



**KAJIAN KINERJA
PERALATAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS
DI TERMINAL PETI KEMAS SEMARANG (TPKS)**

(Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)

T E S I S

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Magister Teknik Sipil**

Disusun Oleh :

S i s w a d i

NIM. LA4003031

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2005**



HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN KINERJA PERALATAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS DI TERMINAL PETI KEMAS SEMARANG (TPKS) (Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)

Disusun Oleh :

Siswadi
NIM. LA4003031

Dipertahankan di Depan Tim Penguji pada tanggal :

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
Memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

TIM PENGUJI

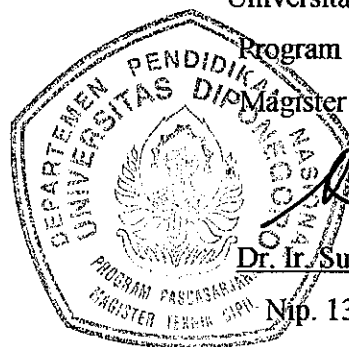
- | | | |
|----------------------------------|----------------|--|
| 1. Ir. Sumarsono, MS | (Ketua) | |
| 2. Ir. Mudjiastuti Handajani, MT | (Sekretaris) | |
| 3. Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA | (Anggota 1) | |
| 4. Ir. Wahyudi Kushardjoko, MT | (Anggota 2) | |
| 5. Ir. Y.I. Wicaksono, MS | (Anggota 3) | |

Semarang, Agustus 2005

Universitas Diponegoro

Program Pascasarjana

Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Suripin M. Eng

Nip. 131.668.511

ABSTRAK

Masalah sistem pelayanan bongkar muat di pelabuhan peti kemas seringkali menjadi obyek penelitian berkaitan dengan kinerja sistem pelayanan terhadap permintaan kedatangan peti kemas yang harus dilayani per satuan waktu. Pertanyaan ini memunculkan berbagai kajian mengenai bagaimana meningkatkan kinerja sistem pelayanan di pelabuhan peti kemas dan kapan fasilitas dan peralatan pelabuhan harus di tambah berkaitan dengan meningkatnya kedatangan peti kemas dari waktu ke waktu.

Studi ini akan melakukan analisa mengenai kinerja peralatan bongkar muat di terminal peti kemas Semarang (TPKS) di Pelabuhan Peti Kemas Tanjung Emas Semarang, titik berat studi ini ditekankan pada analisa sistem pelayanan bongkar muat dari dermaga sampai lapangan penumpukan peti kemas, khususnya peralatan *Container Crane (CC)*, *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dan *Head Truck (HT)* dengan menggunakan metode antrian yang penyelesaiannya menggunakan dua model yaitu model peramalan dan model simulasi sebagai alat perhitungan.

Pendekatan dengan model peramalan adalah untuk mendapatkan kondisi laju bongkar muat untuk tahun rencana yang didasarkan pada observasi pada tahun sebelumnya, sedangkan model simulasi adalah pendekatan dimana proses perhitungan yang berdasarkan pada peniruan kondisi nyata dengan kondisi teoritis sedemikian hingga kondisi teoritis memiliki karakteristik yang mendekati kondisi nyata. Metode simulasi dapat diterapkan dalam setiap tema dan salah satu penerapannya adalah sistem pelayanan dalam proses bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

Penyelesaian simulasi dalam studi ini diterapkan untuk kinerja dalam sistem pelayanan bongkar muat peti kemas. pola kedatangan Poisson, pola pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial, sehingga metode pelayanannya adalah yang pertama datang yang pertama dilayani, dan jumlah kedatangan dan keberangkatan dianggap tak hingga.

Dari hasil analisis diketahui bahwa permintaan untuk ekspor/muat pada sampai tahun 2010 sebesar 195.034,5706 box per tahun dan untuk impor/bongkar sebesar 135.163,9523 box per tahun. Dari faktor biaya dihasilkan biaya tunggu barang Rp48.277,136 per box per hari, biaya pelayanan *CC* Rp8.589.041,096 per *CC* per hari, biaya pelayanan *HT* Rp422.945,205 per *HT* per hari, biaya pelayanan *RTG* Rp2.466.575,342 per *RTG* per hari. Sedangkan hasil simulasi kinerja pelayanan peralatan *CC*, *HT* dan *RTG* sampai tahun 2010 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan utilitas dimana pada *CC* dari 35,145% menjadi 46,168%, pada *HT* dari 18,254% menjadi 26,438% dan pada *RTG* dari 43,532% menjadi 58,828%.

Dari temuan-temuan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan analisis simulasi kinerja peralatan bongkar muat peti kemas sampai pada tahun 2010 diketahui tingkat utilitas peralatan yang tidak seimbang dan masih sangat rendah. Untuk meningkatkan utilitas masing-masing peralatan tersebut maka dari running simulasi didapatkan jumlah kombinasi peralatan antara lain 4 *CC*, 8 *HT* dan 9 *RTG* dengan utilitas masing-masing 41,46%, 40,75% dan 39,96%.

Kata Kunci : Pelayanan bongkar muat, *Container Crane*, *Rubber Tyred Gantry*, *Head Truck*, Simulasi

ABSTRACT

The problems of loading/unloading system at the container terminal frequently became a research object that related with the performance of services system for the loading/unloading activities. The statements have encouraged many studies concerning how to improve the performance system and the time to increase the number of equipments according to the escalation of container arrivals periodically.

This study analyzes the performance of loading/unloading equipments of Semarang Container Terminal at the Tanjung Emas Container Port Semarang. The study is focused on the analysis of container loading /unloading system from the quay until the container yard, especially the performance of the equipments, i.e. Container Crane, Head Truck and Rubber Tyred Gantry. The simulation method is used in this study. Two models are used in the simulation analysis. The first is a forecasting model, used to generate the characteristics of container arrival rates that follow Poisson distribution and Exponential Distribution for the services pattern. The second one is a simulation model to simulate the real system of loading/unloading activities.

The results show that the demand of export / loading activities in 2010 is 195.034,5706 boxes per years and the demand of import / unloading activities is 35.163,9523 boxes per years. According to the cost factor, the analysis shows that the amount of waiting cost is Rp. 48.277,136 /box days, the CC services cost is Rp. 8.589.041,096 /CC days, the HT services cost is Rp. 422.945,205 / HT days, the RTG services cost is 2.466.575,342 / RTG days. On the other hand, the simulation shows that the utility of port equipment that consist of container crane, head truck, rubber tyred gantry has increased 34 % for CC, 35% for HT and 56% For RTG in 2010.

According to the research findings, it can be concluded that the utility of loading/unloading equipment in 2010 would be unbalanced and is very low. To increase the equipment utility level, it is recommended to increase the equipment and the combination of the equipment should be 4 for CC, 8 for HT and 9 for RTG with the utility level of each equipments as follows: 41.56% [CC], 40,75% [HT], 39,96%[RTG]

Keywords: *loading / unloading services, Container Crane, Rubber Tyred Gantry, Head Truck, Simulation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan rahkmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas penulisan tesis dengan judul “Kajian Kinerja Peralatan Bongkar Muat di Terminal Peti Kemas Semarang “ (Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)”

Adapun maksud penulisan Tesis ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan mennyelesaikan program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari tanpa bantuan, saran, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak tesis ini tidak akan segera terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Suripin, M.Eng; selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Ir. Sumarsono, MS; selaku Pembimbing I yang telah dengan sabar dan penuh tanggung jawab memberi bimbingan dalam penulisan tesis ini.
3. Ibu Ir. Mudjiastuti Handajani, MT; selaku Pembimbing II yang telah dengan sabar dan penuh tanggung jawab memberi bimbingan dalam penulisan tesis ini.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA; selaku pembahas tesis yang telah banyak meberikan masukan dan saran demi penyempurnaan tesis ini.
5. Bapak Ir. Wahyudi Kushardjoko, MT; selaku pembahas tesis yang telah banyak meberikan masukan dan saran demi penyempurnaan tesis ini.
6. Bapak Ir. Y.I. Wicaksono, MS; selaku pembahas tesis yang telah banyak meberikan masukan dan saran demi penyempurnaan tesis ini.
7. Segenap Staf Pengajar Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang, yang telah memberi bekal ilmu kepada penulis.
8. Karyawan/karyawati pada Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
9. Rekan-rekan mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang, terutama angkatan 2003 yang banyak memberikan dorongan semangat dan kekompakan untuk menyelesaikan studi.

10. Pimpinan dan staf PT. Persero Pelabuhan Indonesia III Pelabuhan Petikemas Tanjung Emas Semarang.

Dan akhirnya penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Istri yang terkasih, putra-putriku yang tersayang yang dengan setia mendampingi, memberi dorongan semangat, pengertian dan pengorbanan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masukan berupa saran, kritik demi penyempurnaan tesis ini akan penulis terima dengan senang hati. Akhirnya semoga tesis ini bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, Agustus 2005

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sistem Transportasi	5
2.2. Sistem Pelabuhan Laut	6
2.3. Justifikasi Pelabuhan	9
2.4. Pelabuhan Peti Kemas	11
2.5. Peti Kemas	15
2.6. Kapal Peti Kemas.....	17
2.7. Metode Peramalan	18
2.7. Parameter dan Perjanjian Model	22
2.8. Model – model Distribusi	23
2.9. Model Antrian	25
2.10. Studi Terdahulu	33
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1. Alur Pikir Penelitian	35
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	37
3.3. Pengolahan Data	38
3.4. Analisis Simulasi Peti Kemas	39
3.5. Pembahasan dan Kesimpulan.....	41

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1. Pengumpulan Data di Lapangan.....	42
4.2. Pengolahan Data	48
4.3. Uji Distribusi	58
4.4. Perhitungan Biaya Tunggu di Pelabuhan	63
4.5. Simulasi Sistem Pelayanan Petikemas	67
4.6. Hasil <i>Running</i> Simulasi	68
BAB V : ANALISA DAN PEMBAHASAN	
5.1. Utilitas Peralatan Bongkar-Muat Peti-Kemas	70
5.2. Waktu Dalam Sistem Bongkar Muat	72
5.3. Total Biaya Tunggu dan Waktu Tunggu Peti Kemas	73
BAB VI : PENUTUP	
6.1. Kesimpulan	81
6.2. Saran / Rekomendasi	82
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

NO. GAMBAR	NAMA GAMBAR	HAL :
2.1	Hubungan Sub System Dalam Transportasi.....	5
2.2	Proses IPO Dalam System Pelabuhan	6
2.3	Prose Bongkar / Muat Peti Kemas dengan CC	11
2.4	Pergerakan Peti Kemas dan Peralatan Bongkar Muat .	12
2.5	Skema System Antrian	25
2.6	Struktur Dasar Model Antrian	25
2.6.a	Model Antrian Tunggal Fasilitas Pelayanan Tunggal.....	26
2.6.b	Model Antrian Tunggal Fasilitas Pelayanan Sejajar	26
2.6.c	Model Antrian Ganda Fasilitas Pelayanan Ganda Seri	27
2.6.d	Model Antrian Banyak Fasilitas Pelayanan Banyak	27
3.1	Bagan Alur Pikir Penelitian	34
3.2	Alur Aktivitas Bongkar Muat di Pelabuhan Peti Kemas	38
4.1	Grafik Pertumbuhan PDRB Jateng , th 1997 - 2004	48
4.2	Grafik Analisa Regresi Untuk PDRB Jateng	49
4.3	Grafik Peramalan PDRB Jateng th. 2005 – 2010	50
4.4	Grafik Pertumbuhan Arus Muat / Ekspor Jateng th.1997 – 2004.....	51
4.5	Grafik Analisa Regresi Arus Muat Jateng.....	51
4.6	Grafik Peramalan Arus Muat / Ekspor Jateng, th. 2005 – 2010	52
4.7	Grafik l Pertumbuhan Impor / Bongkar Peti Kemas Jateng th 1997 – 2004	53
4.8	Grafik Analisa Regresi Untuk Impor / Bongkar Peti Kemas Jateng th 1997 – 2004	54
4.9	Grafik Peramalan Impor / Bongkar Peti Kemas Jateng, th. 2005 - 2010.....	55
4.10	Grafik Hasil Peramalan Distribusi Ekspor / Muat Peti Kemas Jateng, th. 2005 - 2010.....	56
4.11	Grafik Hasil Peramalan Distribusi Impor / Bongkar Peti Kemas Jateng, th. 2005 - 2010.....	57

4.12	Grafik Uji Distribusi Kedatangan Peti Kemas	59
4.13	Grafik Uji Distribusi Kedatangan <i>CC</i>	60
4.14	Grafik Uji Distribusi Kedatangan <i>HT</i>	61
4.15	Grafik Uji Distribusi Kedatangan <i>RTG</i>	62
5.1	Grafik Peningkatan Utilitas Peralatan <i>CC</i>	71
5.2	Grafik Peningkatan Utilitas Peralatan <i>HT</i>	71
5.3	Grafik Peningkatan Utilitas Peralatan <i>RTG</i>	71
5.4	Grafik Peningkatan Waktu Dalam Sistem Aktivitas Bongkar	73
5.5	Grafik Peningkatan Waktu Dalam Sistem Aktivitas Bongkar	73
5.6	Grafik Peningkatan Total Biaya Tunggu Barang	74
5.7	Grafik Waktu Tunggu Bongkar <i>CC</i>	75
5.8	Grafik Waktu Tunggu Muat <i>CC</i>	75
5.9	Grafik Waktu Tunggu Bongkar <i>RTG</i>	75
5.10	Grafik Waktu Tunggu Muat <i>RTG</i>	76
5.11	Grafik Utilitas Peralatan pada Kondisi Optiomal	79
5.12	Grafik Waktu Tunggu Bongkar pada Kondisi Optiomal ...	79
5.13	Grafik Waktu Tunggu Muat pada Kondisi Optiomal	79
5.14	Grafik Waktu daalam Sistem pada Kondisi Optiomal	80

DAFTAR TABEL

NO. TABEL	NAMA TABEL	HAL.
2.1	Kreteria kinerja alat bongkar muat	9
2.2	Elemen Kegiatan Penanganan Peti Kemas.....	14
2.3	Karakteristik Antrian	29
4.1	Data Kedatangan Kapal dan Barang	43
4.2	Data Waktu Pelayanan <i>CC</i>	45
4.3	Data Waktu Pelayanan <i>HT</i>	46
4.4	Data Waktu Pelayanan <i>RTG</i>	47
4.5	Data Kapasitas HT	48
4.6	Data PDRB Jateng th. 1997 – 2004	49
4.7	Ramalan PDRB Jateng th. 2005 – 2010	50
4.8	Data Arus Muat /Ekspor Jateng th. 1997 – 2004	52
4.9	Ramalan Arus Muat/Ekspor Jateng th. 2005 – 2010	53
4.10	Data Arus Bongkar/ Impor Jateng th. 1997 – 2004	54
4.11	Ramalan Arus Bongkar/Impor Jateng th. 2005 – 2010	56
4.12	Ramalan Laju Bongkar/Muat Jateng th. 2005 – 2010	58
4.13	Uji Distribusi Tingkat Kedatangan <i>Container</i>	59
4.14	Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>CC</i>	61
4.15	Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>HT</i>	62
4.16	Uji Distribusi Tingkat Layanan <i>RTG</i>	63
4.17	Data Arus Ekspor / Import h 1998 – 2002	66
4.19	Data Waktu Pelayanan <i>Container</i>	67
4.20	Data Waktu Antar Kedatangan	67
4.21	Susunan Skenario Simulasi	
4.22	Data Hasil Simulasi Utilitas Peralatan Bongkar Muat <i>Container</i>	68 68
4.23	Data Hasil Simulasi Kinerja Pelabuhan <i>Container</i>	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pelabuhan merupakan suatu simpul system transportasi laut dan darat, karena sifatnya sebagai tempat peralihan moda angkutan, maka pelabuhan harus disambung dengan system darat dan dilengkapi dengan berbagai macam kemudahan, antara lain tempat yang aman untuk berlabuhnya kapal, pelayanan kapal selama berlabuh dan ketika akan melanjutkan pelayaran, jasa terminal untuk muatan dalam proses peralihan dari kapal ke angkutan darat (truk, kereta api).

Pelabuhan Semarang yang disebut Pelabuhan Tanjung Emas secara geografis terletak pada $110^{\circ} 24'00''$ - $110^{\circ}26'00''$ BT dan $6^{\circ}53'00''$ - $6^{\circ}57'00''$ LS merupakan pelabuhan utama di Jawa Tengah dan salah satu dari 3(tiga) pelabuhan besar di Pulau Jawa disamping Tanjung Priok dibelahan barat dan Tanjung Perak dibelahan timur. Peran Pelabuhan Tanjung Emas menjadi sangat penting dan strategis, karena merupakan simpul utama perekonomian dan sebagai pintu gerbang eksport-import di Jawa Tengah. Peranan ini didukung oleh keberadaan potensi daerah *hinterland* wilayah propinsi Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta, wilayah bagian timur Jawa Barat dan wilayah bagian barat Jawa Timur. Pelabuhan Tanjung Emas ini pengoperasiannya dilakukan oleh PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia-III (Pelindo-III) yang berpusat di Surabaya.

Pentingnya keberadaan Pelabuhan Tanjung Emas salah satunya ditunjukkan dari kinerja Terminal Peti Kemas (TPKS) Tanjung Emas yang menunjukkan grafik peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari TPKS diketahui bahwa pertumbuhan bongkar muat barang peti kemas (*container*) pada tahun 1997 menunjukkan angka 105.152 *Box*, dalam waktu 5 (lima) tahun kemudian mengalami kenaikan sebesar 57,3% yaitu menjadi 165.448 *Box* pada tahun 2001. Dalam besaran *TEU's* pada tahun 1997 mencapai 158.026 *TEU's* dan pada tahun 2001 mencapai 272.611 *TEU's* atau mengalami kenaikan lebih dari 72,5%, diperkirakan pada Tahun 2005 tingkat pertumbuhan muatan di TPKS akan mencapai sekitar 259.743 *box* atau setara dengan 427.999 *TEU's*.

Begitu besarnya potensi *transshipment* barang melalui indikator di atas menuntut adanya peningkatan sisi pelayanan baik sisi operasional maupun sisi fasilitas, dari sisi

operasional perlu adanya peningkatan kecepatan pelayanan yang ditandai dengan menurunnya waktu total dalam sistem pelayanan di Terminal Peti Kemas (TPKS) Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Dari sisi fasilitas perlu adanya penambahan peralatan bongkar muat yaitu *Container Crane (CC)*, *Head Truck (HT)* dan *Rubber Tired Gantry (RTG)* untuk menunjang kecepatan operasi di lapangan.

Berkaitan dengan peningkatan pelayanan pelabuhan peti kemas Tanjung Emas Semarang, Studi ini akan melakukan tinjauan kinerja peralatan bongkar muat peti kemas khususnya peralatan *Container Crane (CC)*, *Rubber Tired Gantry (RTG)* dan *Head Truck (HT)*, dengan menggunakan metode antrian yang penyelesaiannya menggunakan simulasi sebagai alat perhitungan.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Salah satu pokok permasalahan yang dicermati berkaitan dengan pelabuhan peti kemas Tanjung Emas Semarang yang menjadi fokus studi ini adalah masalah berapa besar tingkat kinerja dan pelayanan Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS) Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, khususnya peralatan bongkar muat peti kemas dalam kaitannya dengan pertumbuhan permintaan yang terus meningkat dari waktu ke waktu. Perlu ditinjau dari tingkat kinerja dan pelayanan pelabuhan dengan indikator-indikator seperti utilitas peralatan bongkar muat petikemas, waktu dalam sistem bongkar muat petikemas dan biaya tunggu petikemas terhadap permintaan bongkar muat barang selama kurun waktu tertentu.

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem antrian dan tingkat kinerja pelayanan peralatan bongkar muat petikemas yang terdiri dari *Container Crane (CC)*, *Rubber Tired Gantry (RTG)* dan *Head Truck (HT)* di dermaga pelabuhan petikemas sampai ke lapangan penumpukan petikemas (*container yard*) pelabuhan peti kemas Tanjung Emas Semarang melalui pendekatan model antrian dengan penyelesaian simulasi.

Sedangkan tujuan dilaksanakannya studi ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Meramalkan permintaan peti kemas yang harus dilayani oleh fasilitas *Container Crane (CC)*, *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dan *Head Truck* untuk 5 (lima) tahun kedepan

- b. Mensimulasi tingkat kinerja fasilitas *Container Crane (CC)*, *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dan *Head Truck* untuk 5 (lima) tahun kedepan.
- c. Menemukanali kebutuhan penambahan peralatan *Container Crane (CC)*, *Rubber Tyred Gantry* dan *Head Truck* pada tahun rencana.

1.4. BATASAN MASALAH

Kajian ini difokuskan pada usaha meningkatkan Pelabuhan Tanjung Emas untuk melayani pertumbuhan permintaan barang, sedangkan batasan masalah yang akan diteliti adalah :

1. Obyek yang akan dikaji adalah sistem pelayanan bongkar muat Peti Kemas di Terminal Peti Kemas - Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.
2. Fasilitas peralatan bongkar muat untuk jenis petikemas meliputi *Container Crane*, *Rubber Tyred Gantry* dan *Head Truck*.
3. Penelitian ini dilakukan di Terminal Petikemas Semarang (TPKS) Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan tesis yang dilakukan menggunakan sistematika sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan serta sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar konseptual dari penelitian yang meliputi Sistem Transportasi, Sistem Pelabuhan, Kinerja Pelabuhan, juga diuraikan tentang dasar-dasar teori analisis yang akan dipakai dalam penyelesaian permasalahan penelitian, serta diuraikan tentang beberapa penelitian terdahulu yang sejenis yang pernah dilakukan.

Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini merupakan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan agar lebih terarah dan memiliki langkah penyelesaian yang sistematis mulai dari penetapan tujuan penelitian, studi pustaka dan pendahuluan, identifikasi metode penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisa dan interpretasi serta kesimpulan dan saran.

Bab IV : Analisa Data dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan analisa data, dari hasil pengolahan data untuk mengetahui performasi terhadap kapasitas fasilitas dan peralatan bongkar muat yang dimiliki oleh Terminal Peti Kemas - Pelabuhan Tanjung Emas Semarang agar mampu memberikan tingkat pelayanan yang optimum pada proses bongkar muat di Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

Bab VI : Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan tahapan akhir dalam penyusunan tesis yang berisi kesimpulan dan saran-saran atau rekomendasi mengenai manfaat penelitian, kebijakan yang dapat diambil oleh pihak terkait.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

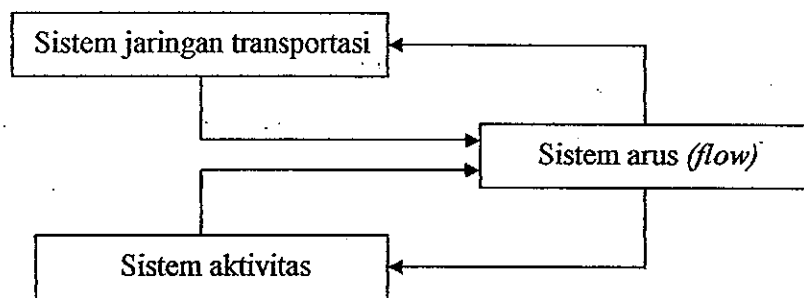
Pada bab ini akan diuraikan landasan teori dari beberapa referensi buku yang berhubungan dengan topik penulisan, yang selanjutnya akan digunakan sebagai pendekatan dalam penyelesaian permasalahan dalam penelitian.

2.1. SISTEM TRANSPORTASI

Sistem transportasi adalah suatu interaksi yang terjadi antara tiga komponen sistem yang saling berkaitan dan mempengaruhi, yaitu :

- a. Sistem aktivitas
- b. Sistem jaringan transportasi
- c. Sistem arus (*flow*)

Hubungan ketiga sub sistem ini dapat diilustrasi sebagai berikut :



Gambar 2.1 : Hubungan *sub system* dalam transportasi
Sumber : Manhien, 1979

Sebagai ilustrasi gambar di atas adalah : arus angkutan dari suatu tempat ke tempat lain timbul oleh karena adanya aktivitas (ekonomi, sosial, politik, dll) pada daerah-daerah tersebut, dan timbulnya arus tersebut juga tidak terlepas dari tersedianya prasarana dan sarana transportasi antar kedua daerah tersebut. Hubungan interaksi dari ketiga *sub system* adalah apabila : aktivitas meningkat, maka arus ikut meningkat dan prasarana serta sarana juga harus ditingkatkan, apabila prasarana dan sarana ditingkatkan, maka menyebabkan arus meningkat lagi dan akibatnya aktivitas juga bertambah. Interaksi ini terjadi berupa lingkaran yang tidak akan berhenti.

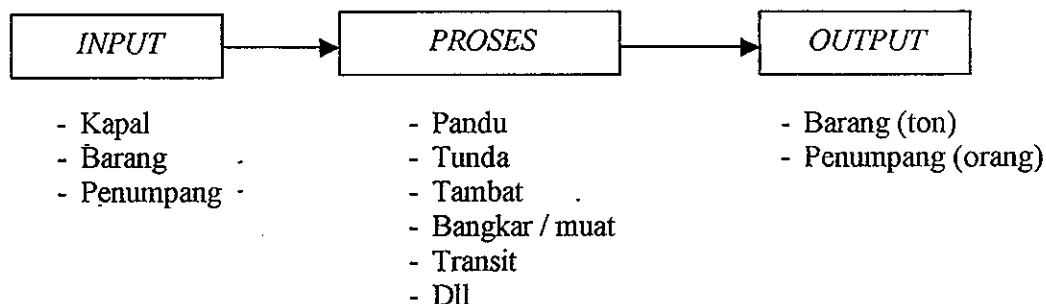
2.2. SISTEM PELABUHAN LAUT

Menurut Peraturan Pemerintah No.11 tahun 1983 tentang Pembinaan Pelabuhan Bab I, Pasal 1, ayat (a) disebutkan bahwa : Pelabuhan adalah daerah tempat berlabuh dan atau tempat bertambatnya kapal laut serta kendaraan air lainnya untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, Pelayanan Kapal barang dan hewan serta merupakan daerah lingkungan kerja kegiatan ekonomi.

Ditinjau dari sistem transportasi secara keseluruhan pelabuhan laut adalah terminal yaitu titik pertemuan penumpang dan barang masuk dan keluar dari sistem yang merupakan satu komponen fungsi utama sistem transportasi. Sehingga pelabuhan adalah bagian dari sistem transportasi yang tidak dapat dipisahkan.

Sistem pelabuhan laut terdiri dari 2 (dua) elemen utama, yaitu 1 (satu) elemen sarana atau kapal dan 2 (dua) elemen prasarana (fasilitas pelabuhan). Antara sarana dan prasarana pelabuhan memiliki kaitan yang erat, perkembangan teknologi sarana angkutan laut sedapat mungkin diimbangi dengan perkembangan teknologi prasarana pelabuhan. Hal ini merupakan konsekuensi dari timbulnya dimensi kecepatan dan keamanan dalam transportasi laut.

Pada dasarnya pelabuhan adalah sebagai bentuk lain dari terminal, mengalami suatu proses *IPO (Input, Proses, Output)* seperti terlihat pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 : Proses IPO dalam sistem pelabuhan
 Sumber : Morlok, Edward, 1978

2.2.1. KEMAMPUAN PELABUHAN

Menurut Banu Santoso (1998) menyatakan bahwa kemampuan pelabuhan adalah keberhasilan atau prestasi yang dapat dicapai oleh pelabuhan itu dalam memberikan pelayanan kepada pengguna jasa pelabuhan, seperti : pelayanan

kepada Perusahaan Pelayaran, Perusahaan Bongkar Muat (PBM), Ekspedisi Muatan Kapal Laut (EMKL) dan lain-lain.

Dari indikator kemampuan pelabuhan memungkinkan dapat diukur keberhasilan atau kekurangan suatu pelabuhan dalam melayani para pengguna jasa pelabuhan. Sedangkan untuk mengukur indikator kemampuan pelabuhan ada 3 (tiga) indikator yang sangat penting, yaitu :

- a. Indikator *Financial*
- b. Indikator Operasional
- c. Indikator Kinerja

Indikator *Financial* : terutama ditujukan untuk membantu menjawab pertanyaan : Berapa pendapatan yang dihasilkan sehubungan dengan tingkat pelayanan yang diberikan dan berupa biaya yang telah dikeluarkan.

Indikator Operasional : adalah menyangkut pada kegiatan secara teknis di pelabuhan antara lain :

- a. *Arrival Rate* (laju kedatangan kapal) adalah banyaknya kapal yang singgah selama satu bulan dibagi jumlah hari dalam sebulan.
- b. *Waiting Time* adalah waktu kapal menunggu di pelabuhan.
- c. *Berthing Time* adalah waktu pelayanan kapal di pelabuhan.
- d. *Turn Round Time* adalah total waktu kedatangan kapal dan keberangkatan untuk seluruh kapal dibagi dengan jumlah kapal.
- e. *Tonage per Ship* adalah total tonase dari seluruh kapal dibagi jumlah kapal.
- f. Perincian waktu kerja kapal di dermaga.
- g. Jumlah gang yang bekerja per kapal per shift.
- h. *Ton per Ship hour in port* adalah ton per kapal per jam di pelabuhan.
- i. Ton per kapal jam di dermaga
- j. Total tonase yang diangkut dibagi dengan total gross gang jam.
- k. *Fraction of time gang idle* adalah perincian waktu gang mengganggu.

Indikator Kinerja : adalah beberapa rumusan yang dapat dipakai ukuran antara lain :

- 1). *Berth Throughput* (ton yang ditangani per-dermaga), adalah barang yang dibongkar dan dimuat dari dan ke kapal (ton), melalui seluruh dermaga dibagi jumlah satuan dermaga kedalam bulanan atau satuan (ton/dermaga/tahun)

Indikator tersebut mencakup antara lain :

- a. *Tonase* yang dibongkar/muat dari/ke kapal dalam ton per meter dermaga (*tonnage handled per meter of quai*)
 - b. *Throughput* yang melalui dermaga (*overquai throughput*)
 - c. *Throughput* yang melalui per meter dermaga (*overquai throughput per meter*).
 - d. *Ratio ship berth length*.
- 2). *Ship Round Time* (total waktu kapal berada dipelabuhan) adalah jumlah waktu tunggu kapal dan waktu pelayanan kapal, indicator ini meliputi antara lain :
- a. *Waiting time* (waktu tunggu kapal), adalah waktu rata-rata kapal dihitung mulai saat kedatangan kapal di pelabuhan sampai di dermaga untuk bongkar muat barang.
 - b. *Service time* (waktu pelayanan), adalah waktu total selama kapal sandar di dermaga, waktu ini biasanya diukur dalam jam atau hari.
- 3). *Berth Occupancy* (tingkat pemakaian dermaga), adalah total pemakaian jam dermaga dibagi total jam yang tersedia (dalam proses), indicator ini meliputi antara lain :
- a. Banyaknya jam kerja yang dihabiskan oleh kapal pada saat kapal sandar di dermaga selama jam kerja normal.
 - b. Banyaknya jam tidak kerja yang dihabiskan oleh kapal pada saat kapal sandar di dermaga selama jam kerja normal.
 - c. Banyaknya jam tidak kerja yang dihabiskan oleh kapal pada saat kapal sandar di dermaga diluar jam kerja
 - d. Banyaknya jam yang dihabiskan oleh kapal pada saat sandar di dermaga yang digunakan untuk tujuan lain diluar tujuan utamanya.
- 4). *Productivity* (produktivitas kapal) adalah rata-rata ton barang dibongkar/muat per kapal dibagi dengan rata-rata waktu selama bongkar/muat (ton/jam/kapal).
- 5). *Labour Productivity* adalah total biaya buruh yang dipekerjakan dibagi dengan ton barang yang ditangani dalam periode yang sama (biaya/ton).

Jika ditinjau dari fasilitas dan peralatan bongkar muat di pelabuhan maka kinerja fasilitas dan peralatan bongkar muat dapat diuraikan beberapa kriteria sebagai berikut :

Tabel 2.1. Kriteria kinerja peralatan bongkar muat

No	Kriteria	Keterangan
1	<i>Throughput</i>	Jumlah pergerakan alat/crane per jam per alat
2	<i>Annual Throughput per acre</i>	Gerakan alat/crane dalam melayani per acre, per tahun dimana 1 acre = 0,4646 ha
3	<i>Ship turnaround time</i>	Waktu yang diperlukan kapal masuk untuk bongkar/muat sampai keluar pelabuhan / selesai
4	<i>Truck turnaround time</i>	Waktu yang diperlukan Truck saat masuk pada pelayanan bongkar muat sampai selesai.
5.	<i>Gate utilization</i>	Persentase waktu yang diperlukan pintu gerbang masuk pelabuhan dalam melayani masuk keluarnya peti kemas.
6	<i>Container dwell time</i>	Waktu antara petikemas yang masuk terminal dan yang keluar dari terminal.
7	<i>Idle rate of equipment</i>	Persentase waktu yang tidak terpakai pada masing-masing alat.

Sumber : Dougherty, E, 2001.

2.3. JUSTIFIKASI PENGELOLAAN PELABUHAN

Sejak jaman penjajahan hingga sekarang ini berbagai bentuk produk hukum tentang pembinaan dan pengelolaan Pelabuhan telah diterbitkan (dalam Soemarsono, 1997), yaitu antara lain :

- 1). *Algemene Heven Reglement (AHR) Stb 1927* tentang Ketentuan Umum Kepelabuhan.
- 2). Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang No. 19 tahun 1960 tentang Perusahaan Negara Pelabuhan.
- 3). Peraturan Pemerintah No.1 tahun 1969 tentang Susunan dan Tata Kerja Pelabuhan dan Daerah Pelayaran.
- 4). Undang-Undang No. 9 tahun 1969 tentang Bentuk-bentuk Usaha Negara dan sebagai pelaksanaannya dikeluarkan Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1969 tentang dibubarkannya Perusahaan Negara Pelabuhan (dalam likuidasi).

- 6). Peraturan Pemerintah No. 23 tahun 1985 tentang Pembinaan Kepelabuhan.
- 7). Peraturan Pemerintah No. 4, 5, 6 dan 7 tahun 1985 tentang Perusahaan Umum Pelabuhan I, II, III dan IV.
- 8). Peraturan Pemerintah No. 57 tahun 1991 tentang Pengalihan bentuk Perum Pelabuhan menjadi Perusahaan Perseroan (Persero).

Melihat begitu luasnya fungsi-fungsi dan peranan pelabuhan dalam perekonomian negara, maka pemerintah telah mengatur organisasi pelaksanaan di pelabuhan sebagaimana dimuat dalam Peraturan Pemerintah No. 11 tahun 1983 Bab III, pasal 9 dan 10 yang berbunyi sebagai berikut :

- 1). Unsur-unsur pelaksana pelabuhan terdiri dari instansi-instansi dan unit-unit kerja yang tugasnya berkaitan dengan lalu-lintas kapal penumpang, barang dan hewan di pelabuhan.
- 2). Instansi dan unit kerja tersebut dalam ayat a pasal ini antara lain :
 - a. Unit Pelaksana Badan Usaha Pelabuhan di pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan oleh badan usaha pelabuhan.
 - b. Unit Pelaksana Teknis Pelabuhan di pelabuhan-pelabuhan yang tidak diusahakan oleh badan usaha pelabuhan.
 - c. Unit Pelaksana Teknis Instansi Pemerintah Bidang Perhubungan Laut selain dalam huruf 1 dan 2.
 - d. Instansi-instansi Pemerintah lainnya.
 - e. Badan Usaha Milik Negara atau swasta lainnya.
 - f. Administrator Pelabuhan di pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan oleh badan usaha pelabuhan.

Tugas instansi dan unit kerja di pelabuhan sebagaimana dimaksud pada pasal 9 Peraturan Pemerintah ini adalah sebagai berikut :

- 1). Unit Pelaksana Badan Usaha Pelabuhan melaksanakan jasa kepelabuhan di pelabuhan yang diusahakan oleh Badan Usaha Pelabuhan (BUP).
- 2). Unit Pelaksana Teknis Pelabuhan melaksanakan pengelolaan jasa kepelabuhan dan mengkoordinasikan instansi-instansi pemerintah bidang perhubungan laut dan instansi pemerintah lainnya untuk melaksanakan tugas kepelabuhan di pelabuhan yang tidak diusahakan oleh Badan Usaha Pelabuhan (BUP).
- 3). Unit Pelaksana Teknis Pelabuhan instansi pemerintah bidang perhubungan laut melaksanakan fungsi kebadaran, perkapalan dan pelayaran, jasa maritim,

perambuan dan penerangan pantai, elektronika dan pelayaran, pengamanan pelabuhan, bandar dan lalu-lintas angkutan laut.

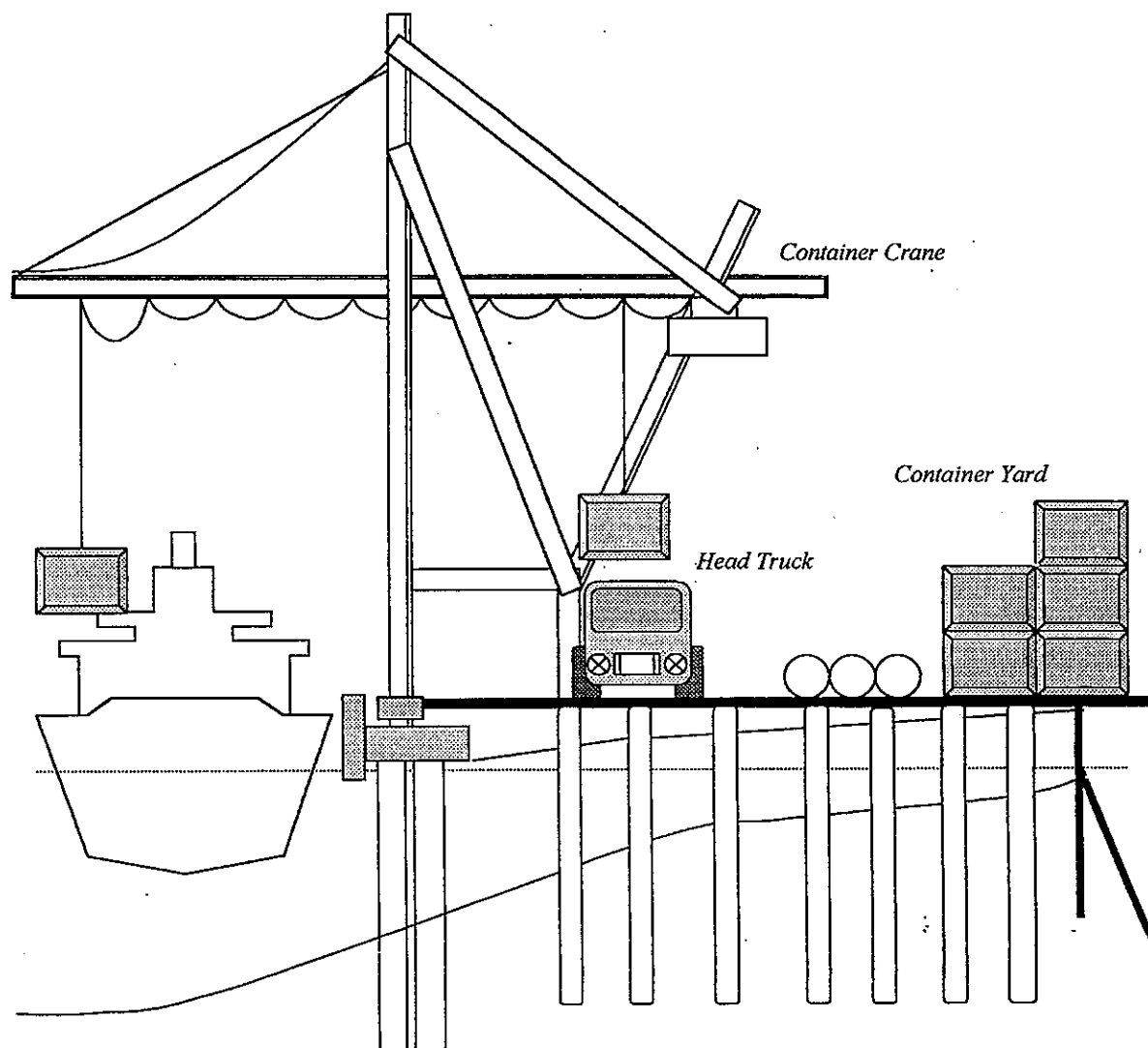
- 4). Instansi Pemerintah lainnya melaksanakan fungsi di bidang masing-masing seperti bea cukai, imigrasi, karantina kesehatan dan keamanan.
- 5). Badan Usaha Milik Negara dan atau swasta lainnya melaksanakan fungsi usaha penunjang dan atau pemakai jasa kepelabuhan.
- 6). Administrator Pelabuhan melaksanakan fungsi koordinasi terhadap unit pelaksana Badan Usaha Pelabuhan, instansi pemerintah bidang perhubungan laut, dan instansi pemerintah lainnya untuk kelancaran tugas kepelabuhan di pelabuhan yang diusahakan oleh Badan Usaha Pelabuhan (BUP).

2.4. PELABUHAN PETI KEMAS

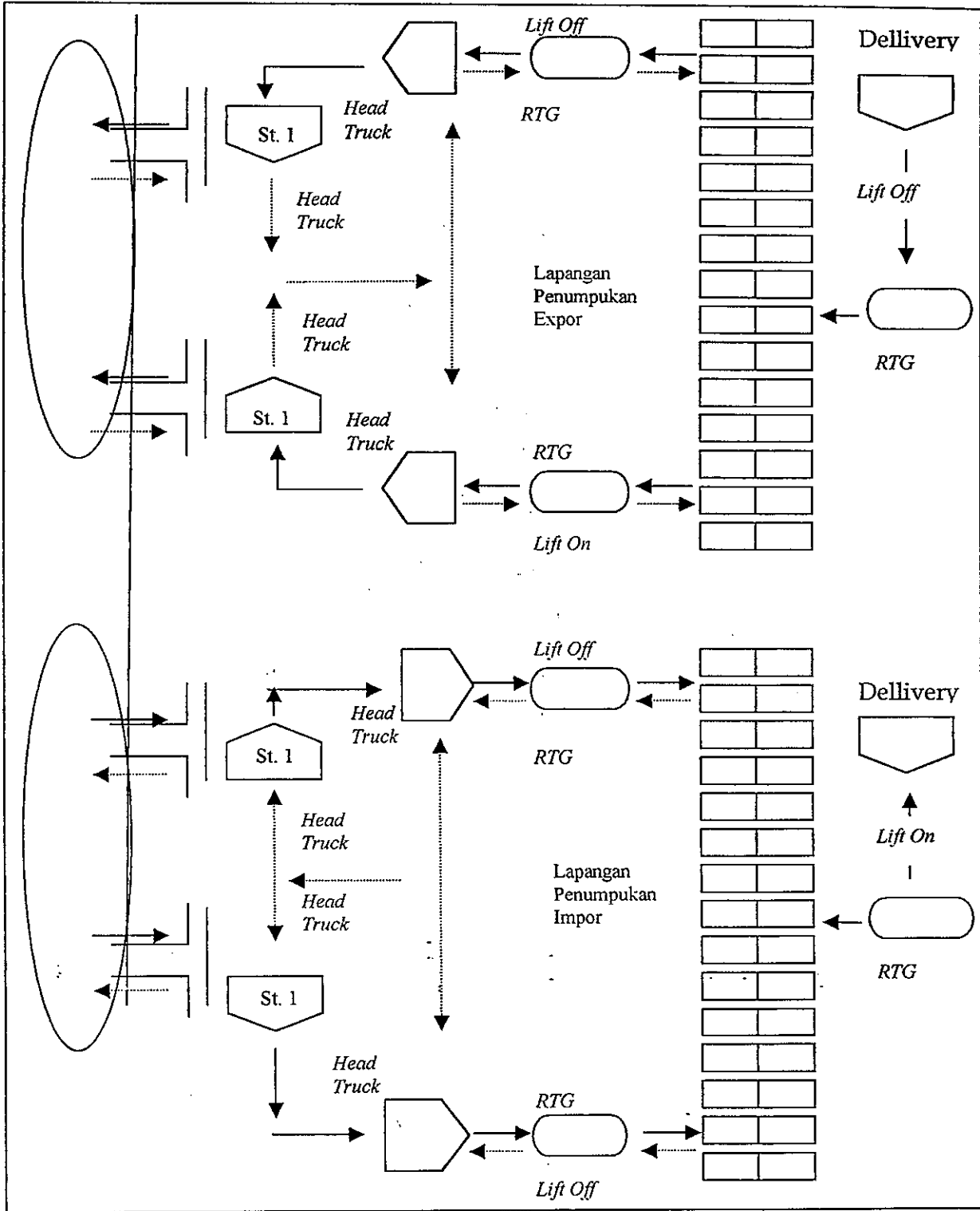
Kegiatan pelabuhan peti kemas yaitu perpindahan arus barang angkutan darat ke angkutan laut dengan sistem angkutan *full container* dengan kegiatannya :

- 1). Peti kemas (PK) diangkut oleh angkutan darat (*trailer*) sampai ke pelabuhan kemudian PK diangkut dengan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) diletakkan di terminal penumpukkan.
- 2). Dengan menggunakan RTG, PK tersebut diangkut dan ditata untuk menunggu kapal pengangkutnya.
- 3). Setelah kapal pengangkut datang dan siap di dermaga, petikemas dari terminal penumpukkan tadi diangkat dengan RTG diletakkan ke atas *Head Truck* diangkat ke apron dermaga kapal tersebut bersandar.
- 4). Dengan menggunakan *Gantry Crane* petikemas diangkat dari *Head Truck* dan dimasukkan ke kapal.
- 5). Setelah barang tersebut diangkut ke dalam kapal, kapal meninggalkan dermaga menuju negara atau daerah yang dituju.

Jika digambarkan maka proses bongkar muat sesuai Gambar 2.3. dan pergerakan bongkar muatnya sesuai Gambar 2.4.



Gambar 2.3 : Proses Bongkar / Muat Peti Kemas dengan *Container Crane*



Keterangan :

	Pergerakan Peti Kemas Impor
	Pergerakan Peti Kemas Ekspor
	Pergerakan Balik Alat

Gambar 2.4: Pergerakan Peti Kemas dan Peralatan Bongkar Muat

Dari gambar 2.3 dan 2.4 tersebut di atas, maka kegiatan yang terjadi pada pelabuhan peti kemas dalam kaitannya bongkar muat peti kemas dapat disajikan sebagaimana pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.2
Elemen kegiatan penanganan peti kemas

No.	Kegiatan	Uraian	Alat
1	<i>Unloading/Loading</i>	Membongkar peti kemas dari kapal ke truck khusus dan sebaliknya.	<i>Gantry crane, Crane Kapal.</i>
2.	<i>Haulage</i>	Memindahkan/mengangkut peti kemas dari apron ke lapangan penumpukan.	<i>Head truck</i>
3.	Angsur	Memindahkan petikemas dari truck khusus ke lapangan penumpukan.	<i>Top loader, forklift</i>
4.	<i>Lift on Lift off</i>	Mengangkat peti kemas Menurunkan peti kemas	<i>Transtainer, top loader dan forklift</i>
5	<i>Stripping Stuffing</i>	Mengisi peti kemas Membongkar isi peti kemas	<i>Forklift</i>
6.	<i>Delivery</i>	Mengangkut peti kemas keluar terminal	<i>Head truck</i>

Sumber: Banu Santoso, "Port Terminal Operation", 1998

2.4.1. FASILITAS PELABUHAN PETI KEMAS

Dalam sistem pelabuhan laut dikenal ada 3 (tiga) jenis pelabuhan menurut jenis input yang dilayaninya yaitu pelabuhan penumpang atau orang, pelabuhan cargo untuk barang curah dan pelabuhan peti kemas. Pelabuhan peti kemas sendiri merupakan pelabuhan yang dioperasikan untuk melayani proses pengangkutan barang yang sudah dikemas dalam peti kemas.

Dalam sistem pelabuhan peti kemas terdapat 3 (komponen) utama yaitu adanya pelabuhan atau dermaga dan fasilitasnya, kapal peti kemas dan peti kemas sendiri. Pelabuhan atau dermaga biasanya dilengkapi dengan fasilitas sebagai berikut :

1). Fasilitas tetap

Meliputi tambatan, *marshalling yard*, *container yard*, gudang konsolidasi, *container freight station*, *maintenance and repair shop*, *gate and interchange*, pusat pengendali dan depot peti kemas.

2). Fasilitas bergerak

Meliputi *forklift, side loader/top loader, transtainer, gantry crane/total crane, headtruck, chasis trailer, fix spreader* dan *straddle carier*

2.5. PETI KEMAS

Secara definisi, peti kemas dapat diartikan menurut kata peti dan kemas. Peti adalah suatu kotak berbentuk geometrik yang terbuat dari bahan-bahan alam (kayu, besi, baja, dll). Kemas merupakan hal-hal yang berkaitan dengan pengepakan atau kemasan. Jadi peti kemas (*container*) adalah suatu kotak besar berbentuk empat persegi panjang, terbuat dari bahan campuran baja dan tembaga atau bahan lainnya (aluminium, kayu/fiber glas) yang tahan terhadap cuaca. Digunakan untuk tempat pengangkutan dan penyimpanan sejumlah barang yang dapat melindungi serta mengurangi terjadinya kehilangan dan kerusakan barang serta dapat dipisahkan dari sarana pengangkutnya dengan mudah tanpa harus mengeluarkan isinya (Amir MS, 1979).

2.5.1. BEBERAPA ISTILAH PETI KEMAS

1). *T.E.U. (Twenty Foot Equivalent Unit)*

Adalah ukuran baku petikemas yang ditetapkan oleh *Internasional Shipping Organization (ISO)* yaitu 8 kaki lebar dan 8 kaki tinggi, sedangkan panjangnya adalah : berbeda-beda yaitu 10 kaki, 20 kaki dan 40 kaki. Ukuran dasar yang dipakai adalah 20 kaki sehingga dikenal dengan istilah *TEU's* dengan kapasitas isi antara 15 – 20 ton.

2). *F.C.L. (Full Container Load)*

Adalah Peti Kemas Padat Muat yang diisi penuh barang dari satu pemilik ("*Consignor*"), dan ditujukan juga untuk satu alamat penerima. Hal ini lazim disebut dengan istilah *FCL ("Full Container Load")*.

3). *Consolidation*

Bilamana beberapa muatan yang terpisah disatukan untuk mengisi satu Peti Kemas menjadi penuh yang dilakukan oleh pemilik barang sendiri atau oleh EMKL, maupun oleh pelaksana terminal Peti Kemas, maka hal ini lazim dikenal dengan istilah konsolidasi ("*Consolidation*").

4). *L.C.L. (Less than Container Load)*

Adalah Peti Kemas tak Padat Muat, peti kemas ini tidak berisi penuh sehingga harus disatukan (dikonsolidasikan) dengan barang barang lain di pelabuhan muatan berikutnya. Hal ini lazim dikenal dengan istilah LCL ("*Less than Container Load*").

5). *Reefers (pendingin)*

Bilamana seorang pemilik barang mengatakan bahwa ia akan mempergunakan Pendingin ("*Reefers*") maka ini berarti bahwa ia bermaksud akan mengirimkan barang-barang dengan kapal atau Peti Kemas yang didinginkan ("*a Refrigerated Container or Ship*").

6). *Stuffing*

Adalah penyusunan Peti Kemas di dalam kapal maupun di terminal Peti Kemas dikenal dengan istilah "*Stuffing*".

2.5.2. JENIS-JENIS PETI KEMAS

Ada 3 (tiga) kelompok peti kemas (berdasarkan penggunaannya) yang umum digunakan sampai saat ini, yaitu :

1). Peti kemas untuk barang umum (*General Cargo Container*)

Untuk barang-barang umum/*general cargo* (tidak memerlukan alat pengatur suhu), sering kali disebut juga sebagai peti kemas untuk barang curah kering (*dry cargo container*).

2). Peti kemas dengan pengatur suhu

Untuk barang-barang yang memerlukan alat pengatur suhu, misalnya buah-buahan, daging atau sayur-mayur.

3). Peti kemas khusus

Untuk barang-barang khusus, seperti pupuk, biji-bijian dan berbentuk curah cair dengan dilengkapi dengan lobang-lobang pengisian (*loading batch*)

Pada umumnya peti kemas dibuat dari bahan-bahan yang berupa baja, aluminium dan plywood atau *FRP (Fiber glass Reinforced Plastics)*. Pemilihan bahan peti kemas ini didasarkan pada pemakaian peti kemas bersangkutan.

Sedangkan ukuran peti kemas didasarkan atas *International Standard Organization (ISO)*. Unit ukuran yang lazim digunakan adalah *TEU's (Twenty Feet Square Equivalent Units)*. Peti kemas dengan ukuran 20 feet kuadrat sama

dengan 1 *TEU's*, sedangkan peti kemas dengan ukuran 40 feet kuadrat sama dengan 2 *TEU's*. Dalam pencatatan di lapangan seringkali juga digunakan istilah *BOX* yang menunjukkan satu kotak peti kemas dengan ukuran tertentu. Untuk proses pengangkutan, ukuran *BOX* ini lebih mudah dipakai daripada penggunaan ukuran *TEU's*.

2.6. KAPAL PETI KEMAS

Kapal peti kemas adalah kapal barang yang digunakan untuk mengangkut peti kemas. Sekalipun berfungsi sebagai pengangkut barang dalam peti kemas, kapal jenis ini memiliki karakteristik yang hampir sama dengan kapal yang lain semisal kapal penumpang atau kapal cargo kecuali pada jenis fasilitas yang dimilikinya. Karakteristik kapal peti kemas antara lain adalah (Triatmodjo, B., 1996):

- 1). *Displacement Tonnage*, DPL (Ukuran Isi Tolak), adalah volume air yang dipindahkan oleh kapal, dan sama dengan berat kapal. Ukuran Isi Tolak Kapal bermuatan penuh disebut dengan *Displacement Tonnage Loaded*, yaitu berat kapal maksimum. Ukuran isi tolak dalam keadaan kosong disebut dengan *Displacement Tonnage Light*, yaitu berat kapal tanpa muatan
- 2). *Dead Weight Tonnage*, DWT (Bobot Mati) adalah berat total muatan dimana kapal dapat mengangkut dalam keadaan pelayaran optimal (*draft maksimum*). Jadi DWT merupakan selisih antara *Displacement Tonnage Loaded* dan *Displacement Tonnage Light*. DWT kapal berhubungan erat dengan biaya kapal selama dipelabuhan.
- 3). *Length Over All*, LOA (Panjang Total) adalah panjang kapal, dari haluan sampai buritan kapal. Karakteristik LOA berhubungan erat dengan panjang dermaga yang harus disediakan disuatu pelabuhan yang akan disinggahi oleh kapal.
- 4). *Gross Register Tons*, GRT (Ukuran Isi Kotor), adalah jumlah isi dari ruang kapal keseluruhan dalam satuan '*Registered ton*' (1 GRT = 2,83 m³ = 100 ft³). GRT berhubungan dengan besarnya tarif pelabuhan.
- 5). *Netto Register Tons*, NRT (Ukuran Isi Bersih) adalah ruangan yang disediakan untuk muatan dan penumpang atau ruangan yang dapat didayagunakan.
- 6). *Draft* (Sarat), adalah bagian kapal yang terendam air pada keadaan muatan maksimum.
- 7). *Beam* (lebar kapal), adalah jarak maksimum antara dua sisi kapal.

2.7. METODE PERAMALAN PERMINTAAN

Dalam suatu sistem dikenal adanya permintaan atau *demand* dan pelayanan atau *supply*. Permintaan pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti waktu yang bersifat selalu berubah. Sementara pelayanan pada umumnya lebih berkaitan dengan faktor-faktor internal sistem dan tidak terpengaruh oleh waktu karenanya cenderung stabil. Karena permintaan selalu berubah seiring perubahan waktu, maka untuk menentukan besarnya permintaan dalam kurun waktu tertentu mendatang, perlu dilakukan suatu proses prakiraan atau peramalan. Proses prakiraan atau peramalan ini dapat menggunakan cara analitis statistik atau dengan menggunakan metode simulasi. Metode mana yang akan digunakan sangat tergantung pada beberapa pertimbangan yang diperlukan seperti ketersediaan alat peramalan, ada tidaknya data pendukung, kemudahan pelaksanaan dan akurasi hasil yang diinginkan.

2.7.1. METODE ANALITIS STATISTIK

Metode peramalan dengan menggunakan metode analitis statistik biasanya mendasarkan pada data-data terdahulu yang sudah ada. Metode ini dapat dibedakan menurut pola pendekatannya yaitu metode yang hanya mempertimbangkan kecenderungan pertumbuhan satu jalur seperti metode *time series* dan metode yang menyertakan jalur-jalur yang lain seperti metode regresi.

1). Metode *time series*

Suatu pertumbuhan diasumsikan mengikuti kecenderungan rata-rata pertumbuhan sebelumnya tanpa mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pertumbuhan mendatang ditentukan berdasarkan tingkat pertumbuhan tiap kurun waktu yang telah terjadi. Secara matematis metode *time series* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = P_0 (1 + i)^n \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

P = suatu nilai saat ini

P_0 = nilai awal

i = tingkat pertumbuhan tiap kurun waktu tertentu (misal tahun), %

n = jumlah tahun rencana pertumbuhan yang diinginkan.

2). Metode *regresi*

Berbeda dengan metode *time series* yang hanya memperhatikan satu jalur atau variabel sebagai perangkat peramalan pertumbuhan, metode regresi bahkan memasukan atau memperhatikan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan yang ada. Karena memperhatikan faktor lain dalam proses peramalan, maka metode regresi selalu akan terdiri dari beberapa variabel (minimal 2 variabel).

Ciri utama dari metode regresi adalah adanya variabel bebas (*independent variate*) dan variabel tak bebas (*dependent variate*). Variabel bebas diartikan sebagai variabel yang besar nilainya tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Sedangkan variabel tak bebas didefinisikan sebagai variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel atau parameter lainnya. Variabel bebas umumnya bersifat random atau acak sedangkan variabel tak bebas biasanya bersifat teratur atau sekuensial.

a. Regresi *Linier*

Regresi *linier* merupakan model regresi yang paling sering digunakan karena mudah digunakan dan diinterpretasikan hasilnya. Ada dua jenis model regresi *linier* yaitu model regresi *linier* tunggal (*single variate regression*) dan regresi *linier* berganda (*multivariate regression*)

a.1. Regresi *linier* tunggal

Secara matematis, model regresi linier tunggal dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.2).

$$Y = b_0 + b_1X \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

Y = variabel tak bebas

X = variabel bebas

b_0 = konstanta regresi untuk $X = 0$

b_1 = konstanta arah regresi linier dan menyatakan perubahan rata-rata variabel Y untuk setiap perubahan variabel X sebesar satu unit.

a.2. Regresi linier berganda

Secara matematis, model *regresi linier* berganda dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.3).

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

- Y = variabel tak bebas
 X1 ... Xk = variabel-variabel bebas
 b0 ... bk = parameter-parameter dari persamaan regresi

b. Regresi non linier

Model *regresi non linier* digunakan jika kecenderungan hubungan antara dua variabel tidak bersifat linier. Untuk membuktikan ketidakinieran ini dapat digunakan uji *linieritas*. Ada beberapa model *regresi non linier* yang sering dipakai diantaranya adalah sebagai berikut:

b.1. Model kuadrat

Secara matematis, model kuadrat dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.4).

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

- Y = variabel tak bebas
 X = variabel bebas
 b0 ... bk = parameter-parameter

b.2. Model pangkat

Secara matematis, model pangkat dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.5).

$$Y = b_0X^{b1} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

- Y = variabel tak bebas
 X = variabel-variabel bebas
 b0 ... bk = parameter-parameter

b.3. Model Logaritmik

Secara matematis, model kuadrat dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.6).

$$Y = b_0 + b_1 \ln(x) \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

- Y = variabel tak bebas
- X = variabel bebas
- b₀ = intersep
- b₁ = koefisien kecenderungan

b.4. Model Eksponensial

Secara matematis, model kuadrat dapat dirumuskan seperti dalam persamaan (2.7).

$$Y = b_0 e^{-b_1 x} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

- Y = variabel tak bebas
- X = variabel-variabel bebas
- b₀ ... b_k = parameter-parameter
- e = bilangan alam, (2,987436..)

Disamping model-model non linier seperti tercantum diatas, masih ada beberapa model lainnya seperti model S, *compound*, *invers*, *kubik*, *polinomial*, dll.

2.7.2. METODE SIMULASI

Simulasi dapat didefinisikan sebagai suatu proses pengambilan keputusan tentang suatu sistem dengan menggunakan model yang memiliki kemiripan dengan sistem aslinya (Gottfried, B., S., 1984). Karenanya simulasi berkaitan dengan pembentukan suatu model yang sedemikian hingga menyerupai kenyataan.

Ciri utama dari model simulasi adalah adanya proses coba-coba (*trial and error*). Dalam prakteknya, proses coba-coba ini dilakukan dalam bentuk pembentukan suatu nilai random yang dijadikan sebagai input bagi sistem yang akan diproses. Dan output dari proses ini adalah sekumpulan nilai yang berada

dalam range tertentu sebagai respon atas input random tersebut. Nilai-nilai output ini selanjutnya dapat dilihat kedekatannya dengan hasil empiris melalui metode statistik (misal nilai *mean* dan deviasi standard).

Simulasi merupakan metode yang secara luas dipakai untuk tujuan peramalan suatu output di masa yang akan datang dimana penggunaan metode analitis dianggap sulit dilakukan. Namun dalam beberapa penerapan, simulasi kadang digabung dengan pendekatan analitis sebagai upaya untuk mengurangi tingkat kerandoman sebagaimana disebutkan di atas.

2.8. PARAMETER DAN PENGUJIAN MODEL

Untuk mengetahui kedekatan antara model-model analitis dengan data-data empiris diperlukan beberapa parameter uji sebagai indikator kedekatan tersebut. Beberapa parameter uji yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

- 1). *Mean Square Error (MSE)*: dihitung untuk mengetahui besarnya tingkat kesalahan/penyimpangan.
- 2). *Koefisien Determinasi (R^2)* : menyatakan tingkat hubungan linier antara variabel tak bebas dengan variabel-variabel *prediktor*-nya. Suatu model dianggap mempunyai kedekatan dengan data jika nilai R^2 -nya besar atau mendekati 1. sebaliknya, suatu model dianggap tidak *representatif* jika nilai R^2 -nya semakin kecil atau mendekati 0. Nilai R^2 dihitung dengan persamaan (2.8).

$$R^2 = \frac{[n \sum xy - \sum x \sum y]^2}{n \sum x^2 - (\sum x)^2 + n \sum y^2 - (\sum y)^2} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

R^2 : koefisien determinasi

N : jumlah data

X : kumpulan data variabel bebas

Y : kumpulan variabel tak bebas

- 3). *Uji - F* untuk mengetahui apakah model *regresi* yang didapat berdasarkan penelitian benar-benar berarti bila dipakai untuk membuat kesimpulan mengenai hubungan sejumlah *variabel*.

- 4). Uji - t untuk untuk menguji *independen/keterkaitan* antar *variabel* atau uji keberartian *koefisien regresinya*.

2.9. MODEL-MODEL DISTRIBUSI DAN PENGUJIANNYA

1). Distribusi *Poisson*

Model distribusi poisson merupakan model distribusi yang paling banyak dipakai terutama berkaitan dengan pola kedatangan input dalam suatu sistem yang bersifat *diskrit* (tidak kontinyu) tetapi mempunyai probabilitas majemuk (berbeda dengan model bernoulli yang hanya memiliki dua *probabilitas/kemungkinan* seperti dua sisi mata uang). Ciri utama dari model poisson adalah sifat diskrit dan acak. Kedatangan kendaraan parkir, kedatangan kapal di pelabuhan, kedatangan kendaraan di simpang, kedatangan pesawat di landasan merupakan contoh-contoh dari sifat acak dan diskrit. Secara matematis fungsi densitas probabilitas (*probability density function*) model *poisson* dapat dinyatakan sebagaimana dalam persamaan (2.9).

$$F(t) = \frac{(\lambda t)^x}{x!} e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

- F(t) = variabel tujuan fungsi
- λ = adalah rata-rata tingkat kedatangan input
- x = jumlah kedatangan dalam sistem
- t = kurun waktu kerja sistem
- e = bilangan alam

2). Distribusi *Eksponensial*

Model *eksponensial* termasuk dalam kelompok distribusi kontinyu (*non diskrit*). Karena dalam kategori *non diskrit*, model *Eksponensial* umumnya digunakan untuk penerapan dalam masalah-masalah yang bersifat kontinyu sebagai contoh waktu pelayanan dalam suatu sistem. Waktu antara dua kedatangan input dalam suatu sistem juga dikategorikan bersifat kontinyu dan distribusinya pada umumnya mengikuti model *Eksponensial*. Secara matematis model distribusi *Eksponensial* dapat dinyatakan sebagaimana dalam persamaan (2.10).

$$F(t) = \alpha e^{-\alpha t} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

$F(t)$ = variabel tujuan fungsi

α = adalah invers dari rata-rata tingkat kedatangan input (μ)

x = jumlah kedatangan dalam sistem

t = kurun waktu kerja sistem

e = bilangan alam

Dapat dilihat bahwa persamaan (2.10) merupakan penyederhanaan persamaan (2.9) jika nilai $x = 1$ dan $\lambda = 1/\alpha$.

3). Distribusi Normal

Banyak dijumpai dalam berbagai macam bidang di mana suatu pola kedatangan input dalam sistem memiliki kecenderungan mengikuti distribusi normal. Ciri utama dari distribusi normal adalah bentuknya yang simetrik dan menyerupai bentuk "lonceng". Fungsi densitas probabilitas distribusi normal dapat dinyatakan dalam persamaan (2.11).

$$F(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{x - \mu}{\sigma} \right]^2 \right\} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

$F(x)$ = variabel tujuan fungsi

μ = rata-rata tingkat kedatangan input (μ)

σ = standard deviasi

x = jumlah kedatangan dalam sistem

t = kurun waktu kerja sistem

$\exp (e)$ = bilangan alam

4). Uji Distribusi

Uji distribusi digunakan untuk mengetahui kedekatan antara model distribusi dengan distribusi frekuensi dari data empiris. Uji distribusi pada umumnya menggunakan metode *Chi-Square Goodness of Fit Test (Chi-Square Test)*. Rumus dasar dari metode *Chi-Square* seperti dalam persamaan (2.12).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan:

χ = nilai chi

k = jumlah data

n = frekuensi pengamatan atau data empiris

e = frekuensi teoritis

Langkah-langkah pengujian model distribusi dengan metoda *Chi-Square Test* ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengambilan suatu model distribusi yang akan diujikan
- b. Pembentukan distribusi frekuensi data *empiris* dengan menggunakan cara kelas dan interval
- c. Menentukan nilai frekuensi pengamatan data *empiris* ($\sum i$) dan nilai frekuensi teoritis (e_i) berdasarkan model distribusi yang akan diujikan
- d. Menghitung nilai statistik *Chi-Square* (X^2) dengan menggunakan rumus X^2
- e. Jika nilai statistik *Chi-Square* (X^2) yang dihitung < nilai X^2 yang didapat dari tabel (biasanya dipakai tabel standard nilai X^2), maka model dianggap memiliki kedekatan. Jika sebaliknya, maka model dianggap tidak memiliki kedekatan.

2.10. MODEL ANTRIAN

2.10.1. KONSEP DASAR TEORI ANTRIAN

Diasumsikan suatu sistem dengan kapasitas C akan dimasuki oleh input sebesar I . Jika tingkat pelayanan (S) dalam sistem untuk merespon tingkat input I lebih lambat dari input I maka akan terjadi antrian sebesar Q . dapat dikatakan bahwa antrian pada dasarnya adalah representasi dari perbandingan antara tingkat input I dengan tingkat pelayanan S dimana besarnya > 1 dan sebaliknya jika besarnya < 1 maka antrian tidak terjadi bahkan sistem mengalami *idle* atau waktu jeda.

Ilustrasi dari sistem antrian ditunjukkan pada Gambar 2.4. Di mana sistem ini mempunyai dua bagian dasar, yaitu suatu antrian dan fasilitas pelayanan. Saat input datang, antrian akan terbentuk (dengan asumsi pasti terjadi antrian). Antrian ini akan direspon oleh sistem pelayanan. Setelah itu input keluar dari sistem berupa output.

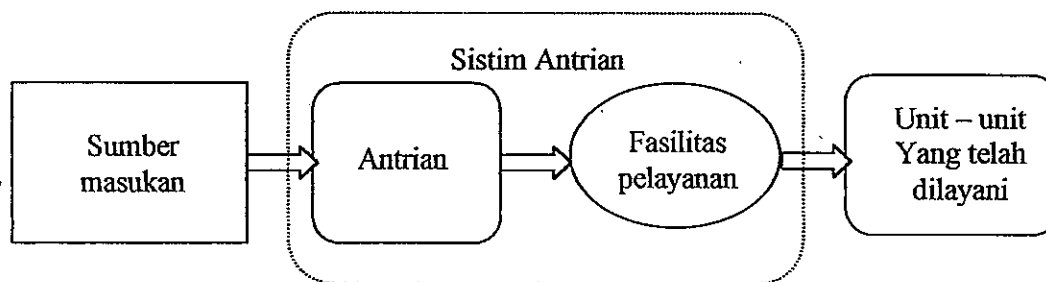


Gambar 2.5. Skema Sistem Antrian

Ciri utama dari sistem antrian adalah adanya rata-rata tingkat kedatangan (λ), tingkat pelayanan (γ), waktu tunggu individu (t), waktu tunggu sistem ($\delta = n.t$) dan waktu jeda (idle time) (α).

Sedangkan Adolf, 1990 menyatakan Antrian adalah suatu garis tunggu pelanggan yang dilayani oleh satu atau lebih pelayanan. Suatu antrian terbentuk bila laju rata-rata kedatangan lebih kecil dari pada laju rata-rata pelayanan .

Struktur dasar model antrian adalah sebagai berikut :



Gambar 2.6 Struktur dasar model antrian

Unit-unit yang memerlukan pelayanan diturunkan dari sumber *input* yang memasuki sistem dan ikut dalam antrian. Dalam waktu tertentu anggota antrian dipilih untuk dilayani. Pemilihan ini didasarkan pada suatu kondisi tertentu yang disebut dengan disiplin pelayanan. Oleh karena itu pelayanan yang baik memerlukan suatu mekanisme pelayanan. Setelah selesai dilayani, unit-unit antrian tersebut langsung meninggalkan sistem antrian.

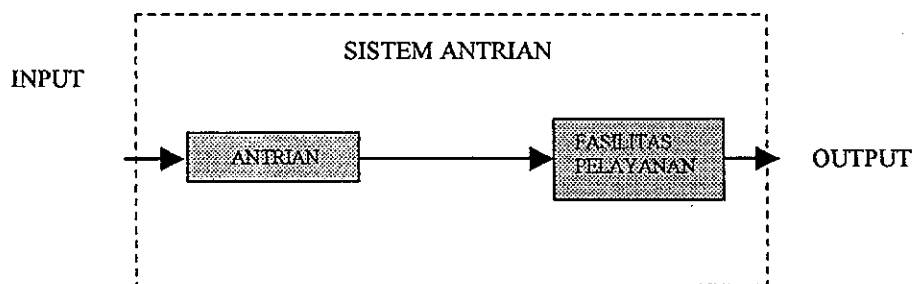
Suatu sistem antrian akan mengikuti model tertentu yang bersifat unik untuk tiap sistem yang berbeda. Model ini dipengaruhi atau ditentukan oleh beberapa unsur seperti input atau sumber masukan (berhingga atau tak berhingga), disiplin antrian (yang dulu datang atau yang belakangan yang akan dilayani terlebih dahulu) dan jumlah server pelayanan (satu pelayanan atau pelayanan banyak).

Jenis sistem antrian dapat dibedakan sesuai dengan tingkah lakunya seperti di bawah ini (Siagian, P. 1987) :

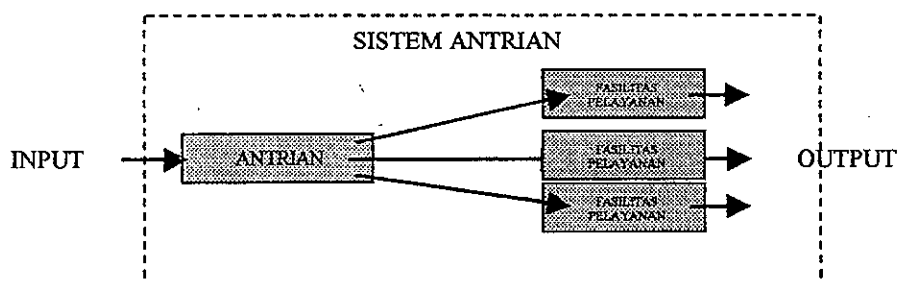
- 1) Sumber (*input*), bisa berhingga atau tidak berhingga.
 Dalam praktek, sumber adalah berhingga. Tetapi dalam populasi yang besar, sumber dianggap tidak berhingga dan untuk keperluan analisis sering lebih mudah menggunakan sumber tidak berhingga sebagai dasar perhitungannya.
- 2) Proses masukan, secara teori, waktu kedatangan antara satuan-satuan dengan satuan berikutnya dianggap acak dan bebas.
- 3) Mekanisme pelayanan, dimana perlu diperhatikan 3 (tiga) aspek, yaitu :
 - a. Tersedianya pelayanan.
 - b. Kapasitas pelayanan.
 - c. Waktu pelayanan.

Berdasarkan ke-3 (tiga) sifat-sifat diatas dan kombinasinya, dalam praktek membentuk bermacam-macam bentuk sistem antrian, diantaranya :

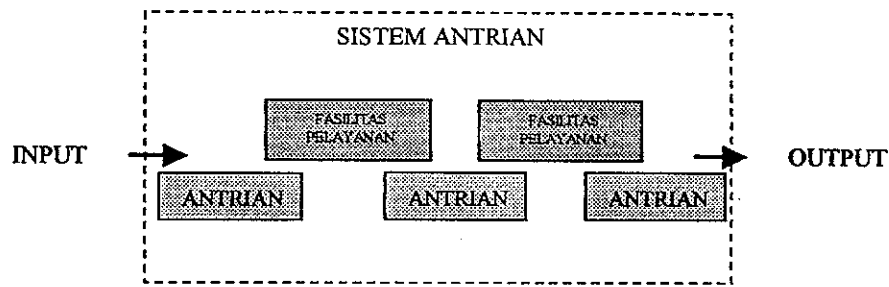
- 1). Antrian tunggal, pelayanan tunggal (Gambar 2.6.a)
- 2). Antrian tunggal, pelayanan ganda sejajar (Gambar 2.6.b)
- 3). Antrian ganda, pelayanan ganda seri (Gambar 2.6.c)
- 4) Antrian ganda, pelayanan ganda (Gambar 2.6.d)



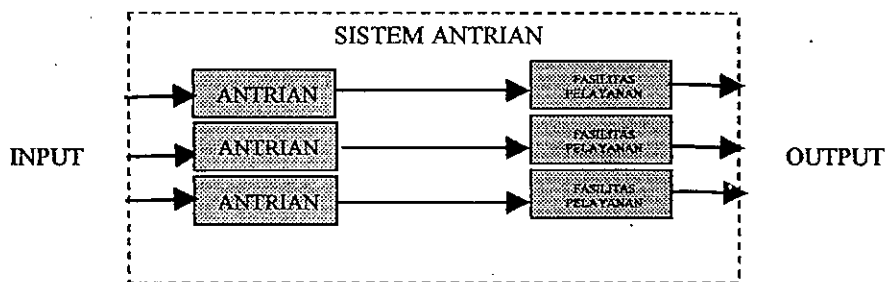
Gambar 2.6.a : Model antrian tunggal dan fasilitas pelayanan tunggal



Gambar 2.6.b : Model antrian tunggal dan fasilitas pelayanan sejajar



Gambar 2.6.c : Model antrian ganda dan fasilitas pelayanan ganda seri



Gambar 2.6.d : Model antrian banyak dan fasilitas pelayanan banyak

Perbedaan masing-masing jenis antrian :

- a. Kesibukan kegiatan kedatangan.
- b. Waktu pelayanan.
- c. Waktu tunggu yang terjadi bagi pelanggan ditempat antrian.

Sedangkan menurut Morlock, 1978, ada 4 (empat) karakteristik antrian yang harus ditentukan untuk menilai prestasi, yaitu :

- 1). Distribusi *headway* dari kedatangan lalu lintas, yang mungkin saja merata, atau dapat mengikuti pola kedatangan *Poisson* atau acak atau pola lainnya.
- 2). Distribusi waktu pelayanan (misal *konstan*, *Poisson* dan sebagainya).
- 3). Jumlah saluaran untuk pelayanan atau stasiun.
- 4). Disiplin antrian, yang menentukan urutan di mana satuan lalu lintas yang tiba akan dilayani.

Adapun syarat terjadinya proses antrian adalah jika dan hanya jika laju kedatangan pelanggan melebihi kemampuan fasilitas pelayanan yang ada. Namun permasalahan akan muncul apabila :

- 1). Sumber masukan/pelanggan terlalu banyak, sehingga akan timbul antrian yang panjang yang akan mengakibatkan berkurang/hilangnya pelanggan.
- 2). Sebaliknya bila fasilitas pelayanan ditambah untuk mengurangi antrian, akan menimbulkan pengurangan keuntungan atau tidak ekonomisnya sistem karena fasilitas pelayanan sering menganggur.

Jadi, masalahnya adalah mengusahakan keseimbangan antara biaya tunggu (antrian), terhadap biaya mencegah antrian itu sendiri guna memperoleh keuntungan yang maksimum.

Secara umum karakteristik sistem antrian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Karakteristik antrian

Karakteristik Dasar Antrian	Asumsi-asumsi Umum
Sumber populasi	Tak terbatas atau terbatas.
Pola kedatangan	Tingkat kedatangan <i>Poisson</i> (waktu kedatangan eksponensial)
Panjang antrian	Tak terbatas atau terbatas
Disiplin antrian	<i>FCFS, LIFO, dll</i>
Pola pelayanan	Tingkat pelayanan <i>Poisson</i> (waktu pelayanan eksponensial).
Keluar	Langsung kembali ke populasi

2.10.2. MODEL-MODEL ANTRIAN

Suatu model antrian biasanya dinotasikan dengan suatu sistem notasi tertentu untuk memudahkan pengenalan dan penerapannya. Sistem notasi yang paling umum dipakai adalah sistem Markovian. Sistem notasi ini memiliki format $(A/B/m) : (C/D/E)$. A adalah kode untuk model distribusi kedatangan input pada suatu sistem, B merupakan model distribusi pelayanan sistem, merupakan jumlah server atau pintu pelayanan, C adalah disiplin pelayanan dalam sistem, D merupakan sumber input, dan E adalah panjang antrian.

Untuk notasi A dan B memiliki beberapa nilai antara lain M (Markovian) untuk poisson atau Eksponensial, E untuk Erlang, H untuk Hiper-eksponensial, D untuk Deterministik, dan G untuk *General* atau tak tentu. Sedangkan notasi m

memiliki nilai integer positif $(1,2,3,\dots,N)$ yang merupakan jumlah server pelayanan.

Untuk notasi C memiliki nilai seperti FCFS (*First Come First Service*), LCFS (*Last Come First Service*) atau RS (*Random Service*). Untuk notasi D dan E memiliki nilai terbatas atau tak terbatas (\sim).

a. Model antrian $(M / M / 1) : (FCFS / \sim / \sim)$

Adalah model antrian dengan distribusi antarwaktu kedatangan Eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan Eksponensial (M), jumlah server 1, disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m , dimana $m = 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas

b. Model antrian $(M / M / m) : (FCFS / \sim / \sim)$

Adalah model antrian dengan distribusi antarwaktu kedatangan *Eksponensial* (M), distribusi waktu pelayanan *Eksponensial* (M), jumlah *server* banyak (> 1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi *eksponensial*
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m , dimana $m > 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas

c. Model antrian (M / G / 1) : (FCFS / ~ / ~)

Adalah model antrian dengan distribusi antarwaktu kedatangan Eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan tak tentu (G), jumlah server tunggal (=1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti bentuk tak tentu
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m = 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas

d. Model antrian (M / G / m) : (FCFS / ~ / ~)

Adalah model antrian dengan distribusi antarwaktu kedatangan Eksponensial (M), distribusi waktu pelayanan tak tentu (G), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi eksponensial
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti bentuk tak tentu
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m, dimana $m > 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas

e. Model antrian (G / M / 1) : (FCFS / ~ / ~)

Adalah model antrian dengan distribusi antarwaktu kedatangan tak tentu (G), distribusi waktu pelayanan Eksponensial (M), jumlah server tunggal (=1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi tak tentu
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti Eksponensial
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m , dimana $m = 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas.

f. Model antrian (G / M / m) : (FCFS / ~ / ~)

Adalah model antrian dengan distribusi antarwaktu kedatangan tak tentu (G), distribusi waktu pelayanan Eksponensial (M), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi tak tentu
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m , $m > 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas

g. Model antrian (G / G / m) : (FCFS / ~ / ~)

Adalah model antrian dengan distribusi antar waktu kedatangan tak tentu (G), distribusi waktu pelayanan tak tentu (G), jumlah server banyak (>1), disiplin pelayanan yang datang pertama dilayani pertama kali, sumber input tak terbatas dan panjang antrian tak dibatasi.

Ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk model ini adalah sebagai berikut :

- 1). Distribusi waktu antar kedatangan mengikuti distribusi tak tentu
- 2). Distribusi waktu pelayanan mengikuti distribusi tak tentu
- 3). Terdapat fasilitas pelayanan m , dimana $m > 1$
- 4). Disiplin pelayanan adalah FCFS, yaitu yang pertama datang yang pertama dilayani terlebih dahulu
- 5). Sumber masukan dan ukuran antrian tidak terbatas.

2.11. STUDI TERDAHULU.

Soemarsono (1997) melakukan studi dengan judul “ Optimasi Fasilitas Pelayanan dan Evaluasi Sistem Pelayanan Bongkar-Muat dengan Simulasi Komputer di Pelabuhan Tanjung Emas”, dengan menggunakan metode antrian tunggal banyak pelayanan (*single entry multi service*), model (M/M/C/1 ~ / ~), dengan kriteria biaya total minimum.

Dari studi yang dilakukan, didapat beberapa hasil studi sebagai berikut :

- 1). Pertumbuhan rata-rata barang untuk peti kemas sebesar 15 % dan *general cargo* sebesar 10 %.
- 2). Kinerja Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, khususnya Dermaga Samudera dapat ditingkatkan dengan penambahan jumlah dermaga menjadi 7 (tujuh) unit atau 1.050 m, dan kapasitas penumpukan peti kemas menjadi 7.000 *teus* (98.999 m²) dengan peralatan *top loader* 4 (empat) unit, *head truck* 7 (tujuh) unit dan *forklift* 8 (delapan) unit.
- 3). Nilai *Utilitas* fasilitas dan peralatan dari hasil skenario yang paling baik masing-masing adalah : dermaga 83.11 %, lapangan penumpukan peti kemas 60.28 %, *top loader* 33.057 %, *head truck* 6.39 % dan *forklift* 9.71 % .
- 4). Faktor ketergantungan peralatan pelabuhan seperti *top loader*, *head truck* dan *forklift* terhadap kecepatan pelayanan *crane* kapal menyebabkan titik optimal biaya pelabuhan menjadi tinggi, karena terjadi antrian pada titik muat dimana proses ini *crane* kapal bertindak sebagai pelayan bagi peralatan pelabuhan dan sebaliknya.

Sedangkan Soeharto (2003) melakukan studi dengan judul “ Kajian Terhadap Fasilitas Peralatan Bongkar-Muat Pada Terminal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas”, dengan menggunakan metode antrian tunggal banyak pelayanan (*single entry multi service*), model (M/M/C/1 ~ / ~), dengan criteria biaya total minimum.

Dari studi yang dilakukan, didapat beberapa hasil studi sebagai berikut :

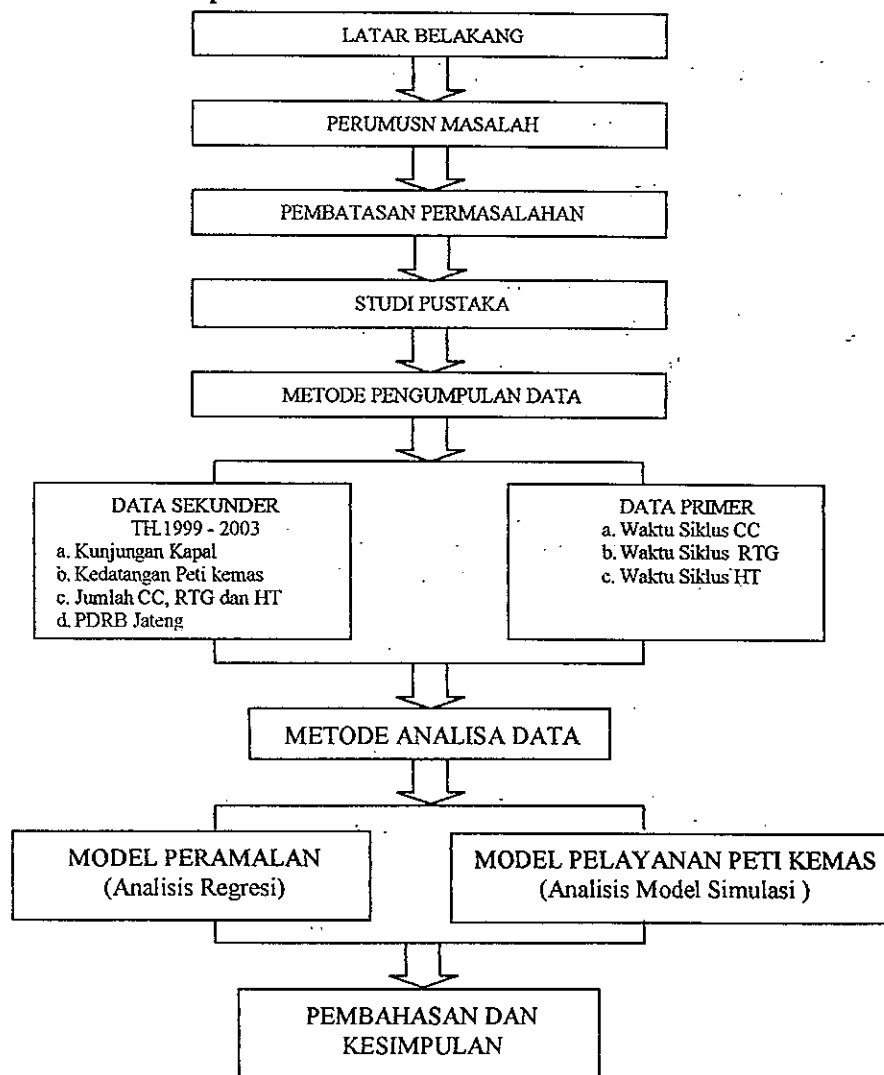
- 1). Total biaya minimum didapat jika kombinasi fasilitas bongkar-muat meliputi : 2(dua) buah *CC*, 12 (dua belas) buah *HT* dan 5 (lima) buah *RTG* dengan biaya minimum sebesar Rp. 39.819.790,-

- 2). Nilai minimum untuk total waktu dalam system didapat jika kombinasi fasilitas bongkar dan muat meliputi 3 (tiga) buah *CC*, 6 (enam) buah *RTG* dengan waktu total layanan sebesar 0,7294 jam per *container*.
- 3). Nilai minimum untuk total waktu dalam antrian didapat jika kombinasi fasilitas bongkar dan muat meliputi 3 (tiga) buah *CC*, 12 (dua belas) buah *HT* dan 6 (enam) buah *RTG* dengan total waktu antrian 1,363 jam per *container*
- 4). Penambahan fasilitas *CC* dapat dilakukan pada tahun 2006 jika kondisi distribusi puncak atau pada tahun 2009 jika kondisi distribusi merata dengan penambahan *CC* sejumlah 1 (satu) unit.
- 5). Penambahan fasilitas *HT* dapat dilakukan pada tahun 2004 jika kondisi distribusi puncak atau pada tahun 2007 jika kondisi distribusi merata dengan penambahan *HT* sejumlah 3 (tiga) unit.
- 6). Penambahan fasilitas *RTG* dapat dilakukan pada tahun 2004 jika kondisi distribusi puncak atau pada tahun 2007 jika kondisi distribusi merata dengan penambahan *RTG* sejumlah 3 (tiga) unit.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. ALUR PIKIR PENELITIAN

Penelitian melalui tiga tahap yaitu tahap awal berupa identifikasi latar belakang dan permasalahan yang berkaitan dengan tema penelitian, penentuan maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan studi kepustakaan berkaitan dengan materi atau tema penelitian. Tahap pertengahan berupa pengambilan dan pemrosesan data. Tahap akhir berupa analisis dan penarikan kesimpulan. Alur pikir pelaksanaan penelitian ini secara sederhana dapat diilustrasikan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bagan Alur Pikir Penelitian

Keterangan :

a. Latar Belakang

Penelitian dimulai dengan mengenali berbagai kondisi yang berkaitan dengan kinerja bongkar dan muat di terminal Peti Kemas pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

b. Perumusan Masalah

Dari kondisi yang ada tersebut, selanjutnya dirumuskan inti permasalahan yang akan dijadikan tema studi ini yaitu kinerja fasilitas peralatan bongkar muat di terminal Peti Kemas Tanjung Emas Semarang. Kinerja diukur dengan beberapa indikator seperti *utilitas* alat, waktu tunggu atau tunda, waktu dalam sistem, waktu jeda, tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan.

c. Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang akan diteliti adalah sistim pelayanan bongkar muat Peti Kemas di Terminal Peti Kemas - Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, fasilitas peralatan bongkar muat untuk jenis petikemas meliputi *Container Crane*, *Rubber Tired Gantry* dan *Hard Truck*, sedangkan penelitian ini dilakukan di Terminal Petikemas Semarang (TPKS) Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

d. Studi Pustaka

Setelah itu dilakukan tinjauan pustaka untuk mengumpulkan berbagai rumus-rumus dan dasar-dasar teori yang menunjang tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian. Sebagai bahan acuan dan pembanding, diberikan pula tinjauan studi terdahulu yang memiliki tema yang serupa atau memiliki kesamaan dalam pokok permasalahannya.

e. Metode Pengumpulan Data

Kemudian dilakukan inventarisasi kebutuhan data yang harus dikumpulkan berkaitan dengan sistem antrian di terminal Peti Kemas. Begitu juga dijabarkan metode-metode yang akan dipakai untuk pengumpulan data meliputi bahan dan alat yang dibutuhkan, cara pengumpulan, dan waktu pengumpulan.

f. Pengolahan Data

Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan bantuan komputer dengan menggunakan program SPSS untuk metode peramalan dan program Statistica untuk uji distribusi, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

g. Analisa Data

Data yang sudah diolah kemudian dianalisis menggunakan metode-metode yang telah dipilih dari berbagai pustaka yang diambil sebagai bahan acuan penelitian.

h. Kesimpulan

Hasil-hasil analisis disimpulkan dan diberikan rekomendasi seperlunya untuk 2 (dua) tujuan yaitu ditujukan untuk peneliti selanjutnya dan ditujukan untuk praktisi.

3.2. METODE PENGUMPULAN DATA

3.2.1. DATA PRIMER

a. Data Waktu Pelayanan *Container Crane (CC)*

Yang dibutuhkan adalah data mengenai waktu siklus pelayanan *CC* terhadap setiap peti kemas. Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan oleh *CC* untuk mengangkat peti kemas dari kapal, meletakkannya di *Head Truck (HT)* (untuk bongkar/impor), kemudian mengangkat peti kemas dari *HT* ke ruang muat kapal (untuk muat/ekspor). Data ini didapat dari hasil pengamatan di lapangan selama kurun waktu tertentu.

b. Data Waktu Pelayanan *Rubber Tired Gantry (RTG)*

Yang dibutuhkan adalah data mengenai waktu siklus pelayanan *RTG* terhadap setiap peti kemas. Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan oleh *RTG* untuk mengangkat peti kemas dari *HT*, meletakkannya di lapangan penumpukan (untuk bongkar/impor), kemudian mengangkat peti kemas dari lapangan penumpukan ke atas *HT* (untuk muat/ekspor). Data ini didapat dari hasil pengamatan di lapangan selama kurun waktu tertentu.

c. Data Waktu Pelayanan *Head Truck (HT)*

Yang dibutuhkan adalah data mengenai waktu siklus pelayanan *HT* terhadap setiap peti kemas. Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan oleh *HT* untuk mengangkut peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan (untuk bongkar/impor), kemudian mengangkut peti kemas dari lapangan penumpukan ke dermaga (untuk muat/ekspor). Data ini didapat dari hasil pengamatan di lapangan selama kurun waktu tertentu.

3.2.2. DATA SEKUNDER

a. Data Pendapatan Daerah Regional Bruto (PDRB)

Yang dibutuhkan adalah data pendapatan daerah regional bruto (PDRB) Jawa Tengah dalam kurun waktu minimal 5 tahun ke belakang. Data PDRB didapat dari catatan statistik dan digunakan sebagai variabel peramal laju ekspor dan impor Jawa Tengah.

b. Data ekspor dan impor Jawa Tengah

Yang dibutuhkan adalah data ekspor dan impor Jawa Tengah minimal 5 tahun ke belakang. Data ekspor dan impor didapatkan dari catatan statistik.

c. Data bongkar/muat peti kemas jam-jam-an, harian, bulanan, tahunan

Yang dibutuhkan adalah data catatan bongkar/muat peti kemas di pelabuhan Tanjung Emas Semarang dalam satuan jam, dalam satuan hari, dalam satuan, bulan dan dalam satuan tahun. Data-data ini disamping digunakan untuk mengetahui tingkat kedatangan peti kemas, juga digunakan untuk menghitung faktor pengali jam-jam-an, harian, bulanan dan tahunan. Data ini didapat dari catatan PT. Pelindo sebagai otoritas operasional di pelabuhan peti kemas Semarang.

d. Data Fasilitas Peralatan bongkar/muat peti kemas

Yang dibutuhkan adalah data jumlah fasilitas bongkar/muat yang sudah dimiliki oleh Terminal Pelabuhan Peti kemas Tanjung Emas dalam melayani kegiatan bongkar/muat peti kemas yaitu *Container Crane (CC)*, *Rubber Tired Gantry (RTG)* dan *Head Truck (HT)*.

3.3. PENGOLAHAN DATA

3.3.1. PERAMALAN VOLUME ARUS BARANG PETI KEMAS

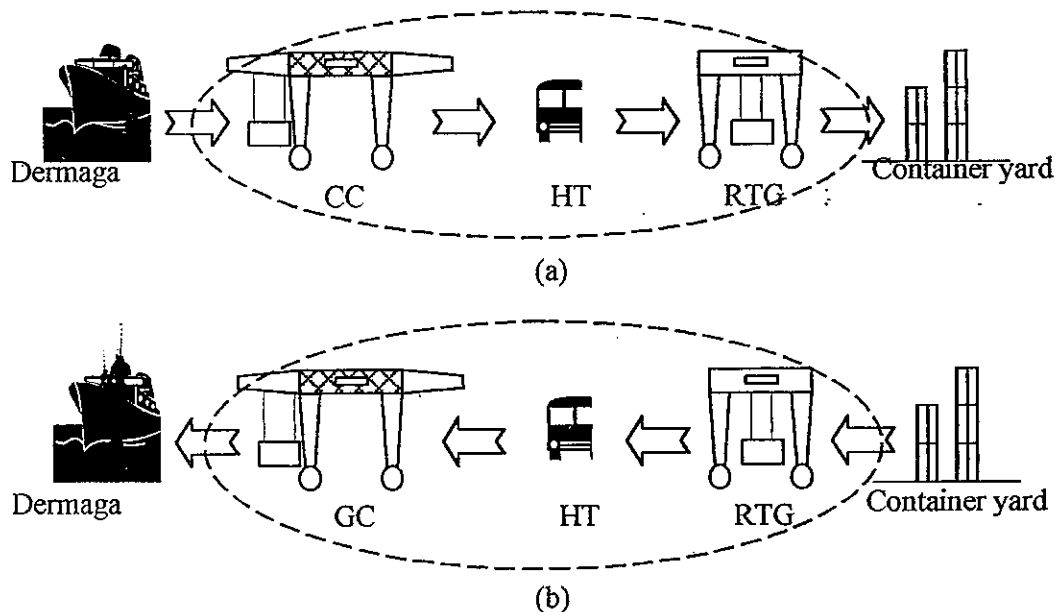
Untuk memprediksi volume arus barang di TPKS Tanjung Emas pada tahun mendatang digunakan pendekatan analisa *regresi linier*, dimana PDRB dipilih sebagai variabel bebas (*independent variable*) dan volume arus barang sebagai variable terikat (*dependent variable*). Sedangkan untuk mendapatkan nilai PDRB pada tahun berikutnya juga menggunakan pendekatan analisa *regresi linier* dimana tahun sebagai *independent variable* dan nilai PDRB sebagai *dependent variable*.

3.4. ANALISIS SIMULASI PELAYANAN PETI KEMAS

3.4.1. IDENTIFIKASI MODEL SIMULASI

Analisis Simulasi yang dimaksud dalam studi ini adalah simulasi untuk fasilitas Peralatan bongkar/muat peti kemas, peralatan yang dimaksud adalah *Container Crane (CC)* yang beroperasi di dermaga yaitu mengangkat peti kemas dari atas kapal dipindahkan di atas *Head Truck (HT)*, *Rubber Tyred Gantry (RTG)* yang beroperasi di lapangan penumpukan peti kemas yaitu mengangkat/memindahkan peti kemas dari atas *Head Truck (HT)* ke lapangan penumpukan, sedangkan *Head Truck (HT)* yang beroperasi dari lapangan penumpukan peti kemas samapai ke dermaga. Dalam kegiatan bongkar (*unloading*), peralatan tersebut berfungsi sebagai alat untuk memindahkan peti kemas dari kapal ke lapangan penumpukan peti kemas (*container yard*), sedangkan dalam kegiatan muat (*loading*), maka peralatan tersebut berfungsi sebagai alat untuk memindahkan peti kemas dari *container yard* ke ruang muat peti kemas (diatas kapal).

Dari gambaran tersebut jelas bahwa analisis simulasi untuk peralatan bongkar/muat peti kemas mempunyai dua jenis input yaitu input peti kemas dari atas kapal (*cargo ship container*) saat bongkar dan input dari *container yard* saat muat seperti terlihat pada gambar 3.2.dibawah ini.



Gambar 3.2. Alur aktivitas bongkar (a) dan muat (b) di pelabuhan peti kemas

Tingkat kedatangan bersifat random, karena tergantung dari fasilitas lainnya, sehingga distribusinya *Poisson*, sedangkan distribusi antar waktu adalah *eksponensial*, sedangkan jumlah peralatan bongkar muat peti kemas yang ada di TPKS adalah : CC = 4, RTG = 8 dan HT = 16

3.4.2. PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI

Pada tahap ini akan dikembangkan model simulasi dari sistem bongkar muat peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Dalam mengembangkan model ini kita gunakan software analisis simulasi yaitu *Simul8 Ver. 6.0.* yang dapat dioperasikan dalam Sistem Operasi *Windows 98*. Software ini memiliki *built in* fitur yang mampu memonitor jalannya simulasi sebuah model sistem.

Dalam memodelkan tiap-tiap entiti pada sebuah sistem, beberapa asumsi akan diambil untuk menggambarkan beberapa simplifikasi yang diambil dalam memodelkan sistem tersebut. Adapun beberapa asumsi yang diambil dalam pemodelan simulasi pada sistem bongkar muat Pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah sebagai berikut :

1. Umum

- a. Pada sistem bongkar aliran *container* dimulai dari kapal → *Container Crane* → *Head Truck* → *Rubber Tyre Gantry* → *Container Yard*.
- b. Pada sistem muat aliran *container* dimulai dari *Container Yard* → *Rubber Tyre Gantry* → *Head Truck* → *Container Crane* → kapal.
- c. Laju kedatangan *container* menggunakan distribusi *Poisson* melalui *Chi-Square Goodness of Fit Test (Chi-Square Test)*.

2. *Container Crane*

- a. Tiap *Container Crane* mengangkat satu buah *container* yang akan ditransfer pada sebuah *Head Truck*.
- b. Waktu siklus *crane* untuk mengangkat *container* dari kapal menuju *Head Truck* menggunakan distribusi *exponential* dengan rata-rata waktu layanan sebesar 18,49 *container/jam*.
- c. Waktu layanan peti kemas menggunakan distribusi *eksponensial* melalui *Chi-Square Goodness of Fit Test (Chi-Square Test)*.

3. *Head Truck*

- a. *Head Truck* mengangkat satu buah *container* yang akan ditransfer pada sebuah *Rubber Tyre Gantry*.
- b. Waktu siklus *Head Truck* untuk mengangkat *container* dari *Container Crane* menuju *Rubber Tyre Gantry* menggunakan distribusi *exponential* dengan rata-rata waktu layanan sebesar 8,57 *Container/jam*.
- c. Jumlah *Head Truck* yang digunakan dalam sebuah aktivitas bongkar muat sebesar 16 buah.

4. *Rubber Tyre Gantry*

- a. *Rubber Tyre Gantry* mengangkat satu buah *container* yang akan ditransfer pada sebuah *Container Yard*.
- b. Waktu siklus *Rubber Tyre Gantry* untuk mengatur *container* dari *Head Truck* dalam sebuah *Container Yard* menggunakan distribusi *exponential* dengan rata-rata waktu layanan sebesar 8,098 *Container/Jam*.
- c. Jumlah *Rubber Tyre Gantry* yang digunakan dalam sebuah aktivitas bongkar muat sebesar 8 buah.

3.5. PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN

Dari hasil *running* simulasi akan didapatkan kinerja dari tiap-tiap entiti. Dalam hal ini entiti yang ada adalah *Container Crane*, *Head Truck*, *Rubber Tyre Gantry*. Analisis dilakukan untuk memberikan kombinasi yang tepat dari tiap-tiap fasilitas yang ada, sehingga dapat memberikan layanan bongkar muat secara optimal.

Setelah melakukan analisis dari beberapa kondisi skenario yang ada, dapat diambil beberapa kesimpulan yang dapat dijadikan rekomendasi bagi PT Pelabuhan Indonesia III Tanjung Emas Cabang Semarang dalam mengembangkan dan meningkatkan layanan bongkar muat peti kemas.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. PENGUMPULAN DATA DI LAPANGAN

Dalam melaksanakan kegiatan pengumpulan data *primer* untuk studi ini pencatatan dilakukan di Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, selama sekitar 1(satu) bulan. Survei dilakukan dengan cara *Time Motion* terhadap pergerakan *Container Crane (CC)*, *Rubber Tyred Gentry (RTG)* dan *Head Truck (HT)*. Lokasi survei berada pada lokasi Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS) Pelabuhan Tanjung Emas. Adapun pencatatan data dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berkaitan dengan kegiatan bongkar muat peti kemas sebagai berikut:

a. Kedatangan Kapal

Data kedatangan kapal disini adalah kunjungan/kedatangan harian kapal peti kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang merupakan pintu gerbang masuknya kapal-kapal yang akan melakukan bongkar muat di pelabuhan. Data peti kemas yang diperoleh dari pengamatan harian selama 1 (satu) bulan di lapangan disajikan pada Tabel 4.1. Data ini digunakan untuk mendefinisikan laju kedatangan kapal dalam pemodelan simulasi.

b. Kedatangan Barang

Data kedatangan barang disini adalah kedatangan harian peti kemas yang akan bongkar maupun yang akan muat, yang melewati/masuk lapangan penumpukan peti kemas atau *Container Yard*. Kedatangan barang yang akan dibongkar adalah banyaknya barang yang akan dibongkar dari kapal yang sudah merapat di dermaga peti kemas per harinya. Sedang kedatangan barang yang akan dimuat adalah banyaknya barang yang akan dimuat di pintu masuk pelabuhan dari darat per harinya.. Barang yang akan dimuat ke kapal peti kemas di dermaga peti kemas dimana sebelum dimuat, disimpan di lapangan penumpukan. Data-data ini diperoleh melalui dokumen harian tahun 2004 dalam 1 (satu) bulan. Sedang sampel aktivitas pelayanan pada peralatan bongkar muat terlihat pada Tabel 4.1. Data ini kemudian dilakukan uji distribusi untuk mendapatkan karakteristik statistik kedatangan barang peti kemas.

Tabel 4.1
Sampel Kedatangan Barang / Kapal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

NO.	NAMA KAPAL	BONGKAR	MUAT	JUMLAH	LAMA	BOX/JAM
		BOX	BOX	BONGKAR / MUAT	TAMBAT (Jam)	
1	2	4	6	8	10	11
1	ALAM JAYA	123	215	338	2	16,9
2	UNI MASTER	108	107	215	9	23,9
3	WAN HAI 202	91	92	183	7	26,1
4	SINAR TIMUR	154	153	307	26	11,8
5	BHATRA BHUM	139	138	277	26	10,7
6	BAHARI PRASETIA	15	123	138	1	13,8
7	GRANGDEUR	153	123	276	11	25,1
8	SEMARANG C/JN III-35	77	107	184	6	30,7
9	SEA HORSE	92	169	261	18	14,5
10	SILVER DAWN	153	153	306	13	23,5
11	BAHARI PRATAMA	123	92	215	9	23,9
12	ALAM JAYA II	139	199	338	18	18,8
13	SEMARANG C/JN III-35	62	77	139	6	23,2
14	DRAGON TEKONG	139	184	323	18	17,9
15	SINAR BITUNG	154	123	277	33	8,4
16	PERMAI I	108	107	215	9	23,9
17	ALAM JAYA	123	123	246	3	8,2
18	SINAR TIMUR	185	91	276	24	11,5
19	BHATRA BHUM	139	123	262	27	9,7
20	SEMARANG C/JN III-35	77	61	138	6	23
21	SEA HORSE	123	169	292	18	16,2
22	BAHARI PRASETIA	108	138	246	3	8,2
23	GRANDEUR	108	107	215	10	21,5
24	WAN HAI 206	169	153	322	13	24,8
25	SEALAND PACER	200	199	399	17	23,5
26	BAHARI PRATAMA	108	107	215	9	23,9
27	SEMARANG C/JN III-35	77	123	200	5	40
28	SANTA BAHARI	123	138	261	4	65,3
29	ALAM JAYA II	231	199	430	18	23,9
30	DRAGON TEKONG	139	138	277	21	13,2
31	LUMOSO EXPRESS	139	168	307	37	8,3
32	PERMAI I	108	92	200	8	25
33	ALAM JAYA	123	31	154	12	7,7
34	SINAR TIMUR	169	291	460	26	17,7
35	UNI MODEST	108	107	215	9	23,9
36	WAN HAI 203	92	92	184	8	23
37	BHATRA BHUM	200	138	338	22	15,4
38	SEA HORSE	154	92	246	18	13,7
39	SILVER DAWN	185	153	338	14	24,1
40	GRANDEUR	123	123	246	10	24,6
41	SEMARANG C/JN III-35	62	61	123	5	24,6
42	BAHARI PRASETIA	31	138	169	7	8,5
43	SEMARANG C/JN III-35	77	46	123	5	24,6
44	BAHARI PRATAMA	123	77	200	8	25
45	ALAM JAYA II	231	168	399	18	22,2
46	DRAGON TEKONG	92	92	184	20	9,2
47	LUMOSO EXPRESS	277	123	400	37	10,8
48	PERMAI I	92	92	184	7	26,3
49	SEMARANG C/JN III-35	77	61	138	6	23
50	ALAM JAYA	31	15	46	8	23
51	UNI MASTER	108	107	215	9	23,9
52	WAN HAI 205	77	92	169	7	24,1
53	SINAR TIMUR	139	138	277	26	10,7
54	BHATRA BHUM	169	123	292	26	11,2
55	SEMARANG C/JN III-35	77	77	154	6	25,7
56	SEA HORSE	231	215	446	19	23,5
57	GRANDEUR	154	138	292	12	24,3
58	COLOMBO STAR	169	138	307	13	23,6
59	SEALAND PACER	108	169	277	12	23,1
60	BAHARI PRASETIA	92	77	169	7	24,1

Sumber : Hasil Survei

c. Waktu Pelayanan Dermaga (Lama Tambat)

Yang dimaksud dengan waktu pelayanan dermaga disini adalah lamanya waktu sejak kapal bertambat di dermaga sampai meninggalkan dermaga. Dari data ini dapat diketahui rata-rata waktu pelayanannya. Data untuk pelayanan peti kemas, waktu pelayanan dermaga disajikan pada Tabel. 4.1.

d. Data Waktu Pelayanan Bongkar dan Muat Barang

Data waktu pelayanan bongkar dan muat barang disini adalah data lamanya waktu pelayanan bongkar muat peti kemas dengan menggunakan *Container Crane*, *Head Truck*, dan *Rubber Tired Gantry* dari apron ke lapangan penumpukan atau sebaliknya. Data ini berfungsi untuk mengetahui waktu rata-rata pelayanan bongkar muat, dan disajikan pada Tabel 4.2. – Tabel 4.4.

1. *Container Crane (CC)*

CC di TPKS Tanjung Emas Semarang sebanyak 4 unit dengan kapasitas angkut rata-rata sebesar 40 ton. Data yang di perlukan untuk analisis adalah waktu siklus (*one around trip*), yaitu waktu angkat sampai waktu letak dan waktu angkat berikutnya. Jumlah sample yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu layanan CC diambil sebesar 60 sampel.

2. *Rubber Tired Gantry (RTG)*

RTG di TPKS Tanjung Emas Semarang tersedia sebanyak 8 unit dengan kapasitas angkut rata-rata sebesar 40 ton dalam kondisi baik, data yang diperlukan untuk analisis adalah waktu siklus (*one around trip*), yaitu waktu angkat sampai waktu letak dan waktu angkat berikutnya. Jumlah sampel yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu layanan RTG diambil sebesar 60 sampel.

3. *Head Truck (HT)*

HT di TPKS Tanjung Emas Semarang tersedia sebanyak 24 unit (Tabel 4.5) dengan kapasitas angkut rata-rata sebesar 40 ton dalam kondisi baik, data yang di perlukan untuk analisis adalah waktu siklus (*one around trip*), yaitu waktu angkat sampai waktu letak dan waktu angkat berikutnya. Jumlah sampel yang digunakan untuk mendapatkan rata-rata waktu layanan HT diambil sebesar 60 sampel.

Tabel 4.2
Data Waktu Pelayanan *Container Crane (CC)*

No.	Waktu (menit)			
	CC 1	CC 2	CC 3	CC 4
	Menit	Menit	Menit	Menit
1	5.98	5.86	3.68	4.96
2	5.42	2.83	5.61	3.01
3	2.86	6.21	3.91	5.76
4	4.81	4.77	2.77	4.28
5	6.03	4.97	3.48	3.09
6	3.46	3.58	4.78	5.41
7	4.92	4.53	4.76	3.52
8	3.71	4.49	5.21	4.02
9	5.47	5.15	5.03	3.82
10	4.21	4.55	4.69	5.36
11	5.37	4.79	4.25	2.81
12	4.57	5.59	4.06	3.41
13	5.99	4.25	5.36	5.22
14	3.44	3.78	5.34	3.67
15	4.73	4.15	6.16	5.33
16	4.68	3.71	2.82	5.11
17	3.19	4.43	3.92	2.71
18	5.26	5.44	5.18	6.21
19	4.14	5.69	4.01	4.06
20	5.69	4.65	4.42	3.13
21	3.61	6.12	5.36	5.82
22	3.18	4.85	4.18	5.41
23	4.89	5.68	4.29	3.14
24	2.83	5.22	5.72	3.45
25	5.68	5.42	2.76	5.71
26	4.72	4.72	4.92	6.01
27	5.28	2.84	4.36	3.61
28	5.88	3.33	4.96	5.05
29	3.54	3.2	3.75	4.84
30	5.48	3.38	5.23	3.51
31	5.74	2.65	5.43	3.96
32	3.97	6.12	3.19	4.27
33	4.87	5.39	3.58	3.53
34	5.08	4.58	3.62	3.93
35	5.02	5.49	3.09	3.79
36	4.87	2.83	4.82	5.29
37	3.85	3.45	3.78	4.14
38	4.78	5.46	5.72	3.92
39	3.43	5.43	5.33	4.18
40	5.46	5.63	5.29	2.76
41	5.95	4.17	5.21	3.21
42	4.96	4.98	5.93	3.32
43	4.75	5.71	4.87	4.26
44	5.35	3.37	2.91	4.96
45	3.82	3.48	4.05	5.97
46	5.08	3.17	2.74	2.72
47	3.96	4.73	5.02	5.32
48	3.54	3.69	5.47	6.04
49	4.31	3.96	6.05	5.03
50	3.13	4.06	4.47	5.55
51	3.99	5.07	5.64	3.44
52	4.97	4.68	4.25	3.26
53	5.32	5.91	3.27	5.46
54	4.96	3.37	5.52	5.41
55	3.63	2.86	4.95	2.87
56	4.84	5.02	5.93	3.93
57	5.96	3.18	3.88	3.24
58	3.41	4.87	4.81	5.15
59	3.67	4.03	4.03	2.98
60	5.45	2.75	3.28	2.84

Sumber : Hasil Survei

Tabel 4.3
Data Waktu Pelayanan *Head Truck (HT)*

No	Waktu (menit)							
	HT-1	HT-2	HT-3	HT-4	HT-5	HT-6	HT-7	HT-8
	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit	Menit
1	6.83	7.24	7.66	6.73	7.81	6.77	6.22	6.21
2	6.01	6.78	7.51	7.99	7.17	7.63	7.25	6.52
3	7.02	7.92	6.58	7.18	6.14	6.75	7.23	7.99
4	6.84	7.63	6.12	7.61	6.99	6.59	6.77	6.31
5	7.85	6.46	7.62	7.39	7.33	7.76	6.21	7.78
6	6.16	6.41	6.21	6.76	7.69	7.08	7.55	7.83
7	7.64	7.93	7.58	6.31	6.64	6.47	7.84	7.75
8	7.19	7.68	7.44	7.34	7.81	7.52	6.42	6.87
9	7.71	7.23	6.52	6.24	6.62	7.04	6.92	7.98
10	6.77	6.14	7.37	7.33	7.44	6.48	7.15	7.22
11	6.08	6.59	7.56	7.95	7.82	6.32	6.14	6.92
12	7.31	7.27	7.86	7.87	7.41	6.69	7.13	7.65
13	7.58	6.69	6.31	6.34	7.07	6.15	6.09	7.99
14	6.64	7.02	6.43	6.11	6.09	6.48	7.43	6.61
15	6.15	7.81	7.78	6.22	6.67	7.32	7.83	6.75
16	7.91	7.32	7.68	7.76	6.03	6.21	6.32	7.36
17	7.79	6.49	7.54	6.07	7.65	6.68	7.02	7.19
18	7.48	6.35	6.77	6.59	6.61	6.03	7.24	7.98
19	7.64	7.34	7.61	6.47	7.22	7.85	7.87	6.54
20	6.55	7.73	7.29	7.75	6.69	7.82	6.73	7.52
21	6.86	7.23	6.54	6.15	6.02	6.58	6.58	7.45
22	6.53	7.81	7.17	6.78	7.77	7.25	7.68	6.89
23	6.91	6.39	6.59	7.67	6.75	6.87	6.25	7.83
24	7.44	7.52	6.62	6.52	6.57	7.86	6.72	7.72
25	7.08	7.18	6.27	7.18	7.41	7.74	6.71	7.71
26	7.18	6.07	6.63	7.46	7.63	6.62	7.24	6.04
27	6.37	6.62	6.88	6.91	6.56	6.86	7.93	7.28
28	6.19	6.85	6.73	6.81	7.91	6.32	6.52	6.26
29	6.51	7.71	7.95	6.26	6.28	6.97	6.29	6.42
30	6.41	6.51	6.47	6.54	6.08	7.61	7.58	6.48
31	6.91	6.47	6.09	6.94	6.34	6.38	6.22	7.18
32	6.61	6.79	7.34	6.26	6.16	7.47	7.29	6.72
33	7.96	7.73	6.82	6.07	6.99	6.42	7.48	6.34
34	7.21	6.19	7.47	7.57	6.67	7.29	6.64	7.83
35	7.41	6.83	7.91	7.95	7.12	5.32	6.41	7.75
36	6.42	7.38	6.35	7.81	7.04	7.08	6.62	7.78
37	7.64	7.91	7.93	6.71	7.69	7.51	6.59	7.08
38	7.88	6.19	6.35	7.58	7.17	7.45	6.43	7.76
39	7.16	7.73	6.63	6.13	6.87	6.95	6.59	7.41
40	7.31	6.23	6.69	6.54	7.83	7.92	6.41	6.14
41	7.47	6.42	7.28	7.91	7.76	7.41	6.74	6.87
42	7.73	7.34	6.76	6.67	7.49	6.31	7.57	6.39
43	6.31	7.01	7.79	7.79	7.33	7.44	7.97	6.76
44	6.21	7.95	7.73	6.83	7.61	7.38	6.83	7.61
45	6.65	6.67	7.44	6.26	7.12	7.61	6.33	7.29
46	7.95	6.91	7.58	6.98	7.49	6.82	7.41	6.68
47	6.91	6.21	6.96	7.62	7.22	6.37	6.81	7.45
48	7.81	7.48	7.64	7.98	6.98	7.22	6.64	7.77
49	6.87	7.31	7.39	6.81	6.09	6.57	6.27	7.17
50	7.18	7.86	6.33	7.96	7.83	6.32	6.32	6.21
51	6.82	7.32	7.17	6.73	7.61	7.33	6.12	6.96
52	6.31	6.78	6.05	7.25	7.72	7.48	7.96	6.21
53	6.25	7.06	7.29	7.25	6.18	7.43	6.46	6.18
54	7.71	6.92	6.46	6.41	6.64	7.45	6.57	6.01
55	7.13	6.62	5.61	6.57	7.95	7.92	7.39	6.77
56	7.04	6.66	6.74	7.49	7.76	7.95	6.47	7.77
57	7.51	6.44	7.84	7.43	7.71	7.41	6.86	7.32
58	6.85	6.07	7.52	7.68	7.45	6.89	7.76	7.81
59	6.06	7.76	6.87	6.06	6.75	6.58	6.14	7.69
60	6.15	7.28	7.21	6.28	6.57	7.71	7.72	6.42

Sumber : Hasil Survei

Tabel 4.4
Data Waktu Pelayanan Rubber Tyred Gantry (RTG)

No.	Waktu (menit)						
	RTG-1 Menit	RTG-2 Menit	RTG-3 Menit	RTG-4 Menit	RTG-5 Menit	RTG-6 Menit	RTG-7 Menit
1	7.41	6.84	9.45	8.23	5.92	9.22	8.33
2	7.58	7.48	6.51	8.37	7.92	5.98	7.12
3	7.21	8.33	6.83	9.05	9.77	7.12	9.59
4	10.03	6.26	6.01	8.03	8.15	7.26	6.48
5	8.28	9.16	7.99	10.14	8.44	6.36	6.11
6	9.88	7.88	9.61	7.71	6.14	6.23	9.17
7	7.52	6.05	6.45	6.21	7.78	7.66	9.09
8	9.08	7.88	6.28	7.57	7.13	6.63	10.06
9	8.22	8.02	6.49	7.21	9.38	7.45	8.78
10	6.43	8.66	9.83	8.78	8.12	7.61	6.35
11	8.27	9.31	7.45	7.35	6.17	7.92	7.91
12	6.99	9.29	9.86	9.54	7.26	10.13	6.42
13	6.21	8.89	9.57	10.02	7.75	7.92	8.67
14	9.97	9.04	8.29	9.73	10.17	9.77	8.68
15	7.44	9.25	6.29	8.41	8.97	8.66	9.05
16	7.86	8.18	6.88	8.49	8.33	7.31	6.02
17	8.41	9.15	8.41	6.91	8.92	10.07	6.41
18	8.32	8.17	7.01	7.46	9.39	9.35	9.61
19	6.23	7.24	6.68	6.67	8.62	8.68	7.62
20	8.37	10.14	7.75	7.15	6.51	8.29	6.02
21	6.37	9.76	6.75	9.17	10.15	7.68	10.09
22	8.97	10.17	6.08	8.75	6.89	7.29	6.11
23	7.48	6.21	8.27	9.17	6.82	8.61	8.24
24	6.36	6.93	7.11	9.79	7.69	6.07	10.02
25	9.26	7.88	6.68	7.51	6.26	7.12	9.68
26	6.78	7.36	6.57	8.44	8.92	7.86	6.95
27	6.79	7.05	7.54	6.11	6.63	10.16	6.73
28	9.42	8.55	8.59	9.72	7.51	5.97	8.75
29	8.51	7.83	8.55	9.11	7.63	10.09	7.82
30	9.83	6.25	9.93	8.41	7.61	7.27	9.69
31	8.21	8.11	9.54	9.19	8.07	9.16	9.32
32	8.47	7.75	7.91	7.11	6.61	8.66	9.79
33	6.62	9.65	9.46	8.85	9.02	7.13	9.06
34	9.67	6.94	8.52	6.83	9.52	9.07	6.03
35	6.53	9.73	7.01	7.64	6.67	6.19	8.46
36	10.01	7.31	6.87	6.63	8.18	8.92	6.95
37	6.21	8.22	7.72	8.78	7.84	7.01	8.65
38	7.16	7.32	8.03	8.08	9.85	7.79	6.96
39	8.07	7.33	9.48	7.12	6.65	9.14	6.12
40	7.59	8.34	9.79	7.88	7.42	7.06	8.96
41	9.84	9.67	7.97	6.28	7.95	9.51	9.53
42	8.03	7.31	7.66	6.52	8.94	7.21	6.14
43	10.21	8.69	9.12	7.21	6.12	6.99	6.86
44	8.38	7.97	7.72	10.02	7.52	6.91	6.49
45	8.21	8.71	7.13	7.57	9.28	6.51	6.93
46	6.77	10.07	10.03	6.89	9.73	9.38	9.11
47	10.16	6.47	7.21	6.11	9.35	6.61	9.36
48	6.27	8.86	9.92	7.06	9.81	6.04	8.52
49	6.44	7.15	9.15	8.84	8.46	10.07	7.09
50	7.36	9.79	9.74	7.71	8.97	8.68	7.29
51	7.91	5.97	7.21	6.21	7.09	8.13	7.47
52	8.49	7.73	9.91	8.24	9.97	6.47	9.03
53	8.13	7.29	9.77	7.43	6.31	7.79	10.07
54	8.35	9.49	6.28	8.04	8.77	8.75	8.03
55	7.52	9.84	9.79	7.03	8.24	5.99	7.65
56	7.75	8.45	8.71	7.17	8.97	7.14	9.22
57	6.04	7.16	6.52	9.95	8.54	9.21	9.66
58	9.04	6.81	10.23	7.59	10.02	8.37	7.05
59	7.86	9.32	8.68	8.45	6.87	7.73	8.89
60	8.07	7.86	9.61	7.35	10.12	7.38	9.15

Sumber : Hasil Survei

Tabel 4.5.

Merek dan Kapasitas *Head Truck* yang dimiliki oleh TPKS

No.	Merek	Unit	Kapasitas (Ton)
1.	Isuzu	3	40
2.	Hino	3	36
3.	Nissan	2	40
4.	Ottawa	10	40
5.	Volvo	8	40

Sumber : TPKS Tanjung Emas 2004

4.2. PENGOLAHAN DATA

4.2.1. PERAMALAN ARUS BARANG

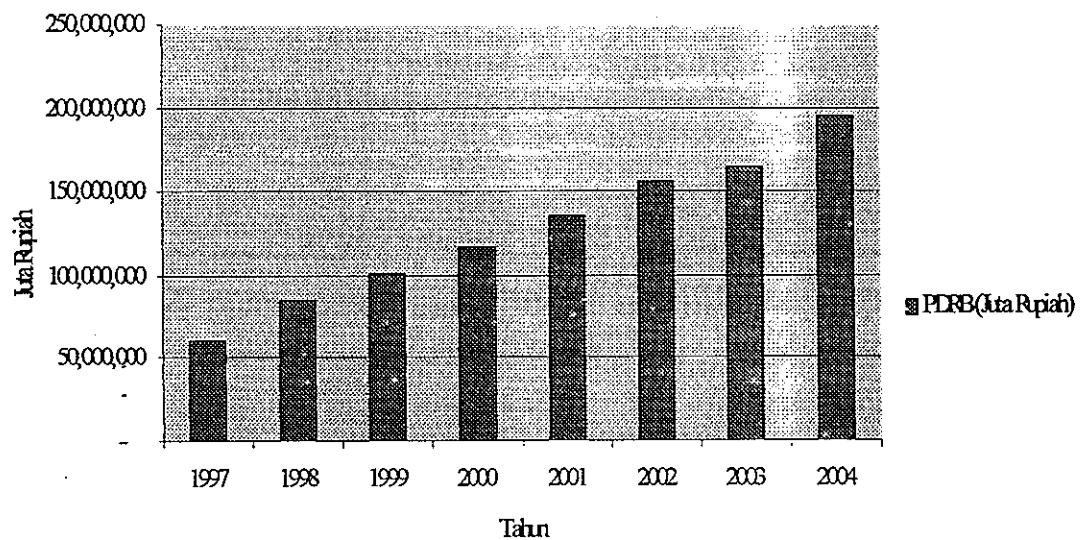
Perkembangan arus ekspor dan impor barang dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi daerah asal, daerah tujuan dan pelayanan transportasi yang menghubungkan daerah asal dan tujuan. Variabel yang umum digunakan sebagai indikator kondisi ekonomi daerah dalam memperkirakan arus barang dari suatu daerah ke daerah yang lain adalah PDRB dan jumlah maupun struktur penduduk. Dalam kaitannya dengan peramalan arus ekspor dan impor barang melalui Pelabuhan Tanjung Emas, maka lingkup daerah yang dimaksud adalah daerah layanan Pelabuhan Tanjung Emas. Mengingat pulau Jawa terdapat tiga pelabuhan penting, yaitu Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Tanjung Emas dan Pelabuhan Tanjung Perak yang secara kebetulan berada pada 3 propinsi yang berbeda secara geografis mewakili atau berfungsi sebagai outlet darat propinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Maka sesuai dengan asumsi tersebut di atas dan berdasarkan pertimbangan praktis, maka untuk keperluan studi ini daerah layanan pelabuhan Tanjung Emas ditetapkan sebatas pada wilayah propinsi Jawa Tengah. Walaupun dalam kenyataannya daerah layanan dari ketiga pelabuhan tersebut di atas tidak terbatas pada atau mengikuti batas-batas administrasi seperti yang disebutkan di atas..

Dalam penelitian ini peramalan arus barang yang ada di Pelabuhan Tanjung Emas didapat dengan menggunakan pendekatan analisa regresi *linier*, dimana PDRB dipilih sebagai variabel bebas dan besar arus barang sebagai variabel terikatnya. Data PDRB dari tahun 1997 – 2004 dapat dilihat pada tabel 4.6. Untuk mendapatkan nilai PDRB pada tahun 2005-2010 dilakukan dengan menggunakan analisa regresi *linier*, dimana tahun sebagai variabel bebas dan PDRB sebagai variabel terikatnya.

Tabel 4.6
Data PDRB Jawa Tengah Tahun 1997-2004
(Dalam Juta Rupiah)

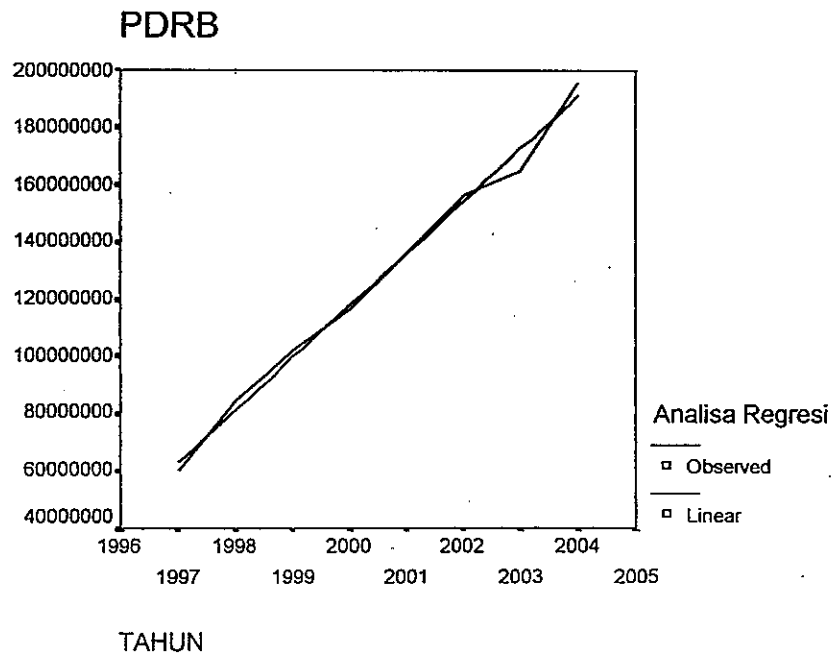
Tahun	PDRB (Juta Rupiah)
1997	60,296,427
1998	84,610,223
1999	101,509,194
2000	116,404,885
2001	136,131,480
2002	156,418,301
2003	164,888,345
2004	195,731,984

Sumber : BPS - Jawa Tengah, th.2004



Gambar 4.1 : Grafik Pertumbuhan PDRB i Jawa Tengah Tahun 1997-2004

Dengan menggunakan bantuan *Software SPSS Ver. 11.5* didapat Gambar 4.2. dan persamaan hasil analisa regresi untuk nilai PDRB sebagai berikut :



Gambar 4.2 : Hasil Analisa *Regresi* untuk Nilai PDRB

$$Y = 18260636.062381 X - 36403403588.0056$$

Keterangan,

Y = PDRB

X = Tahun

Dengan nilai $R^2 = 0.99208$ dan nilai signifikan model (*Significant F*) = 0.000

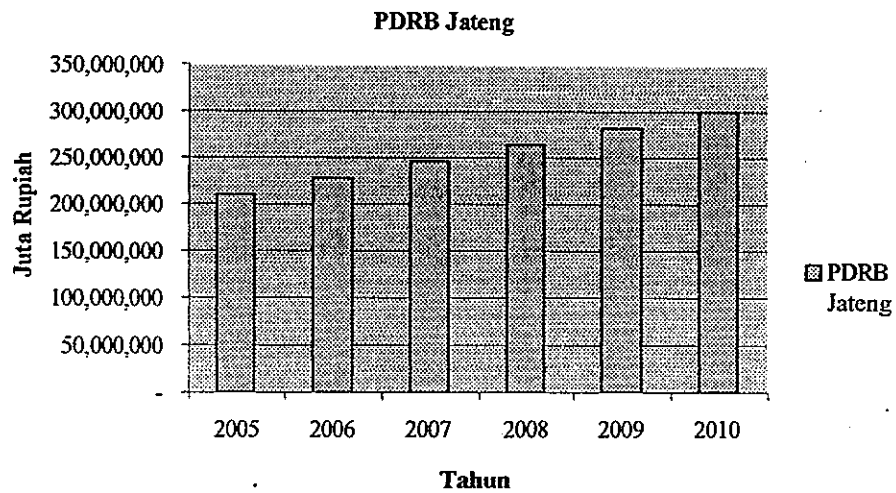
Dari persamaan tersebut diatas maka peramalan PDRB sampai tahun 2010 dapat dihitung, seperti disajikan pada tabel 4.7

Tabel 4.7

Peramalan PDRB Jawa Tengah Tahun 2005 – 2010

Tahun	PDRB (Rp)
2005	209.171.717,07
2006	227.432.353,13
2007	245.692.989,19
2008	263.953.625,26
2009	282.214.261,32
2010	300.474.897,38

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.3 : Grafik Peramalan Pertumbuhan PDRB Jawa Tengah
Tahun 2005 – 2010

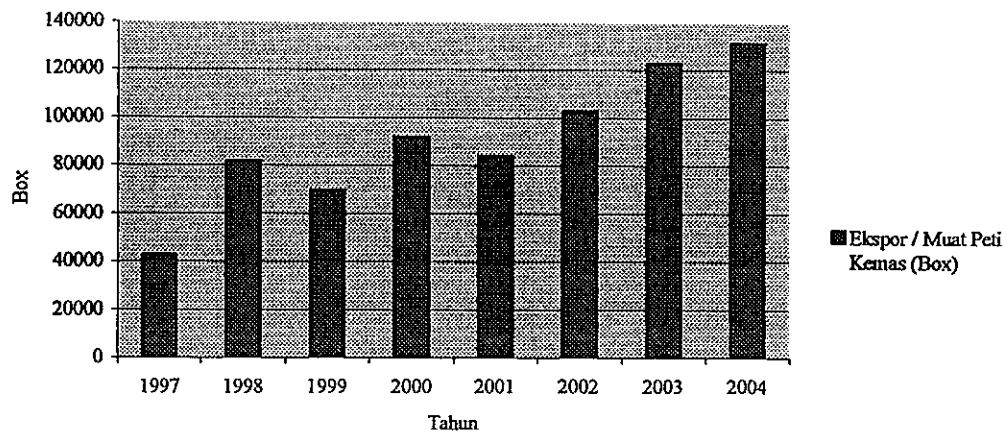
Tabel 4.8

Data Ekspor / Muat *Container* Jawa Tengah Tahun 1997-2004

Tahun	Ekspor / Muat (Box)
1997	42804
1998	81646
1999	69798
2000	92014
2001	84137
2002	102878
2003	123134
2004	131538

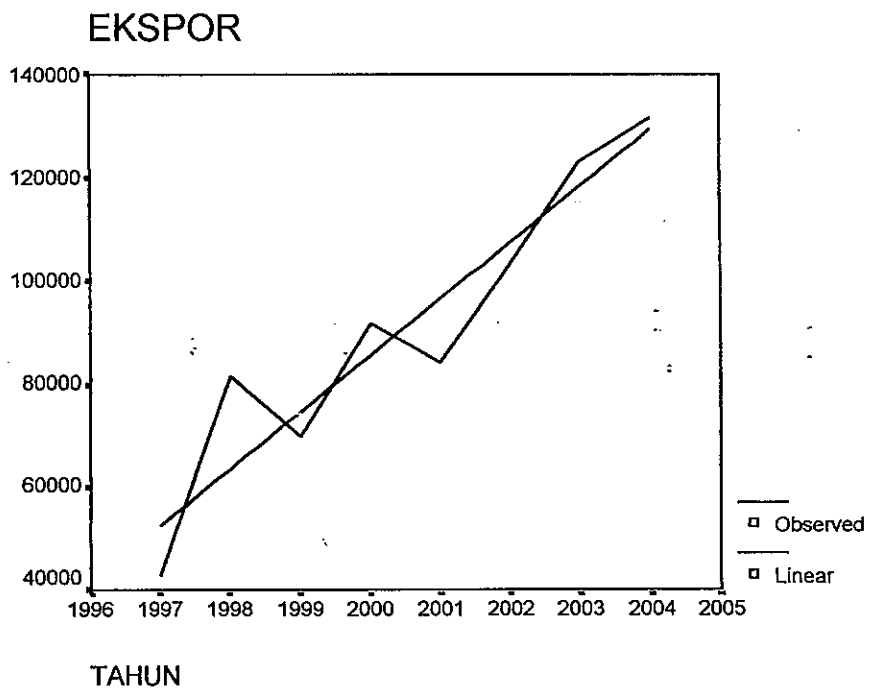
Sumber : TPKS Tanjung Emas, th.2004

Data Ekspor / Arus Muat Propinsi Jateng 1997-2004



Gambar 4.4 : Grafik Pertumbuhan Ekspor / Arus Muat Jawa Tengah
Tahun 1997 -2004

Dengan menggunakan bantuan *Software SPSS Ver. 11.5* didapat Gambar 4.5. dan persamaan hasil analisa regresi untuk nilai Ekspor Jawa Tengah sebagai berikut :



Gambar 4.5 : Hasil Analisa Regresi untuk Ekspor

$$Y = 10951.678571 X - 21817839.357143$$

Keterangan,

Y = Ekspor

X = Tahun

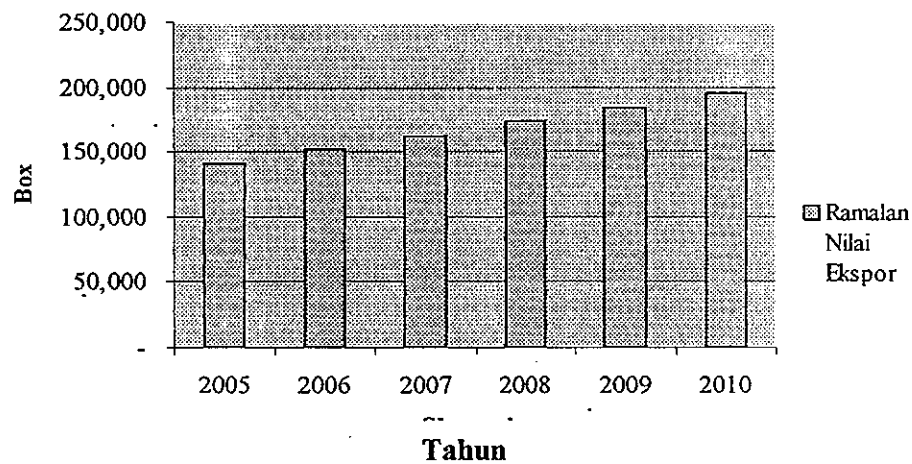
Dengan nilai $R^2 = 0.87990$ dan nilai signifikan model (Significant F) = 0.0006

Dari persamaan tersebut diatas maka peramalan Ekspor Jawa Tengah sampai tahun 2010 dapat dihitung, seperti disajikan pada tabel 4.9

Tabel. 4.9
Ramalan Ekspor/Muat *Container* Tahun 2005 – 2010

Tahun	Ekspor (Box)
2005	140276.1777
2006	151227.8563
2007	162179.5349
2008	173131.2134
2009	184082.8920
2010	195034.5706

Sumber: Hasil Perhitungan



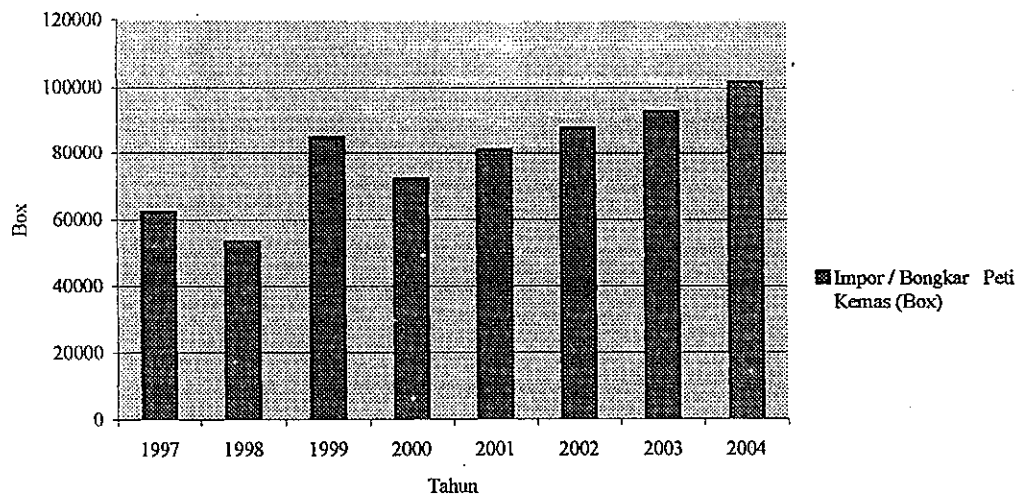
Gambar 4.6 : Grafik Peramalan Ekspor / Arus Muat Jawa Tengah
Tahun 2005-2010

Tabel 4.10
Data Impor / Bongkar *Contaiier* Jawa Tengah Tahun 1997-2004

Tahun	Impor / Bongkar (Box)
1997	62348
1998	53614
1999	85066
2000	72383
2001	81311
2002	87899
2003	93066
2004	101762

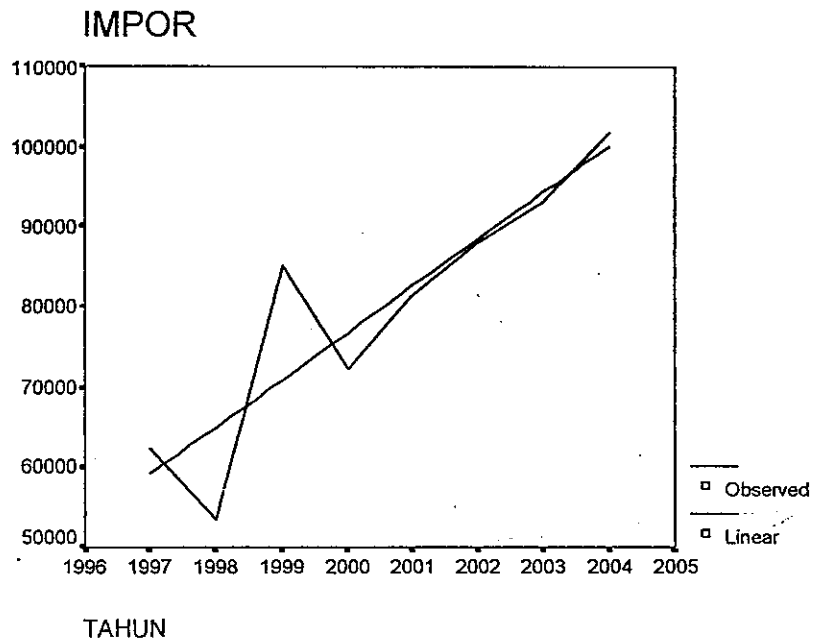
Sumber : TPKS Tanjung Emas, th.2004

Data Impor / Arus Bongkar Propinsi Jateng 1997-2004



Gambar 4.7 : Grafik Pertumbuhan Impor / Arus Bongkar Jawa Tengah
Tahun 1997 – 2004

Dengan menggunakan bantuan *Software SPSS Ver. 11.5* didapat Gambar 4.8. dan persamaan hasil analisa regresi untuk nilai impor di Jawa Tengah sebagai berikut :



Gambar 4.8 : Hasil Analisa Regresi untuk Impor

$$Y = 5840.297619 X - 11603834.261905$$

Keterangan,

Y = Impor

X = Tahun

Dengan nilai $R^2 = 0.79628$ dan nilai signifikan model (Significant F) = 0.0029

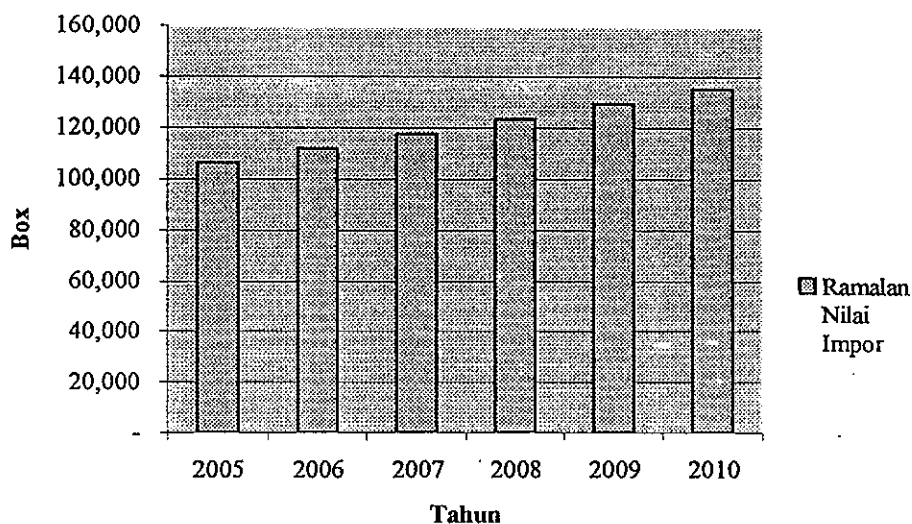
Dari persamaan tersebut diatas maka peramalan Ekspor Jawa Tengah sampai tahun 2010 dapat dihitung, seperti disajikan pada tabel 4.11

Tabel. 4.11.

Ramalan Impor / Bongkar *Container* Tahun 2005 – 2010

Tahun	Impor (Box)
2005	105962.4642
2006	111802.7618
2007	117643.0594
2008	123483.3570
2009	129323.6547
2010	135163.9523

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.9 : Grafik Peramalan Impor / Arus Muat Jawa Tengah Tahun 2005-2010

Dari hasil ramalan laju ekspor dan impor untuk tahun 2005 – 2010, maka dapat diketahui kondisi kedatangan barang setiap harinya atau box / hari, seperti disajikan pada tabel berikut ini.

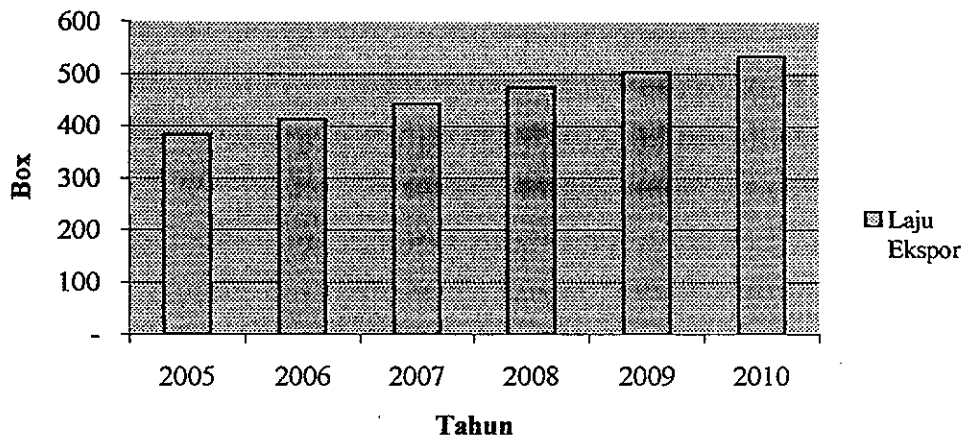
Tabel. 4.12.

Ramalan Laju Bongkar Muat *Container* Tahun 2005 – 2010

Tahun	Muat (Box/hri)	Bongkar (Box/hari)
2005	384	290
2006	414	306
2007	444	322
2008	474	338
2009	504	354
2010	534	370

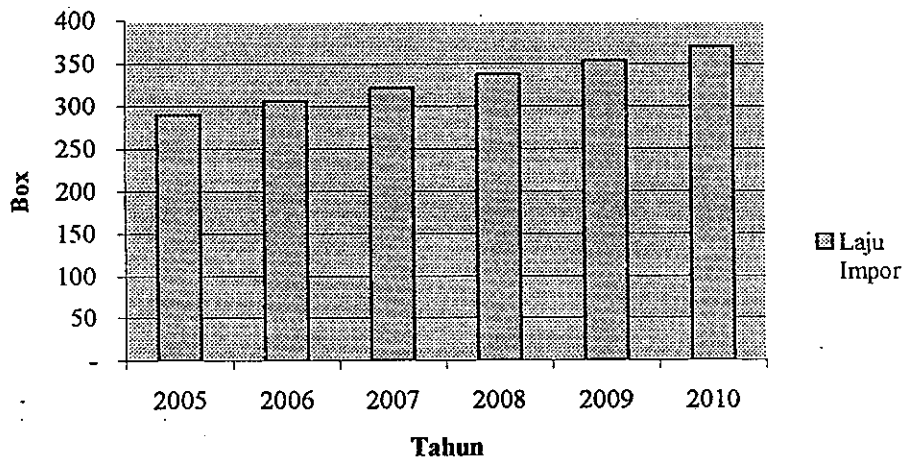
Sumber: Hasil Perhitungan

Ramalan Distribusi Laju Ekspor



Gambar 4.10: Grafik Laju Bongkar / Impor
Tahun 2005 - 2010

Ramalan Distribusi Laju Impor



Gambar 4.11: Grafik Laju Muat / Ekspor
Tahun 2005 - 2010

4.3. UJI DISTRIBUSI

Setelah diambil sampel untuk kebutuhan data yang akan digunakan untuk analisis dengan menggunakan teori antrian, maka data-data sample tersebut akan dilakukan pengujian distribusi. Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik distribusi dari tiap-tiap objek yang dianalisis, dalam hal ini objek-objek tersebut adalah sebagai berikut :

- Distribusi laju kedatangan barang
- Distribusi layanan fasilitas *CC*
- Distribusi layanan fasilitas *HT*
- Distribusi layanan fasilitas *RTG*

Adapun metode pengujian yang digunakan adalah metode *Chi-Square*, yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.3.1. UJI DISTRIBUSI LAJU KEDATANGAN BARANG (*CONTAINER*)

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa laju kedatangan container mempunyai distribusi *poisson*. Berdasarkan hipotesa awal tersebut kemudian kita lakukan pengujian statistik. Adapun proses pengujian statistik ini akan dibantu dengan *software* aplikasi analisis statistik yaitu : *Statistica Ver. 6 for Windows*

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.13.

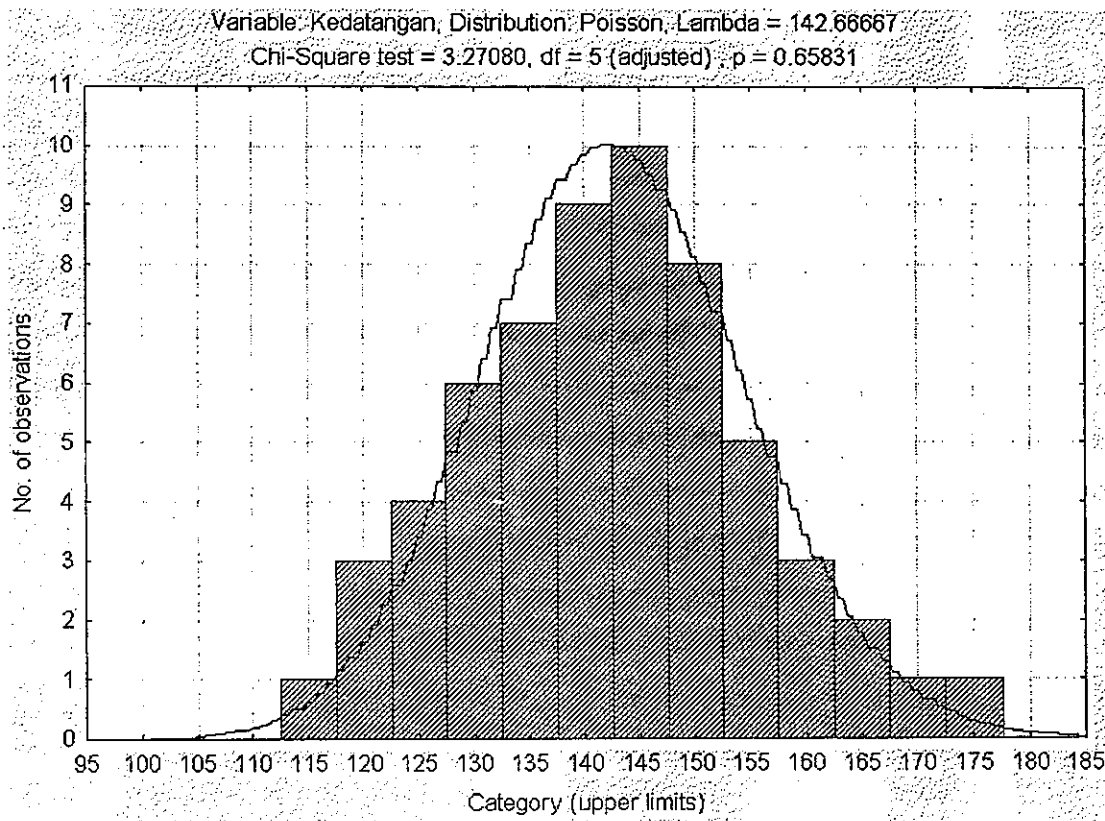
Uji Distribusi Laju Kedatangan *Container*

Variable: Kedatangan, Distribution: Poisson, Lambda = 142. (Uji Distribusi CC) Chi-Square = 3.27080, df = 5 (adjusted) , p = 0.65831									
Category	Observed	Expected	Observed	Expected	Expected frequency	Expected	Expected	Expected	Expected
0	0	0.00000	0.0000	0.0000	0.006092	0.00609	0.01015	0.0102	-0.00609
0	0	0.00000	0.0000	0.0000	0.028612	0.03470	0.04769	0.0578	-0.02861
0	0	0.00000	0.0000	0.0000	0.123130	0.15783	0.20522	0.2631	-0.12313
1	1	1.66667	1.6667	0.422868	0.58070	0.70478	0.9678	0.57713	
3	4	5.00000	6.6667	1.170257	1.75096	1.95043	2.9183	1.82974	
4	8	6.66667	13.3333	2.632971	4.38393	4.38829	7.3065	1.36703	
6	14	10.00000	23.3333	4.855595	9.23952	8.09266	15.3992	1.14441	
7	21	11.66667	35.0000	7.395028	16.63455	12.32505	27.7243	-0.39503	
9	30	15.00000	60.0000	9.366284	26.00084	15.61047	43.3347	-0.36628	
10	40	16.66667	66.6667	9.929764	35.93060	16.54961	59.8843	0.07024	
8	48	13.33333	80.0000	8.864741	44.79534	14.77457	74.6589	-0.86474	
5	53	8.33333	88.3333	6.701965	51.49731	11.16994	85.8288	-1.70197	
3	56	5.00000	93.3333	4.313545	55.81085	7.18924	93.0181	-1.31354	
2	58	3.33333	96.6667	2.375247	58.18610	3.95874	96.9768	-0.37525	
1	59	1.66667	98.3333	1.124201	59.31030	1.87367	98.8505	-0.12420	
1	60	1.66667	100.0000	0.459348	59.76965	0.76558	99.6161	0.54065	
0	60	0.00000	100.0000	0.230353	60.00000	0.38392	100.0000	-0.23035	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel. 4.13. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 3.27$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = 5$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,5} = 11.07$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kedatangan *container* per hari berdistribusi *Poisson* dengan $\lambda = 142 \text{ Box / hari}$, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,5}$.

Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.12 : Grafik Uji Distribusi Kedatangan *Container*

4.3.2. UJI DISTRIBUSI TINGKAT LAYANAN *CONTAINER CRANE*

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa tingkat layanan *container crane* mempunyai distribusi *exponential*, oleh karena itu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software* aplikasi *Statistica Ver. 6*.

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.14.

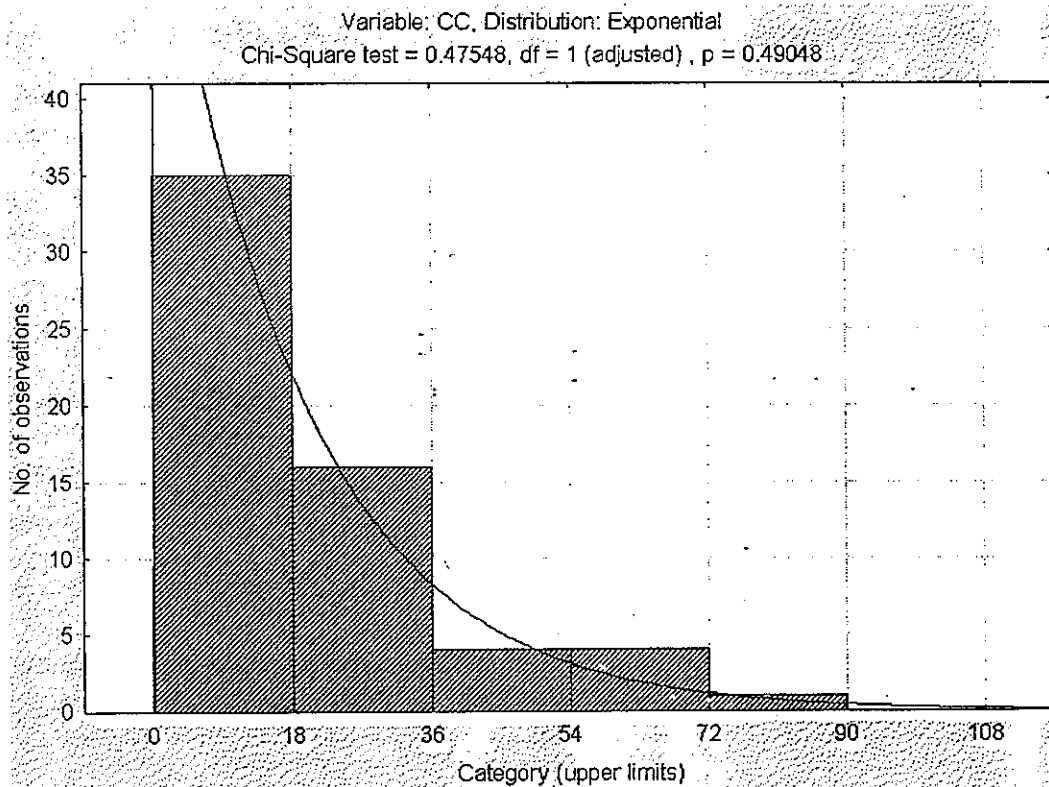
Uji Distribusi Tingkat Layanan *Container Crane*

Variable: CC, Distribution: Exponential (Spreadsheet116) Chi-Square = 0.47548, df = 1 (adjusted) , p = 0.49048									
Upper Boundary	Observed Frequency	Expected Frequency	Observed - Expected	(Observed - Expected) ² / Expected	Expected Cumulative	Observed Cumulative	Expected - Observed	(Expected - Observed) ² / Expected	Expected
18.00000	35	35	58.33333	58.3333	37.51420	37.51420	104.2061	62.5237	-2.51420
36.00000	16	51	26.66667	85.0000	14.05895	51.57314	39.0526	85.9552	1.94105
54.00000	4	55	6.66667	91.6667	5.26878	56.84192	14.6355	94.7365	-1.26878
72.00000	4	59	6.66667	98.3333	1.97455	58.81647	5.4848	98.0274	2.02545
90.00000	1	60	1.66667	100.0000	0.73999	59.55646	2.0555	99.2608	0.26001
108.00000	0	60	0.00000	100.0000	0.44354	60.00000	1.2321	100.0000	-0.44354

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel. 4.14. diperoleh $X^2_{Hitung} = 0.47548$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = 1$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,1} = 3.84$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat layanan *container crane* per hari berdistribusi *exponential* dengan $\mu = 18.491$ Box / jam, karena $X^2_{Hitung} < X^2_{0,05,1}$. Sehingga tingkat layanan *container crane* per hari berdistribusi *Exponential*.

Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.13 : Grafik Uji Distribusi Tingkat Pelayanan *ContainerCrane*

4.3.3. UJI DISTRIBUSI TINGKAT LAYANAN *HEAD TRUCK*

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa tingkat layanan *HT* mempunyai distribusi *exponential*, oleh karena itu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software aplikasi Statistica Ver. 6*.

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.15.

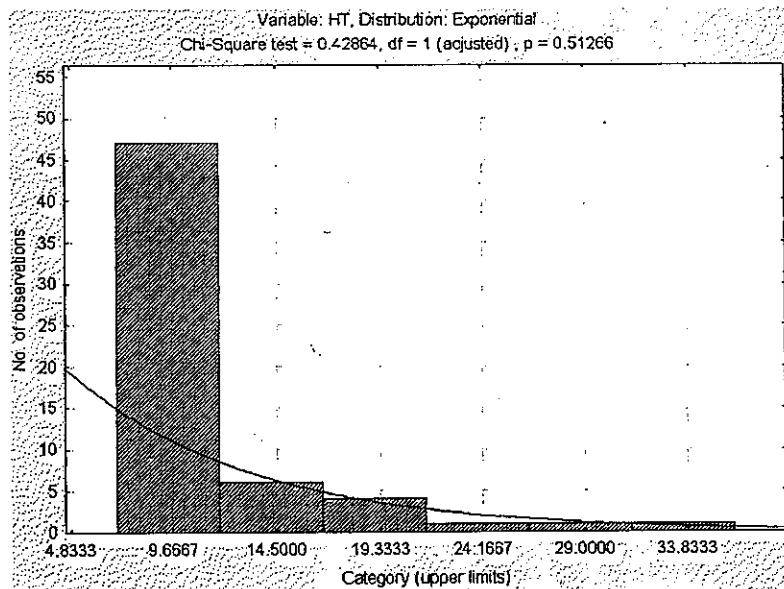
Uji Distribusi Tingkat Layanan *Head Truck*

Variable: HT, Distribution: Exponential (Uji Distribusi CC) Chi-Square = 0.42864, df = 1 (adjusted) , p = 0.51266									
Upper Boundary	Observed Frequency	Expected Frequency	Chi-Square	Chi-Square	Chi-Square	Chi-Square	Chi-Square	Chi-Square	Chi-Square
4.8333	47	47	78.33333	78.3333	44.91208	44.91208	124.7558	74.8535	2.08792
9.6667	6	53	10.00000	88.33333	6.50264	51.41472	18.0629	85.6912	-0.50264
14.5000	4	57	6.66667	95.00000	3.70011	55.11484	10.2781	91.8581	0.29989
19.3333	1	58	1.66667	96.6667	2.10542	57.22026	5.8484	95.3671	-1.10542
24.1667	1	59	1.66667	98.33333	1.19802	58.41828	3.3278	97.3638	-0.19802
29.0000	1	60	1.66667	100.0000	1.58172	60.00000	4.3937	100.0000	-0.58172

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel. 4.15. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 0.42864$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = 1$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,1} = 3.84$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat layanan *Head Truck* per hari berdistribusi *exponential* dengan $\mu = 8.572$ *Box / jam*, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,1}$.

Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.15 : Grafik Uji Distribusi Tingkat Pelayanan *Head Truck*

4.3.4. UJI DISTRIBUSI TINGKAT LAYANAN *RUBBER TYRED GANTRY*

Dalam pengujian distribusi ini, hipotesa awal menyatakan bahwa tingkat layanan *Rubber Tyred Gantry* mempunyai distribusi *exponential*, oleh karena itu dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan *software aplikasi Statistica Ver. 6*.

Dari hasil *running software* tersebut didapat tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.16.

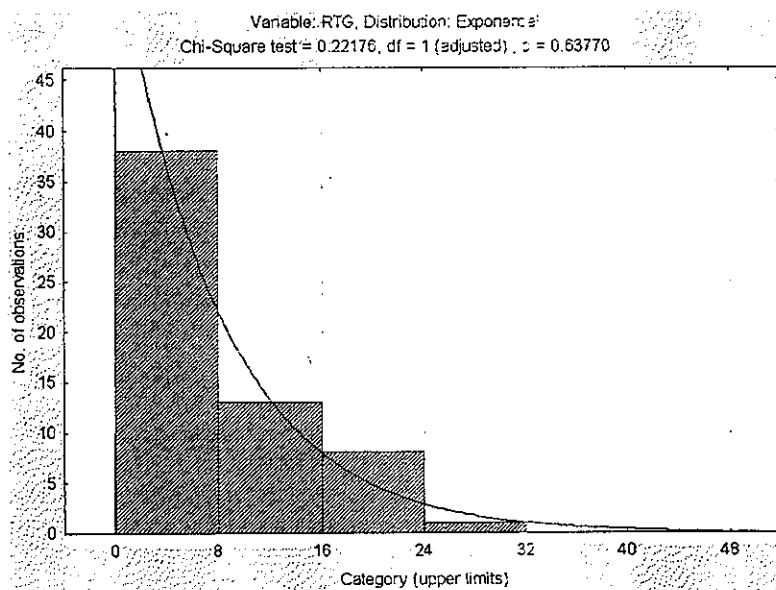
Uji Distribusi Tingkat Layanan *Rubber Tyred Gantry*

Variable: RTG, Distribution: Exponential (Uji Distribusi CC) Chi-Square = 0.22176, df = 1 (adjusted), p = 0.63770									
Upper Boundary	Observed Frequency	Expected Frequency	Chi-Square	df	Expected	Chi-Square	df	Expected	Chi-Square
0	38	38	63.33333	63.33333	38.29034	38.29034	106.3620	63.8172	-0.290336
8	13	51	21.66667	85.0000	13.85451	52.14484	38.4847	86.9081	-0.854506
16	8	59	13.33333	98.33333	5.01294	57.15779	13.9248	95.2630	2.987056
24	1	60	1.66667	100.0000	1.81382	58.97161	5.0384	98.2860	-0.813822
32	0	60	0.00000	100.0000	0.65629	59.62790	1.8230	99.3798	-0.656291
48	0	60	0.00000	100.0000	0.37210	60.00000	1.0336	100.0000	-0.372101

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.16. diperoleh $X^2_{\text{Hitung}} = 0.22176$ dengan $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $v = 1$ dari tabel nilai kritis *Chi-Square* diperoleh $X^2_{0,05,1} = 3.84$, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat layanan *Rubber Tired Gantry* per hari berdistribusi *exponential* dengan $\mu = 8.098$ Box / jam, karena $X^2_{\text{Hitung}} < X^2_{0,05,1}$.

Grafik uji distribusi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.16 : Grafik Uji Distribusi Tingkat Pelayanan *Rubber Tyred Gantry*

4.4. PERHITUNGAN BIAYA TUNGGU DI PELABUHAN

4.4.1. BIAYA TUNGGU BARANG

Biaya tunggu barang di pelabuhan didekati dengan biaya barang, yaitu biaya modal yang tertanam dalam barang tersebut:

$$BM = (NB * I) / 365$$

Keterangan;

BM = biaya tunggu container

NB = nilai barang

I = tingkat suku bunga

Nilai barang peti kemas didekati oleh nilai rata-rata barang ekspor dan impor di pelabuhan Tanjung Emas tahun 2004. Dengan menggunakan data tabel 4.12. tampak nilai barang ekspor dan impor pada tahun 2004 sebesar 1.123.563,828 (ribu US\$) untuk nilai ekspor dan 817678,1 (ribu US\$) untuk nilai impor.

Tabel 4.17.
Data arus ekspor import Tahun 2000 – 2004
Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang

No	Tahun	Jumlah Ekspor	Nilai Ekspor	Jumlah Impor	Nilai Impor
		(ton/m3)	(ribu US\$)	(ton/m3)	(ribu US\$)
1	2000	875887	656.922,7501	1122779	74.2084,3
2	2001	962747	722.068,4939	1117876	73.8843,7
3	2002	1025121	768.849,528	1382477	91.3727,8
4	2003	1393663	1.045.259,184	1270480	83.9705,1
5	2004	1498068	1.123.563,828	1237153	81.7678,1

Sumber : PT. Pelindo III, th. 2004

Dengan menggunakan kurs sebesar Rp. 9500,- per 1 US \$, dan tingkat suku bunga 15%/tahun, maka didapat nilai barang peti kemas sebagai berikut:

a. Nilai barang ekspor = $(1.123.563.828, - * 9500) / 1498068 = \text{Rp. } 7.125.081,349$

b. Nilai barang impor = $(817.678.100, - * 9500) / 1237153 = \text{Rp. } 6.278.885,433$

Dari data di pelabuhan rata-rata perbandingan barang yang dibongkar dan dimuat untuk peti kemas adalah 0,56 dan 0,44, maka nilai rata-rata barang yang dibongkar dan muat yang masuk gudang adalah:

$$(0,56 * \text{Rp. } 6.278.885,43) + (0,44 * \text{Rp. } 7.125.081,35) = \text{Rp. } 6.651.211,64/\text{ton}$$

Jadi biaya modal yang tertanam di dalam barang sebagai biaya tunggu *container* adalah sebagai berikut:

$$BM = (\text{Rp. } 6.651.211,64 * 15 \%) / 365 = \text{Rp. } 2733,375/\text{ton/hari}$$

4.4.2. BIAYA TUNGGU CONTAINER

Biaya tunggu barang di pelabuhan didekati dengan biaya barang, yaitu biaya modal yang tertanam dalam barang tersebut:

$$BM = (NB * I) / 365$$

Keterangan;

BM = biaya tunggu container

NB = nilai container

I = tingkat suku bunga

Dengan rata-rata muatan *container* = 17,6621 ton/box, dan nilai barang sebesar Rp.6.651.211,64 maka diperoleh nilai container (NB) sebesar Rp.117.474.365,03 /box.

Jadi biaya modal yang tertanam di dalam barang sebagai biaya tunggu *container* adalah sebagai berikut:

$$BM = (\text{Rp. } 117.474.365,03 * 15 \%) / 365 = \text{Rp. } 48.277,136 /\text{box/hari}$$

4.4.3. BIAYA PELAYANAN

Biaya pelayanan adalah biaya yang dikeluarkan oleh pengelola pelabuhan dalam hal ini PT Pelabuhan Tanjung Emas Semarang untuk menangani barang/peti kemas selama di pelabuhan. Besarnya biaya pelayanan ini sangat tergantung dari banyaknya fasilitas dan pelayanan yang dipakai untuk pelayanan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa biaya pelayanan adalah biaya penyediaan fasilitas dan peralatan untuk penanganan barang di pelabuhan. Adapun perhitungan biaya pelayanan fasilitas dan peralatan adalah sebagai berikut :

1. Biaya penyediaan *Container Crane*

- a. Harga *container crane* sebesar = Rp. 39.187.500.000,- / unit dengan harga kurs Rp 9.500,- tiap 1 USD.
- b. Penyusutan (dengan metode garis lurus), dimana nilai sisa akhir diasumsikan = 0 dan umur *container crane* adalah 20 tahun, maka biaya penyusutan

pertahun = Rp. 39.187.500.000,- / 20 = Rp 1.959.375.000,- / *container crane* / tahun.

- c. Biaya operasi dan perawatan / tahun = 3% x Rp. 39.187.500.000,- = Rp.1.175.625.000,- / *container crane* / tahun.
- d. Total biaya tahunan = Rp 1.959.375.000,- + Rp. 1.175.625.000,- = Rp.3.135.000.000,-/*container crane* / tahun.
- e. Biaya harian = Rp. 3.135.000.000,-/365 = Rp. 8.589.041,096 / *container crane* / hari.
- f. Dari laju layanan CC sebesar = 3.245 menit/box, maka didapat jumlah container yang dilayani dalam satu hari sebesar 425 *box*, sehingga didapat tarif layanan sebesar Rp. 20.196,69 / Box

2. Biaya penyediaan *Head Truck*

- a. Harga *head truck* sebesar = Rp. 1.187.500.000,-/ unit dengan harga kurs Rp 9.500,- tiap 1 USD.
- b. Penyusutan (dengan metode garis lurus), dimana nilai sisa akhir diasumsikan = 0 dan umur *head truck* adalah 10 tahun, maka biaya penyusutan pertahun = Rp. 1.187.500.000,- / 10 = Rp. 118.750.000,- / *head truck* / tahun.
- c. Biaya operasi dan perawatan / tahun = 3% x Rp. 1.187.500.000,- = Rp.35.625.000,- / *head truck* / tahun.
- d. Total biaya tahunan = Rp. 118.750.000,- + Rp. 35.625.000,- = Rp.154.375.000,- / *head truck* / tahun.
- e. Biaya harian = Rp. 154.375.000,- / 365 = Rp. 422.945,205 / *head truck* / hari.
- f. Dari laju layanan HT sebesar = 6.999 menit/box, maka didapat jumlah container yang dilayani dalam satu hari sebesar 197 *box*, sehingga didapat tarif layanan sebesar Rp. 2.145,068/ Box

3. Biaya penyediaan *Rubber Tyred Gantry*

- a. Harga *rubber tyred gantry* sebesar = Rp. 11.162.500.000,-/ unit dengan harga kurs Rp 9.500,- tiap 1 USD.
- b. Penyusutan (dengan metode garis lurus), dimana nilai sisa akhir diasumsikan = 0 dan umur *rubber tyred gantry* adalah 20 tahun, maka biaya penyusutan

pertahun = Rp. 11.162.500.000,- / 20 = Rp. 558.125.000,- / *rubber tyred gantry* / tahun.

- c. Biaya operasi dan perawatan / tahun = 3% x Rp. 11.162.500.000,- = Rp.334.875.000,- / *rubber tyred gantry* / tahun.
- d. Total biaya tahunan = Rp. 558.125.000,- + Rp. 334.875.000,- = Rp.893.000.000,- / *rubber tyred gantry* / tahun.
- e. Biaya harian = Rp. 893.000.000,- / 365 = Rp. 2.446.575,342 / *rubber tyred gantry* / hari.
- f. Dari laju layanan RTG sebesar = 7.988 menit/box, maka didapat jumlah container yang dilayani dalam satu hari sebesar 186 box, sehingga didapat tarif layanan sebesar Rp. 13.135,27/ Box

Dari perhitungan di atas dapat dilihat biaya pelayanan untuk masing-masing alat, yaitu: biaya pelayanan *Container Crane (CC)*, biaya pelayanan *Head Truck (HT)*, dan biaya pelayanan *Rubber Tyred Gantry (RTG)* didapat:

1. Biaya pelayanan *CC* = Rp. 8.589.041,096 / *container crane* / hari.
2. Biaya pelayanan *HT* = Rp. 422.945,205 / *head truck* / hari
3. Biaya pelayanan *RTG* = Rp. 2.446.575,342 / *rubber tyred gantry* / hari

Tabel 4.19.

Total Biaya Per Box Pada Aktivitas Bongkar Muat

No	Jenis Pelayanan	Besar Biaya Pelayanan [Rp/Box/Peralatan]
1	<i>Container Crane</i>	Rp. 20.196,69 / Box
2	<i>Head Truck</i>	Rp. 2.145,068/ Box
3	<i>Rubber Tyred Gantry</i>	Rp. 13.135,27/ Box
4	Biaya Tunggu Box	Rp. 89,97 / Box
	Total Biaya Pelayanan	Rp. 35.566,998/ Box
	Tarif yang berlaku	USD 81 / Box ~ Rp. 769.500,- / Box

Sumber :Hasil Perhitungan

4.5. SIMULASI SISTEM PELAYANAN PELABUHAN

Pada bab pendahuluan telah disebutkan bahwa penelitian ini menggunakan simulasi sebagai alat untuk mengkaji kinerja sistem bongkar muat pada Terminal Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Hal ini dilakukan karena metode simulasi memiliki keunggulan dalam memodelkan sebuah sistem bila dibandingkan metode analitis (teori antrian), dimana kejadian-kejadian diskrit yang ada tidak dapat dimodelkan dengan metode tersebut.

Pada simulasi ini, model dibuat untuk mendiskripsikan sistem bongkar dan muat peti kemas pada pelabuhan tanjung emas secara simultan. Sehingga interferensi antar aktivitas bongkar dan muat dapat diamati pada model simulasi tersebut. Oleh karena itu perubahan pada tiap entiti dalam simulasi dapat mempengaruhi kinerja aktivitas bongkar dan muat.

Berdasarkan hasil uji distribusi dari data-data yang telah diambil di lapangan, maka dalam membuat model simulasi, karakteristik tiap-tiap fasilitas pelabuhan dimodelkan dengan menggunakan data-data layanan , Tabel 4.20. sebagai berikut:

Tabel 4.20.

Data Waktu Pelayanan Peti Kemas

Variabel	Mean [menit/box]	Std. Dev	Distribusi
<i>Container Crane</i>	3.245	3.59	<i>Exponential</i>
<i>Head Truck</i>	6.999	10.41	<i>Exponential</i>
<i>Rubber Tyre Gantry</i>	7.409	10.44	<i>Exponential</i>

Sumber: Hasil Perhitungan

Sedangkan untuk data waktu antar kedatangan pada aktivitas bongkar dan muat digunakan data ramalan laju bongkar muat container tahun 2005-2010 (box/hari), tabel 4.12. Konversi dilakukan pada laju kedatangan dengan cara merubah satuan, dari box/hari menjadi menit/box. Pada tahap berikutnya uji statistik dilakukan laju kedatangan dan didapat karakteristik waktu antar kedatangan, Tabel 4.21

Tabel. 4.21.

Data Waktu Antar Kedatangan Bongkar Muat 2005-2010

Tahun	Ekspor/Muat (menit/box)	Impor/Box (menit/box)
2005	3.747	4.960
2006	3.476	4.701
2007	3.241	4.468
2008	3.036	4.256
2009	2.855	4.064
2010	2.695	3.889

Sumber: Hasil Perhitungan

4.6. HASIL *RUNNING* SIMULASI.

Untuk mendapatkan hasil analisis simulasi, model yang telah dikembangkan dijalankan (*running*) pada tiap-tiap tahun kondisi. Kondisi yang dibuat divariasikan berdasarkan pada kondisi laju kedatangan barang yang mengalami perubahan pada tiap tahunnya. Sehingga didapatkan kinerja dari tiap-tiap peralatan dan kinerja dari sebuah sistem bongkar muat yang terintegrasi antar tiap peralatan yang ada. Adapun input yang akan dijalankan adalah tahun 2005 sampai 2010 sebagai berikut:

Tabel. 4.22.

Input Laju Bongkar Muat Pada Model Simulasi

Tahun	Laju Bongkar	Laju Muat
	(Menit/Box)	(Menit/Box)
2005	4.960	3.747
2006	4.701	3.476
2007	4.468	3.241
2008	4.256	3.036
2009	4.064	2.855
2010	3.889	2.695

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan memasukkan data-data tiap tahunnya dari percobaan simulasi pada model yang dikembangkan dengan menggunakan *Software Simul8 Ver.6.0*, maka diperoleh tingkat utilisasi fasilitas dan peralatan bongkar muat pada tabel. 4.23 dan 4.24. sebagai berikut:

Tabel 4.23.

Hasil Simulasi Utilitas Fasilitas Bongkar Muat

Tahun	Utilitas [%]		
	CC	HT	RTG
2005	35.146	18.254	43.532
2006	38.149	19.831	47.291
2007	38.324	20.179	50.370
2008	41.484	22.038	53.214
2009	43.922	23.233	57.461
2010	46.168	26.438	58.824

Sumber: Hasil *Running* Simulasi

Tabel 4.24.

Data Hasil Simulasi Kinerja Bongkar/Muat Peti Kemas

Tahun	Kinerja Pelabuhan									
	Waktu Dalam Sistem		Berthing Time [Jam]	Total Biaya Tunggu	Waktu Tunggu CC		Waktu Tunggu HT		Waktu Tunggu RTG	
	Bongkar	Muat			Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat
2005	17.780	20.330	13.214	104445.950	0.995	1.318	0.000	0.000	1.330	1.565
2006	17.860	20.450	13.942	167482.350	1.128	1.396	0.000	0.000	1.342	1.668
2007	17.900	20.600	14.669	231021.700	1.215	1.429	0.000	0.000	1.515	1.675
2008	17.940	20.700	15.400	337479.450	1.241	1.495	0.000	0.000	1.547	1.695
2009	18.020	20.790	16.127	427675.150	1.276	1.560	0.000	0.000	2.215	2.278
2010	18.170	20.910	16.853	622484.450	1.296	1.603	0.000	0.000	2.617	2.886

Sumber: Hasil *Running* Simulasi

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil *running* simulasi yang menunjukkan kinerja fasilitas pada tiap-tiap skenario, sehingga dapat digunakan sebagai rekomendasi pada pengembangan terminal peti kemas di masa mendatang. Adapun fasilitas yang dikaji meliputi :

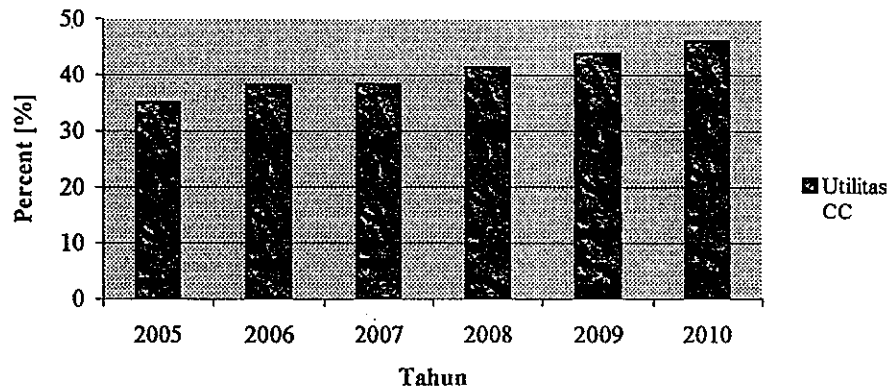
1. Fasilitas *Container Crane (CC)*
2. Fasilitas *Head Truck (HT)*
3. Fasilitas *Rubber Tyred Gantry (RTG)*.

Hasil tersebut didapat dari proses *running* model simulasi yang melibatkan 3000 buah entiti *Work Item*. Dengan *warm up period* yang diambil sejumlah 2500 buah entiti *Work Item*. Melalui jumlah entiti *warm up period* tersebut model simulasi yang dibuat lebih mendekati kondisi riil sistem bongkar muat yang sesungguhnya. Periode waktu yang dijalankan dalam simulasi ini adalah 23 jam dalam sehari, 7 hari dalam seminggu. Pada kurun waktu tersebut model berjalan selama 3 hari 14 jam 20 menit.

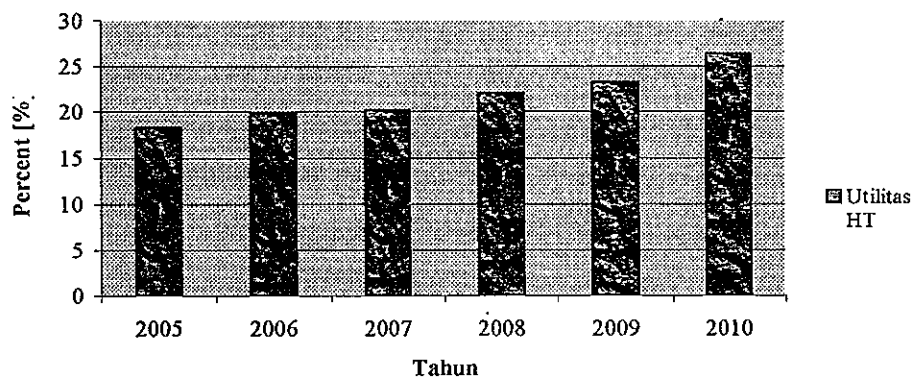
5.1. UTILITAS PERALATAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS

Utilitas adalah salah satu indikator kinerja sebuah peralatan ataupun fasilitas. Berdasarkan hasil *running* simulasi, utilitas dari masing-masing peralatan bongkar muat mengalami peningkatan. Hal ini seiring dengan karakteristik dari skenario, bahwa laju kedatangan barang mengalami peningkatan tiap tahunnya. Bila dilihat pada skenario 1 (satu) yaitu tahun 2005 dengan kondisi distribusi merata utilitas tiap-tiap peralatan bongkar muat memiliki nilai terendah. Ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut tingkat kebutuhan akan peralatan lebih kecil bila dibanding dengan skenario berikutnya.

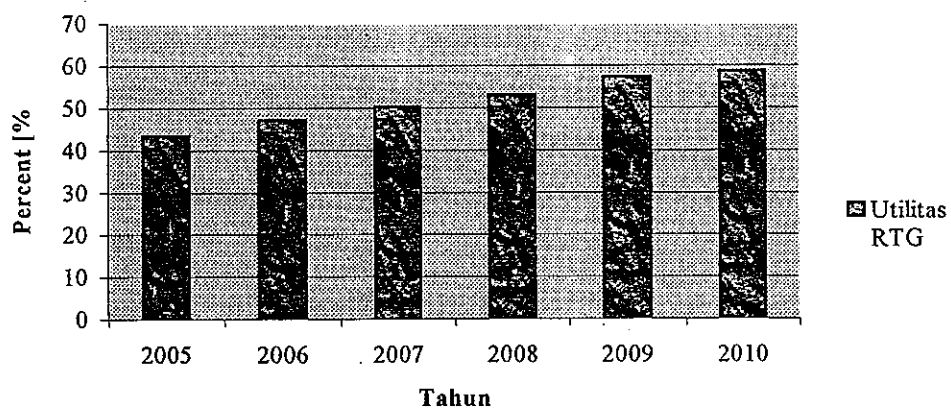
Peningkatan utilitas yang dialami peralatan bongkar muat tidak selalu memberikan rekomendasi penambahan jumlah dari peralatan tersebut. Sebagai contoh, pada peralatan *head truck* meskipun terdapat peningkatan nilai utilitas, akan tetapi pada tahun 2010 nilai utilitas peralatan tersebut masih sangat memadai untuk memberikan layanan yang memuaskan yaitu, sebesar 26.438%, nilai tersebut masih di bawah nilai utilisasi tahun 2005 untuk fasilitas *container crane* dan *rubber tyred gantry*. Untuk melihat laju peningkatan utilitas dari tiap-tiap peralatan bongkar muat dapat dilihat pada gambar 5.1. – gambar 5.3.



Gambar 5.1: Grafik Peningkatan Utilitas Peralatan *Container Crane*



Gambar 5.2: Grafik Peningkatan Utilitas Peralatan *Head Truck*



Gambar 5.3 : Grafik Peningkatan Utilitas Peralatan *Rubber Tyred Gantry*

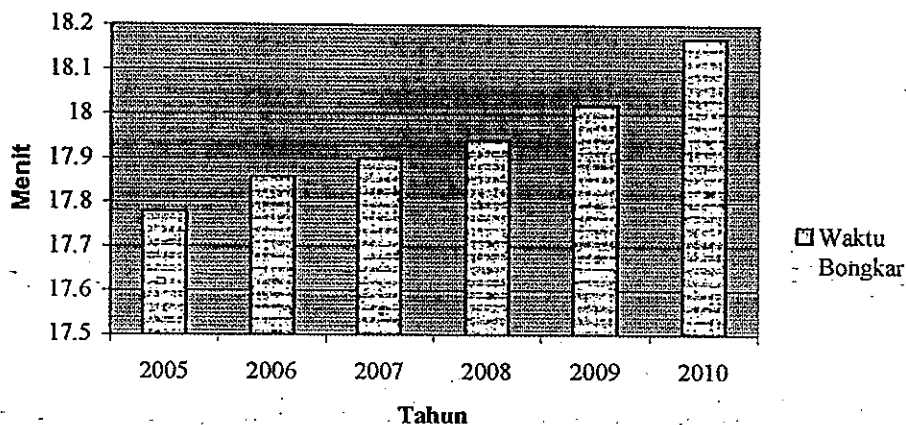
Melihat kondisi diatas kapasitas peralatan yang dimiliki oleh terminal peti kemas Tanjung Emas Semarang masih mampu digunakan sampai pada tahun 2010. Akan tetapi untuk memberikan layanan yang memuaskan bagi para pengguna terminal peti kemas, peralatan *container crane* dan *rubber tyred gantry* perlu ditambah. Sedangkan untuk peralatan *head truck* cenderung *over supply*, hal ini ditunjukkan dari nilai utilitas yang cukup rendah, bahkan pada tahun 2010. Langkah tepat untuk mengatasi kasus tersebut, yaitu membatasi jumlah *head truck* yang terlibat dalam sistem bongkar muat. Sehingga untuk mendapatkan kondisi optimal pelabuhan harus mengurangi jumlah *head truck* dari 16 menjadi 8 buah.

5.2. WAKTU DALAM SISTEM BONGKAR MUAT PETI KEMAS

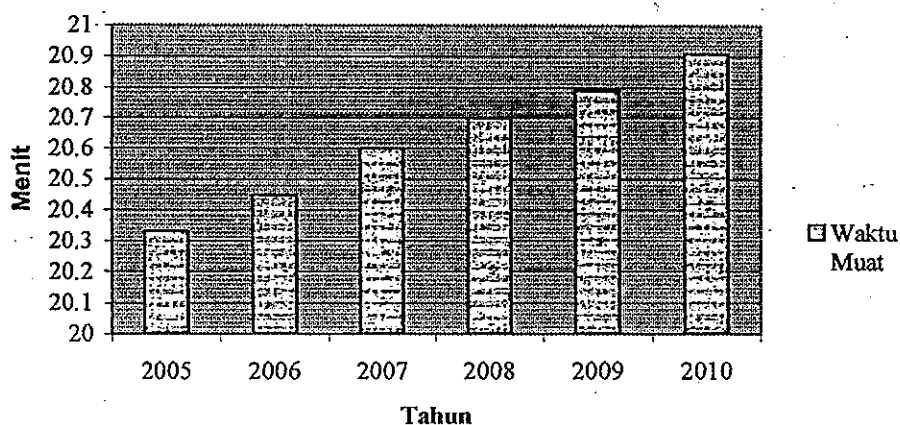
Waktu dalam sistem menunjukkan lamanya peti kemas diproses oleh sebuah sistem layanan bongkar muat. Pada indikator ini, hasil simulasi juga menunjukkan adanya peningkatan lamanya proses penanganan peti kemas pada sistem tersebut. Peningkatan ini disebabkan karena meningkatnya jumlah peti kemas yang harus dilayani tiap tahunnya. Sumber daya peralatan bongkar muat yang tidak ditambah, menyebabkan satu buah peti kemas harus berbagi dengan peti kemas lainnya yang jumlahnya lebih banyak dari sebelumnya. Dan hal ini terjadi pada kedua buah aliran sistem yaitu arus bongkar dan arus muat.

Pada arus bongkar, peningkatan waktu dalam sistem terjadi pada tiap tahunnya. Pertambahan waktu dalam sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 5.4. Bila melihat nilai peningkatan utilitas pada peralatan pada sub bab sebelumnya, berkurangnya layanan peralatan *Container Crane* dan *Rubber Tyred Gantry* inilah yang menyebabkan waktu dalam sistem meningkat.

Tidak jauh berbeda dengan arus bongkar, pada arus muat juga terjadi peningkatan tiap tahunnya, gambar 5.5. Dengan meningkatnya kedua arus tersebut beban dari sistem akan meningkat, sehingga respon menunjukkan dengan adanya peningkatan waktu dalam sistem. Untuk mengatasi hal tersebut terminal peti kemas harus menambah peralatannya, khususnya peralatan *Container Crane* dan *Rubber Tyred Gantry*. Untuk peralatan *Head Truck* terminal peti kemas telah memiliki jumlah yang cukup banyak, sehingga tidak perlu di tambah. Meningkatnya waktu dalam sistem ini menunjukkan pula adanya peningkatan waktu tunggu barang di tiap-tiap *buffer* yang disediakan.



Gambar 5.4 : Grafik Peningkatan Waktu Dalam Sistem Aktivitas Bongkar



Gambar 5.5 : Grafik Peningkatan Waktu Dalam Sistem Aktivitas Muat

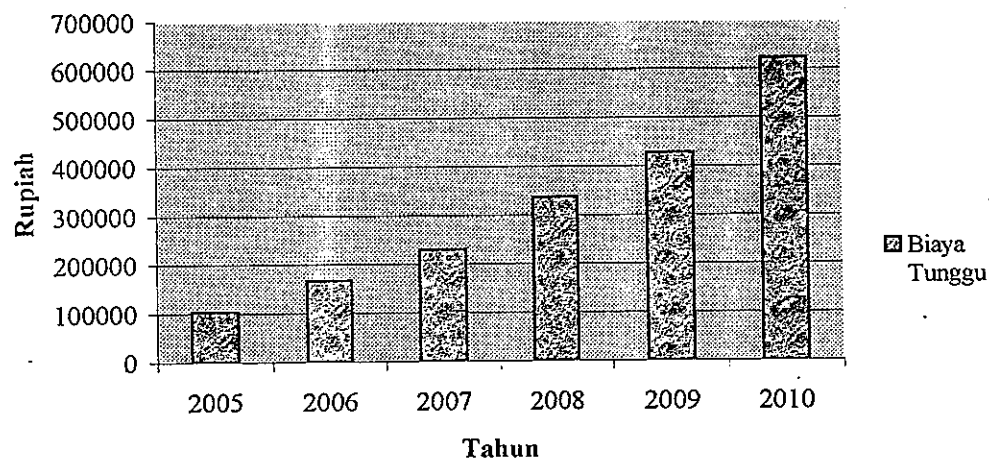
5.3. TOTAL BIAYA TUNGGU DAN WAKTU TUNGGU BARANG / PETI KEMAS

Indikator terakhir yang dikaji untuk menunjukkan kinerja sistem bongkar muat peti kemas di pelabuhan Tanjung Emas Semarang adalah Total Biaya Tunggu dan Waktu Tunggu Barang. Total Biaya Tunggu adalah jumlah keseluruhan dari biaya tunggu peti kemas untuk mendapatkan layanan (antri). Berdasarkan perhitungan pada sub bab sebelumnya biaya tunggu barang sebesar Rp. 43.185,58 /box/hari dimana bila dikonversi dalam satuan menit menjadi Rp. 29.99,- / box / menit. Bila sebuah peti

kemas menunggu di *buffer area* tiap menitnya secara otomatis dikenakan biaya tunggu tersebut. Oleh karena itu besar biaya tunggu ini sangat berhubungan erat dengan waktu tunggu barang.

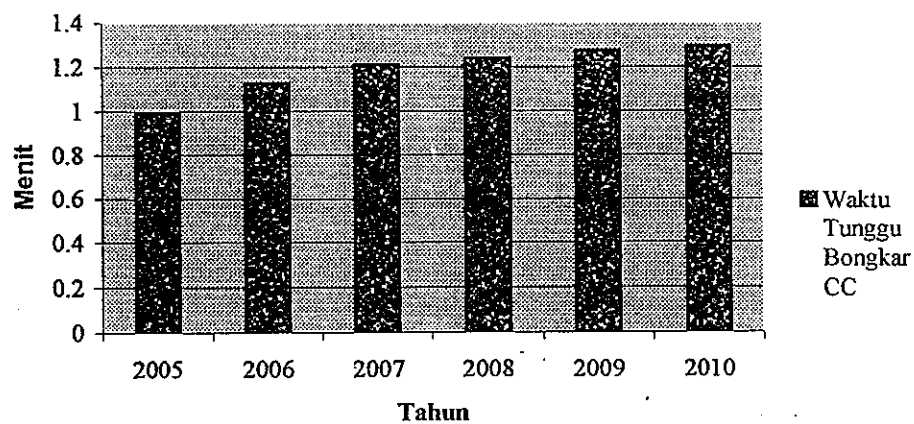
Semakin tinggi waktu tunggu peti kemas, maka semakin tinggi pula total biaya tunggu peti kemas. Hal ini dapat merugikan dari sisi pengguna bila tidak segera diantisipasi. Untuk mengatasinya salah satunya dengan menambah jumlah fasilitas atau dengan meningkatkan efisiensi dari tiap-tiap peralatan yang ada. Prioritas penambahan fasilitas ataupun peningkatan efisiensi dari peralatan dapat kita lihat dari lamanya waktu tunggu di tiap-tiap antrian peralatan.

Pada hasil simulasi peningkatan total biaya tunggu dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2010 mencapai 5,96 kali. Peningkatan biaya ini terlihat cukup agresif bila terjadi perubahan pada laju kedatangan barang. Karakteristik tersebut dapat dilihat pada gambar 5.6. Ini menunjukkan bahwa laju kedatangan barang sensitif terhadap perubahan total biaya tunggu barang.

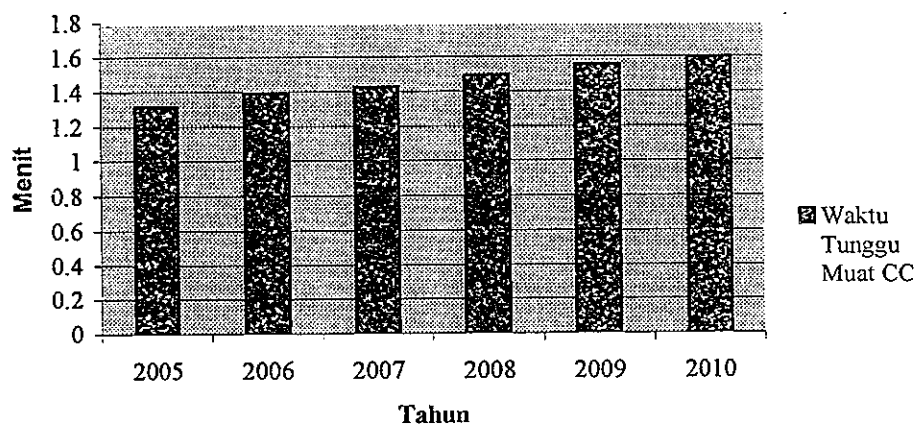


Gambar 5.6 : Grafik Peningkatan Total Biaya Tunggu

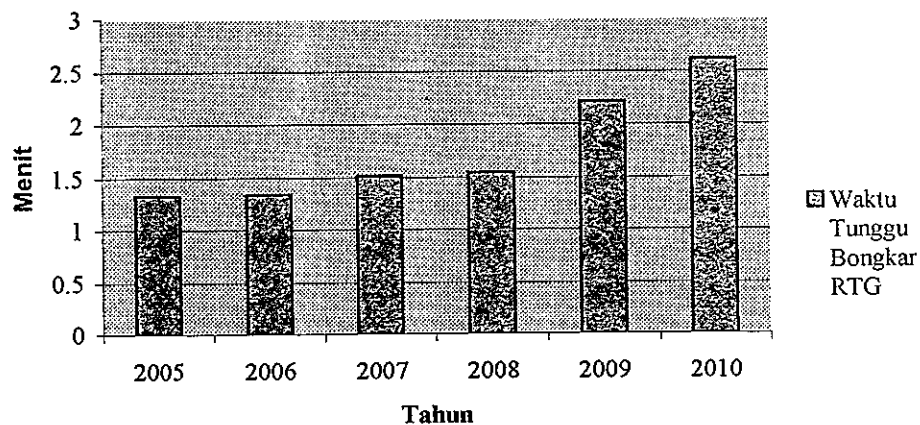
Pada indikator waktu tunggu barang, juga menunjukkan adanya perubahan waktu tunggu. Hanya saja pada peralatan *Head Truck*, karena memiliki jumlah yang berlebihan maka tidak terjadi waktu tunggu. Sedangkan pada peralatan *Container Crane* dan *Rubber Tyred Gantry* waktu tunggu mengalami perubahan, meningkat. Untuk melihat karakteristik waktu tunggu barang dapat dilihat pada gambar 5.7. – 5.10



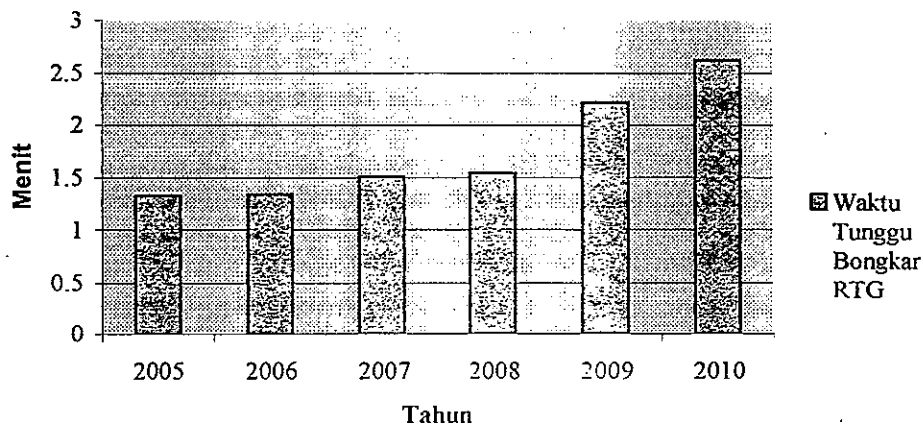
Gambar 5.7 : Grafik Waktu Tunggu Bongkar *Container Crane*



Gambar 5.8 : Grafik Waktu Tunggu Muat *Container Crane*



Gambar 5.9 : Grafik Waktu Tunggu Bongkar *Rubber Tyred Gantry*



Gambar 5.10 : Grafik Waktu Tunggu Muat *Rubber Tyred Gantry*

Dari pembahasan di atas, maka dapat ditabulasikan hasil pembahasan tersebut dalam bentuk tabel analisa sebagai berikut :

Tabel 5.1.

Hasil analisa dan pembahasan kinerja peralatan bongkar muat

No	Nama Peralatan	Existing Condition	Parameter	Pembahasan	Rekomendasi
1	<i>Container Crane</i>	<ul style="list-style-type: none"> Utilitas meningkat 31,36%, yaitu mencapai 46,167% Waktu tunggu meningkat 30,25% yaitu mencapai 1.296 menit 	<ul style="list-style-type: none"> Utilitas mencapai 60%-80% Waktu tunggu kurang dari 3 menit 	<ul style="list-style-type: none"> Masih memadai sampai pada tahun 2010. Utilitas tak seimbang dengan alat lain 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak perlu penambahan Utilitas perlu diseimbangkan
2	<i>Head Truck</i>	<ul style="list-style-type: none"> Utilitas meningkat 44,83%, yaitu mencapai 26,438% Waktu tunggu tidak ada 	<ul style="list-style-type: none"> Utilitas mencapai 60%-80% Waktu tunggu kurang dari 3 menit 	<ul style="list-style-type: none"> Masih memadai sampai pada tahun 2010. Utilitas tak seimbang dengan alat lain 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak perlu penambahan Utilitas perlu diseimbangkan
3	<i>Rubber Tyred Gantry</i>	<ul style="list-style-type: none"> Utilitas meningkat 35,128%, yaitu mencapai 58,824% Waktu tunggu meningkat 30,25% yaitu mencapai 1.296 menit 	<ul style="list-style-type: none"> Utilitas mencapai 60%-80% Waktu tunggu kurang dari 3 menit 	<ul style="list-style-type: none"> Masih memadai sampai pada tahun 2010. Utilitas tak seimbang dengan alat lain 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak perlu penambahan Utilitas perlu diseimbangkan

5.4. KONDISI OPTIMAL SISTEM BONGKAR MUAT PETI KEMAS

Berdasarkan tabel analisa di atas tampak bahwa sistem bongkar muat yang ada, tidak seimbang dalam kombinasi jumlah fasilitasnya. Kondisi tersebut dapat ditunjukkan melalui ketidakseimbangan tingkat utilitas dari masing-masing peralatan secara berurutan sebagai berikut :

1. 4 buah *Container Crane* dengan utilitas rata-rata : 46,167%
2. 16 buah *Head Truck* dengan utilitas rata-rata : 26,438%
3. 8 buah *Rubber Tyred Gantry* dengan utilitas rata-rata : 58,824%
4. Biaya total sistem : Rp. 242.791.361,58

Hal ini dapat diartikan bahwa telah terjadi over suplai pada fasilitas *head truck*, sehingga tingkat utilitasnya rendah. Sebaliknya pada fasilitas *Rubber Tyred Gantry* kekurangan jumlah fasilitas untuk melayani sistem bongkar muat dengan jumlah *Container Crane* 4 buah.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penyeimbangan tingkat utilitas untuk mendapatkan kombinasi jumlah fasilitas yang tepat pada kondisi *Container Crane* berjumlah 4 buah. Untuk mendapatkan kombinasi tersebut, dilakukan running simulasi dan didapat kombinasi jumlah sebagai berikut :

1. 4 buah *Container Crane* dengan utilitas rata-rata : 41,46%
2. 8 buah *Head Truck* dengan utilitas rata-rata : 40,75%
3. 9 buah *Rubber Tyred Gantry* dengan utilitas rata-rata : 39,96%
4. Biaya Total sistem : Rp. 239.044.016,39

Dari penyeimbangan tingkat utilitas tersebut dapat menurunkan biaya total sistem sebesar Rp. 3.747.345,2. Penurunan biaya total sistem didapat dari penghematan pada biaya pengadaan server, khususnya pengurangan jumlah *head truck* yang ada. Sebaliknya meskipun ada penambahan jumlah *Rubber Tyred Gantry*, peningkatan biaya tersebut masih lebih kecil dibandingkan penurunan biaya akibat pengurangan jumlah *Head Truck*.

Meskipun dalam proses penyeimbangan telah menurunkan jumlah biaya total, tetapi berdasarkan tingkat utilitas yang ada, sistem di atas masih dapat dioptimalkan dengan meningkatkan tingkat utilitas melalui pengurangan jumlah fasilitas yang ada. Berdasarkan hasil running simulasi, didapatkan jumlah dan kombinasi optimal untuk tahun 2005 didapat sebagai berikut:

1. 2 buah *Container Crane* dengan utilitas rata-rata : 78,57%
2. 4 buah *Head Truck* dengan utilitas rata-rata : 82,29%
3. 4 buah *Rubber Tyred Gantry* dengan utilitas rata-rata : 87,37%
4. Biaya Total sistem : Rp. 115.331.157,51

Sedangkan untuk kondisi pada tahun 2010 didapat sebagai berikut :

1. 3 buah *Container Crane* dengan utilitas rata-rata : 69,58%
2. 6 buah *Head Truck* dengan utilitas rata-rata : 72,80%
3. 7 buah *Rubber Tyred Gantry* dengan utilitas rata-rata : 66,09%
4. Biaya Total sistem : Rp. 181.986.537,64

Berdasarkan pencapaian target untuk peningkatan tingkat utilitas dan penurunan biaya total, maka untuk kondisi tiap tahun dicapai kombinasi optimal yang ditunjukkan pada tabel. 5.2. sebagai berikut :

Tabel 5.2.

Kondisi optimal sistem bongkar muat peti kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

Tahun	Kombinasi			Kinerja Bongkar Muat							
				Waktu Dalam Sistem		Waktu Tunggu CC		Waktu Tunggu HT		Waktu Tunggu RTG	
	CC	HT	RTG	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat
2005	2	4	4	36.689	35.006	5.676	6.286	9.428	9.263	9.350	9.482
2006	3	6	7	22.278	20.152	2.815	3.173	1.518	2.295	1.721	2.000
2007	3	6	7	23.141	20.384	2.975	3.221	3.229	3.408	2.308	2.730
2008	3	6	7	23.315	21.100	3.131	3.598	3.322	3.740	2.482	2.847
2009	3	6	7	24.512	21.208	3.204	3.638	4.280	4.358	2.560	2.943
2010	3	6	7	25.338	22.868	3.889	3.741	4.331	4.552	3.500	3.643

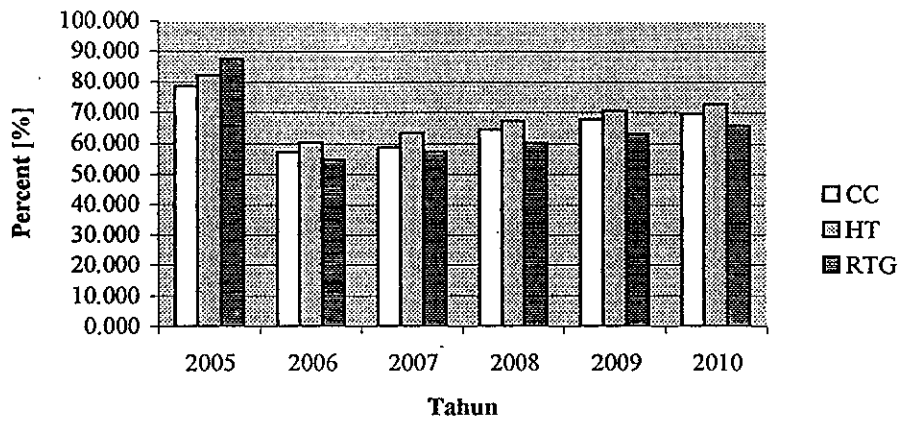
Sumber : Hasil *Running* Simulasi

Tabel 5.3.

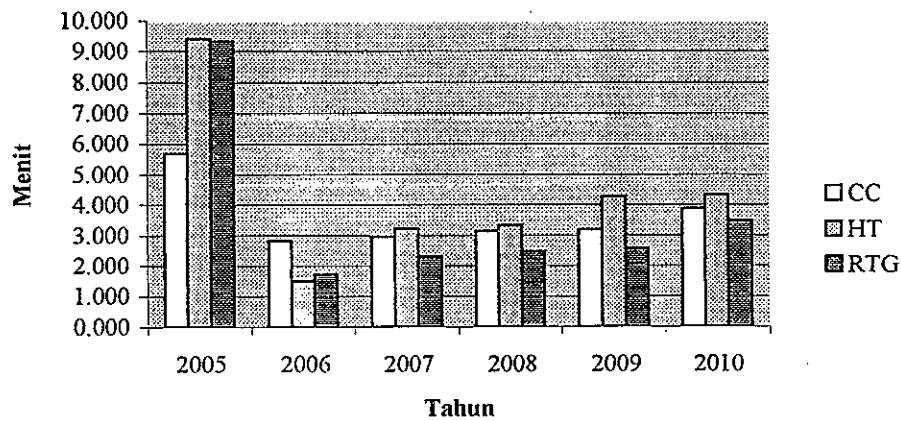
Utilitas peralatan bongkar muat pada kondisi optimal

Tahun	Kombinasi			Berthing Time [jam]	Utilitas [%]			Biaya Total [Rp]
	CC	HT	RTG		CC	HT	RTG	
2005	2	4	4	62.20	78.568	82.286	87.367	115.331.157
2006	3	6	7	20.85	57.377	60.451	54.796	181.799.937
2007	3	6	7	21.24	58.847	63.605	57.445	181.833.537
2008	3	6	7	23.47	64.537	67.274	60.302	181.861.587
2009	3	6	7	24.36	67.802	70.661	63.165	181.911.987
2010	3	6	7	33.70	69.579	72.803	66.088	181.986.537

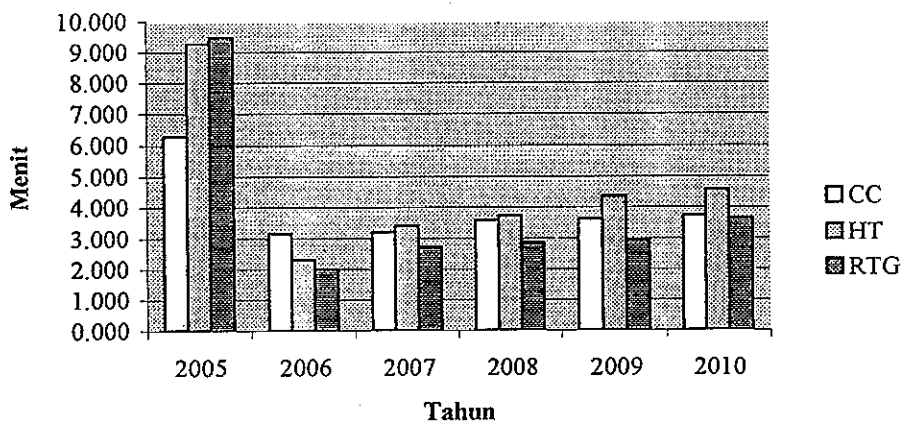
Sumber : Hasil *Running* Simulasi



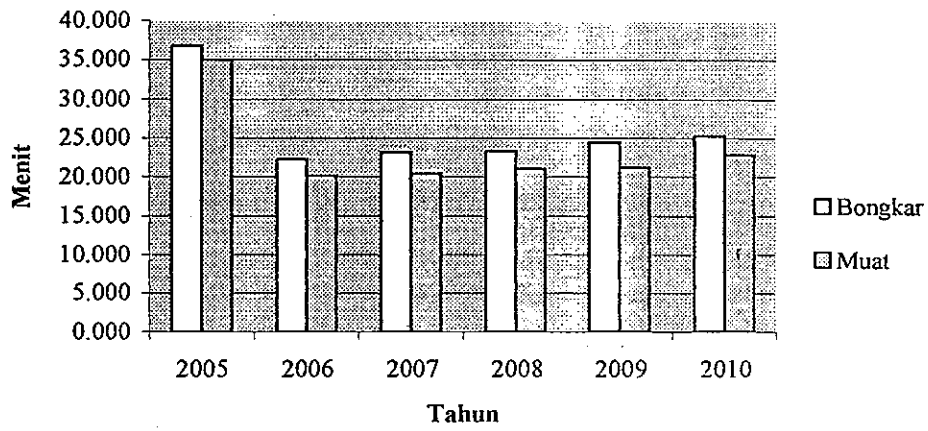
Gambar 5.11. Grafik Utilitas Pada Peralatan Pada Kondisi Optimal



Gambar 5.12. Grafik Waktu Tunggu Bongkar Pada Kondisi Optimal



Gambar 5.13. Grafik Waktu Tunggu Muat Pada Kondisi Optimal



Gambar 5.14. Grafik Waktu Dalam Sistem Pada Kondisi Optimal



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Dari hasil analisa di dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Peningkatan utilitas yang dialami peralatan bongkar muat tidak selalu memberikan rekomendasi penambahan jumlah dari peralatan tersebut, dimana dari tahun 2005 sampai tahun 2010 pada peralatan *Container Crane* pada tahun 2005 adalah 35,146% meningkat menjadi 46,168%, pada *Head Truck* dari 18,254% meningkat menjadi 26,438%, sedangkan untuk *Rubber Tyred Gantry* dari 43,532% menjadi 58,824%, hal ini menunjukkan tidak seimbang utilitas yang terjadi pada masing-masing peralatan tersebut. Meskipun terdapat peningkatan nilai utilitas, akan tetapi pada tahun 2010 nilai utilitas peralatan tersebut masih memadai untuk memberikan layanan.
2. Waktu dalam sistem menunjukkan lamanya peti kemas diproses oleh sebuah sistem layanan bongkar muat. Pada indikator ini juga menunjukkan adanya peningkatan lamanya proses penanganan peti kemas pada sistem tersebut. Peningkatan ini disebabkan karena meningkatnya jumlah peti kemas yang harus dilayani tiap tahunnya, yaitu pada tahun 2005 17,780 menit pada tahun 2010 meningkat menjadi 18,170 untuk bongkar, sedangkan untuk proses muat dari 20,330 menit meningkat menjadi 20,930 menit.
3. Peningkatan waktu tunggu barang pada *Container Crane* untuk arus bongkar dari 0,995 menit meningkat menjadi 1,296 menit, pada arus muat dari 1,348 menit menjadi 1,603 menit, sedangkan untuk *RTG* pada arus muat dari 1,330 menit meningkat menjadi 2,617 menit, pada arus muat dari 1,565 menit menjadi 2,886 menit. Untuk *Head Truck* tidak terjadi waktu tunggu.

Untuk penyeimbangan tingkat utilitas agar mendapatkan kombinasi jumlah fasilitas yang tepat dan seimbang maka komposisi yang idel adalah 4 *Container Crane*, 8 *Head Truck* dan 9 *RTG* dengan utilitas yang seimbang yaitu 41,46%, 40,75% dan 39,96%.

6.2. SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan beberapa saran, yaitu:

1. Dengan meningkatnya arus bongkar muat peti kemas di pelabuhan Tanjung Emas dari tahun ke tahun, pihak PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III cabang Tanjung Emas Semarang perlu mempersiapkan program perencanaan pembangunan fasilitas dan penambahan peralatan yang diperlukan pada tahun-tahun mendatang serta program pendanaannya.
2. Walaupun pola pemeliharaan yang telah diterapkan saat ini dengan cara menyerahkan kepada pihak ketiga dapat meningkatkan kesiapan operasi alat bongkar muat, namun pihak pelabuhan harus tetap mengadakan pengawasan yang intensif agar untuk jangka panjang peralatan tetap dalam kondisi baik.
3. Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, tampak bahwa mulai tahun 2004, PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Emas Semarang, sebaiknya jumlah masing-masing peralatan disesuaikan dengan mempertimbangkan tingkat utilitas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adolf D. May, 1990, "*Traffic Flow Fundamentals*", Prentice Hall, New Jersey.
2. Alfredo H-S, Ang Wilson H. Tang, Binsar Hariandja, M.Eng, 1987, "Konsep-Konsep Probabilitas dalam Perencanaan dan Perancangan Rekayasa Prinsip-Prinsip Dasar", Erlangga, Jakarta.
3. Abbas Salim, 1993 "Manajemen Transportasi", Raja Grafindo Perkasa, Jakarta
4. Amir, MS, 1979, "Hal Ikhwal Peti Kemas Dan Dokumen Pengangkutan Gabungan", Balai Aksara, Jakarta
5. Anonymous, 2000, "User Manual SIMUL8", Corporation 2214 Rock Hill Road, CIT Tower Suite 501 Herndon, VA 20170 USAT 800 547 6024 F 800 547 6389
6. Assauri, Sofjan, 1984, "Teknik dan Peramalan", LPFE UI, Jakarta.
7. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Propinsi Jawa Tengah, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang, 2000, "Laporan Studi Pengembangan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang", Semarang.
8. Banu Santoso, 1998, "Port Terminal Operation", AMNI Semarang
9. Ciptomulyo, 2000, Pengembangan Model Optimasi Keputusan Multikriteria – MCDM (Multicriteria Decision Making) untuk Evaluasi dan Pemilihan Proyek, Laporan Penelitian-Proyek DUELIKE-ITS.
10. Damodar Gujarati, Sumarno Zain, Drs. AK, MBA, 1988, "Ekonometrik Dasar", Erlangga, Jakarta.
11. Falkanger, 1981, "Sea Transport Cost", Workshop on Corporation Among Ship Owner in Indonesia.
12. Hamdy A. Thaha, 1982, "Operation Research an Introduction", Mac Millan Publishing Co.Inc.
13. Istopo, 1999, "Kapal Dan Muatannya" Balai Badan Pendidikan Ilmu Pelayaran (BP3IP), Jakarta

14. Japan International Cooperation Agency (JICA), 2000, "Port Development Handbook", Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan, Jakarta.
15. Japan Port Consultant, Ltd in Association With PT. Wiratman & Associates, 1999, 'Implementation Program For Urgent Development Plan of Semarang Phase III', Semarang.
16. John D. Edwards. Jr, 1992, "Transportation Planning Handbook", Prentice Hall, New Jersey.
17. International Association of Ports and Harbors (IAPH), 2001, IAPH Guidelines for Port Planning and Design, Tokyo.
18. Kerjasama BAPPEDA Propinsi Jawa Tengah-Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Tengah, 2002, "Jawa Tengah Dalam Angka 2002", BPS Propinsi Jawa Tengah, Semarang.
19. Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPKM) – ITB, 1997, "Pemodelan Sistem Transportasi", KBK Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung.
20. Marlok, E.K, 1984, "Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi", Erlangga, Jakarta.
21. Manheim, M. I., (1979). Fundamentals of Transportation System Analysis, volume I: Basic Concept, The MIT Press, Cambridge, 1979.
22. PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Emas Semarang-Program Magister Manajemen Universitas Diponegoro Semarang, 1999, Laporan Studi Potensi Hinterland Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, Semarang.
23. Subhash C. Sayena Prof, 1989, "Traffic Planning and Design", Dhanpat Rai & Son, Delhi.
24. Sudarsono, 1994, "Operasi Peti Kemas Dan Pertanggungannya" , Rineka Cipta, Jakarta
25. Sudjana, MA, MSc, Prof, Dr, 2002, "Metode Statistik", Tarsito, Bandung.
26. Sujadmiko, 1997, "Pokok-Pokok Pelayaran Niaga" PT. Gunung Agung, Jakarta

27. Sukanto Persohadi Prodjo, DR, MKom, Pradono, Rds, 1988, "Ekonomi Sumber Daya Alam dan Energi", BPFE, Yogyakarta.
28. Soeharto, 2002 "Kajian Terhadap Fasilitas Peralatan Bongkar-Muat Pada Terminal Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas", Tesis S2 Transportasi, MTS UNDIP
29. Soemarsono, 1997 "Optimasi Fasilitas Pelayanan General Cargo dan Sistem Pelayanan Peti Kemas Dengan Simulasi Komputer di pelabuhan Tanjung Emas Semarang", Tesis S2Transportasi , ITB.
30. Tamin, O. Z., (1998). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, ITB, Bandung.
31. Triatmodjo, B., (1996). Pelabuhan, Beta Offset, Yogyakarta.
32. Walpole, Ronald E, 1986, "Probability and Statistics for Engineer dan Scientists", Terjemahan DR. R.K. Sembiring, Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan, ITB.
33. William W. Hines & Douglas C. Montgomery, 1990, "Probabilita dan Statistika dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen", UI-Press, Jakarta.