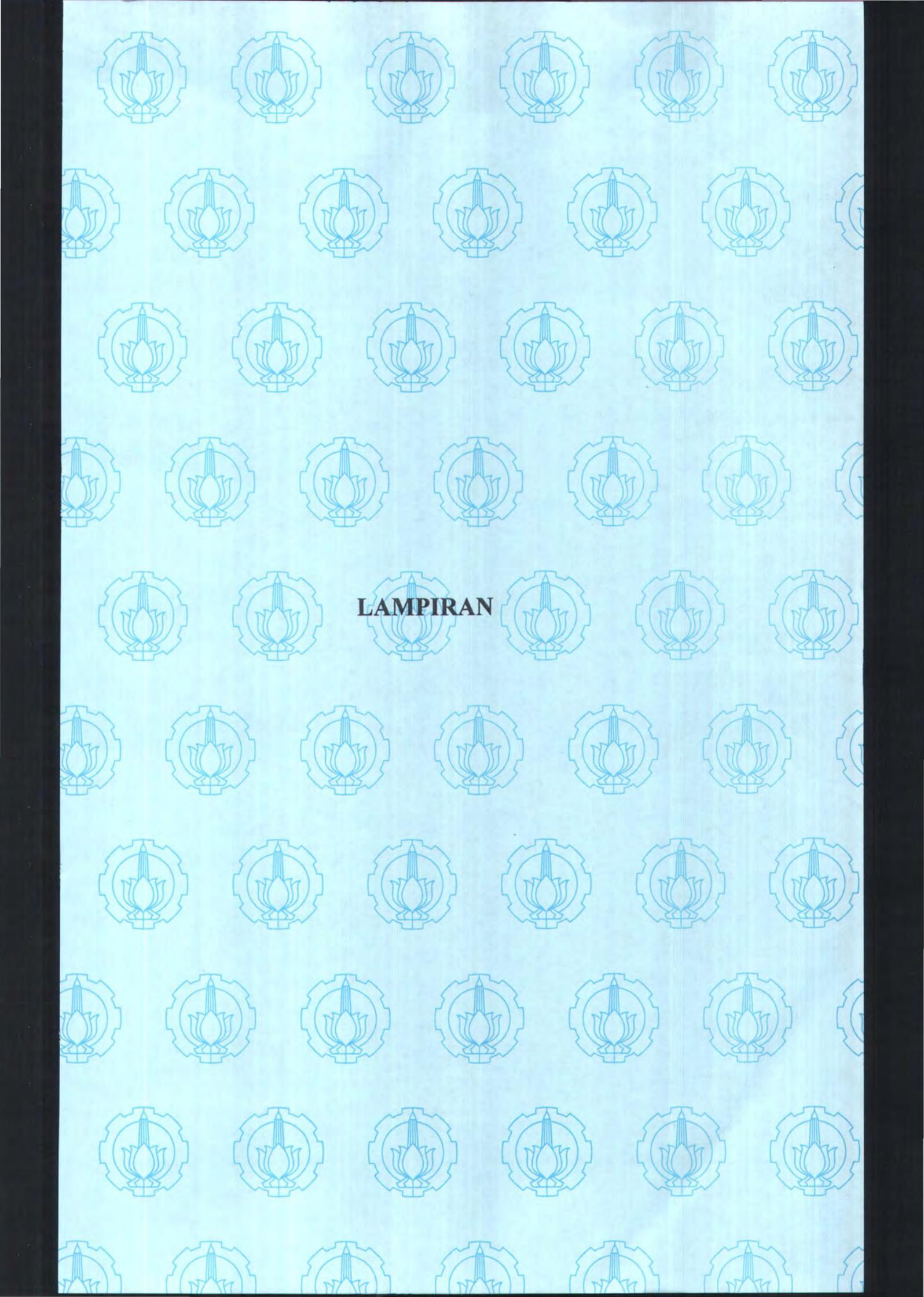
Dari karya tulis ini penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisa ekonomi secara lebih detail untuk setiap skenario baru yang dibuat sehingga didapatkan suatu skenario yang tidak hanya dapat mengurangi antrian yang terjadi tetapi juga ekonomis.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas Syamsir, *Management dan Pelayaran Niaga*, Pustaka Jaya, Jakarta, 1994
- Corder, A & Hadi, *Terminal Manajemen Pemeliharaan*, Erlangga cetakan ke 2, 1992
- Dickie D.E, *Rigging Manual*, first edition 1975
- Divisi Terminal Usaha Serbaguna Perum PELINDO III Surabaya
- D.P Cox and Waller, *Queues*, Imperial College, University of London
- H. Banks, James, *Introduction To Transportation Engineering*, Second edition
- Kelton David W, Sadowski P Randall, Sturrock T David, "*Simulation With Arena*", Third Edition, Mc Graw Hill Higher Education, Singapura, 2003.
- Kramadibrata, S, *Perencanaan Pelabuhan*, Ganeca Exact, Bandung, 1985
- Leonard Keinrock & Gail Richard, *Queueing System*
- M. Law Averill & W David Kelton, *Simulation Modeling and Analysis*, Second edition, Tucson Arizona
- Purba Radiks, *Angkutan Muatan Laut I*, Rineke Cipta, Jakarta, 1997
- Quinn A,D, *Design & Construction of Port Marine Structures*, second edition, 1972
- Triatmodjo B, *Pelabuhan* , Beta Offset, 1996
- Velsink H, *Ports and Terminals*, Delft, 1997
- W. Davd Kelton & Deborah A. Sadowski, *Simulation With Arena*, second edition, 2002



LAMPIRAN

Peramalan Tahun 2005

Karena data yang didapat untuk tahun 2005 hanya sampai bulan juli maka diperlukan peramalan. Peramalan dilakukan sampai pada bulan desember.

- Untuk proses bongkar maximum

Fungsi linear

	jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni		
y =	160	247	147	230	224	291	=	1299
x =	0	1	2	3	4	5	=	15
x ² =	0	1	4	9	16	25	=	55
x*y =	0	247	294	690	896	1455	=	3582

$$Y = a + bx$$

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

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

$$y = 168 + 19,11x$$

Fungsi eksponensial

Bulan	y	x	x ²	logy	x logy
feb	247	-2	4	2,393	-4,785
maret	147	-1	1	2,167	-2,167
April	230	0	0	2,362	0
Mei	224	1	1	2,35	2,35
Juni	291	2	4	2,464	4,928
			5	4,56	-6,953

$$Y = axb^x$$

$$Y = \text{Log } a = \frac{\sum(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\sum(x \log Y)}{\sum X^2}$$

$$Y = 33.1 * 0.04^x$$

Menentukan Error

$$F \text{ linear max} = 168 + 19,11x$$

Bulan	y	fy	e	[e]
jan	160	168	-8	8
feb	247	187,11	59,89	59,89
maret	147	206,22	-59,2	59,2
April	230	225,33	4,67	4,67
Mei	224	244,44	-20,4	20,4
Juni	291	263,55	27,45	27,45
				179,6

$$\text{MAD} = \frac{\sum \text{kesalahan}}{n} = 29.94$$

F eksponensial max = $33,1 \cdot 0,04^x$

Bulan	y	fy	e	[e]
feb	247	20688	-20441	20441
maret	147	827,5	-680,5	680,5
April	230	33,1	196,9	196,9
Mei	224	1,324	222,68	222,68
Juni	291	0,053	290,95	290,95
				21832

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 4336$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

F linear maksimum = $168 + 19,11x$

	Juli	Agustus	Sep	Okt	Novem	Des
x	6	7	8	9	10	11
F	282,7	301,77	320,9	340	359,1	378

- Untuk proses bongkar minimum

Fungsi linear

	jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni		
y =	30	25	30	34	30	46	=	195
x =	0	1	2	3	4	5	=	15
x ² =	0	1	4	9	16	25	=	55
x*y =	0	25	60	102	120	230	=	537

$$Y = a + bx$$

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

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$y = 25,43 + 2,829x$$

Fungsi eksponensial

Bulan	y	x	x ²	logy	x logy
feb	25	-2	4	1,398	-2,796
maret	30	-1	1	1,477	-1,477
April	34	0	0	1,531	0
Mei	30	1	1	1,477	1,477
Juni	46	2	4	1,663	3,326
			5	2,875	-4,273

$$Y = axb^x$$

$$Y = \text{Log } a = \frac{\Sigma(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\Sigma(x \log Y)}{\Sigma X^2}$$

$$Y = 9,08 \cdot 0,14^x$$

Menentukan Error

F linear min = 25,43+2,829x

Bulan	y	fy	e	[e]
jan	30	25,43	4,57	4,57
feb	25	28,259	-3,26	3,26
maret	30	31,088	-1,09	1,09
April	34	33,917	0,083	0,083
Mei	30	36,746	-6,75	6,75
Juni	46	39,575	6,425	6,425
				22,18

$$MAD = \frac{\sum \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 3.696$$

F eksponensial min = 9,08*0,14^x

Bulan	y	fy	e	[e]
feb	25	463,27	-438,3	438,3
maret	30	64,857	-34,86	34,86
April	34	9,08	24,92	24,92
Mei	30	1,2712	28,729	28,729
Juni	46	0,178	45,822	45,822
				572,63

$$MAD = \frac{\sum \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 115$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

F linear min = 25,43+2,829x

	Juli	Agustus	Sep	Okt	Novem	Des
x	6	7	8	9	10	11
F	42,4	45,233	48,06	50,89	53,72	56,5

- Untuk proses muat maximum
Fungsi linear

y =	jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	=	1275
x =	0	1	2	3	4	5	=	15
x^2 =	0	1	4	9	16	25	=	55
x*y =	0	161	272	726	872	1430	=	3461

Y = a + bx

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

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

y = 173.4 + 15.3x

Fungsi eksponensial

1

Bulan	y	x	x ²	logy	x logy
feb	161	-2	4	2,207	-4,414
maret	136	-1	1	2,134	-2,134
April	242	0	0	2,384	0
Mei	218	1	1	2,338	2,338
Juni	286	2	4	2,456	4,913
			5	4,34	-6,547

$$Y = axb^x$$

$$\text{Log } a = \frac{\Sigma(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\Sigma(x \log Y)}{\Sigma X^2}$$

$$Y = 27,98 * 0,05^x$$

Menentukan Error

F linear max = 173,4 + 15,63x

Bulan	y	fy	e	[e]
jan	232	173,4	58,6	58,6
feb	161	189,03	-28	28
maret	136	204,66	-68,7	68,7
April	242	220,29	21,71	21,71
Mei	218	235,92	-17,9	17,9
Juni	286	251,55	34,45	34,45
				229,4

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 38,23$$

F eksponensial max = 27,98 * 0,05^x

Bulan	y	fy	e	[e]
feb	161	11192	-11031	11031
maret	136	559,6	-423,6	423,6
April	242	27,98	214,02	214,02
Mei	218	1,399	216,6	216,6
Juni	286	0,07	285,93	285,93
				12171

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 2534$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

F linear maksimum = 173,4 + 15,63x

	Juli	Agustus	Sep	Okt	Novem	Des
x	6	7	8	9	10	11
F	267,2	282,81	298,4	314,1	329,7	345

- Untuk proses muat minimum

Fungsi linear

y =	jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	=	160
x =	37	27	25	21	20	30	=	15
x ² =	0	1	2	3	4	5	=	55
x*y =	0	1	4	9	16	25	=	370
	0	27	50	63	80	150	=	

$Y = a + bx$

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

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

$y = 30.95 - 1.714 x$

Fungsi eksponensial

Bulan	y	x	x ²	logy	x logy
feb	27	-2	4	1,431	-2,863
maret	25	-1	1	1,398	-1,398
April	21	0	0	1,322	0
Mei	20	1	1	1,301	1,301
Juni	30	2	4	1,477	2,954
		10		6,93	-0,005

$Y = axb^x$

$$Y = \text{Log } a = \frac{\sum(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\sum(x \log Y)}{\sum X^2}$$

$Y = 8.77 * 0.14^x$

Menentukan Error

F linear min = 30,95 - 1,714x

Bulan	y	fy	e	[e]
jan	37	30,95	6,05	6,05
feb	27	29,236	-2,24	2,24
maret	25	27,522	-2,52	2,52
April	21	25,808	-4,81	4,81
Mei	20	24,094	-4,09	4,09
Juni	30	22,38	7,62	7,62
				27,33

$$\text{MAD} = \frac{\sum \text{kesalahan}}{n} = 4.55$$

F eksponensial min = 8,77 * 0,14^x

Bulan	y	fy	e	[e]
feb	27	447,45	-420,4	420,4
maret	25	62,643	-37,64	37,64
April	21	8,77	12,23	12,23
Mei	20	1,2278	18,772	18,772
Juni	30	0,1719	29,828	29,828
				518,87

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 104$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

$$F \text{ linear min} = 30,95 - 1,714x$$

	Juli	Agustus	Sep	Okt	Novem	Des
x	6	7	8	9	10	11
F	20,67	18,952	17,24	15,52	13,81	12,1

Sehingga untuk tahun 2005 didapatkan :

Bulan	Bongkar		Muat	
	min	max	min	max
Jan	30	160	37	232
Feb	25	247	27	161
Maret	30	147	25	136
April	34	230	21	242
Mei	30	224	20	218
Juni	46	291	30	286
Juli	42	283	21	267
Agustus	45	302	19	283
Septem	48	321	17	298
Oktob	51	340	16	314
Novem	54	359	14	330
Des	57	378	12	345

Peramalan tahun 2006 - 2010

- Untuk proses bongkar maximum

Fungsi linear

y =	2002	2003	2004	2005	=	1529
x =	0	1	2	3	=	6
x ² =	0	1	4	9	=	14
x*y =	0	337	824	1134	=	2295

$$Y = a + bx$$

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

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \quad y = 382 + 0.3 x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x ²	logy	x logy
2003	337	-1	1	2,528	-2,53
2004	412	0	0	2,615	0
2005	378	1	1	2,577	2,58
			2	7,72	0,05

$$Y = axb^x$$

$$Y = \text{Log } a = \frac{\Sigma(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\Sigma(x \log Y)}{\Sigma X^2}$$

$$Y = 374.1 * 1.06^x$$

Menentukan Error

F linear max = 382 + 0,3x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	337	382,3	-45,3	45,3
2004	412	382,6	29,4	29,4
2005	378	382,9	-4,9	4,9
				79,6

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 26.53$$

F eksponensial max = 374,1 * 1,06^x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	337	352,9	-15,9	15,9
2004	412	374,1	37,9	37,9
2005	378	396,5	-18,5	18,5
				72,3

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 24.1$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

F eksponensial max = 374,1 * 1,06^x

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	472,3	500,6	531	562,5	596

- Untuk proses bongkar minimum
Fungsi linear

y =	2002	2003	2004	2005	=	35
x =	2	4	4	25	=	6
x^2 =	0	1	2	3	=	14
x*y =	0	1	4	9	=	87
	0	4	8	75	=	

$$Y = a + bx$$

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

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$y = -1.6 + 6.9x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x ²	logy	x logy
2003	4	-1	1	0,602	-0,602
2004	4	0	0	0,602	0
2005	25	1	1	1,398	1,3979
			2	2,602	0,7959

$$Y = axb^x$$

$$Y = \text{Log } a = \frac{\Sigma(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\Sigma(x \log Y)}{\Sigma X^2}$$

$$Y = 7,36 * 2,5^x$$

Menentukan Error

$$F \text{ linear min} = -1,6 + 6,9x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2002	2	-1,6	3,6	3,6
2003	4	5,3	-1,3	1,3
2004	4	12,2	-8,2	8,2
2005	25	19,1	5,9	5,9
				19

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 4,75$$

$$F \text{ eksponensial min} = 7,36 * 2,5^x$$

tahun	y	fy	e	[e]
2003	4	2,944	1,06	1,1
2004	4	7,36	-3,4	3,4
2005	25	18,4	6,6	6,6
				11,1

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 3,7$$

$$F \text{ linear min} = -1,6 + 6,9x$$

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	26	32,9	39,8	46,7	53,6

- *Untuk proses muat maximum*

Fungsi linear

	2002	2003	2004	2005	
y =	367	312	348	345	= 1372
x =	0	1	2	3	= 6
x ² =	0	1	4	9	= 14
x*y =	0	312	696	1035	= 2043

$$Y = a + bx$$

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

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

$$y = 347.5 - 3x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x ²	logy	x logy
2003	312	-1	1	2,494	-2,49
2004	348	0	0	2,542	0
2005	345	1	1	2,538	2,54
			2	7,574	0,04

$$Y = axb^x$$

$$\text{Log } a = \frac{\sum(\log Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\sum(x \log Y)}{\sum X^2} \quad Y = 331.1 * 1.047^x$$

Menentukan Error

F linear maksimum = 347,5-3x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	312	344,5	-32,5	33
2004	348	341,5	6,5	6,5
2005	345	338,5	6,5	6,5
				46

$$\text{MAD} = \frac{\sum \text{kesalahan}}{n} = 15.33$$

F eksponensial maksimum = 331,1*1,047^x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	312	316,2	-4,24	4,24
2004	348	331,1	16,9	16,9
2005	345	346,7	-1,66	1,66
				22,8

$$\text{MAD} = \frac{\sum \text{kesalahan}}{n} = 7.6$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	397,9	416,6	436	456,7	478

- Untuk proses muat minimum

Fungsi linear

	2002	2003	2004	2005	
y =	5	16	3	12	= 36
x =	0	1	2	3	= 6
x ² =	0	1	4	9	= 14
x*y =	0	16	6	36	= 58

$$Y = a + bx$$

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

$$b = \frac{n \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$y = 7.8 + 0.8x$$

Fungsi eksponensial

tahun	y	x	x ²	logy	x logy
2003	16	-1	1	1,204	-1,2
2004	3	0	0	0,477	0
2005	12	1	1	1,079	1,08
			2	2,76	-0,12

$$Y = axb^x$$

$$Y = \text{Log } a = \frac{\Sigma(\text{log } Y)}{n}$$

$$\text{Log } b = \frac{\Sigma(x \text{ log } Y)}{\Sigma X^2}$$

$$Y = 8.318 * 0.79^x$$

Menentukan Error

F linear minimum = 7,8+0,8x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	16	8,6	7,4	7,4
2004	3	9,4	-6,4	6,4
2005	12	10,2	1,8	1,8
				15,6

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 5.2$$

F eksponensial minimum = 8,318*0,79^x

tahun	y	fy	e	[e]
2003	16	10,53	5,471	5,47
2004	3	8,318	-5,32	5,32
2005	12	6,571	5,429	5,43
				16,2

$$\text{MAD} = \frac{\Sigma \text{kesalahan}}{n}$$

$$= 5.4$$

Dipilih nilai error terkecil, sehingga didapatkan :

	2006	2007	2008	2009	2010
x	4	5	6	7	8
F	11	11,8	12,6	13,4	14,2



Sehingga didapatkan :

Tahun	Bongkar		Muat	
	min	max	min	max
2002	2	402	5	367
2003	4	337	16	312
2004	4	412	3	348
2005	25	378	12	345
2006	26	472	11	398
2007	33	501	12	417
2008	40	531	13	436
2009	47	563	13	456
2010	54	596	14	478

ore Crane

	Tahun	λ	μ	ρ	Probabilitas tidak adanya antrian (P_0)			Probabilitas adanya antrian (P_0)		
					2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas
kar 1	2002	14,286	24,105	0,593	0,543	0,552	0,553	0,135	0,024	0,003
		32,083	22,502	1,426	0,168	0,229	0,239	0,593	0,211	0,064
	2003	19,048	21,523	0,885	0,386	0,410	0,412	0,271	0,067	0,014
		31,733	22,540	1,408	0,174	0,234	0,243	0,582	0,205	0,061
	2004	19,048	21,523	0,885	0,386	0,410	0,412	0,271	0,067	0,014
		32,037	22,514	1,423	0,169	0,230	0,239	0,592	0,210	0,063
	2005	27,778	21,340	1,302	0,212	0,263	0,271	0,513	0,171	0,048
		31,632	22,465	1,408	0,174	0,234	0,243	0,582	0,205	0,061
	2006	27,083	21,347	1,269	0,224	0,273	0,280	0,492	0,161	0,044
		32,373	22,586	1,433	0,165	0,227	0,237	0,598	0,214	0,065
kar 2	2007	29,204	21,711	1,345	0,196	0,251	0,259	0,541	0,185	0,053
		32,323	22,555	1,433	0,165	0,227	0,237	0,598	0,213	0,065
	2008	28,777	21,639	1,330	0,201	0,255	0,263	0,531	0,180	0,051
		32,517	22,586	1,440	0,163	0,226	0,235	0,603	0,216	0,066
	2009	29,560	22,059	1,340	0,198	0,252	0,260	0,538	0,183	0,053
		32,375	22,616	1,432	0,166	0,228	0,237	0,597	0,213	0,065
	2010	29,834	22,048	1,353	0,193	0,249	0,257	0,546	0,187	0,054
		33,427	22,732	1,470	0,153	0,218	0,228	0,623	0,226	0,070
	2002	14,286	24,105	0,593	0,543	0,552	0,553	0,135	0,024	0,003
		31,604	22,349	1,414	0,172	0,232	0,241	0,586	0,207	0,062
2003	18,182	21,145	0,860	0,399	0,421	0,423	0,259	0,062	0,012	
	31,204	22,367	1,395	0,178	0,237	0,246	0,573	0,201	0,060	
2004	18,182	21,145	0,860	0,399	0,421	0,423	0,259	0,062	0,012	
	31,571	22,360	1,412	0,172	0,233	0,242	0,584	0,206	0,062	
2005	27,174	21,220	1,281	0,219	0,269	0,277	0,500	0,165	0,046	
	31,162	22,298	1,398	0,177	0,237	0,245	0,575	0,202	0,060	
2006	26,531	21,174	1,253	0,230	0,278	0,284	0,483	0,156	0,043	
	31,849	22,440	1,419	0,170	0,231	0,240	0,589	0,209	0,063	
2007	28,696	21,569	1,330	0,201	0,255	0,263	0,531	0,180	0,051	
	31,789	22,355	1,422	0,169	0,230	0,239	0,591	0,210	0,063	
2008	28,169	21,446	1,313	0,207	0,260	0,267	0,521	0,175	0,049	
	32,027	22,422	1,428	0,167	0,229	0,238	0,595	0,212	0,064	
2009	29,193	21,889	1,334	0,200	0,254	0,262	0,534	0,181	0,052	
	31,862	22,419	1,421	0,169	0,230	0,240	0,590	0,209	0,063	
2010	29,508	21,899	1,347	0,195	0,250	0,258	0,542	0,185	0,054	
	31,804	22,373	1,422	0,169	0,230	0,240	0,591	0,210	0,063	
r-Kelu	2002	20,000	33,480	0,597	0,540	0,549	0,550	0,137	0,024	0,003
	39,105	28,745	1,360	0,190	0,247	0,255	0,551	0,189	0,055	
2003	25,000	26,784	0,933	0,364	0,390	0,393	0,297	0,077	0,016	
	38,558	28,742	1,342	0,197	0,252	0,260	0,539	0,183	0,053	
2004	25,000	26,784	0,933	0,364	0,390	0,393	0,297	0,077	0,016	
	38,978	28,724	1,357	0,192	0,248	0,256	0,549	0,188	0,055	
2005	33,333	27,195	1,226	0,240	0,286	0,292	0,466	0,148	0,040	
	39,009	28,683	1,360	0,190	0,247	0,255	0,551	0,189	0,055	
2006	33,766	27,683	1,220	0,242	0,288	0,294	0,462	0,147	0,039	
	38,880	28,645	1,357	0,191	0,248	0,256	0,549	0,188	0,055	
2007	33,673	27,468	1,226	0,240	0,286	0,292	0,466	0,148	0,040	
	39,480	28,700	1,376	0,185	0,243	0,251	0,561	0,194	0,057	
2008	34,783	27,581	1,261	0,227	0,275	0,282	0,488	0,159	0,043	
	39,568	28,730	1,377	0,184	0,242	0,251	0,562	0,195	0,057	
2009	34,559	27,878	1,240	0,235	0,282	0,288	0,474	0,152	0,041	
	39,620	28,816	1,375	0,185	0,243	0,251	0,560	0,194	0,057	
2010	35,526	27,957	1,271	0,223	0,272	0,279	0,494	0,162	0,044	
	39,575	28,747	1,377	0,185	0,242	0,251	0,561	0,195	0,057	
at 1	2002	18,519	25,110	0,738	0,461	0,477	0,478	0,199	0,042	0,007
	22,364	26,557	0,842	0,407	0,428	0,431	0,250	0,059	0,011	
2003	20,779	23,518	0,884	0,387	0,410	0,413	0,271	0,067	0,013	
	22,206	26,609	0,835	0,411	0,432	0,434	0,246	0,058	0,011	
2004	15,789	25,110	0,629	0,522	0,532	0,533	0,150	0,028	0,004	
	22,081	26,393	0,837	0,410	0,431	0,433	0,247	0,058	0,011	
2005	21,429	24,431	0,877	0,390	0,413	0,416	0,267	0,066	0,013	
	22,059	26,465	0,834	0,412	0,432	0,434	0,245	0,058	0,011	
2006	22,449	24,552	0,914	0,373	0,398	0,400	0,287	0,073	0,015	
	22,385	26,597	0,842	0,408	0,428	0,431	0,249	0,059	0,011	
2007	21,429	24,431	0,877	0,390	0,413	0,416	0,267	0,066	0,013	
	22,276	26,536	0,839	0,409	0,429	0,432	0,248	0,059	0,011	
2008	22,034	24,792	0,889	0,385	0,408	0,411	0,273	0,068	0,014	
	22,132	26,434	0,837	0,410	0,430	0,433	0,247	0,058	0,011	
2009	22,034	24,792	0,889	0,385	0,408	0,411	0,273	0,068	0,014	
	22,082	26,423	0,836	0,411	0,431	0,433	0,246	0,058	0,011	
2010	21,212	23,699	0,895	0,382	0,406	0,408	0,277	0,069	0,014	
	22,130	26,312	0,841	0,408	0,429	0,431	0,249	0,059	0,011	

2002	19,231	25,110	0,766	0,446	0,463	0,465	0,212	0,047	0,008
	23,406	26,087	0,897	0,381	0,405	0,407	0,278	0,069	0,014
2003	20,779	23,403	0,888	0,385	0,409	0,411	0,273	0,068	0,014
	23,336	26,049	0,896	0,381	0,405	0,408	0,277	0,069	0,014
2004	15,789	24,431	0,646	0,512	0,523	0,524	0,158	0,030	0,005
	23,231	26,078	0,891	0,384	0,407	0,410	0,275	0,068	0,014
2005	21,429	24,105	0,889	0,385	0,408	0,411	0,274	0,068	0,014
	23,154	25,956	0,892	0,383	0,407	0,409	0,275	0,068	0,014
2006	21,569	24,193	0,892	0,383	0,407	0,410	0,275	0,068	0,014
	23,481	26,179	0,897	0,381	0,405	0,407	0,278	0,069	0,014
2007	21,429	24,105	0,889	0,385	0,408	0,411	0,274	0,068	0,014
	23,309	26,052	0,895	0,382	0,406	0,408	0,277	0,069	0,014
2008	22,034	24,636	0,894	0,382	0,406	0,409	0,276	0,069	0,014
	23,155	26,030	0,890	0,384	0,408	0,411	0,274	0,068	0,014
2009	22,034	24,636	0,894	0,382	0,406	0,409	0,276	0,069	0,014
	23,089	26,028	0,887	0,385	0,409	0,412	0,273	0,068	0,014
2010	20,588	23,436	0,878	0,390	0,413	0,415	0,268	0,066	0,013
	23,114	25,965	0,890	0,384	0,408	0,410	0,274	0,068	0,014

o Loader

	Tahun	λ	μ	ρ	Probabilitas tidak adanya antrian (Po)			Probabilitas adanya antrian (Po)		
					2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas	2 fasilitas	3 fasilitas	4 fasilitas
gkar 1	2002	14,286	22,996	0,621	0,526	0,536	0,537	0,147	0,027	0,004
		32,083	21,466	1,495	0,145	0,212	0,222	0,639	0,235	0,074
	2003	19,048	20,532	0,928	0,366	0,392	0,395	0,294	0,076	0,016
		31,733	21,503	1,476	0,151	0,217	0,227	0,627	0,228	0,071
	2004	19,048	20,532	0,928	0,366	0,392	0,395	0,294	0,076	0,016
		32,037	21,478	1,492	0,146	0,213	0,223	0,637	0,234	0,073
	2005	27,778	20,357	1,364	0,189	0,246	0,254	0,553	0,191	0,056
		31,632	21,431	1,476	0,151	0,216	0,227	0,627	0,228	0,071
	2006	27,083	20,364	1,330	0,201	0,255	0,263	0,531	0,180	0,051
		32,373	21,546	1,503	0,142	0,210	0,220	0,645	0,238	0,075
2007	29,204	20,711	1,410	0,173	0,233	0,242	0,583	0,206	0,062	
	32,323	21,517	1,502	0,142	0,210	0,220	0,644	0,238	0,075	
2008	28,777	20,643	1,394	0,179	0,238	0,246	0,573	0,200	0,060	
	32,517	21,546	1,509	0,140	0,208	0,219	0,649	0,240	0,076	
2009	29,560	21,044	1,405	0,175	0,235	0,244	0,580	0,204	0,061	
	32,375	21,575	1,501	0,143	0,210	0,221	0,643	0,237	0,075	
2010	29,834	21,033	1,418	0,170	0,231	0,240	0,589	0,209	0,063	
	33,427	21,686	1,541	0,129	0,201	0,212	0,671	0,252	0,081	
gkar 2	2002	14,286	22,996	0,621	0,526	0,536	0,537	0,147	0,027	0,004
		31,604	21,320	1,482	0,149	0,215	0,225	0,631	0,231	0,072
	2003	18,182	20,172	0,901	0,379	0,403	0,406	0,280	0,070	0,014
		31,204	21,337	1,462	0,155	0,220	0,230	0,618	0,224	0,069
	2004	18,182	20,172	0,901	0,379	0,403	0,406	0,280	0,070	0,014
		31,571	21,331	1,480	0,149	0,215	0,226	0,629	0,230	0,072
	2005	27,174	20,243	1,342	0,197	0,252	0,260	0,539	0,184	0,053
		31,162	21,272	1,465	0,154	0,219	0,229	0,619	0,224	0,069
	2006	26,531	20,199	1,313	0,207	0,260	0,267	0,521	0,175	0,049
		31,849	21,407	1,488	0,147	0,214	0,224	0,635	0,233	0,073
2007	28,696	20,577	1,395	0,178	0,237	0,246	0,573	0,201	0,060	
	31,789	21,326	1,491	0,146	0,213	0,223	0,637	0,234	0,073	
2008	28,169	20,459	1,377	0,185	0,242	0,251	0,561	0,195	0,057	
	32,027	21,389	1,497	0,144	0,211	0,222	0,641	0,236	0,074	
2009	29,193	20,881	1,398	0,177	0,237	0,245	0,575	0,202	0,060	
	31,862	21,387	1,490	0,146	0,213	0,223	0,636	0,233	0,073	
2010	29,508	20,891	1,412	0,172	0,233	0,242	0,585	0,207	0,062	
	31,804	21,343	1,490	0,146	0,213	0,223	0,636	0,233	0,073	
ar-Kelua	2002	20,000	31,939	0,626	0,523	0,534	0,535	0,149	0,028	0,004
		39,105	27,421	1,426	0,168	0,229	0,238	0,594	0,211	0,064
	2003	25,000	25,551	0,978	0,343	0,372	0,375	0,321	0,086	0,019
		38,558	27,419	1,406	0,174	0,234	0,243	0,581	0,204	0,061
	2004	25,000	25,551	0,978	0,343	0,372	0,375	0,321	0,086	0,019
		38,978	27,401	1,422	0,169	0,230	0,239	0,591	0,210	0,063
	2005	33,333	25,943	1,285	0,218	0,268	0,275	0,503	0,166	0,046
		39,009	27,362	1,426	0,168	0,229	0,239	0,593	0,211	0,064
	2006	33,766	26,409	1,279	0,220	0,270	0,277	0,499	0,164	0,045
		38,880	27,326	1,423	0,169	0,230	0,239	0,591	0,210	0,063
2007	33,673	26,204	1,285	0,218	0,268	0,275	0,503	0,166	0,046	
	39,480	27,379	1,442	0,162	0,225	0,235	0,604	0,217	0,066	
2008	34,783	26,311	1,322	0,204	0,257	0,265	0,526	0,177	0,050	
	39,568	27,408	1,444	0,162	0,225	0,234	0,605	0,217	0,066	
2009	34,559	26,595	1,299	0,212	0,264	0,271	0,512	0,170	0,048	
	39,620	27,490	1,441	0,162	0,225	0,235	0,604	0,216	0,066	
2010	35,526	26,670	1,332	0,200	0,255	0,262	0,533	0,180	0,052	
	39,575	27,424	1,443	0,162	0,225	0,234	0,605	0,217	0,066	
uat 1	2002	18,519	23,954	0,773	0,442	0,460	0,461	0,216	0,048	0,009
		22,364	25,335	0,883	0,388	0,411	0,413	0,270	0,067	0,013
	2003	20,779	22,435	0,926	0,367	0,393	0,396	0,293	0,075	0,016
		22,206	25,385	0,875	0,391	0,414	0,417	0,266	0,065	0,013
	2004	15,789	23,954	0,659	0,504	0,516	0,517	0,163	0,032	0,005
		22,081	25,178	0,877	0,390	0,413	0,416	0,267	0,066	0,013
	2005	21,429	23,307	0,919	0,370	0,395	0,398	0,290	0,074	0,015
		22,059	25,247	0,874	0,392	0,415	0,417	0,266	0,065	0,013
	2006	22,449	23,422	0,958	0,352	0,380	0,383	0,311	0,082	0,018
		22,385	25,372	0,882	0,388	0,411	0,414	0,270	0,067	0,013
2007	21,429	23,307	0,919	0,370	0,395	0,398	0,290	0,074	0,015	
	22,276	25,315	0,880	0,389	0,412	0,414	0,269	0,066	0,013	
2008	22,034	23,651	0,932	0,364	0,390	0,394	0,296	0,076	0,016	
	22,132	25,217	0,878	0,390	0,413	0,415	0,268	0,066	0,013	
2009	22,034	23,651	0,932	0,364	0,390	0,394	0,296	0,076	0,016	
	22,082	25,207	0,876	0,391	0,414	0,416	0,267	0,065	0,013	
2010	21,212	22,608	0,938	0,361	0,388	0,391	0,300	0,078	0,016	
	22,130	25,100	0,882	0,388	0,411	0,414	0,270	0,067	0,013	

at 2

2002	19,231	23,954	0,803	0,427	0,446	0,448	0,230	0,053	0,010
	23,406	24,886	0,940	0,360	0,387	0,390	0,301	0,078	0,017
2003	20,779	22,326	0,931	0,365	0,391	0,394	0,296	0,076	0,016
	23,336	24,850	0,939	0,361	0,387	0,391	0,300	0,078	0,017
2004	15,789	23,307	0,677	0,494	0,507	0,508	0,171	0,034	0,005
	23,231	24,877	0,934	0,363	0,390	0,393	0,297	0,077	0,016
2005	21,429	22,996	0,932	0,364	0,390	0,393	0,296	0,076	0,016
	23,154	24,761	0,935	0,363	0,389	0,392	0,298	0,077	0,016
2006	21,569	23,080	0,935	0,363	0,389	0,392	0,298	0,077	0,016
	23,481	24,974	0,940	0,360	0,387	0,390	0,301	0,078	0,017
2007	21,429	22,996	0,932	0,364	0,390	0,393	0,296	0,076	0,016
	23,309	24,853	0,938	0,362	0,388	0,391	0,299	0,078	0,016
2008	22,034	23,502	0,938	0,362	0,388	0,391	0,299	0,078	0,016
	23,155	24,832	0,932	0,364	0,390	0,393	0,296	0,076	0,016
2009	22,034	23,502	0,938	0,362	0,388	0,391	0,299	0,078	0,016
	23,089	24,830	0,930	0,365	0,391	0,394	0,295	0,076	0,016
2010	20,588	22,357	0,921	0,369	0,395	0,398	0,290	0,074	0,015
	23,114	24,770	0,933	0,364	0,390	0,393	0,297	0,077	0,016

umulasi Arena
 o awal
 Bongkar 1

jumlah	Stop time	Waiting Time					Number Waiting				
		RS	SC	TL	Truck	Total	RS	SC	TL	Truck	Total
2	0,25	0,03	0,03	0,03	0,02	0,11	0,23	0,2	0,21	0,16	0,8
402	53,83	9,14	10,31	13,11	8,74	41,3	68,29	76,98	97,94	65,24	308,45
4	0,56	0,07	0,08	0,14	0,06	0,35	0,47	0,57	1,01	0,46	2,51
337	45,05	7,53	8,52	11,06	7,32	34,43	56,32	63,71	82,72	54,79	257,54
4	0,56	0,07	0,08	0,14	0,06	0,35	0,47	0,57	1,01	0,46	2,51
412	55,14	9,32	10,56	13,44	8,96	42,28	69,62	78,93	100,46	66,89	315,9
25	3,53	0,55	0,61	0,79	0,68	2,63	3,87	4,31	5,58	4,81	18,57
378	50,7	8,55	9,69	12,33	8,18	38,75	63,78	72,24	91,95	61,01	288,98
26	3,67	0,58	0,62	0,82	0,69	2,71	4,08	4,42	5,78	4,9	19,18
472	62,97	10,6	12,13	15,38	10,28	48,39	79,47	90,93	115,27	77,02	362,69
33	4,58	0,74	0,83	1,05	0,83	3,45	5,32	5,98	7,54	5,95	24,79
501	66,93	11,26	12,89	16,35	10,93	51,43	84,33	96,46	122,38	81,86	385,03
40	5,57	0,9	0,98	1,31	0,99	4,18	6,43	7,03	9,41	7,13	30
531	70,84	11,93	13,65	17,33	11,6	54,51	89,41	102,33	129,89	86,97	408,6
47	6,42	1,07	1,14	1,53	1,09	4,83	7,81	8,32	11,23	8,01	35,37
563	75,01	12,62	14,4	18,4	12,2	57,62	94,71	108,08	138,12	91,56	432,47
54	7,38	1,2	1,35	1,78	1,24	5,57	8,5	9,91	13	9,07	40,48
596	79	13,5	15,25	19,52	12,9	61,17	101	114,16	146,13	96,53	457,86
4192	559,47	94,45	107,4	136,9	91,11	429,9	707	803,82	1024,86	681,87	3217,52

8,0077 menit/container											
delay	8,01636 menit/container										
delay	974,48										
ntase delay	23,246										
ntase antrian	76,754										
ntase	21,97	24,98	31,85	21,19		21,97	24,98	31,85	21,19		

Muat1

jumlah	Stop time	Waiting Time					Number Waiting				
		RS	SC	TL	Truck	Total	RS	SC	TL	Truck	Total
5	0,6	0,07	0,14	-	0,12	0,33	0,62	1,19	-	1,01	2,82
367	41,64	5,99	10,57	-	8,67	25,23	52,79	93,19	-	75,99	221,97
16	2,05	0,28	0,55	-	0,45	1,28	2,17	4,28	-	3,51	9,96
312	35,33	5,07	8,93	-	7,28	21,28	44,77	78,83	-	64,25	187,85
3	0,36	0,03	0,09	-	0,05	0,17	0,24	0,72	-	0,45	1,41
348	39,73	5,68	10,05	-	8,24	23,97	49,71	88,03	-	72,15	209,89
12	1,48	0,19	0,41	-	0,32	0,92	1,53	3,31	-	2,61	7,45
345	39,28	5,62	9,9	-	8,12	23,64	49,33	86,92	-	71,35	207,6
11	1,35	0,18	0,37	-	0,31	0,86	1,45	2,99	-	2,5	6,94
398	45,09	6,5	11,47	-	9,34	27,31	57,38	101,24	-	84,42	243,04
12	1,48	0,19	0,41	-	0,32	0,92	1,53	3,31	-	2,61	7,45
417	47,35	6,83	11,99	-	9,81	28,63	60,13	105,58	-	86,44	252,15
13	1,58	0,22	0,42	-	0,35	0,99	1,79	3,45	-	2,84	8,08
436	49,7	7,15	12,6	-	10,25	30	62,7	110,57	-	89,94	263,21
13	1,58	0,22	0,42	-	0,35	0,99	1,79	3,45	-	2,84	8,08
456	52	7,43	13,25	-	10,67	31,35	65,15	116,17	-	93,6	274,92
14	1,78	0,25	0,48	-	0,39	1,12	1,93	3,78	-	3,06	8,77
478	54,74	7,83	14,02	-	11,29	33,14	68,34	122,44	-	98,61	289,39
3557	404,86	58,1	102,8	-	83,67	244,6	510,3	902,97	-	736,75	2150,02

6,8292 menit/container											
delay	6,82459 menit/container										
delay	1406,98										
ntase delay	39,555										
ntase antrian	60,445										
ntase	23,76	42,03	-	34,21		23,73	42,00	-	34,27		

Bongkar2

jumlah	Stop time	Waiting Time					Number Waiting				
		RTG	SC	TL	Truck	Total	RTG	SC	TL	Truck	Total
2	0,25	0,03	0,03	0,03	0,02	0,11	0,23	0,2	0,21	0,16	0,8
402	54,2	9,3	10,3	13,11	8,77	41,48	68,59	76,38	97,27	65,04	307,28
4	0,57	0,07	0,08	0,14	0,06	0,35	0,47	0,57	1	0,46	2,5
337	45,4	7,65	8,52	11,07	7,36	34,6	56,81	63,26	82,18	54,62	256,87
4	0,57	0,07	0,08	0,14	0,06	0,35	0,47	0,57	1	0,46	2,5
412	55,52	9,47	10,55	13,46	8,99	42,47	70,26	78,25	98,85	66,69	314,05
25	3,55	0,55	0,61	0,79	0,68	2,63	3,89	4,28	5,54	4,8	18,51
378	51,08	8,7	9,69	12,34	8,22	38,95	64,36	71,73	91,33	60,8	288,22
26	3,7	0,58	0,62	0,82	0,7	2,72	4,11	4,38	5,74	4,9	19,13
472	63,38	10,79	12,11	15,35	10,31	48,56	80,33	90,22	114,32	76,8	361,67
33	4,61	0,75	0,83	1,05	0,83	3,46	5,37	5,94	7,5	5,91	24,72
501	67,53	11,45	12,9	16,4	11,02	51,77	84,98	95,72	121,69	81,75	384,14
40	5,62	0,91	0,98	1,31	1	4,2	6,5	6,97	9,34	7,1	29,91
531	71,36	12,11	13,69	17,35	11,63	54,78	90,11	101,84	129,12	85,56	406,63
47	6,47	1,08	1,14	1,54	1,1	4,86	7,87	8,26	11,16	7,99	35,28
563	75,67	12,87	14,45	18,42	12,26	58	95,78	107,52	137,02	91,21	431,53
54	7,43	1,22	1,35	1,78	1,25	5,6	8,87	9,85	12,93	9,06	40,71
596	80,27	13,73	15,27	19,59	12,94	61,53	101,9	113,37	145,45	96,1	456,85
4192	564,41	96,07	107,5	137,1	91,5	432,1	713,2	798,29	1017,23	678,57	3207,24

8,0784 menit/container											
delay	8,08433 menit/container										
delay	984,76										
ntase delay	23,491										
ntase antrian	76,509										
ntase	22,23	24,87	31,72	21,17		22,24	24,89	31,72	21,16		

Muat 2

jumlah	Stop time	Waiting Time					Number Waiting				
		RTG	SC	TL	Truck	Total	RTG	SC	TL	Truck	Total
5	0,6	0,08	0,14	-	0,12	0,34	0,63	1,18	-	1,02	2,83
367	42,39	6,3	11,2	-	9,21	26,71	45,54	97,01	-	79,77	222,32
16	2,06	0,29	0,55	-	0,45	1,29	2,21	4,25	-	3,52	9,98
312	36,09	5,33	9,55	-	7,84	22,72	46,05	82,57	-	67,78	196,4
3	0,37	0,03	0,09	-	0,06	0,18	0,24	0,71	-	0,46	1,41
348	40,21	5,96	10,58	-	8,69	25,23	51,6	91,59	-	75,18	218,37
12	1,5	0,2	0,41	-	0,33	0,94	1,58	3,29	-	2,63	7,5
345	40,05	5,95	10,54	-	8,66	25,15	51,23	90,75	-	74,61	216,59
11	1,37	0,18	0,37	-	0,31	0,86	1,49	2,98	-	2,51	6,98
398	45,81	6,85	12,12	-	9,89	28,86	59,48	105,29	-	85,96	250,73
12	1,5	0,2	0,41	-	0,33	0,94	1,58	3,29	-	2,63	7,5
417	48,23	7,14	12,76	-	10,44	30,34	61,7	110,33	-	90,26	262,29
13	1,59	0,23	0,42	-	0,35	1	1,84	3,42	-	2,86	8,12
436	50,47	7,41	13,38	-	10,85	31,64	63,99	115,55	-	93,76	273,3
13	1,59	0,23	0,42	-	0,35	1	1,84	3,42	-	2,86	8,12
456	52,79	7,74	13,98	-	11,32	33,04	66,9	120,77	-	97,79	285,46
14	1,8	0,25	0,48	-	0,39	1,12	1,98	3,76	-	3,07	8,81
478	55,47	8,08	14,81	-	11,9	34,79	69,59	127,63	-	102,56	299,78
3557	411,51	60,76	108,9	-	88,8	258,5	516,1	941,49	-	767,67	2225,24
6,9414 menit/container											
delay 6,9695 menit/container											
delay 1331,76											
tase delay 37,441											
tase antrian 62,559											
tase											
		23,51	42,14	-	34,35		23,19	42,31	-	34,50	

Bongkar-Keluar

jumlah	Stop time	Waiting Time					Number Waiting				
		RS	SC	TL	Truck	Total	RS	SC	TL	Truck	Total
2	0,18	-	0,03	0,03	0,02	0,08	-	0,29	0,3	0,24	0,83
402	42,14	-	10,2	13,01	8,65	31,86	-	92,27	124,1	82,52	298,89
4	0,45	-	0,08	0,14	0,07	0,29	-	0,72	1,27	0,65	2,64
337	35,33	-	8,40	10,91	7,28	26,59	-	80,18	104,05	69,43	253,66
4	0,45	-	0,08	0,14	0,07	0,29	-	0,72	1,27	0,65	2,64
412	43,22	-	10,47	13,33	8,85	32,65	-	99,75	127,02	84,37	311,14
25	2,77	-	0,61	0,81	0,6	2,02	-	5,52	7,28	5,38	18,18
378	39,71	-	9,62	12,26	8,14	30,02	-	91,6	116,74	77,53	285,87
26	2,83	-	0,62	0,82	0,62	2,06	-	5,73	7,54	5,68	18,95
472	49,65	-	12,04	15,27	10,2	37,51	-	114,48	148,14	96,99	359,61
33	3,62	-	0,84	1,04	0,76	2,64	-	7,65	9,50	6,90	24,05
501	52,60	-	12,75	16,23	10,93	39,91	-	121,38	154,54	104,09	380,01
40	4,37	-	0,98	1,3	0,94	3,22	-	8,99	11,94	8,58	29,51
531	55,69	-	13,52	17,17	11,58	42,27	-	128,94	163,73	110,43	403,1
47	5,08	-	1,15	1,52	1,05	3,72	-	10,63	14,1	9,7	34,43
563	58,87	-	14,2	18,2	12,26	44,66	-	135,76	174,08	117,24	427,08
54	5,82	-	1,36	1,75	1,19	4,3	-	12,63	16,25	11,04	39,92
596	62,47	-	15,04	19,41	12,96	47,41	-	143,52	185,17	123,69	452,38
4192	439,68	-	106,2	135,8	90,85	332,9	-	1007,9	1297,57	866,29	3171,74
6,2931 menit/container											
delay 6,29711 menit/container											
delay 1020,26											
tase delay 24,338											
tase antrian 75,662											
tase											
		-	31,92	40,79	27,29		-	31,78	40,91	27,31	

tase waktu antrian pada shore crane : 33,19
 tase waktu antrian pada top loader : 34,79
 tase waktu antrian pada RS : 22,86
 tase waktu antrian pada RTG : 22,87
 tase waktu antrian pada truck : 27,65

Prosentase jumlah antrian pada shore crane : 33,19151
 Prosentase jumlah antrian pada top loader : 34,8265
 Prosentase jumlah antrian pada RS : 22,85359
 Prosentase jumlah antrian pada RTG : 22,71387
 Prosentase jumlah antrian pada truck : 27,68561

Muat 2

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RTG	SC	SC	TL	Truck	Total	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total
5	0,49	0,08	0,1	0,11	-	0,12	0,3	0,78	0,41	0,66	-	1,25	2,44
367	31,03	5,61	6,95	6,83	-	7,43	19,99	66,31	42,81	38,75	-	87,86	196,98
16	1,45	0,28	0,35	0,33	-	0,41	1,04	3,1	1,44	2,3	-	4,52	9,06
312	26,12	4,73	5,73	5,78	-	6,28	16,74	56,48	34,88	33,88	-	75,06	166,42
3	0,26	0,03	0	0,05	-	0,06	0,09	0,34	0	0,57	-	0,7	1,04
348	29,13	5,25	6,37	6,56	-	6,94	18,56	62,76	37,76	37,19	-	40,07	140,59
12	1,06	0,19	0,25	0,27	-	0,27	0,71	2,11	1,16	1,75	-	3,05	6,32
345	28,69	5,19	6,29	6,39	-	6,81	18,29	62,37	36,18	40,09	-	81,85	180,4
11	1,03	0,18	0,25	0,24	-	0,27	0,7	1,93	1,19	1,42	-	2,86	5,98
398	33,35	6,07	7,52	7,38	-	8,02	21,61	72,48	44,41	44,48	-	95,72	212,61
12	1,06	0,19	0,25	0,27	-	0,27	0,71	2,11	1,166	1,75	-	3,05	6,326
417	34,95	6,36	7,76	7,81	-	8,42	22,54	78,85	47,29	45,58	-	100,5	226,65
13	1,22	0,23	0,28	0,3	-	0,32	0,83	2,42	0,9	2,17	-	3,42	6,74
436	36,51	6,62	8,15	8,15	-	8,84	23,61	79,09	48,89	48,43	-	105,5	233,52
13	1,22	0,23	0,28	0,3	-	0,32	0,83	2,42	0,9	2,17	-	3,42	6,74
456	38,22	6,97	8,58	8,38	-	9,27	24,82	83,19	52,79	48,45	-	110,6	246,54
14	1,3	0,24	0,31	0,32	-	0,35	0,9	2,56	1,18	2,24	-	3,78	7,52
478	39,85	7,22	8,97	8,78	-	9,59	25,78	86,65	53,57	52,89	-	115	255,22
3557	297,85	54,02	66,32	66,06	-	71,6	191,9	648,2	398,6	389,7	-	812,2	1858,93
5,02 menit/container													
delay 6,19518 menit/container													
elay 1698,07													
tase delay 47,739													
tase antrian 52,261													
tase													
		28,14	34,55			-	37,30						

Bongkar-Keluar

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	SC	TL	Truck	Total	RS	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,17	-	0	0,01	0,03	0,02	0,05	-	0	0,12	0,37	0,3	1
402	29,58	-	5,1	4,96	7,07	6,65	18,82	-	34,33	34,01	90,12	90,37	215
4	0,3	-	0,07	0,01	0,09	0,05	0,21	-	0,45	0,07	1,17	0,71	2
337	24,8	-	4,17	4,27	5,93	5,52	15,62	-	27,24	30,11	80,5	75,07	183
4	0,3	-	0,07	0,01	0,09	0,05	0,21	-	0,45	0,07	1,17	0,71	2
412	30,46	-	5,27	5,07	7,3	6,83	19,4	-	35,47	34,48	96,7	92,36	225
25	1,98	-	0,35	0,31	0,49	0,44	1,28	-	1,92	2,16	6,18	5,56	14
378	28	-	4,78	4,73	6,67	6,26	17,71	-	31,5	32,6	90,1	84,5	206
26	2,04	-	0,34	0,33	0,5	0,45	1,29	-	1,8	2,4	6,34	5,7	14
472	34,89	-	6,16	5,82	8,49	7,75	22,4	-	42,21	30,87	114,9	104,9	262
33	2,63	-	0,52	0,44	0,64	0,59	1,75	-	2,99	3,04	8,04	7,36	18
501	37,01	-	6,62	6,17	9,01	8,21	23,84	-	45,75	40,81	121,90	111,06	279
40	3,11	-	0,6	0,51	0,76	0,68	2,04	-	3,69	3,43	9,82	8,78	22
531	38,96	-	7	6,45	9,45	8,69	25,14	-	49,2	42	118,8	108,4	276
47	3,64	-	0,73	0,61	0,9	0,8	2,43	-	4,64	4,04	11,67	10,37	27
563	41,58	-	7,43	7,03	10,06	9,25	26,74	-	51,4	46,53	106,3	105,3	263
54	4,09	-	0,78	0,69	1,02	0,9	2,7	-	4,93	4,74	13,47	11,93	30
596	44,07	-	7,67	7,69	10,64	9,83	28,14	-	51,68	52,15	143,8	133	329
4192	309,35	-	54,2	52,19	74,62	68,99	197,8	-	368,8	343,6	963,1	904,9	2236,79
4,43 menit/container													
delay 5,30609 menit/container													
elay 1955,21													
tase delay 46,641													
tase antrian 53,359													
tase													
		-	27,40		37,72	34,88							

penambahan 1 SC (Skenario 1)

Bongkar 1

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	SC2	TL	Truck	Total	RS	SC	SC2	TL	Truck	Total
2	0,23	0,03	0,01	0	0,03	0,02	0,08	0,23	0	0,09	0,27	0,19	0,78
402	41,07	7,67	5,32	5,04	7,46	7,32	27,49	75,08	25,67	25,04	72,99	71,62	244,73
4	0,39	0,11	0,01	0,01	0,04	0,04	0,2	1,09	0,08	0,05	0,42	0,38	1,94
337	34,61	5,63	4,46	4,24	6,23	6,11	22,21	63,62	21,15	21,18	60,7	59,48	204,98
4	0,39	0,11	0,01	0,01	0,04	0,04	0,2	1,09	0,08	0,05	0,42	0,38	1,94
412	7,87	5,44	5,21	7,68	7,48	7,05	27,65	76,91	26,07	25,97	75,07	73,08	251,03
25	2,39	0,45	0,03	0,27	0,41	0,39	1,52	4,71	0,15	1,56	4,56	4,1	14,93
378	38,68	7,25	4,99	4,81	6,98	6,89	25,93	70,89	23,74	24,11	68,24	67,3	230,54
26	2,5	0,47	0,03	0,3	0,42	0,42	1,61	4,92	0,15	1,82	4,39	4,38	15,51
472	48,45	9,06	6,28	6,05	8,88	8,49	32,48	88,24	30,07	29,97	86,48	82,71	287,4
33	3,09	0,61	0,05	0,35	0,54	0,52	2,02	6,47	0,23	2,05	5,77	5,55	19,84
501	51,46	9,68	6,79	6,28	9,37	9,03	34,36	94,21	33,24	30,37	91,19	87,19	302,96
40	3,79	0,7	0,04	0,5	0,64	0,7	2,54	7,36	0,19	3,19	6,73	7,42	24,7
531	54,56	10,36	7,07	6,7	9,85	9,58	36,49	100,8	34,33	32,67	95,84	93,23	322,52
47	4,36	0,84	0,04	0,52	0,72	0,81	2,89	9,02	0,18	3,23	7,75	8,68	28,68
563	58	11,05	7,4	7,36	10,48	10,18	39,07	107,3	35,88	36,53	101,7	98,86	344,42
54	5,11	0,97	0,04	0,66	0,84	0,96	3,43	10,23	0,17	4,15	8,87	10,15	33,4
596	61,32	11,68	7,88	7,89	11,13	10,85	41,55	113,5	37,26	39,39	108,2	105,5	366,55
4192	396,02	77,82	55,4	56,05	77,86	75,5	287,2	790,6	267,4	265,2	760,4	738,9	2555,13
5,67 menit/container													
delay 6,74478 menit/container													
delay 1636,87													
tase delay 39,047													
tase antrian 60,953													
tase													
		27,09	19,29		27,11	26,29							

Muat1

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	SC2	TL	Truck	Total	RS	SC	SC2	TL	Truck	Total
5	0,41	0,07	0	0,09	-	0,1	0,26	0,91	0	0,68	-	1,27	2,86
367	30,57	5,42	6,92	6,75	-	7,21	19,38	65,17	40,11	41,97	-	86,69	193,83
16	1,44	0,27	0,33	0,35	-	0,41	1,03	3,05	2,31	1,5	-	4,51	9,06
312	25,89	4,66	5,7	5,77	-	6,15	16,58	56,13	33,9	35,23	-	74,09	165,45
3	0,25	0,03	0,05	0	-	0,06	0,09	0,34	0,58	0	-	0,69	1,03
348	29,04	5,2	6,55	6,31	-	6,96	18,47	62,25	37,43	39,54	-	83,45	185,24
12	1,05	0,18	0,26	0,25	-	0,27	0,7	2,06	1,76	1,17	-	3,05	6,28
345	28,68	5,15	6,37	6,38	-	6,77	18,3	61,92	36,45	37	-	81,41	180,33
11	1,01	0,17	0,24	0,24	-	0,26	0,67	1,88	1,44	1,2	-	2,84	5,92
398	32,78	5,97	7,29	7,28	-	7,8	21,05	72,43	45,84	42,62	-	94,66	209,71
12	1,05	0,18	0,26	0,25	-	0,27	0,7	2,06	1,76	1,17	-	3,05	6,28
417	34,49	6,18	7,8	7,6	-	8,27	22,05	74,77	46,56	46,46	-	99,92	221,15
13	1,21	0,22	0,29	0,28	-	0,32	0,82	2,38	2,19	0,91	-	3,41	6,7
436	36,33	6,56	8,06	8,19	-	8,75	23,5	78,75	43,46	54,07	-	105	237,8
13	1,21	0,22	0,29	0,28	-	0,32	0,82	2,38	2,19	0,91	-	3,41	6,7
456	37,87	6,82	8,47	8,44	-	9,12	24,38	82,11	48,33	53,5	-	109,8	245,42
14	1,28	0,23	0,32	0,3	-	0,34	0,87	2,49	2,26	1,19	-	3,76	7,44
478	39,62	7,1	8,9	8,81	-	9,53	25,44	85,68	52,13	52,74	-	115	253,37
3557	295,27	53,06	66,06	65,53	-	70,56	189,2	639,2	384,2	403,1	-	850	1892,3
4,98 menit/container													
delay 5,99746 menit/container													
delay 1664,7													
tase delay 46,801													
tase antrian 53,199													
tase													
		28,05	34,92		-	37,30							

Bongkar2

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RTG	SC	SC	TL	Truck	Total	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,23	0,03	0,01	0	0,03	0,02	0,09	0,23	0	0,09	0,27	0,19	0,69
402	41,35	7,74	5,38	4,9	7,43	7,32	27,87	75,28	26,01	23,94	72,24	71,15	244,68
4	0,47	0,11	0,07	0,01	0,09	0,04	0,31	0,92	0,29	0,04	0,75	0,59	1,94
337	34,96	6,62	4,48	4,26	6,26	6,13	23,49	63,86	20,74	21,31	60,38	59,2	204,18
4	0,47	0,11	0,07	0,01	0,09	0,04	0,31	0,92	0,29	0,04	0,75	0,59	1,94
412	42,57	7,97	5,51	5,09	7,68	7,51	28,67	77,15	26,39	24,87	74,31	72,68	250,53
25	2,76	0,53	0,33	0,29	0,51	0,5	1,87	4,82	1,3	1,47	4,64	4,56	15,32
378	38,98	7,34	5	4,65	6,99	6,9	26,23	71,17	24,05	22,89	67,78	66,94	229,94
26	2,83	0,56	0,33	0,32	0,52	0,51	1,92	5,1	1,27	1,68	4,76	4,69	15,82
472	48,85	9,17	6,31	5,94	8,83	8,51	32,82	88,62	30,24	28,96	85,27	82,26	286,39
33	3,67	0,7	0,5	0,43	0,7	0,63	2,53	6,32	2,06	2,1	6,3	5,66	20,34
501	51,93	9,78	6,79	6,21	9,34	9,1	35,01	94,38	33,1	29,65	90,14	87,75	305,37
40	4,25	0,82	0,59	0,44	0,81	0,77	2,99	7,74	2,76	2,08	7,59	7,27	25,36
531	55,1	10,47	7,17	6,58	9,84	9,64	37,12	100,9	34,99	31,27	94,86	92,92	323,66
47	4,94	0,95	0,66	0,61	0,95	0,86	3,42	9	2,95	3,09	9,03	8,14	29,12
563	58,58	11,2	7,45	7,26	10,46	10,24	39,35	107,7	35,36	35,33	100,5	98,45	342
54	5,72	1,11	0,65	0,78	1,05	1	3,81	10,46	2,48	4,34	9,91	9,43	32,28
596	61,87	11,87	7,9	7,69	11,06	10,92	41,75	114,4	37,65	37,4	106,5	105,2	363,73
4192	394,19	82,16	55,99	52,58	77,89	76,27	292,3	793,4	268,5	255,6	752	736,6	2550,48
5,64 menit/container													
delay 6,87659 menit/container													
delay 1641,52													
tase delay 39,158													
tase antrian 60,842													
tase													
		28,11	19,15		26,65	26,09							

penambahan 1 SC (Skenario 1)

Bongkar 1

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	SC	TL	Truck	Total	RS	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,23	0,03	0,01	0	0,03	0,02	0,08	0,23	0	0,09	0,27	0,19	0,78
402	41,07	7,67	5,32	5,04	7,46	7,32	27,49	75,08	25,67	25,04	72,99	71,62	244,73
4	0,39	0,11	0,01	0,01	0,04	0,04	0,2	1,09	0,08	0,05	0,42	0,38	1,94
337	34,61	5,63	4,46	4,24	6,23	6,11	22,21	63,62	21,15	21,18	60,7	59,48	204,98
4	0,39	0,11	0,01	0,01	0,04	0,04	0,2	1,09	0,08	0,05	0,42	0,38	1,94
412	7,87	5,44	5,21	7,68	7,48	7,05	27,65	76,91	26,07	25,97	75,07	73,08	251,03
25	2,39	0,45	0,03	0,27	0,41	0,39	1,52	4,71	0,15	1,56	4,56	4,1	14,93
378	38,68	7,25	4,99	4,81	6,98	6,89	25,93	70,89	23,74	24,11	68,24	67,3	230,54
26	2,5	0,47	0,03	0,3	0,42	0,42	1,61	4,92	0,15	1,82	4,39	4,38	15,51
472	48,45	9,06	6,28	6,05	8,88	8,49	32,48	88,24	30,07	29,97	86,48	82,71	287,4
33	3,09	0,61	0,05	0,35	0,54	0,52	2,02	6,47	0,23	2,05	5,77	5,55	19,84
501	51,46	9,68	6,79	6,28	9,37	9,03	34,36	94,21	33,24	30,37	91,19	87,19	302,96
40	3,79	0,7	0,04	0,5	0,64	0,7	2,54	7,36	0,19	3,19	6,73	7,42	24,7
531	54,56	10,36	7,07	6,7	9,85	9,58	36,49	100,8	34,33	32,67	95,84	93,23	322,52
47	4,36	0,84	0,04	0,52	0,72	0,81	2,89	9,02	0,18	3,23	7,75	8,68	28,68
563	58	11,05	7,4	7,36	10,48	10,18	39,07	107,3	35,88	36,53	101,7	98,86	344,42
54	5,11	0,97	0,04	0,66	0,84	0,96	3,43	10,23	0,17	4,15	8,87	10,15	33,4
596	61,32	11,68	7,88	7,89	11,13	10,85	41,55	113,5	37,26	39,39	108,2	105,5	366,55
4192	396,02	77,82	55,4	56,05	77,86	75,5	287,2	790,6	267,4	265,2	760,4	738,9	2555,13
5,67 menit/container delay 6,74478 menit/container delay 1636,87 ntase delay 39,047 ntase antrian 60,953													
ntase		27,09	19,29		27,11	26,29							

Muat1

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	SC2	TL	Truck	Total	RS	SC	SC2	TL	Truck	Total
5	0,41	0,07	0	0,09	-	0,1	0,26	0,91	0	0,68	-	1,27	2,86
367	30,57	5,42	6,92	6,75	-	7,21	19,38	65,17	40,11	41,97	-	86,69	193,83
16	1,44	0,27	0,33	0,35	-	0,41	1,03	3,05	2,31	1,5	-	4,51	9,06
312	25,89	4,66	5,7	5,77	-	6,15	16,58	56,13	33,9	35,23	-	74,09	165,45
3	0,25	0,03	0,05	0	-	0,06	0,09	0,34	0,58	0	-	0,69	1,03
348	29,04	5,2	6,55	6,31	-	6,96	18,47	62,25	37,43	39,54	-	83,45	185,24
12	1,05	0,18	0,26	0,25	-	0,27	0,7	2,06	1,76	1,17	-	3,05	6,28
345	28,68	5,15	6,37	6,38	-	6,77	18,3	61,92	36,45	37	-	81,41	180,33
11	1,01	0,17	0,24	0,24	-	0,26	0,67	1,88	1,44	1,2	-	2,84	5,92
398	32,78	5,97	7,29	7,28	-	7,8	21,05	72,43	45,84	42,62	-	94,66	209,71
12	1,05	0,18	0,26	0,25	-	0,27	0,7	2,06	1,76	1,17	-	3,05	6,28
417	34,49	6,18	7,8	7,6	-	8,27	22,05	74,77	46,56	46,46	-	99,92	221,15
13	1,21	0,22	0,29	0,28	-	0,32	0,82	2,38	2,19	0,91	-	3,41	6,7
436	36,33	6,56	8,06	8,19	-	8,75	23,5	78,75	43,46	54,07	-	105	237,8
13	1,21	0,22	0,29	0,28	-	0,32	0,82	2,38	2,19	0,91	-	3,41	5,98
456	37,87	6,82	8,47	8,44	-	9,12	24,38	82,11	48,33	53,5	-	109,8	245,42
14	1,28	0,23	0,32	0,3	-	0,34	0,87	2,49	2,26	1,19	-	3,76	7,44
478	39,62	7,1	8,9	8,81	-	9,53	25,44	85,68	52,13	52,74	-	115	253,37
3557	295,27	53,06	66,06	65,53	-	70,56	189,2	639,2	384,2	403,1	-	850	1892,3
4,98 menit/container delay 5,99746 menit/container delay 1664,7 ntase delay 46,801 ntase antrian 53,199													
ntase		28,05	34,92		-	37,30							

Bongkar2

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RTG	SC	SC	TL	Truck	Total	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,23	0,03	0,01	0	0,03	0,02	0,09	0,23	0	0,09	0,27	0,19	0,69
402	41,35	7,74	5,38	4,9	7,43	7,32	27,87	75,28	26,01	23,94	72,24	71,15	244,68
4	0,47	0,11	0,07	0,01	0,09	0,04	0,31	0,92	0,29	0,04	0,75	59,09	61,05
337	34,96	6,62	4,48	4,26	6,26	6,13	23,49	63,86	20,74	21,31	60,38	59,2	204,18
4	0,47	0,11	0,07	0,01	0,09	0,04	0,31	0,92	0,29	0,04	0,75	59,09	61,05
412	42,57	7,97	5,51	5,09	7,68	7,51	28,67	77,15	26,39	24,87	74,31	72,68	250,53
25	2,76	0,53	0,33	0,29	0,51	0,5	1,87	4,82	1,3	1,47	4,64	4,56	15,32
378	38,98	7,34	5	4,65	6,99	6,9	26,23	71,17	24,05	22,89	67,78	66,94	229,94
26	2,83	0,56	0,33	0,32	0,52	0,51	1,92	5,1	1,27	1,68	4,76	4,69	15,82
472	48,85	9,17	6,31	5,94	8,83	8,51	32,82	88,62	30,24	28,96	85,27	82,26	286,39
33	3,67	0,7	0,5	0,43	0,7	0,63	2,53	6,32	2,06	2,1	6,3	5,66	20,34
501	51,93	9,78	6,79	6,21	9,34	9,1	35,01	94,38	33,1	29,65	90,14	87,75	305,37
40	4,25	0,82	0,59	0,44	0,81	0,77	2,99	7,74	2,76	2,08	7,59	7,27	25,36
531	55,1	10,47	7,17	6,58	9,84	9,64	37,12	100,9	34,99	31,27	94,86	92,92	323,66
47	4,94	0,95	0,66	0,61	0,95	0,86	3,42	9	2,95	3,09	9,03	8,14	29,12
563	58,58	11,2	7,45	7,26	10,46	10,24	39,35	107,7	35,36	35,33	100,5	98,45	342
54	5,72	1,11	0,65	0,78	1,05	1	3,81	10,46	2,48	4,34	9,91	9,43	32,28
596	61,87	11,87	7,9	7,69	11,06	10,92	41,75	114,4	37,65	37,4	106,5	105,2	363,73
4192	394,19	82,16	55,99	52,58	77,89	76,27	292,3	793,4	268,5	255,6	752	736,6	2550,48
5,64 menit/container delay 6,87659 menit/container delay 1641,52 ntase delay 39,158 ntase antrian 60,842													
ntase		28,11	19,15		26,65	26,09							

Penambahan 1 Top Loader (Skenario 2)

Bongkar 1

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	TL	TL	Truck	Total	RS	SC	TL	TL	Truck	Total
2	0,25	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,11	0,21	0,2	0,26	0	0,13	0,8
402	49,78	8,63	9,8	11,83	7,33	7,33	37,59	69,72	79,17	51,55	42,09	59,18	259,62
4	0,56	0,11	0,1	0,21	0,02	0,02	0,44	0,75	0,7	0,38	0,44	0,17	2
337	41,77	7,34	8,15	9,75	6,14	6,14	31,38	59,18	65,76	40,37	37,49	49,52	214,83
4	0,56	0,11	0,1	0,21	0,02	0,02	0,44	0,75	0,7	0,38	0,44	0,17	2
412	50,68	8,82	9,98	11,93	11,41	7,47	38,2	71,71	81,27	47,56	47,29	60,71	261,25
25	3,27	0,54	0,59	0,74	0,73	0,52	2,39	4,11	4,5	2,93	2,66	4,01	15,55
378	46,98	8,15	9,28	11,09	10,71	6,95	35,47	65,58	74,67	48,15	39,67	55,95	244,35
26	3,4	0,56	0,64	0,83	0,68	0,54	2,57	4,29	4,86	3,16	2,58	4,16	16,47
472	58,46	10,25	11,39	13,57	13,68	8,52	43,73	82,78	91,94	57,56	52,43	68,74	301,02
33	4,16	0,69	0,76	0,91	0,94	0,66	3,02	5,44	6,04	3,27	4,08	5,24	19,99
501	61,69	10,83	12,02	14,58	13,94	8,98	46,41	87,98	97,61	57,9	57,85	72,92	316,41
40	5	0,83	0,94	1,15	1,08	0,8	3,72	6,63	7,5	4,37	4,55	6,53	25,03
531	65,88	11,56	12,81	15,51	15,11	9,61	49,49	93,18	103,23	64,99	58,49	77,43	338,83
47	5,96	0,97	1,14	1,35	1,41	0,93	4,39	7,63	8,98	5,68	5,19	7,37	29,66
563	69,79	12,35	13,53	16,28	15,96	10,23	52,39	99,64	109,16	66,47	63,59	82,57	357,84
54	6,85	1,18	1,32	1,48	1,48	1,6	5,58	6,6	9,29	10,38	4,97	7,24	33,51
596	74,32	13,15	14,53	17,28	17,33	10,93	55,89	105,42	116,51	73,25	65,53	87,68	382,86
4192	519,35	91,08	101,5	121,82	111,61	76,16	390,6	735,19	819,32	507,8	464,43	614,7	2677,01
7,433 menit/container													
delay 8,753423 menit/container													
delay 1514,99													
tase delay 36,14													
tase antrian 63,86													
tase 23,32 25,99 31,19 19,50													

Muat1

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	TL	TL	Truck	Total	RS	SC	TL	TL	Truck	Total
5	0,6	0,07	0,14	-	-	0,12	0,33	0,62	1,19	-	-	1,01	2,82
367	41,64	5,99	10,57	-	-	8,67	25,23	52,79	93,19	-	-	75,99	221,97
16	2,05	0,28	0,55	-	-	0,45	1,28	2,17	4,28	-	-	3,51	9,96
312	35,33	5,07	8,93	-	-	7,28	21,28	44,77	78,83	-	-	64,25	187,85
3	0,36	0,03	0,09	-	-	0,05	0,17	0,24	0,72	-	-	0,45	1,41
348	39,73	5,68	10,05	-	-	8,24	23,97	49,71	88,03	-	-	72,15	209,89
12	1,48	0,19	0,41	-	-	0,32	0,92	1,53	3,31	-	-	2,61	7,45
345	39,28	5,62	9,9	-	-	8,12	23,64	49,33	86,92	-	-	71,35	207,6
11	1,35	0,18	0,37	-	-	0,31	0,86	1,45	2,99	-	-	2,5	6,94
398	45,09	6,5	11,47	-	-	9,34	27,31	57,38	101,24	-	-	84,42	243,04
12	1,48	0,19	0,41	-	-	0,32	0,92	1,53	3,31	-	-	2,61	7,45
417	47,35	6,83	11,99	-	-	9,81	28,63	60,13	105,58	-	-	86,44	252,15
13	1,58	0,22	0,42	-	-	0,35	0,99	1,79	3,45	-	-	2,84	8,08
436	49,7	7,15	12,6	-	-	10,25	30	62,7	110,57	-	-	89,94	263,21
13	1,58	0,22	0,42	-	-	0,35	0,99	1,79	3,45	-	-	2,84	8,08
456	52	7,43	13,25	-	-	10,67	31,35	65,15	116,17	-	-	93,6	274,92
14	1,78	0,25	0,48	-	-	0,39	1,12	1,93	3,78	-	-	3,06	8,77
478	54,74	7,83	14,02	-	-	11,29	33,14	68,34	122,44	-	-	98,61	289,39
3557	404,86	58,1	102,8	-	-	83,67	244,6	510,3	902,97	-	-	736,75	2150,02
6,829 menit/container													
delay 6,824588 menit/container													
delay 1406,98													
tase delay 39,555													
tase antrian 60,445													
tase 23,76 42,03 - 34,21													

Bongkar2

jumlah	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RTG	SC	TL	TL	Truck	Total	RTG	SC	TL	TL	Truck	Total
2	0,25	0,03	0,03	0	0,33	0,02	0,41	0,21	0,2	0	0,26	0,13	0,8
402	50,12	8,81	9,84	11,45	11,75	7,32	37,72	70,67	78,91	42,49	50,62	58,68	258,88
4	0,57	0,11	0,1	0,08	0,21	0,02	0,44	0,76	0,69	0,37	0,44	0,17	2,06
337	41,92	7,46	8,15	9,35	9,75	6,13	31,49	59,94	65,52	37,93	38,84	49,31	213,61
4	0,57	0,11	0,1	0,08	0,21	0,02	0,44	0,76	0,69	0,37	0,44	0,17	2,06
412	51,38	9,02	10,08	11,6	11,6	0,02	30,72	72,36	80,84	47,34	48,11	60,11	261,42
25	3,3	0,55	0,59	0,73	0,73	0,53	2,4	4,14	4,47	2,64	2,92	3,99	15,52
378	47,34	8,33	9,33	10,8	10,8	6,95	35,41	66,52	74,49	40,15	46,97	55,5	243,48
26	3,43	0,57	0,64	0,83	0,83	0,55	2,59	4,32	4,82	3,13	3,13	4,15	16,42
472	58,86	10,42	11,57	13,58	13,58	8,41	43,98	83,59	92,77	51,67	58,11	67,44	301,91
33	4,2	0,7	0,76	0,91	0,94	0,66	3,06	5,51	5,98	3,24	4,04	5,21	20,74
501	62,41	11,06	12,32	14,13	14,13	8,89	46,4	88,77	98,86	54,55	61,47	71,4	320,5
40	5,04	0,84	0,94	1,08	1,08	0,81	3,67	6,7	7,43	4,33	4,52	6,45	25,1
531	66,23	11,85	12,98	15,13	15,13	9,45	49,41	95,04	104,06	61,23	61,3	75,76	336,16
47	6	0,99	1,14	1,36	1,41	0,94	4,48	7,72	8,91	5,16	5,64	7,37	29,64
563	70,75	12,66	13,45	16,33	16,55	10,1	52,76	100,75	110,98	63,48	67,37	80,37	359,47
54	6,9	1,2	1,32	1,48	1,6	1,04	5,16	9,37	1,29	4,94	7,19	8,15	26
596	74,59	13,45	14,78	17,22	17,32	10,71	56,26	107,48	18,09	69,72	68,25	85,55	279,37
4192	523,6	93,06	102,5	119,59	120,61	67,98	384,2	745,12	724,52	468,56	501,04	604,12	2574,8
7,494 menit/container													
delay 8,951763 menit/container													
delay 1617,2													
tase delay 38,578													
tase antrian 61,422													
tase 24,22 26,68 31,13 17,70													

penambahan 1 Shore Crane + 1 RTG (Skenario 3)

Bongkar 1

jumlah	Stop time	Waiting Time							Number Waiting						
		RS	RS	SC	SC	TL	Truck	Total	RS	RS	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,21	0,04	-	0,01	0	0,03	0,02	0,09	0,23	-	0	0,09	0,27	0,19	0,8
402	37,33	7,11	-	0,06	4,49	5,62	6,89	24,11	76,51	-	0,29	27,53	63,51	77,92	245,5
4	0,45	0,11	-	0,01	0,01	0,04	0,04	0,2	1,09	-	0,08	0,05	0,42	0,38	1,9
337	30,93	5,92	-	0,06	3,68	4,64	5,82	20,06	65,15	-	0,29	22,34	52,52	65	205,0
4	0,45	0,11	-	0,01	0,01	0,04	0,04	0,2	1,09	-	0,08	0,05	0,42	0,38	1,9
412	38,17	7,28	-	0,06	4,62	5,79	7,05	24,74	78,34	-	0,3	28,31	65,3	79,61	251,6
25	2,41	0,44	-	0,03	0,27	0,41	0,39	1,51	4,71	-	0,15	1,56	4,56	4,1	14,9
378	34,86	6,67	-	0,05	4,2	5,25	6,51	22,63	72,31	-	0,28	25,74	59,29	73,54	230,9
26	2,45	0,45	-	0,03	0,3	0,42	0,42	1,59	4,92	-	0,15	1,82	4,39	4,38	15,5
472	43,75	8,43	-	0,07	5,44	6,65	8,02	28,54	88,94	-	0,33	33,63	74,66	90,12	287,4
33	3,06	0,59	-	0,05	0,35	0,54	0,52	2	6,47	-	0,23	2,05	5,77	5,55	19,8
501	46,83	9	-	0,06	5,72	7,06	8,48	30,26	95,22	-	0,33	35	70,27	95,22	295,7
40	3,81	0,75	-	0,04	0,5	0,64	0,7	2,59	7,36	-	0,19	3,19	6,73	7,42	24,7
531	49,29	9,38	-	0,06	5,89	7,44	8,93	31,64	102,2	-	0,32	35,56	83,72	100,42	321,9
47	4,4	0,88	-	0,04	0,52	0,72	0,81	2,93	9,02	-	0,18	3,23	7,75	8,68	28,7
563	52,68	9,95	-	0,06	6,24	7,91	9,52	33,62	108,8	-	0,32	37,43	88,77	106,85	341,8
54	5,08	0,99	-	0,04	0,66	0,84	0,96	3,45	10,23	-	0,17	4,15	8,87	10,15	33,4
596	55,42	10,55	-	0,07	6,53	8,4	8,33	31,81	35,1	-	0,37	37,84	94,71	113,77	281,4
4192	389,26	74,29		0,55	46,81	56,76	69,55	247,41	722,6		2,83	283,38	652,75	802,45	2461,13
5,571 menit/container															
delay 6,03162 menit/container															
delay 1730,87															
tase delay 41,29															
tase antrian 58,71															
tase 30,03															

Muat1

jumlah	Stop time	Waiting Time							Number Waiting						
		RS	RS	SC	SC	TL	Truck	Total	RS	RS	SC	SC	TL	Truck	Total
5	0,41	0,07	-	0	0,09	-	0,1	0,17	0,91	-	0	0,68	-	1,27	2,9
367	30,57	5,42	-	6,92	6,75	-	7,21	19,55	65,17	-	40,11	41,97	-	86,69	193,8
16	1,44	0,27	-	0,33	0,35	-	0,41	1,01	3,05	-	2,31	1,5	-	4,51	9,1
312	25,89	4,66	-	5,7	5,77	-	6,15	16,51	56,13	-	33,9	35,23	-	74,09	165,5
3	0,25	0,03	-	0,05	0	-	0,06	0,14	0,34	-	0,58	0	-	0,69	1,0
348	29,04	5,2	-	6,55	6,31	-	6,96	18,71	62,25	-	37,43	39,54	-	83,45	185,2
12	1,05	0,18	-	0,26	0,25	-	0,27	0,71	2,06	-	1,76	1,17	-	3,05	6,3
345	28,68	5,15	-	6,37	6,38	-	6,77	18,29	61,92	-	36,45	40,27	-	81,41	183,6
11	1,01	0,17	-	0,24	0,24	-	0,26	0,67	1,88	-	1,44	1,2	-	2,84	5,9
398	32,78	5,97	-	7,29	7,28	-	7,8	21,06	72,43	-	45,84	42,62	-	94,66	209,7
12	1,05	0,18	-	0,26	0,25	-	0,27	0,71	2,06	-	1,76	1,17	-	3,05	6,3
417	34,49	6,18	-	7,8	7,6	-	8,27	22,25	74,77	-	46,56	46,46	-	99,92	221,2
13	1,21	0,22	-	0,29	0,28	-	0,32	0,83	2,38	-	2,19	0,91	-	3,41	6,7
436	36,33	6,56	-	8,06	8,19	-	8,75	23,37	78,75	-	43,46	54,07	-	104,98	237,8
13	1,21	0,22	-	0,29	0,28	-	0,32	0,83	2,38	-	2,19	0,91	-	3,41	6,0
456	37,87	6,82	-	8,47	8,44	-	9,12	24,41	82,11	-	48,33	53,5	-	109,81	245,4
14	1,28	0,23	-	0,32	0,3	-	0,34	0,89	2,49	-	2,26	1,19	-	3,76	7,4
478	39,62	7,1	-	8,9	8,81	-	9,53	25,53	85,68	-	52,13	52,74	-	114,95	253,4
3557	295,27	53,06		66,06	65,53	-	70,56	189,68	639,2		384,2	406,4	-	849,96	1895,6
4,981 menit/container															
delay 6,003893 menit/container															
delay 1661,43															
tase delay 46,709															
tase antrian 53,291															
tase 27,97															

Bongkar2

jumlah	Stop time	Waiting Time							Number Waiting						
		RTG	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total	RTG	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,18	0,02	0	0,01	0	0,03	0,02	0,08	0,18	0	0,12	0	0,35	0,24	0,71
402	33,98	5,63	5,52	5,2	4,82	7,09	6,36	24,28	32,16	33,8	30,9	28,37	83,92	75,21	223,8
4	0,39	0,09	0,09	0,07	0,01	0,09	0,04	0,29	0,6	0,23	0,35	0,05	0,9	0,42	1,9
337	28,44	4,59	4,62	4,25	4,23	5,93	5,34	20,11	26	28,4	24,21	26,01	70,22	63,32	186,18
4	0,39	0,09	0,09	0,07	0,01	0,09	0,04	0,29	0,6	0,23	0,35	0,05	0,9	0,42	1,9
412	34,45	5,5	5,58	5,33	4,92	7,29	6,41	24,53	33,4	32,9	32,19	29,12	87,19	76,69	228,98
25	2,26	0,4	0,36	0,33	0,3	0,5	0,45	1,68	1,59	2,55	1,61	1,84	5,54	4,97	14,67
378	31,81	5,29	5,12	4,86	4,56	6,62	6,01	22,78	29,96	31,9	28,87	26,74	76,64	71,41	208,8
26	2,32	0,37	0,39	0,34	0,32	0,49	0,45	1,65	1,59	2,66	1,6	2,09	5,52	5,02	14,8
472	39,98	6,63	6,58	6,22	5,71	8,4	7,42	28,67	37,98	40	37,47	32,98	99,2	87,57	264,23
33	2,87	0,48	0,46	0,47	0,4	0,64	0,53	2,12	3,32	2,1	2,45	2,53	7,34	6,07	17,96
501	42,57	7,15	7,05	6,59	5,97	8,84	8,03	30,61	40	43,4	40,11	33,94	104,08	94,52	282,12
40	3,47	0,51	0,61	0,55	0,55	0,76	0,65	2,47	2,78	3,68	2,7	3,63	8,78	7,51	22,67
531	44,83	7,31	7,39	6,92	6,5	9,43	8,48	32,14	40	46,3	41,82	37,68	111,67	100,41	300,23
47	4,13	0,63	0,72	0,62	0,65	0,88	0,77	2,9	3,63	4,01	2,86	4,4	9,96	8,81	25,64
563	47,57	7,84	7,83	7,24	7,04	9,88	9,02	33,98	44,97	47,7	43,05	41,46	116,87	106,72	314,37
54	4,71	0,78	0,77	0,69	0,71	0,97	0,89	3,33	4,48	4,39	3,23	3,23	11,16	10,25	29,03
596	50,44	8,43	8,23	7,58	7,46	10,54	9,59	36,14	49	49,3	44,76	44,06	124,51	113,36	331,88
4192	354,07	58,37	57,92	54,19	51,21	74,02	66,66	253,24	333,5	354	323,4	300,36	874,3	789,21	2340,59
5,068 menit/container															
delay 6,491697 menit/container															
delay 1851,41															
tase delay 44,165															
tase antrian 55,835															
tase 23,05															

Muat 2

juml	Stop time	Waiting Time							Number Waiting						
		RTG	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total	RTG	RTG	SC	SC	TL	Truck	Total
5	0,34	0,05	0,01	0,1	0,12	-	0,07	0,24	0,48	0,03	1,13	0,36	-	1,09	1,93
367	23,36	3,28	3,03	4,77	4,97	-	4,42	12,67	25,53	23,5	35,29	40,37	-	66,61	132,51
16	1,1	0,14	0,17	0,25	0,19	-	0,19	0,52	0,75	1,58	2,04	1,22	-	2,81	4,78
312	20,18	2,7	2,67	4,1	4,24	-	3,73	10,67	20,11	21,4	31,09	33,43	-	57,68	111,22
3	0,19	0,03	0,01	0,04	0,04	-	0,04	0,11	0,16	0,06	0,19	0,44	-	0,68	1,28
348	22,5	3,07	2,9	4,53	4,72	-	4,23	12,02	23,5	22,7	32,81	38,82	-	65,47	127,79
12	0,8	0,1	0,11	0,14	0,19	-	0,16	0,45	0,61	0,98	1,07	1,43	-	2,47	4,51
345	22,2	3,07	2,88	4,5	4,62	-	4,12	11,81	23,63	22,6	30,3	34,51	-	64,03	122,17
11	0,75	0,1	0,1	0,15	0,19	-	0,15	0,44	0,66	0,77	1,63	0,74	-	2,25	3,65
398	25,58	3,49	3,28	5,2	5,28	-	4,79	13,56	27,15	25,6	39,42	42,12	-	74,48	143,75
12	0,8	0,1	0,11	0,14	0,19	-	0,16	0,45	0,61	0,98	1,07	1,43	-	2,47	4,51
417	26,67	3,67	3,36	5,41	5,54	-	4,95	14,16	29,21	25,9	46,4	45,25	-	77,36	151,82
13	0,87	0,1	0,14	0,16	0,16	-	0,18	0,44	0,58	1,2	1,5	1,17	-	2,67	4,42
436	28,16	3,9	3,58	5,73	5,87	-	5,25	15,02	30,72	27,2	41,91	47,95	-	81,21	159,88
13	0,87	0,1	0,14	0,19	0,16	-	0,18	0,44	0,58	1,28	1,5	1,11	-	2,67	4,36
456	29,17	4,08	3,72	5,95	6,06	-	5,4	15,54	32,77	28,3	45,47	40,43	-	84,4	157,6
14	0,94	0,1	0,15	0,21	0,16	-	0,18	0,44	0,52	1,47	1,56	1,18	-	2,64	4,34
478	30,94	4,26	4,05	6,27	6,43	-	5,72	16,41	33,19	31	45,16	52,9	-	88,39	174,48
3557	228,76	31,52	29,47	46,46	47,73	-	42,61	121,86	245,8	228	347,9	375,78	-	659,63	1281,22
3,859 menit/container															
delay 5,706748 menit/container															
delay 2275,78															
tase delay 63,98															
tase antrian 36,02															
tase 25,87															
38,13															
- 34,97															

Bongkar-Keluar

juml	Stop time	Waiting Time							Number Waiting						
		RS	RS	SC	SC	TL	Truck	Total	RS	RS	SC	SC	TL	Truck	Total
2	0,17	-	-	0	0,01	0,03	0,02	0,05	-	-	0	0,12	0,37	0,3	1
402	29,58	-	-	5,1	4,96	7,07	6,65	18,82	-	-	34,33	34,01	90,12	90,37	215
4	0,3	-	-	0,07	0,01	0,09	0,05	0,21	-	-	0,45	0,07	1,17	0,71	2
337	24,8	-	-	4,17	4,27	5,93	5,52	15,62	-	-	27,24	30,11	80,5	75,07	183
4	0,3	-	-	0,07	0,01	0,09	0,05	0,21	-	-	0,45	0,07	1,17	0,71	2
412	30,46	-	-	5,27	5,07	7,3	6,83	19,4	-	-	35,47	34,48	96,7	92,36	225
25	1,98	-	-	0,35	0,31	0,49	0,44	1,28	-	-	1,92	2,16	6,18	5,56	14
378	28	-	-	4,78	4,73	6,67	6,26	17,71	-	-	31,5	32,6	90,1	84,5	206
26	2,04	-	-	0,34	0,33	0,5	0,45	1,29	-	-	1,8	2,4	6,34	5,7	14
472	34,89	-	-	6,16	5,82	8,49	7,75	22,4	-	-	42,21	30,87	114,85	104,86	262
33	2,63	-	-	0,52	0,44	0,64	0,59	1,75	-	-	2,99	3,04	8,04	7,36	18
501	37,01	-	-	6,62	6,17	9,01	8,21	23,84	-	-	45,75	40,81	121,90	111,06	279
40	3,11	-	-	0,6	0,51	0,76	0,68	2,04	-	-	3,69	3,43	9,82	8,78	22
531	38,96	-	-	7	6,45	9,45	8,69	25,14	-	-	49,2	42	118,76	108,42	276
47	3,64	-	-	0,73	0,61	0,9	0,8	2,43	-	-	4,64	4,04	11,67	10,37	27
563	41,58	-	-	7,43	7,03	10,06	9,25	26,74	-	-	51,4	46,53	106,3	105,3	263
54	4,09	-	-	0,78	0,69	1,02	0,9	2,7	-	-	4,93	4,74	13,47	11,93	30
596	44,07	-	-	7,67	7,69	10,64	9,83	28,14	-	-	51,68	52,15	143,84	133	329
4192	309,35	-	-	54,2	52,19	74,62	68,99	197,81	-	-	368,8	343,56	963,07	904,94	2236,79
4,428 menit/container															
delay 5,306086 menit/container															
delay 1955,21															
tase delay 46,641															
tase antrian 58,7															
tase -															
27,40															
37,72 34,88															

penambahan 1 Shore crane+1 Top Loader (Skenario 5)

Bongkar 1

No	jumlah	Stop time	Waiting Time								Number Waiting							
			RS	SC	SC	TL	TL	Truck	Total	RS	SC	SC	TL	TL	Truck	Total		
2	2	0,21	0,04	0,01	0	0,04	0,02	0,1	0,16	0,34	0,1	0	0,21	0,07	0,1	0,75		
	402	37,33	7,11	4,65	4,72	6,44	5,93	6,12	24,39	76,58	25,18	25,3	30,93	20,86	65,88	198,57		
3	4	0,45	0,11	0,01	0,06	0,04	0,07	0,07	0,28	1,02	0,05	0,28	0,09	0,43	0,59	1,75		
	337	30,93	5,92	3,77	3,96	5,37	4,99	5,04	20,29	64,49	20,48	21,66	30,39	26,12	54,93	170,29		
4	4	0,45	0,11	0,01	0,06	0,04	0,07	0,07	0,28	1,02	0,05	0,28	0,09	0,43	0,59	1,75		
	412	38,17	7,28	4,75	4,77	6,46	6,19	6,27	24,78	78,6	25,09	25,47	30,89	31,45	67,63	202,21		
5	25	2,41	0,44	0,28	0,29	0,46	0,39	0,47	1,66	4,53	1,39	1,59	2,27	2,09	4,85	13,04		
	378	34,86	6,67	4,16	4,54	6,15	5,53	5,68	23,04	72,3	21,96	25,24	37,23	26,47	61,63	193,12		
6	26	2,45	0,45	0,25	0,28	0,45	0,4	0,44	1,62	4,79	1,22	1,62	2,01	2,46	4,72	12,74		
	472	43,75	8,43	5,33	5,27	7,13	7,13	7,22	28,05	91,01	30,97	27,37	30,67	40,27	77,86	230,51		
7	33	3,06	0,59	0,3	0,38	0,54	0,49	0,56	2,07	6,34	1,39	2,37	2,29	3,21	6,09	16,11		
	501	46,83	9	5,96	5,71	7,81	7,46	7,81	30,33	96,29	33,08	9,38	42,71	39,05	83,53	255,61		
8	40	3,81	0,75	0,5	0,47	0,73	0,63	0,65	2,6	7,84	2,5	2,58	3,25	3,8	6,76	20,35		
	531	49,29	9,38	6,25	6,04	8,09	8,04	8,33	31,84	101,06	34,88	31,39	43,66	43,2	89,7	269,3		
9	47	4,4	0,88	0,52	0,52	0,82	0,69	0,74	2,96	9,38	2,58	2,94	3,73	4,21	7,88	23,57		
	563	52,68	9,95	6,58	6,54	8,76	8,66	8,86	34,11	100,3	35,96	34,13	51,37	41,76	94,74	282,37		
0	54	5,08	0,99	0,64	0,62	0,98	0,77	0,84	3,43	10,5	3,28	3,4	5,21	4,1	8,95	27,94		
	596	55,42	10,55	6,83	6,84	9,24	9,1	9,24	35,87	113,43	37,46	36,03	51,49	47,1	90,41	292,79		
	4192	389,26	74,29	48,28	48,39	65,45	63,03	64,57	252,7		265,06	235,97	349,34	316,28	686,31	2094,77		
5,5715 menit/container																		
delay 7,238026 menit/container																		
delay 2097,23																		
tase delay 50,029																		
tase antrian 49,971																		
tase 29,40			19,11			25,90			25,55									

Muat 1

No	jumlah	Stop time	Waiting Time								Number Waiting							
			RS	SC	SC	TL	TL	Truck	Total	RS	SC	SC	TL	TL	Truck	Total		
2	5	0,41	0,07	0	0,09	-	-	0,1	0,26	0,91	0	0,68	-	-	1,27	2,86		
	367	30,57	5,42	6,92	6,75	-	-	7,21	19,38	65,17	40,11	41,97	-	-	86,69	193,83		
3	16	1,44	0,27	0,33	0,35	-	-	0,41	1,03	3,05	2,31	1,5	-	-	4,51	9,06		
	312	25,89	4,66	5,7	5,77	-	-	6,15	16,58	56,13	33,9	35,23	-	-	74,09	165,45		
4	3	0,25	0,03	0,05	0	-	-	0,06	0,09	0,34	0,58	0	-	-	0,69	1,03		
	348	29,04	5,2	6,55	6,31	-	-	6,96	18,47	62,25	37,43	39,54	-	-	83,45	185,24		
5	12	1,05	0,18	0,26	0,25	-	-	0,27	0,7	2,06	1,76	1,17	-	-	3,05	6,28		
	345	28,68	5,15	6,37	6,38	-	-	6,77	18,3	61,92	36,45	40,27	-	-	81,41	183,6		
6	11	1,01	0,17	0,24	0,24	-	-	0,26	0,67	1,88	1,44	1,2	-	-	2,84	5,92		
	398	32,78	5,97	7,29	7,28	-	-	7,8	21,05	72,43	45,84	42,62	-	-	94,66	209,71		
7	12	1,05	0,18	0,26	0,25	-	-	0,27	0,7	2,06	1,76	1,17	-	-	3,05	6,28		
	417	34,49	6,18	7,8	7,6	-	-	8,27	22,05	74,77	46,56	46,46	-	-	99,92	221,15		
8	13	1,21	0,22	0,29	0,28	-	-	0,32	0,82	2,38	2,19	0,91	-	-	3,41	6,7		
	436	36,33	6,56	8,06	8,19	-	-	8,75	23,5	78,75	43,46	54,07	-	-	104,98	237,8		
9	13	1,21	0,22	0,29	0,28	-	-	0,32	0,82	2,38	2,19	0,91	-	-	3,41	5,98		
	456	37,87	6,82	8,47	8,44	-	-	9,12	24,38	82,11	48,33	53,5	-	-	109,81	245,42		
0	14	1,28	0,23	0,32	0,3	-	-	0,34	0,87	2,49	2,26	1,19	-	-	3,76	7,44		
	478	39,62	7,1	8,9	8,81	-	-	9,53	25,44	85,68	52,13	52,74	-	-	114,95	253,37		
	3557	295,27	53,06	66,06	65,53	-	-	70,56	189,2	639,21	384,21	406,4	-	-	849,96	1895,57		
4,9807 menit/container																		
delay 5,987117 menit/container																		
delay 1661,43																		
tase delay 46,709																		
tase antrian 53,291																		
tase 28,05			34,92						37,30									

Bongkar2

No	jumlah	Stop time	Waiting Time								Number Waiting							
			RTG	SC	SC	TL	TL	Truck	Total	RTG	SC	SC	TL	TL	Truck	Total		
2	2	0,21	0,04	0,01	0	0,02	0,04	0,01	0,08	0,35	0	0,1	0,07	0,21	0,1	0,62		
	402	37,79	7,33	4,74	4,82	6,57	6,06	6,13	24,77	78,01	23,44	27,39	35,98	31,25	65,22	206,6		
3	4	0,46	0,12	0,06	0,01	0,04	0,07	0,07	0,29	1,02	0,28	0,04	0,09	0,43	0,58	1,73		
	337	31,69	6,17	3,97	4,03	5,49	5,27	5,16	20,79	65,65	19,69	22,91	29,79	27,46	54,9	173,25		
4	4	0,46	0,12	0,06	0,01	0,04	0,07	0,07	0,29	1,02	0,28	0,04	0,09	0,43	0,58	1,73		
	412	38,58	7,51	4,88	4,85	6,57	6,19	6,3	25,26	80,17	24,55	27,38	33,19	34,82	67,3	208,04		
5	25	2,43	0,44	0,29	0,28	0,46	0,39	0,47	1,66	4,65	1,57	1,38	2,26	2,07	4,84	13,13		
	378	35,36	6,91	4,45	4,47	6,1	5,8	5,72	23,18	73,87	22,29	25,41	32,63	31,01	61,17	193,08		
6	26	2,48	0,46	0,28	0,25	0,45	0,4	0,45	1,64	4,81	1,6	1,2	1,99	2,44	4,7	12,7		
	472	44,73	8,75	5,65	5,56	7,56	7,23	7,38	29,34	92,38	28,29	30,83	41,73	36,39	77,91	242,85		
7	33	3,09	0,6	0,38	0,3	0,54	0,49	0,57	2,09	6,37	2,34	2,27	2,27	3,19	6,09	17		
	501	47,34	9,26	5,95	5,86	7,88	7,63	7,9	30,99	97,96	29,9	32,56	42,93	39,19	83,57	257,02		
8	40	3,84	0,75	0,47	0,5	0,73	0,63	0,65	2,6	7,85	2,56	2,48	3,24	3,78	6,76	20,33		
	531	50,01	9,69	6,17	6,28	8,26	8,15	8,48	32,6	102,87	30,58	35,52	43,95	43,17	90,02	272,36		
9	47	4,44	0,89	0,52	0,52	0,82	0,69	0,74	2,97	9,42	2,92	2,56	3,7	4,18	7,85	23,53		
	563	53,14	10,21	6,71	6,42	8,72	8,72	9,02	34,66	108,18	34,36	35,17	45,29	47,08	95,52	284,16		
0	54	5,13	1	0,62	0,64	0,77	0,98	0,85	3,24	10,55	3,38	3,26	4,08	5,18	8,93	26,82		
	596	56,14	10,82	7,09	6,86	9,07	9,38	9,42	36,4	114,9	36,26	37,75	47,2	50,78	100,02	299,87		
	4192	384,76	76,65	49,61	49,15	66,22	64,43	65,51	258	813,99	249,36	274,92	352,69	341,15	695,63	2137,23		
5,5071 menit/container																		
delay 7,242739 menit/container																		
delay 2054,77																		
tase delay 49,016																		
tase antrian 50,984																		
tase 29,71			19,23			25,67			25,39									

Muat 2

juml	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RTG	SC	TL	TL	Truck	Total	RTG	SC	TL	TL	Truck	Total
5	0,6	0,08	0,14	-	-	0,12	0,34	0,63	1,18	-	-	1,02	2,83
367	42,39	6,3	11,2	-	-	9,21	26,71	45,54	97,01	-	-	79,77	222,32
16	2,06	0,29	0,55	-	-	0,45	1,29	2,21	4,25	-	-	3,52	9,98
312	36,09	5,33	9,55	-	-	7,84	22,72	46,05	82,57	-	-	67,78	196,4
3	0,37	0,03	0,09	-	-	0,06	0,18	0,24	0,71	-	-	0,46	1,41
348	40,21	5,96	10,58	-	-	8,69	25,23	51,6	91,59	-	-	75,18	218,37
12	1,5	0,2	0,41	-	-	0,33	0,94	1,58	3,29	-	-	2,63	7,5
345	40,05	5,95	10,54	-	-	8,66	25,15	51,23	90,75	-	-	74,61	216,59
11	1,37	0,18	0,37	-	-	0,31	0,86	1,49	2,98	-	-	2,51	6,98
398	45,81	6,85	12,12	-	-	9,89	28,86	59,48	105,29	-	-	85,96	250,73
12	1,5	0,2	0,41	-	-	0,33	0,94	1,58	3,29	-	-	2,63	7,5
417	48,23	7,14	12,76	-	-	10,44	30,34	61,7	110,33	-	-	90,26	262,29
13	1,59	0,23	0,42	-	-	0,35	1	1,84	3,42	-	-	2,86	8,12
436	50,47	7,41	13,38	-	-	10,85	31,64	63,99	115,55	-	-	93,76	273,3
13	1,59	0,23	0,42	-	-	0,35	1	1,84	3,42	-	-	2,86	8,12
456	52,79	7,74	13,98	-	-	11,32	33,04	66,9	120,77	-	-	97,79	285,46
14	1,8	0,25	0,48	-	-	0,39	1,12	1,98	3,76	-	-	3,07	8,81
478	55,47	8,08	14,81	-	-	11,9	34,79	69,59	127,63	-	-	102,56	299,78
3557	411,51	60,76	108,9	-	-	88,8	258,5	516,08	941,49	-	-	767,67	2225,24
6,941 menit/container													
delay 6,969495 menit/container													
delay 1331,76													
base delay 37,441													
base antrian 62,559													
base 23,51 42,14 - - 34,35													

Bongkar-Keluar

juml	Stop time	Waiting Time						Number Waiting					
		RS	SC	TL	TL	Truck	Total	RS	SC	TL	TL	Truck	Total
2	0,19	-	0,03	0,03	0	0,02	0,08	-	0,26	0,34	0	0,21	0,81
402	38,47	-	9,86	11,55	11,04	7,29	28,7	-	102,99	59,12	63,1	76,14	238,25
4	0,4	-	0,1	0,21	0,08	0,04	0,35	-	0,98	0,53	0,62	0,41	1,92
337	31,96	-	8,18	9,73	9,47	6	23,91	-	86,23	50,82	50,36	63,29	200,34
4	0,4	-	0,1	0,21	0,08	0,04	0,35	-	0,98	0,53	0,62	0,41	1,92
412	39,33	-	10,17	12,28	11,41	7,43	29,88	-	106,56	63,06	60,92	77,82	247,44
25	2,48	-	0,59	0,74	0,24	0,48	1,81	-	5,97	3,9	3,58	4,88	14,75
378	36,31	-	9,33	10,94	10,9	6,84	27,11	-	97,13	59,05	54,64	71,24	227,42
26	2,6	-	0,64	0,84	0,68	0,5	1,98	-	6,39	4,18	3,42	4,99	15,56
472	45,21	-	11,8	14,26	13,14	8,45	34,51	-	123,23	80,11	63,38	88,26	291,6
33	3,19	-	0,77	0,93	0,95	0,64	2,34	-	7,93	4,39	5,39	6,65	18,97
501	47,52	-	12,28	14,83	14,00	8,92	36,03	-	29,42	79,59	72,46	94,04	203,05
40	3,88	-	0,93	1,17	1	0,77	2,87	-	9,62	5,71	5,96	7,89	23,22
531	50,19	-	12,92	15,67	14,9	9,45	38,04	-	136,73	79,94	81,64	100,03	316,7
47	4,63	-	1,15	1,36	1,42	0,9	3,41	-	1,63	7,36	6,74	9,1	18,09
563	53,83	-	13,87	16,74	16,1	9,45	40,06	-	145,02	87,7	85,03	105,91	338,63
54	5,22	-	1,32	1,48	1,61	0,9	3,7	-	13,69	6,5	9,54	10,17	30,36
596	56,44	-	14,43	17,31	16,99	0,98	32,72	-	152,36	92,59	88,5	112,63	357,58
4192	399,26	0	102,8	123,31	117,95	10,67	291	-	979,67	651,98	620,03	789,36	2421,01
5,715 menit/container													
delay 7,210875 menit/container													
delay 1770,99													
base delay 42,247													
base antrian 57,753													
base - 35,35 42,38 - - 3,67													

hasil Simulasi Arena :

Awal	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Rata2	8,0008	8,078	6,293	6,829	6,941	36,1418	7,22836	mnt/box
Rata2 delay	8,0164	8,0843	6,2971	6,8246	6,9695	36,1919	7,23838	mnt/box
Total delay	974,48	984,76	1020,3	1407	1331,8	5718,34	1143,67	box
Prosentase delay	23,25	23,49	24,34	39,56	37,44	148,08	29,616	%
Prosentase antrian	76,75	76,51	75,66	60,44	62,56	351,92	70,384	%

Skenario 1	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Rata2	5,67	5,64	4,43	4,98	5,02	25,74	5,15	mnt/box
Rata2 delay	6,74	6,87	5,31	5,99	6,20	31,11	6,22	mnt/box
Total delay	1636,87	1641,52	1955,21	1664,70	1698,07	8596,37	1719,27	box
Prosentase delay	39,05	39,16	46,64	46,80	47,74	219,38	43,88	%
Prosentase antrian	60,95	60,84	53,36	53,19	52,26	280,61	56,12	%

Skenario 2	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Rata2	7,43	7,49	5,71	6,83	6,94	34,40	6,88	mnt/box
Rata2 delay	8,75	8,95	7,21	6,82	6,96	38,69	7,74	mnt/box
Total delay	1514,99	1617,20	1770,99	1406,98	1331,77	7641,93	1528,39	box
Prosentase delay	36,14	38,58	42,25	39,56	37,44	193,97	38,79	%
Prosentase antrian	63,86	61,42	57,75	60,44	62,56	306,03	61,21	%

Skenario 3	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Rata2	5,67	5,07	4,43	4,98	3,86	24,01	4,80	mnt/box
Rata2 delay	6,74	6,49	5,30	6,00	5,70	30,24	6,05	mnt/box
Total delay	1636,87	1851,41	1955,21	1661,43	2275,78	9380,70	1876,14	box
Prosentase delay	39,05	44,17	46,64	46,71	63,98	240,55	48,11	%
Prosentase antrian	60,95	55,83	58,70	53,29	36,02	264,79	52,96	%

Skenario 4	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Rata2	5,04	5,64	4,43	3,82	5,02	23,95	4,79	mnt/box
Rata2 delay	6,52	8,07	5,31	5,42	6,20	31,52	6,30	mnt/box
Total delay	1895,00	1628,00	1955,00	2212,00	1168,00	8858,00	1771,60	box
Prosentase delay	45,21	38,84	46,64	62,18	47,74	240,61	48,12	%
Prosentase antrian	54,79	61,16	53,36	37,82	52,26	259,39	51,88	%

Skenario 5	Bongkar 1	Bongkar 2	Bongkar - Keluar	Muat 1	Muat 2	Total	Rata-Rata	
Rata2	5,57	5,51	3,86	4,98	5,02	24,94	4,99	mnt/box
Rata2 delay	7,24	7,24	6,06	5,99	6,20	32,73	6,55	mnt/box
Total delay	2097,23	2054,77	2519,49	1664,70	1698,07	10034,26	2006,85	box
Prosentase delay	50,03	49,02	60,10	46,80	47,74	253,69	50,74	%
Prosentase antrian	49,97	50,98	39,90	53,19	52,26	246,30	49,26	%

Keterangan :

- 1 : Dengan penambahan 1 Shore crane
- 2 : Dengan penambahan 1 Top Loader
- 3 : Dengan penambahan 1 Shore Crane dan 1 RTG
- 4 : Dengan penambahan 1 Shore crane dan 1 RS
- 5 : Dengan penambahan 1 Shore Crane1 Top Loader