



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KELAYAKAN PENGEMBANGAN PELABUHAN BELAWAN  
MENJADI PELABUHAN HUB INTERNASIONAL DENGAN  
MENGUNAKAN METODE SISTEM DINAMIK**

**TESIS**

**AMIRUL MUKMININ**

**0706172670**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM PASCASARJANA  
DEPOK  
JANUARI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Amirul Mukminin**

**NPM : 0706172670**

**Tanda Tangan:**

**Tanggal :**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Amirul Mukminin  
NPM : 0706172670  
Program Studi : Transportasi  
Judul Tesis : Kelayakan Pengembangan Pelabuhan Belawan  
Menjadi Pelabuhan Hub Internasional Dengan  
Menggunakan Metode Sistem Dinamik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Transportasi Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : **Ir. Tri Tjahjono, MSc, Phd** (.....)

Pembimbing II : **Ir. Suwandi Saputro, MSc** (.....)

Penguji I : **Ir. R. Jachrizal S. M.Sc (Eng), Phd** (.....)

Penguji II : **Ir. Ellen S.W Tangkudung M.Sc.** (.....)

Penguji III : **Ir. Alan Marino M.Sc.** (.....)

Ditetapkan di :

Tanggal :

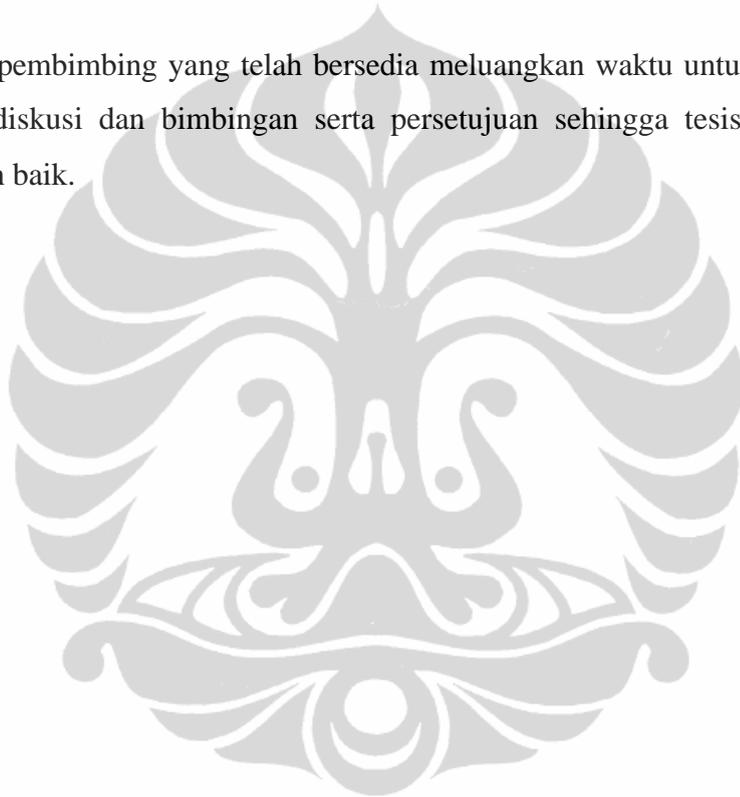
## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Ir. Tri Tjahjono, MSc, Phd**

**Ir. Suwandi Saputro, MSc**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.



## ABSTRAK

Nama : Amirul Mukminin

Program Studi : Transportasi

Judul Tesis : Kelayakan Pengembangan Pelabuhan Belawan Menjadi  
Pelabuhan Hub Internasional Dengan Menggunakan Metode  
Sistem Dinamik

Pelabuhan merupakan simpul transportasi laut yang menjadi fasilitas penghubung dengan daerah lain untuk melakukan aktivitas perdagangan. Pelabuhan juga berfungsi sebagai pintu gerbang (*gate*) suatu negara yang menjadi pintu masuk barang dari luar negeri maupun yang akan dikirim keluar negeri. Berdasarkan fungsi tersebut pelabuhan mempunyai peran penting dalam perekonomian negara untuk menciptakan pertumbuhan ekonomi yang tinggi.

Indonesia secara geografis terletak di kawasan persimpangan perdagangan dunia, yaitu Selat Malaka yang merupakan jalur perdagangan yang menghubungkan negara-negara yang terletak di dunia barat dan timur. Hal ini dari segi perekonomian sangat menguntungkan. Dengan memanfaatkan besarnya jumlah kapal yang melewati selat tersebut dapat menambah jumlah devisa negara. Pengembangan pelabuhan di Indonesia untuk melayani perdagangan dalam negeri telah memadai, akan tetapi untuk menghadapi perkembangan global di kawasan Asia Tenggara dan dunia saat ini diperlukan peran pelabuhan yang dapat bersaing dengan pelabuhan-pelabuhan negara tetangga. Adanya proses *transshipment* barang ekspor dan impor yang keluar maupun masuk ke wilayah Indonesia mendorong adanya pelabuhan hub yang dapat mendukung proses tersebut.

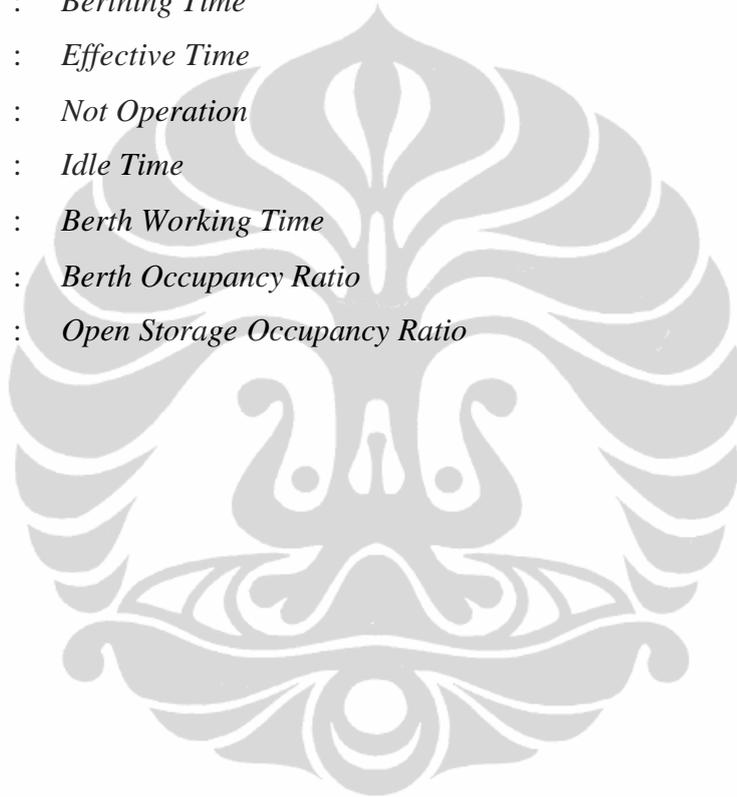
Pelabuhan Belawan merupakan salah satu pelabuhan besar di Indonesia yang terletak di jalur pelayaran Selat Malaka. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan pelabuhan Belawan untuk dikembangkan menjadi pelabuhan hub internasional. Penelitian ini di tekan mengenai analisis produktifitas arus bongkar muat peti kemas di UTPK Gabion saat ini dan pada waktu yang akan datang. Dalam proses analisis, penulis menggunakan metode sistem dinamik yang dikembangkan dengan melakukan suatu simulasi terhadap produktifitas bongkar muat dengan menggunakan metode *powershim*. Hasil dari simulasi ini adalah jumlah kebutuhan crane ideal dan waktu tambat ideal serta biaya yang dikeluarkan *main line operator* (MLO) pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional.

### **Kata kunci :**

Pelabuhan Hub Internasional, *transshipment*, *crane*, *main line operator* dan *powershim*.

## DAFTAR SINGKATAN

TEU	:	<i>Twenty Foot Equivalent Unit</i>
DWT	:	<i>Dead Weight Tonnage</i>
WT	:	<i>Waiting Time</i>
PT	:	<i>Postpone Time</i>
AT	:	<i>Approach Time</i>
BT	:	<i>Berthing Time</i>
ET	:	<i>Effective Time</i>
NOT	:	<i>Not Operation</i>
IT	:	<i>Idle Time</i>
BWT	:	<i>Berth Working Time</i>
BOR	:	<i>Berth Occupancy Ratio</i>
OSOR	:	<i>Open Storage Occupancy Ratio</i>



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH .....	4
1.2.1 Deskripsi Masalah .....	4
1.2.2 Signifikansi Masalah .....	5
1.2.3 Rumusan Masalah .....	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN .....	6
1.4 BATASAN MASALAH .....	6
1.5 METODOLOGI .....	7
1.6 MANFAAT PENELITIAN .....	7
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN .....	7
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
2.1 PENDAHULUAN .....	9
2.2 SISTEM PELABUHAN LAUT .....	12
2.3 PELAYANAN OPERASIONAL PELABUHAN .....	15
2.3.1 Pelayanan Kapal .....	15
2.3.2 Pelayanan Peti Kemas .....	18
2.3.2 Peralatan Bongkar Muat Peti Kemas .....	23
2.3.2 Tingkat Penggunaan Fasilitas Dermaga .....	23

2.3.2	Pelayanan Peti Kemas di UTPK Belawan .....	25
2.4	METODE ANTRIAN .....	27
2.4.1	Sistem Antrian.....	27
2.4.2	Kondisi Sistem Antrian.....	23
2.5	SIMULASI.....	32
2.4.1	Metode Sistem Dinamik .....	32
2.4.2	Notasi Powersim .....	35
2.4.3	Penentuan Variabel .....	38
2.4.4	Validasi Model Sistem Dinamik .....	39
2.5	TOTAL BIAYA.....	40

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	PENDEKATAN MASALAH.....	41
3.2	PENGUMPULAN DATA .....	43
3.2.1	Pelabuhan-pelabuhan Yang Diusahakan di Indonesia ....	43
3.2.2	Bongkar Muat Peti Kemas Pelabuhan-pelabuhan Yang Diusahakan.....	48
3.2.3	Bongkar Muat Barang Pelabuhan-pelabuhan Yang Diusahakan.....	49
3.3	PRAKIRAAN KEBUTUHAN PETI KEMAS .....	51
3.3.1	Proyeksi Peti Kemas Wilayah Pengaruh ( <i>Hinterland</i> ) ...	53
3.3.2	Proyeksi Peti Kemas di Selat Malaka .....	59
3.4	PRAKIRAAN PELAYANAN PETI KEMAS .....	62
3.3.1	Penentuan Waktu Tambat Kapal.....	62
3.3.2	Penentuan Kinerja Peralatan Bongkar Muat Peti Kemas.....	62
3.3.3	Kebutuhan Dermaga dan Lapangan Penumpukan.....	64

## **BAB IV ANALISA PEMODELAN PRAKIRAAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS PELABUHAN BELAWAN DENGAN SISTEM DINAMIK**

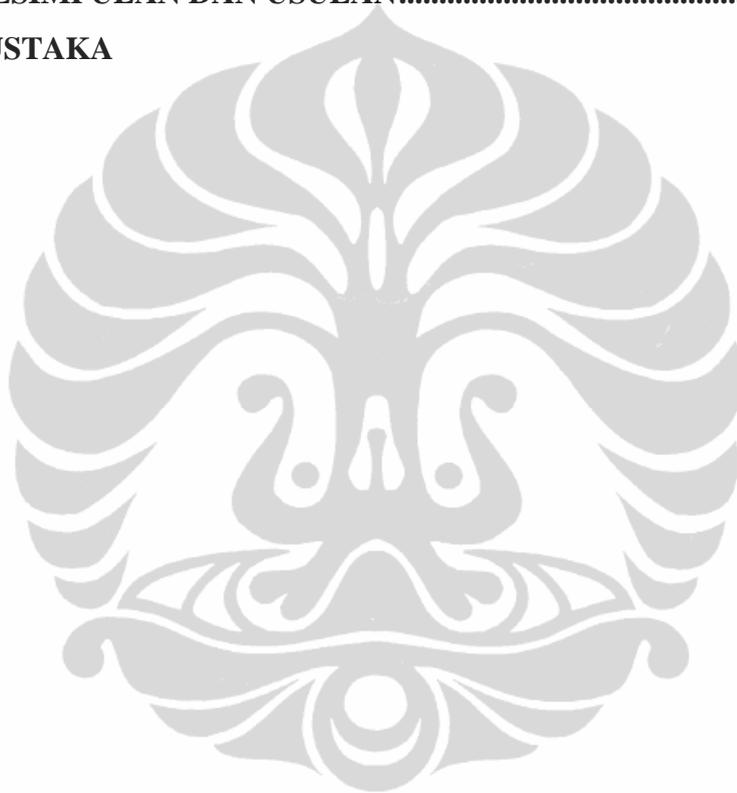
3.5	PARAMETER MODEL SISTEM DINAMIK .....	66
3.6	IDENTENTIFIKASI SISTEM DARI MODEL YANG DIBANGUN .....	66
3.2.1	Penentuan Tujuan Sistem.....	66
3.2.2	Penentuan Variabel Sistem Dinamik .....	67
3.7	DIAGRAM ALIR MODEL PRAKIRAAN PRODUKSI BONGKAR MUAT PETI KEMAS .....	68
3.7	VALIDASI MODEL.....	71
3.7	HASIL SIMULASI DAN ANALISIS .....	71
4.5.1	Analisis Hubungan Antara Total Permintaan Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, Permintaan Peti Kemas Luar Negeri dan Peti Kemas dari Selat Malaka .....	71
4.5.2	Analisis Hubungan Antara Total Kargo, Peti kemas Antar Pulau, Peti Kemas Ekspor dan Peti Kemas Impor .....	73
4.5.3	Analisis Hubungan Antara Permintaan Alami Peti Kemas, Jumlah Kargo Ekspor, Jumlah Kargo Muat, dan Peti Kemas Ekspor .....	74
4.5.4	Analisis Hubungan Antara Peti Kemas Ekspor, Peti Kemas Impor dan Keseimbangan Permintaan Ekspor dan Impor .....	76
4.5.5	Analisis Hubungan Antara Total Peti Kemas Limpahan, Peti Kemas Pelabuhan Hub Lain, Peti Kemas Pelabuhan Singapura .....	77
4.5.6	Analisis Hubungan Antara Permintaan Transfer Kargo ke Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.....	79

4.5.7 Analisis Hubungan Antara nilai BOR, Jumlah Kebutuhan Crane, Waktu Tambat.....	80
4.5.8 Analisis Hubungan Antara Produktifitas Bongkar Muat Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.....	81

<b>BAB V. KESIMPULAN DAN USULAN.....</b>	<b>86</b>
--	-----------

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pelabuhan dan Jalur Peti Kemas Asia (Pelindo II, 2009) .....	10
Gambar 2.2 Peti Kemas Jenis <i>Open Side, General Purpose, dan Open Top</i> .....	19
Gambar 2.3 Peti Kemas Jenis <i>Insulated</i> .....	20
Gambar 2.4 Peti Kemas Jenis <i>Tank</i> .....	20
Gambar 2.5 Peti Kemas Jenis <i>Bulk</i> .....	21
Gambar 2.6 Peti Kemas Jenis <i>Flat dan Platform</i> .....	21
Gambar 2.7 Peti Kemas Jenis <i>Cattle dan Auto</i> .....	22
Gambar 2.8 Unit Terminal Peti Kemas Gabion Belawan.....	26
Gambar 2.9 Proses Antrian.....	27
Gambar 2.10 Model Single Channel-Single Phase.....	28
Gambar 2.11 Model Single Channel-MultiPhase .....	28
Gambar 2.12 Model Multichannel-Single Phase .....	29
Gambar 2.13 Model Multichannel-Multiphase .....	29
Gambar 2.14 Sistem, Batas dan Lingkungan Sistem (Erman Aminullah, 2001) .	34
Gambar 2.15 Variabel-Variabel Yang Belum Didefinisikan.....	37
Gambar 2.16 Diagram Alir .....	37
Gambar 3.1 Diagram Alir Penulisan.....	42
Gambar 3.2 Existing Permintaan Peti Kemas (PT. Pelindo,2009) .....	46
Gambar 3.3 Permintaan Peti Kemas Skenario I .....	47
Gambar 3.4 Permintaan Peti Kemas Skenario II .....	47
Gambar 3.5 Permintaan Peti Kemas Skenario III.....	48
Gambar 3.6 Pertumbuhan Peti Kemas di Indonesia .....	49
Gambar 3.7 Pertumbuhan Muatan Barang di Indonesia .....	51
Gambar 4.1 Struktur umpan balik prakiraan produktifitas bongkar muat peti kemas pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan Hub Internasional....	69
Gambar 4.2 Pemodelan produktifitas bongkar muat peti kemas pelabuhan Belawan.....	70
Gambar 4.3 Grafik prakiraan total peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, luar negeri, dan selat Malaka .....	72

Gambar 4.4 Grafik perkiraan total kargo, peti kemas antar pulau, peti kemas ekspor dan peti kemas impor .....	73
Gambar 4.5 Grafik perkiraan permintaan alami peti kemas, jumlah kargo ekspor, jumlah kargo muat, dan peti kemas ekspor .....	75
Gambar 4.6 Grafik perkiraan permintaan peti kemas ekspor, peti kemas impor dan keseimbangan permintaan ekspor dan impor.....	76
Gambar 4.7 Grafik perkiraan permintaan total peti kemas limpahan, peti kemas pelabuhan hub lain, dan peti kemas pelabuhan Singapura .....	78
Gambar 4.8 Grafik hasil perkiraan permintaan transfer kargo ke peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri dan total permintaan peti kemas .....	79
Gambar 4.9 Grafik hasil perkiraan nilai BOR, jumlah kebutuhan Crane dan waktu tambat.....	81
Gambar 4.10 Grafik perkiraan produktifitas bongkar muat peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, dan total permintaan peti kemas .....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Ekspor dan Impor Peti Kemas Pada Beberapa Pelabuhan Hub Internasional di Kawasan Selat Malaka .....	10
Tabel 2.2 Simbol-simbol Diagram Lingkar Sebab Akibat (Sternan, 2000) .....	33
Tabel 3.1 Bongkar Muat Peti Kemas Pelindo I, II, III dan IV .....	48
Tabel 3.2 Pertumbuhan Peti Kemas Pelindo I, II, III dan IV Per Tahun .....	48
Tabel 3.3 Bongkar Muat Barang Pelindo I, II, III dan IV .....	50
Tabel 3.4 Pertumbuhan Barang Pelindo I, II, III dan IV Per Tahun.....	50
Tabel 3.5 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo I.....	53
Tabel 3.6 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelabuhan Panjang.....	53
Tabel 3.7 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelabuhan Palembang.....	54
Tabel 3.8 Proyeksi Arus Peti Kemas PelabuhanTeluk Bayur.....	54
Tabel 3.9 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo II .....	54
Tabel 3.10 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo III .....	55
Tabel 3.11 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo IV.....	55
Tabel 3.12 Proyeksi Arus Barang Pelindo I.....	57
Tabel 3.13 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Panjang.....	57
Tabel 3.14 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Palembang.....	57
Tabel 3.15 Proyeksi Arus Barang PelabuhanTeluk Bayur .....	57
Tabel 3.16 Proyeksi Arus Barang Pelindo II .....	58
Tabel 3.17 Proyeksi Arus Barang Pelindo III.....	58
Tabel 3.18 Proyeksi Arus Barang Pelindo IV.....	59
Tabel 3.19 Lalu Lintas Peti Kemas di Pelabuhan Hub Internasional di Kawasan Selat Malaka.....	60
Tabel 3.20 Produksi Peti Kemas di 30 Pelabuhan Peti kemas Utama Dunia .....	61
Tabel 3.21 Perkiraan dan Proyeksi Tingkat Pertumbuhan.....	61
Tabel 3.22 Nilai BOR di Beberapa Pelabuhan Dunia.....	63
Tabel 3.23 Kapasitas <i>Crane</i> di Bebarapa Pelabuhan Dunia .....	64
Tabel 3.24 Kebutuhan Dermaga dan Lapangan Penumpukan di Beberapa Pelabuhan Dunia .....	65

Tabel 4.1 Hasil perkiraan total peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, luar negeri, dan selat Malaka .....	72
Tabel 4.2 Hasil perkiraan total kargo, peti kemas antar pulau, peti kemas ekspor dan peti kemas impor .....	73
Tabel 4.3 Hasil perkiraan permintaan alami peti kemas, jumlah kargo ekspor, jumlah kargo muat, dan peti kemas ekspor.....	75
Tabel 4.4 Hasil perkiraan permintaan ekspor, peti kemas impor dan keseimbangan permintaan ekspor dan impor.....	76
Tabel 4.5 Hasil perkiraan permintaan total peti kemas limpahan, peti kemas pelabuhan Hub lain, dan peti kemas pelabuhan Singapura.....	77
Tabel 4.6 Hasil perkiraan permintaan transfer kargo ke peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, dan total permintaan peti kemas .....	79
Tabel 4.7 Hasil perkiraan nilai BOR, jumlah kebutuhan Crane, dan waktu tambat.....	80
Tabel 4.8 Hasil perkiraan produktifitas bongkar muat peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, dan total permintaan peti kemas.....	82

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Transportasi merupakan hal yang penting dalam mendukung perekonomian suatu negara, karena dengan semakin baik sistem transportasi akan berpengaruh terhadap kemajuan negara tersebut. Transportasi laut merupakan salah satu dari bagian sistem transportasi yang sangat berperan dalam menghubungkan daerah-daerah yang dipisahkan oleh laut. Transportasi laut di Indonesia berperan penting dalam menunjang kegiatan ekonomi nasional yaitu mendistribusikan barang dari satu daerah ke daerah lain.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari ribuan pulau, masih banyak daerah-daerah yang terpencil dan terisolasi tidak terjangkau. Dengan kondisi geografis tersebut menjadikan transportasi antar pulau sebagai transportasi yang utama. Ketergantungan kegiatan perdagangan baik antar pulau maupun antar negara menjadikan peran transportasi laut semakin penting. Peningkatan kegiatan perdagangan antar pulau dan antar negara menyebabkan pelayanan terhadap bongkar muat barang di pelabuhan semakin meningkat. Pada gilirannya, maka diperlukan pengembangan pelabuhan sesuai dengan fungsi dan hirarki pelabuhan, yaitu pelabuhan lokal, pelabuhan nasional dan pelabuhan international.

Pembangunan sektor perhubungan laut perlu ditingkatkan. Untuk menghadapi perkembangan global di kawasan Asia Tenggara diperlukan peran pelabuhan yang dapat bersaing dengan pelabuhan-pelabuhan negara tetangga. Adanya proses *transshipment* barang ekspor-impor yang keluar maupun masuk ke wilayah Indonesia mendorong adanya pelabuhan hub yang dapat mendukung proses tersebut. Dalam Tatanan Kepelabuhanan Nasional (TKN) telah ditetapkan dua pelabuhan hub international di Indonesia, yaitu Pelabuhan Tanjung Priok dan Pelabuhan Tanjung Perak, akan tetapi dalam kenyataannya pelabuhan-pelabuhan tersebut masih

menjadi pelabuhan pengumpan (*feeder*) terhadap barang-barang yang akan dikirim ke luar negeri melalui pelabuhan di Singapura maupun Malaysia. Saat ini pelabuhan peti kemas utama dunia di kuasai oleh Pelabuhan Singapura dengan volume peti kemas 27 juta TEUs (*twenty foot equivalent unit*). Port Klang dan Pelabuhan Tanjung Pelepas dengan volume peti kemas 5 juta dan 7 juta TEUs. Sementara produksi peti kemas Pelabuhan Tanjung Priok mencapai 4 juta TEUs.

Wilayah Indonesia mempunyai letak geografis yang strategis, yaitu di persimpangan jalur perdagangan dunia antara benua Eropa di barat dan Amerika di timur. Pada tahun 2007 volume bongkar-muat peti kemas di 25 pelabuhan strategis Indonesia mencapai total sekitar 7 juta TEUs dan terus akan meningkat bersamaan dengan kenaikan rasio kontainerisasi. Jumlah volume bongkar-muat tersebut sebagian besar dialihmuatkan melalui Pelabuhan Singapura, Port Klang dan Pelabuhan Tanjung Pelepas. Kapal-kapal dari negara maju Amerika, Jepang, Korea dan China menuju negara-negara Eropa belayar melalui Selat Malaka. Besarnya arus pelayaran tersebut menjadikan selat Malaka sebagai daerah perairan tersibuk di dunia. Volume lalu lintas yang melewati selat tersebut berkisar 4 Milyar DWT (*dead weight ton*) dan jumlah kapal yang melintas sebesar 94.000 unit perhari. Berdasarkan sudut pandang tersebut, Indonesia berpeluang menjadi pelabuhan *transshipment* terbesar di dunia.

Untuk mewujudkan hal tersebut diperlukan suatu peran pelabuhan yang optimal yaitu pelayanan pelabuhan yang efisien dan kapasitas pelabuhan yang memadai. Proses bongkar muat yang cepat dengan didukung teknologi peralatan yang canggih serta sumber daya manusia yang memadai akan mendorong terciptanya operasional pelabuhan yang efisien. Adanya penyimpangan antara penetapan waktu bongkar muat dengan kondisi aktual menyebabkan kerugian pada berbagai pihak pengguna jasa pelabuhan. Untuk itu perlu adanya analisis waktu pelayanan terhadap sistem pelayanan yang ada dari proses *stevedoring* (jasa bongkar muat dari atau ke kapal) peti kemas sampai proses *stacking* (penumpukan) di lapangan penumpukan dan sebaliknya. Optimalisasi pelayanan di dermaga akan

membantu sirkulasi kapal di pelabuhan yang berarti akan mengurangi jumlah antrian kapal dan dapat menambah kapasitas sandar kapal yang lebih besar.

Untuk mendukung proses *transshipment* lokasi pelabuhan hub international harus berada di jalur pelayaran utama dunia. Disamping itu harus mejadi pusat distribusi kapal-kapal yang datang maupun pergi. Penentuan ini berdasarkan jumlah kedatangan kapal dan jarak asal dan tujuan pelabuhan yang dilalui. Berdasarkan hal tersebut di atas, terdapat tiga pelabuhan yang dapat dipilih menjadi pelabuhan hub, yaitu pelabuhan Belawan, Batam dan Dumai.

Pelabuhan Belawan merupakan pelabuhan terbesar ketiga di Indonesia setelah Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta dan Tanjung Perak di Surabaya. Pengelolaan Pelabuhan Belawan di bawah PT. Pelabuhan Indonesia I. Pelabuhan Belawan terletak di Provinsi Sumatera Utara, yang di batasi oleh dua sungai, Sungai Belawan dan Sungai Deli. Selain itu Pelabuhan Belawan memiliki lokasi strategis yaitu terletak di Timur Laut Pantai Sumatera berdekatan dengan Selat Malaka yang merupakan jalur pelayaran international. Dengan demikian posisi Pelabuhan Belawan sangat strategis sebagai pintu keluar masuk komoditas ekspor dan impor khususnya barang-barang yang berasal dari beberapa provinsi di Pulau Sumatera. Pelabuhan Belawan juga terletak di antara pelabuhan-pelabuhan international negara lain seperti pelabuhan Singapura, Pelabuhan Port Klang, Pelabuhan Penang, serta Pelabuhan Tanjung Pelepas di Malaysia. Sehingga di masa yang akan datang keberadaan Pelabuhan Belawan diharapkan menjadi pesaing pelabuhan-pelabuhan di Malaysia dan Singapura.

Pelabuhan Belawan saat ini masih menjadi pelabuhan pengumpan atau *feeder port* bagi pelabuhan pelabuhan Singapura, Port Klang dan Tanjung Pelepas. Pada saat ini berbagai ekspor dan impor Indonesia dengan peti kemas melalui pelabuhan lain seperti Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, Pelabuhan Tanjung Mas di Semarang dan Pelabuhan Tanjung Perak

di Surabaya harus ditransshipment melalui pelabuhan-pelabuhan negara tetangga.

Pelabuhan Belawan memiliki daerah kerja seluas 12.072,33 ha dan terdiri atas beberapa pangkalan dan terminal, yaitu Belawan Lama, Dermaga Antar-Pulau Ujung Baru, Ujung Baru, Kolam Citra, Jetty Pertamina, dan UPTK Gabion. Dari segi komoditas yang terangkut terutama produk agrobisnis baik, curah cair maupun curah kering, Pelabuhan Belawan mempunyai potensi untuk bersaing dengan pelabuhan-pelabuhan di Malaysia dan Singapura. Oleh karena itu Pelabuhan Belawan di masa mendatang perlu dikembangkan Sebagai hub pelabuhan international yang melayani angkutan alih muat peti kemas, curah kering dan curah cair dan mampu melayani angkutan langsung ke negara tujuan.

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

### **1.2.1. Deskripsi Masalah**

Untuk menjadi pelabuhan hub dibutuhkan kemampuan pelabuhan dapat melayani volume bongkar muat dalam jumlah yang besar dan diperlukan dermaga yang dapat disandari kapal-kapal berukuran besar.

Pelayanan pelabuhan yang optimal serta penyediaan fasilitas dan peralatan yang efisien berpengaruh terhadap kinerja pelabuhan dalam melayani arus bongkar muat. Permasalahan antara penyedia fasilitas dan peralatan dengan pemakai jasa pelabuhan adalah faktor biaya. Perusahaan pelayaran mendapat keuntungan waktu proses pengiriman dan akan membutuhkan biaya yang besar jika pelayanan barang di pelabuhan (dermaga) berlangsung lama. Pengguna jasa menginginkan kuantitas fasilitas dan peralatan yang banyak dengan harapan dapat menekan biaya tambat kapal. Akan tetapi operator pelabuhan dituntut untuk efisiensi dan efektif dalam pemakaian fasilitas dan peralatan.

Penyediaan fasilitas dan peralatan yang optimum perlu di analisis dengan metode yang tepat. Model sistem dinamik merupakan salah satu cara untuk mendapatkan nilai yang optimum.

### 1.2.2. Signifikansi Masalah

Permasalahan yang mendasar dalam pengembangan pelabuhan hub di Indonesia adalah kurangnya ketertarikan *main line operator* (operator utama) dari operator kapal-kapal yang berukuran besar untuk berinvestasi di pelabuhan-pelabuhan Indonesia dikarenakan kurangnya fasilitas pelabuhan yang mendukung aktifitas *transshipment*.

### 1.2.3. Rumusan Masalah

Untuk mendorong ketertarikan *main line operator* menjadi investor di pelabuhan Belawan, perlu adanya peningkatan produktifitas dan efisiensi pelayanan pelabuhan yang dapat meningkatkan peran pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub, oleh karena itu dalam penelitian ini terdapat beberapa rumusan permasalahan yang melandasinya, antara lain :

- a. Berapa besar permintaan peti kemas di Indonesia yang dapat ditampung oleh pelabuhan Belawan?
- b. Bagaimana komposisi permintaan peti kemas di Indonesia, berapa besar transfer potensi penggunaan kargo beralih ke peti kemas, berapa limpahan peti kemas dari pelabuhan lain dan berapa besar peti kemas yang dapat di bangkitkan melalui komoditi yang dapat diekspor?
- c. Bagaimana komposisi yang ideal untuk penyediaan fasilitas dan peralatan (crane) yang optimal?
- d. Berapa besar biaya yang terjadi terhadap komposisi tersebut?
- e. Bagaimana kapasitas dermaga dan lapangan penumpukan terhadap peningkatan bongkar muat?
- f. Apakah pelabuhan layak secara operasional sebagai pelabuhan hub internasional?
- g. Apakah tidak terdapat potensi general cargo yang berubah menjadi peti kemas?

### 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui berapa besar permintaan peti kemas di Indonesia dan yang melalui selat Malaka untuk dapat dilayani pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional.
2. Menentukan komposisi kebutuhan *crane* dan waktu tambat ideal yang berguna bagi *main line operator*.
3. Mengetahui tingkat kelayakan operasional pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional.

### 1.4 BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini parameter-parameter yang digunakan sebagai penyusunan model prakiraan produktifitas bongkar muat di pelabuhan Belawan didasarkan pada kondisi aktual yang terjadi di lapangan, studi kepustakaan dan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Mengingat keterbatasan yang ada, batasan permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Prakiraan permintaan peti kemas hanya dilakukan pada arus muatan kargo antar pulau, peti kemas antar pulau, peti kemas ekspor dan impor dan potensi peti kemas pelabuhan Singapura.
2. Data permintaan bongkar muat peti kemas diambil dari PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV.
3. Data pengembangan pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub berdasarkan standar produksi bongkar muat peti kemas serta fasilitas pelabuhan yang dimiliki Singapura saat ini sebagai pelabuhan hub internasional di selat Malaka.
4. Biaya merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh *main line operator* yang terdiri dari biaya tambat dan biaya pelayanan bongkar muat.

## 1.5 METODOLOGI PENULISAN

Dalam penulisan penelitian ini diperlukan beberapa metode antara lain:

- a. Pengumpulan data di pelabuhan Belawan
- b. Wawancara langsung dengan ahli di bidang kepelabuhananan.
- c. Studi literatur.
- d. Metode peramalan dan analisis model dengan simulasi menggunakan Metode sistem dinamik dan dibantu dengan software powersim<sup>1</sup>.

## 1.6 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang positif antara lain :

1. Bagi penulis, sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pasca sarjana bidang kekhususan Transportasi Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia.
2. Universitas Indonesia, khususnya Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik serta perguruan tinggi lainnya di Indonesia sehingga dapat menambah pengetahuan keilmuan tentang transportasi laut.
3. Para pelaku transportasi khususnya transportasi laut di Indonesia, sehingga dengan adanya penelitian ini dapat membantu serta meningkatkan pelayanan jasa transportasi laut.

## 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab dengan perincian sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Berisi tentang dasar teori sistem pelabuhan laut, sistem operasional pelabuhan dan metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah, antara lain: metode antrian, metode peramalan dan simulasi.

---

<sup>1</sup> Powersim Constructor Version 2.5d (4002) 1993-1997 powersim AS.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang pendekatan masalah, pengumpulan data, dan teknik analisa data yang meliputi uji linieritas dan uji korelasi.

### **BAB IV : ANALISIS PEMODELAN PRAKIRAAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS PELABUHAN BELAWAN DENGAN SISTEM DINAMIK**

Berisi tentang perhitungan dan analisis terhadap: peramalan bongkar muat peti kemas, hasil simulasi, kebutuhan dermaga dan lapangan penumpukan, penentuan biaya dan analisis sistem pemodelan.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN USULAN**

Berisi kesimpulan keseluruhan hasil analisis dan disimpulkan kondisi optimal serta biaya yang dapat ditetapkan. Usulan bagi pengembangan pelabuhan Belawan sebagai hub internasional berdasarkan hasil penelitian kelayakan ini.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 PENDAHULUAN**

Selat Malaka merupakan jalur perlintasan pelayaran yang paling sibuk di dunia. Dengan kondisi tersebut, pelabuhan di selat Malaka menjadi fasilitas yang sangat berpengaruh terhadap arus pelayaran dunia. Indonesia terletak diantara selat Malaka, hal ini menjadi potensi yang besar bagi Indonesia untuk memanfaatkan kondisi tersebut. Saat ini terdapat 3 pelabuhan transhipmen di sekitar selat Malaka, yaitu pelabuhan Port Klang dan Tanjung pelepas di Malaysia dan pelabuhan Singapura yang jumlah peti kemasnya dalam setahun diatas 4 juta TEUs. Sedangkan jumlah peti kemas yang dilayani pelabuhan-pelabuhan di Indonesia saat ini kurang dari 3 juta TEUs. Pelabuhan Tanjung Priok 2,6 juta TEUs, pelabuhan Tanjung Perak 1,09 Juta TEUs dan pelabuhan Bealawan 550 ribu TEUs<sup>1</sup>.

Pertumbuhan lalu lintas peti kemas internasional melalui selat Malaka dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2002-2006) telah melaju dengan sangat pesat, apabila dalam tahun 2002 jumlahnya 26,8 juta TEUs, maka pada tahun 2006 telah mencapai 40,1 juta TEUs dengan rata-rata pertumbuhan 10,7% per tahun. Pelabuhan Singapura merupakan Pelabuhan tersibuk dengan jumlah ekspor-impor peti kemas 16,9 juta pada tahun 2002 meningkat menjadi 24,8 juta TEUs mengambil porsi terbesar yaitu rata-rata 62,3% dari total permintaan pasar di kawasan selat Malaka dengan pertumbuhan rata-rata 10% per tahun. Port Klang di Malaysia menempati urutan kedua dengan porsi rata-rata 15,9% dari total pasar dengan pertumbuhan rata-rata 9% per tahun dalam kurun waktu yang sama. Tanjung Pelepas di Malaysia yang baru selesai dibangun dan dioperasikan pada tahun 2000, pada tahun 2002 telah dapat meraih 2,7 juta TEUs dan selama 5 tahun terakhir telah berhasil meningkatkan kinerjanya dengan meraih 4,8 juta TEUs dengan laju

---

<sup>1</sup> *Technical Assistance* Pengembangan Pelabuhan Belawan, PT. Pelabuhan Indonesia I, 2008

pertumbuhan rata-rata 11,4% per tahun. Pelabuhan Laem Chabang di Thailand pada tahun 2006 berhasil mencapai 4,2 juta TEUs meningkat pesat dibandingkan pada tahun 2002 yaitu 2,7 juta TEUs, berarti tingkat pertumbuhan rata-rata 10,5%/tahun dalam kurun waktu yang sama. Berikut di bawah ini disajikan data ekspor dan impor peti kemas pada beberapa pelabuhan Hub Internasional yang berlokasi di kawasan Selat Malaka.

**Tabel. 2.1 Data Ekspor dan Impor Peti Kemas Pada Beberapa Pelabuhan Hub Internasional di Kawasan Selat Malaka**

Dalam Juta TEU Pelabuhan	Negara	2002	2003	2004	2005	2006
Singapura	Singapura	16,94	18,41	20,6	23,19	24,8
Port Klang	Malaysia	4,50	4,84	5,24	5,54	6,33
Tanjung Pelepas	Malaysia	2,67	3,50	4,02	4,17	4,77
Laem Chabang	Thailand	2,66	3,18	3,62	3,83	4,22
TOTAL		26,77	29,93	33,48	36,73	40,12
Pertumbuhan		11,8%	11,9%	9,7%	9,2%	10,7%

Sumber: Technical Assistance Pengembangan Pelabuhan Belawan, 2008



**Gambar 2.1 Pelabuhan dan Jalur Peti Kemas Asia (Pelindo II, 2009)**

Pelabuhan berdasarkan statusnya menurut Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 53 tahun 2002 tentang tatanan kepelabuhanan Indonesia terdiri dari pelabuhan Hub Internasional, pelabuhan Internasional, pelabuhan Nasional,

pelabuhan Regional dan pelabuhan Lokal. Saat ini arah arus barang masuk maupun keluar dari Indonesia masih bersifat intra Asia, sehingga untuk mengembangkan arus barang ke arah pasifik (Amerika) dan arah barat (Eropa) perlu dikembangkan pelabuhan hub. Untuk pengiriman barang ke Amerika dan Eropa selama ini melalui pelabuhan pelabuhan Singapura dan pelabuhan Malaysia yang terlebih dahulu mempunyai pelabuhan hub. Hal ini disebabkan kurangnya fasilitas dan pelayanan pelabuhan di Indonesia yang mendukung terhadap kapal-kapal peti kemas yang besar untuk bersandar. Pelabuhan yang menjadi skenario pelabuhan hub adalah pelabuhan-pelabuhan besar yang mempunyai kemampuan sebagai pelabuhan *transshipment* terhadap kapal-kapal yang melewati atau mempunyai tujuan ke atau dari Indonesia. Pelabuhan-pelabuhan tersebut adalah pelabuhan Tanjung Priok, pelabuhan Tanjung Perak, pelabuhan Belawan dan pelabuhan Bitung.

Dalam Studi Pengembangan Sistem Logistik Nasional Departemen Perhubungan pada bulan Desember 2007 terdapat delapan skenario penetapan Pelabuhan Hub. Pelabuhan Belawan termasuk dalam Skenario-6 Hub Port bersama dengan Tanjung Priok, Tanjung Perak dan Bitung. Delapan skenario penetapan Pelabuhan Hub dan *Spoke* Logistik Internasional seperti terlihat dalam urutan di bawah ini.

- Skenario 1 : Tanjung Priok
- Skenario 2 : Tanjung Perak
- Skenario 3 : Tanjung priok, Tanjung Perak
- Skenario 4 : Belawan, Tanjung Priok
- Skenario 5 : Tanjung Priok, Tanjung Perak , Bitung
- Skenario 6 : Belawan, Tanjung Priok, Tanjung Perak, Bitung
- Skenario 7 : Batam, Tanjung Priok, Tanjung Perak, Makasar
- Skenario 8 : Belawan, Batam, Tanjung Priok, Tanjung Perak, Tanjung Emas, Balikpapan, Makasar, Bitung.

Dengan adanya skenario tersebut pelabuhan-pelabuhan tersebut mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi pelabuhan hub.

Letak geografis Pelabuhan Belawan yang terletak di Selat Malaka adalah cukup strategis, apabila Pelabuhan Belawan dapat menyediakan fasilitas yang memadai untuk

bongkar muat peti kemas pada suatu pelabuhan hub, niscaya pelabuhan ini akan bisa menarik potensi lalu-lintas peti kemas dunia yang melalui selat ini, dengan mampirnya kapal-kapal petikemas untuk melakukan *transshipment* dengan *mother vessel* yang melintas di Selat Malaka dari arah timur ke barat dan sebaliknya. Artinya bahwa Pelabuhan Belawan meningkatkan status pelabuhannya menjadi pelabuhan hub setara dengan pelabuhan-pelabuhan pelabuhan hub lainnya di selat Malaka seperti Singapura, Port Klang dan Tanjung Pelepas (Malaysia) dan pelabuhan Laem Chabang di Thailand. Di samping letak geografisnya yang strategis, berbagai ekspor Indonesia dengan peti kemas melalui pelabuhan lain seperti pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, pelabuhan Tanjung Mas di Semarang dan pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya sebagian besar di *transshipment* di pelabuhan Singapura, pelabuhan Port Klang dan pelabuhan Tanjung Pelepas di Malaysia, untuk tujuan ekspor kenegara-negara di belahan Barat dan di pelabuhan Laem Chabang untuk tujuan ekspor ke negara-negara di Utara.

Pada saat ini jenis kapal yang datang ke pelabuhan terdiri dari kapal peti kemas, kapal general cargo, kapal curah cair, kapal curah kering, tanker CPO (*crude palm oil*) dan tanker BBM (bahan bakar minyak) di Dermaga Pertamina. Dari data arus kapal dan barang di Belawan selama tahun 2006 dapat dilihat bahwa tujuan kapal dari Belawan adalah hampir ke pelabuhan di seluruh Indonesia dan luar negeri. Tujuan dalam negeri yaitu Pelabuhan Tanjung Priok, Tanjung Perak, Pontianak, Batam, Bontang, Teluk Bayur, Dumai, Tanjung Uban, Lhokseumawe, Jambi, Lampung dan lain lain. Sedangkan tujuan ke luar negeri antara lain ke Malaysia, Singapura, India, Cina, Srilanka, Spanyol, Italia, India, USA, Belanda, Rusia, Philipina, Yaman, Australia, dan lain lain.

## 2.2 SISTEM PELABUHAN LAUT

Menurut Keputusan Menteri (KM) Perhubungan tentang penyelenggaraan laut, KM 26 tahun 1998, yang dimaksud pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Sedangkan pelabuhan laut adalah pelabuhan umum yang melayani kegiatan angkutan laut.

Berdasarkan undang-undang nomor 17 tahun 2008 mengenai pelayaran pasal 72 ayat 2, pelabuhan laut terbagi menjadi tiga, yaitu pelabuhan utama, pelabuhan pengumpul, dan pelabuhan pengumpan. Pelabuhan utama mempunyai fungsi sebagai pelabuhan internasional dan pelabuhan hub internasional. Yang dimaksud pelabuhan internasional adalah pelabuhan utama terbuka untuk perdagangan luar negeri. Sedangkan pelabuhan hub internasional adalah pelabuhan utama terbuka untuk perdagangan luar negeri dan berfungsi sebagai pelabuhan alih muat (*transshipment*) barang antarnegara.

Pelabuhan pengumpul adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan dalam negeri dalam jumlah menengah, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan antarprovinsi.

Pelabuhan pengumpan adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah terbatas, merupakan pengumpan bagi pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan dalam provinsi.<sup>2</sup>

Sistem Pelabuhan sudah dikenal sejak dahulu, seiring dikembangkannya transportasi laut yang menghubungkan antar pulau. Pada mulanya pelabuhan hanya merupakan satu tepian di mana kapal-kapal dapat merapat dan membuang jangkar untuk bisa melakukan bongkar muat barang, menaik-turunkan penumpang dan kegiatan lainnya. Seiring berkembangnya kehidupan sosial ekonomi penduduk status daerah atau negara maka kebutuhan akan sandang, pangan dan fasilitas hidup lainnya meningkat. Kapal yang semula sederhana dan kecil, sesuai dengan berkembangnya teknologi meningkat menjadi kapal-kapal besar dengan teknologi yang lebih canggih. Bahkan kemudian berkembang kapal-kapal khusus yang disesuaikan dengan barang angkut, seperti kapal barang umum (*general cargo ship*), kapal barang curah, kapal tanker, kapal peti kemas, kapal pengangkut gas alam cair (*liquid natural gas tanker*), dan lain lain.

---

<sup>2</sup> Undang-undang Pelayaran No 17 tahun 2008 pasal 1 tentang ketentuan umum

Berdasarkan jenisnya, kapal niaga dibagi menjadi (Dirgahayu, 1999):

1. Jenis kapal pengangkut barang dibagi sebagai berikut :
  - *Dry Cargo Vessel* yaitu kapal digunakan untuk mengangkut barang umum yang dikenal sebagai *Break Bulk Vessel*.
  - Kapal peti kemas dan *Palletized Cargo Vessel* yaitu kapal yang digunakan untuk muatan *break bulk* dan *unitize/ palletize*, termasuk diantaranya *Ro-Ro* dan *Side Port Vessel*.
  - Kapal peti kemas terapung atau *Lash and Sea Bee*.
2. Kapal pengangkut barang curah :
  - Tanker yaitu kapal yang digunakan untuk mengangkut muatan cairan termasuk *LPG (liquid petroleum gas)* dan *LNG (liquid natural gas)*
  - Kapal-kapal yang digunakan untuk mengangkut barang-barang curah padat.
3. *Refrigerated Cargo Vessel* yaitu kapal-kapal khusus yang digunakan untuk mengangkut muatan yang diinginkan.
4. Kapal-kapal khusus pengangkut penumpang.
5. Kapal-kapal khusus pengangkut hewan.
6. Kapal-kapal khusus pengangkut kayu.
7. Kapal-kapal khusus muatan mobil.

Sesuai dengan kondisi jenis dan ukuran kapal yang singgah di pelabuhan dan tingkat perkembangan daerah yang tidak sama, maka Pemerintah telah melakukan kebijaksanaan dalam pengembangan jaringan sistem pelayanan angkutan laut dan kepelabuhanan yang didasarkan pada *4th Gate Way Ports System*. Berkaitan dengan hal tersebut, pelabuhan di Indonesia digolongkan sebagai berikut (Triatmodjo, 2007):

1. *Gate Way Port*, pelabuhan yang melayani perdagangan dan pelayaran internasional (Tanjung Priok, Tanjung Perak, Belawan dan Makassar).
2. *Regional Collector Port*, pelabuhan yang melayani kegiatan perdagangan dan pelayaran regional (Tanjung Emas, Balikpapan, Palembang, Dumai dan lain lain).
3. *Trunk Port*, (Banjarmasin, Samarinda, Pare-Pare, dan lain lain)
4. Feeder Port.

## 2.3 PELAYANAN OPERASIONAL PELABUHAN

### 2.3.1 Pelayanan Kapal

Kedatangan kapal di pelabuhan tidak lepas adanya kepentingan bagi kapal itu sendiri. Kegiatan kapal ketika bersandar di dermaga diantaranya adalah melakukan bongkar muat barang, menaikan dan menurunkan penumpang, mengadakan perbaikan atau *docking*, mengisi air tawar, memuat bahan makanan, mengisi bahan bakar dan lain sebagainya. Kegiatan operasional pelayanan kapal dimulai sejak kapal memasuki perairan pelabuhan, bersandar dan kembali keluar perairan pelabuhan untuk melanjutkan perjalanan.

Ketika kapal memasuki perairan pelabuhan, kapal akan dibantu oleh kapal pandu. Pemanduan bertujuan memberikan informasi kepada nakoda kapal tentang keadaan perairan di pelabuhan, baik kondisi geografis maupun frekuensi kepadatan lalu lintas di pelabuhan. Informasi tersebut akan membantu nakoda kapal memasuki daerah perairan pelabuhan sehingga dapat dilaksanakan dengan selamat, tertib dan lancar.

Pelayanan yang dilakukan oleh pelabuhan terhadap kapal yang datang meliputi pelayanan kapal dan pelayanan peti kemas (bongkar muat) dari mulai kapal masuk ke perairan pelabuhan sampai meninggalkan perairan. Kinerja pelayanan tersebut berkaitan dengan lamanya waktu pelayanan di pelabuhan. Waktu pelayanan kapal di lingkungan kerja pelabuhan diukur berdasarkan lamanya kapal berada di perairan pelabuhan dan lamanya waktu kapal ketika bersandar di dermaga (PT. Pelindo II, 2000).

#### a. Waktu pelayanan kapal di perairan pelabuhan.

Waktu pelayanan kapal di perairan adalah waktu kapal sejak berada di lego jangkar sampai kapal mengikat tali di tambatan dan sebaliknya. Komponen-komponen waktu pelayanan kapal di perairan terdiri dari:

1) *Waiting Time* (WT) atau waktu tunggu, merupakan waktu yang digunakan kapal untuk menunggu pelayanan masuk atau keluar dari pelabuhan. Waktu tunggu digunakan untuk mengetahui tingkat kesiapan dan kecepatan pelayanan kapal di pelabuhan. Waktu tunggu di karenakan menunggu pelayanan tambatan dan pelayanan pandu atau tunda. *Waiting Time* terdiri dari *Waiting Time Net* (WT Net) dan *Postpone Time* (PT). *Waiting*

*Time Net* adalah selisih waktu yang merupakan waktu tunggu bagi kapal, yaitu selisih waktu saat kapal meminta pelayanan pandu atau pemanduan dengan saat kapal mulai bergerak memasuki pelabuhan atau selisih antara saat atau waktu yang telah ditetapkan untuk kapal memasuki pelabuhan sampai dengan kapal bergerak masuk di pelabuhan. Sedangkan *Postpone Time* adalah selisih waktu antara saat kapal tiba di perairan pelabuhan (daerah berlabuh jangkar) dengan saat kapal mulai meminta pandu atau pemanduan untuk memasuki atau meninggalkan pelabuhan.

*Waiting Time* dapat dirumuskan :

$$WT \text{ (gross)} = WT \text{ Net} + \text{Postpone Time (PT)} \dots\dots\dots(2.1)$$

2) *Approach Time (AT)* merupakan waktu yang digunakan kapal sejak kapal mulai bergerak memasuki pelabuhan sampai dengan kapal mulai bertambat di dermaga yang ditandai dengan saat terikatnya tali tambat pertama di dermaga (untuk kapal masuk) dan waktu yang digunakan oleh kapal sejak lepasnya tali tambat sampai dengan saat kapal meninggalkan perairan pelabuhan. Apabila selama di pelabuhan ada kegiatan kapal pindah (*shifting*), maka jumlah jam yang terpakai untuk kapal bergerak menuju lokasi tambatan lainnya diperhitungkan pula sebagai waktu antara yang dinyatakan dalam satuan jam.

**b. Waktu pelayanan kapal di tambatan.**

Waktu pelayanan kapal di tambatan adalah waktu pelayanan kapal dihitung sejak kapal diikatkan ditambatan sampai lepas tali dari tambatan atau jumlah jam selama kapal berada di tambatan. Komponen-komponen waktu pelayanan kapal di tambatan terdiri dari:

1) *Berthing Time (BT)* adalah waktu yang dipakai kapal selama bertambat di dermaga untuk melakukan kegiatan bongkar muat dihitung sejak tali pertama terikat di dermaga sampai dengan lepasnya tali tambatan terakhir dari dermaga.

*Berthing Time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BT = ET + NOT + IT \dots \dots \dots (2.2)$$

$$BT = BWT + IT \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana

BT = *berthing time* atau waktu tambat kapal di dermaga

ET = *effective time* atau waktu efektif tambat kapal melakukan bongkar muat

NOT = *not operation time* atau jumlah waktu kapal tidak bekerja yang direncanakan

IT = *idle time* atau waktu terbuang kapal selama ditambatkan tidak termasuk yang direncanakan

BWT = *berth working time* atau waktu kerja kapal yang tersedia ketika bongkar muat termasuk waktu tidak bekerja yang direncanakan

2) *Effective Time* (ET) atau *Operation Time* (OT) adalah waktu sesungguhnya yang dipakai oleh kapal bertambat di dermaga selama berlangsungnya kegiatan bongkar muat.

3) *Idle Time* (IT) atau waktu terbuang adalah jumlah jam kerja yang tidak terpakai (terbuang selama waktu kerja bongkar muat di tambatan tidak termasuk jam istirahat, dinyatakan dalam satuan jam).

4) *Not Operation Time* (NOT) atau waktu tidak kerja adalah jumlah jam yang direncanakan kapal tidak bekerja selama berada di tambatan, termasuk waktu istirahat dan waktu menunggu buruh, serta waktu menunggu akan lepas tambat kapal dinyatakan dalam satuan jam.

5) *Berth Working Time* (BWT) adalah waktu kerja bongkar muat yang tersedia selama kapal berada di tambatan. Jumlah jam kerja tiap hari untuk tiap kapal berpedoman pada jumlah jam yang tertinggi kerja gang buruh tiap gilir kerja (shift) tersebut tidak termasuk waktu istirahat. Rata-rata terdapat ± 12 orang dalam satu gang dengan jam kerja per shift 8 jam

Merujuk ke persamaan (2.3), maka *Berth Working Time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{BWT} = \text{BT} + \text{IT} \dots \dots \dots (2.4)$$

### 2.3.2 Pelayanan Peti Kemas

Agar pengoperasian peti kemas dapat berjalan dengan baik, maka semua pihak yang terlibat dalam operasional di pelabuhan harus menyetujui peti kemas mempunyai ukuran dan jenis yang sama serta mudah diangkat. Badan *International Standard Organisation* (ISO) telah menetapkan ukuran-ukuran peti kemas sebagai berikut (Suyono, 2001):

#### 1. Container 20' Dry Freight (20 feet)

- Ukuran luar = 20' (p) x 8' (l) x 8'6" (t) atau 6,058 x 2,438 x 2,591 m
- Ukuran dalam = 5,919 x 2,340 x 2,380 m
- Kapasitas = Cubic Capacity = 33 Cbm
- Pay Load = 22.1 ton

#### 2. Container 40' Dry Freight (40 feet)

- Ukuran luar = 40' (p) x 8' (l) x 8'6" (t) atau 12,192 x 2,438 x 2,591 m
- Ukuran dalam = 12,045 x 2,309 x 2,379 m
- Kapasitas = Cubic Capacity = 67,3 Cbm
- Pay Load = 27,396 ton

#### 3. Container 40' High Cube Dry

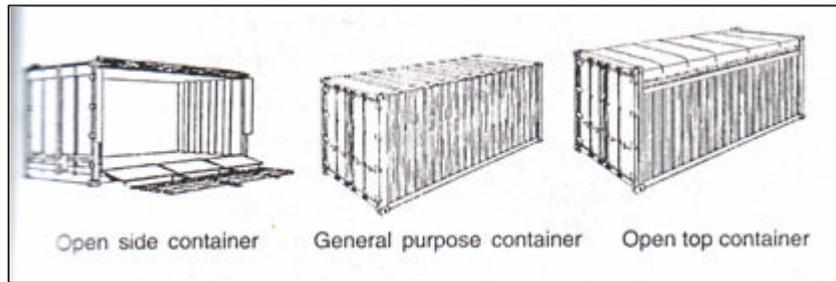
- Ukuran luar = 40' (p) x 8' (l) x 9'6" (t) atau 12,192 x 2,438 x 2,926 m
- Ukuran dalam = 12,056 x 2,347 x 2,684 m
- Kapasitas = Cubic Capacity = 76 Cbm
- Pay Load = 29.6 ton

Ukuran muatan dalam bongkar muat peti kemas dinyatakan dalam TEU. Oleh karena ukuran standar dari peti kemas dimulai dari panjang 20 feet, maka satu peti kemas 20' dinyatakan sebagai 1 TEU dan peti kemas 40' dinyatakan sebagai 2 TEU.

Meskipun ukuran peti kemas dari luar adalah seragam, namun peti kemas dikeluarkan dalam berbagai variasi sesuai kegunaannya. Variasi tersebut dapat dilihat berdasarkan bentuk, ukuran, barang yang dimuat, dan cara pengisi muatan ke dalamnya. Ada peti kemas yang berbentuk kotak, tabung, ataupun *flat*. Ada yang berukuran besar dan kecil. Ada yang memuat barang padat, cair ataupun curah. Ada yang dapat diisi dari depan, dari samping atau dari atas. Juga ada yang khusus dilengkapi pendingin untuk muatan beku.

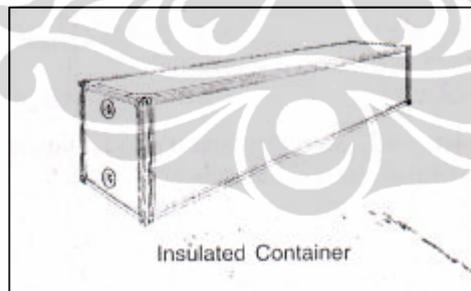
Jenis Peti kemas dibagi dalam enam kelompok (Suyono, 2001), yaitu:

- 1) *General cargo container*, adalah peti kemas yang dipakai untuk mengangkut muatan umum (*general cargo*).
  - a. *General purpose container*, peti kemas yang biasa dipakai untuk mengangkut muatan umum.
  - b. *Open-side container*, peti kemas yang bagian sampingnya dapat dibuka untuk memasukan dan mengeluarkan barang yang karena ukuran atau beratnya lebih mudah dimasukan atau dikeluarkan melalui samping peti kemas.
  - c. *Open-top container*, peti kemas yang bagian atasnya dapat dibuka agar barang dapat dimasukan atau dikeluarkan lewat atas. Tipe peti kemas ini diperlukan untuk mengangkut barang berat yang hanya dapat dimasukan lewat atas dengan menggunakan derek (*crane*).
  - d. *Ventilated container*, peti kemas yang mempunyai ventilasi agar terjadi sirkulasi udara dalam peti kemas yang diperlukan oleh muatan tertentu, khususnya muatan yang mengandung kadar air tinggi.



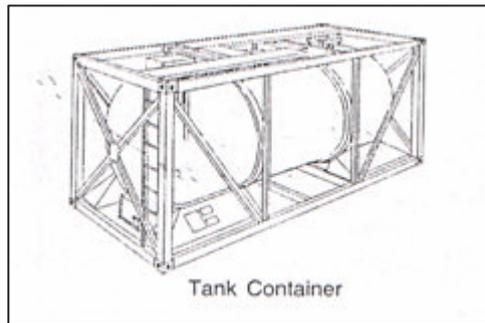
**Gambar 2.2** Peti Kemas Jenis *Open Side*, *General Purpose*, dan *Open Top*

- 2) *Thermal container*, adalah peti kemas yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk muatan tertentu.
- a. *Insulated container*, peti kemas yang dinding bagian dalamnya diberi isolasi agar udara dingin di dalam peti kemas tidak merembes ke luar.
  - b. *Reefer container*, peti kemas yang dilengkapi dengan mesin pendingin untuk mendinginkan udara dalam peti kemas sesuai dengan suhu yang diperlukan bagi barang yang mudah busuk, seperti sayuran, daging, atau buah-buahan.
  - c. *Heated container*, peti kemas yang dilengkapi dengan mesin pemanas agar udara di dalam peti kemas dapat diatur pada suhu panas yang diinginkan.



**Gambar 2.3** Peti Kemas Jenis *Insulated*

- 3) *Tank container*, adalah tanki yang ditempatkan dalam kerangka peti kemas yang dipergunakan untuk muatan, baik muatan cair (*bulk liquid*) maupun muatan gas (*bulk gas*).



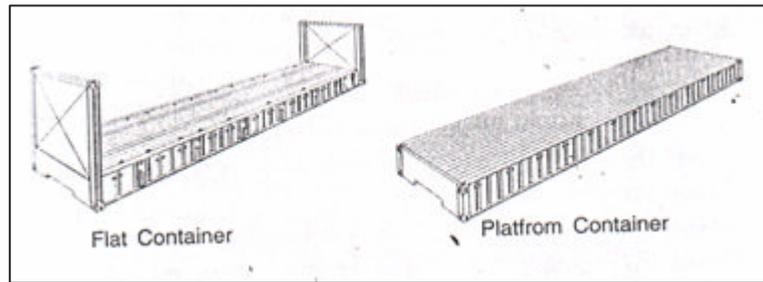
**Gambar 2.4 Peti Kemas Jenis Tank**

- 4) *Dry bulk container*, adalah *general purpose container* yang dipergunakan khusus untuk mengangkut muatan curah (*bulk cargo*).



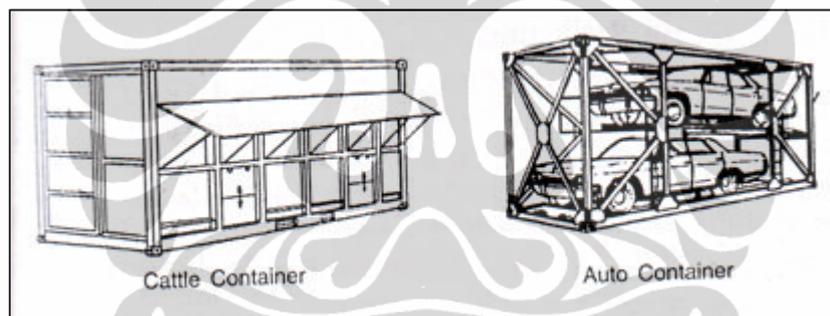
**Gambar2.5 Peti Kemas Jenis Bulk**

- 5) *Platform container*, adalah peti kemas yang terdiri dari lantai dasar.
- Flat rack container*, peti kemas yang terdiri dari lantai dasar dan dinding pada ujungnya.
  - Platform based container*, atau disebut juga *artificial tween deck* adalah peti kemas yang hanya terdiri dari lantai dasar saja dan apabila diperlukan dapat dipasang dinding.



**Gambar 2.6** Peti Kemas Jenis *Flat* dan *Platform*

- 6) *Specials container*, adalah peti kemas yang khusus dibuat untuk muatan tertentu, seperti untuk muatan ternak (*cattle container*) atau muatan kendaraan (*auto container*)



**Gambar 2.7** Peti Kemas Jenis *Cattle* dan *Auto*

Kinerja pelayanan barang merupakan suatu gambaran dari kemampuan dan kecepatan pelaksanaan penanganan barang yang dapat dicapai untuk kegiatan pembongkaran barang dari atas kapal sampai ke gudang atau lapangan penumpukan atau sebaliknya untuk kegiatan pemuatan barang sejak dari gudang atau lapangan penumpukan sampai ke atas kapal (Suranto, 2000). Kinerja pelayanan barang dapat ditunjukkan oleh beberapa indikator, yaitu:

### 1) *Berth Troughput* (BTP)

Berth Troughput daya dermaga adalah jumlah ton/m<sup>3</sup> barang atau TEUS / *Boxes* peti kemas dalam satu periode (Bulan / Tahun) yang melewati tiap meter panjang dermaga / tambatan yang tersedia.

### 2) *Open Storage Troughput* (OSTP)

Open Storage Troughput atau daya lalu lapangan penumpukan adalah jumlah Ton / m<sup>3</sup> barang dalam waktu tertentu yang melewati tiap meter persegi luas efektif lapangan.

## 2.2.3 Peralatan Bongkar Muat Peti Kemas

Peralatan bongkar muat yang biasa digunakan pada terminal peti kemas adalah :

- 1) *Container Crane* Kapasitas 40 Ton, ditempatkan secara permanen didermaga dan berfungsi sebagai alat utama guna bongkar muat peti kemas dari dermaga ke kapal dan sebaliknya.
- 2) *Transtainer* Kapasitas 40 Ton, adalah alat untuk mengangkut, menumpuk dan membongkar/memuat peti kemas dilapangan penumpukan (*container yard*). Alat ini bergerak dan ditempatkan di lapangan penumpukan petikemas.
- 3) *Forklift*, merupakan alat angkat barang umum/ general cargo dengan kapasitas angkat tertentu dan mempunyai jangkauan pengangkatan yang terbatas.
- 4) *Reach stacker* kapasitas 40 ton, merupakan peralatan yang merupakan kombinasi antara forklift dengan *mobile crane* yang dilengkapi *spreader* (pengangkat petikemas). Sehingga mampu mengangkat petikemas dan mempunyai jangkauan pengangkatan yang fleksibel (bisa pendek maupun jauh).
- 5) *Top loader*, seperti *forklift* tetapi mempunyai kemampuan mengangkat petikemas dan mempunyai jangkauan pengangkatan yang terbatas.
- 6) *Head truck + chassis*, merupakan truck yang dirancang dapat menarik *chassis* ukuran 20 feet maupun 40 feet, mempunyai fleksibilitas tinggi dalam hal pengangkutan petikemas karena *chassis* dapat dilepas.

### 2.3.3 Tingkat Penggunaan Fasilitas Pelabuhan

Tingkat penggunaan fasilitas diukur berdasarkan tingkat penggunaan fasilitas dermaga dan sarana penunjang. Tingkat penggunaan fasilitas dan peralatan yang digunakan (PT. Pelindo II, 2000), antara lain:

#### 1) Tingkat Pemakaian Dermaga / *Berth Occupancy Ratio* (BOR)

Tingkat pemakaian dermaga adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian tiap dermaga yang tersedia dengan jumlah waktu yang tersedia selama satu periode (bulan/tahun) yang dinyatakan dalam prosentase. Untuk perhitungan tingkat pemakaian dermaga / tambatan dibedakan menurut jenis dermaga / tambatan dengan alternatif sebagai berikut:

##### a. Dermaga Yang Terbagi

Tambatan terbagi atas beberapa tempat tambatan (untuk satu/beberapa kapal) maka penggunaan tidak dipengaruhi panjang kapal, sehingga menggunakan perhitungan :

$$BOR = \frac{\text{Jumlah waktuterpakai}}{\text{Jumlahwaktutersedia}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

##### b. Tambatan Yang Terus Menerus (*Continuous Berth*)

Tambatan / Dermaga yang terbagi atas beberapa tempat tambatan. Perhitungan tingkat pemakaian tambatan didasarkan pada panjang kapal (*Length Over All =LOA*) di tambah S meter sebagai faktor pengamanan muka-belakang, sehingga perhitungannya adalah sebagi berikut:

$$BOR = \frac{\text{Jumlah(PanjangKapal+5)x Jumlahwaktutertambat}}{\text{Panjangtambatanantersediax24xHarikalender}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

##### c. Tambatan Yang Digunakan Untuk Kapal Secara Susun Sirih

Tambatan yang dipergunakan untuk penambatan kapal secara susun sirih adalah kapal yang tertambat tidak pada posisi lambung kapal, panjang yang diperhitungkan tidak

mengikuti panjang kapal, melainkan panjang tambatan yang nyata di pakai. Sehingga perhitungan rumus sebagai berikut:

$$BOR = \frac{\text{Jumlah(Panjangterpakaix waktutertambat)}}{\text{Panjangtambatanantersediax24xHarikalender}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

## 2) Tingkat penggunaan lapangan penumpukan / C (OSOR)

*Open Storage Occupancy Ratio* atau tingkat pemakaian penumpukan adalah perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan lapangan penumpukan yang dihitung dalam satuan Ton hari dan m<sup>3</sup> hari dengan kapasitas penumpukan yang tersedia.

### 2.3.4 Pelayanan Peti Kemas di UTPK Belawan

Kondisi fasilitas saat ini di UTPK Belawan adalah sebagai berikut<sup>3</sup>:

- Dermaga Internasional Peti kemas Gabion dengan total panjang dermaga 500 meter dan desain kedalaman -11,5 meter LWS.
- Dermaga dilengkapi dengan 4 buah *Crane* peti kemas berkapasitas 40 ton dan bekerja di atas rel di sepanjang *berth* /dermaga. Lebar lahan peti kemas adalah 220 meter dan diinformasikan bahwa saat ini lahan peti kemas mempunyai kapasitas 14.500 TEUs. Waktu tinggal (*dwelling time*) rata-rata peti kemas di lapangan penumpukan adalah 3,9 hari per boxes termasuk peti kemas impor, ekspor, baik untuk kondisi penuh maupun kosong.
- *Container Yard* dengan luas 94.000 m<sup>2</sup>,
- Dua *Container Freight System (CFS)* dengan masing-masing luas lantai 5.200 m<sup>2</sup> berada di belakang lahan penumpukan peti kemas.
- Fasilitas pendukung lainnya yaitu berupa 7 buah transtainer, 25 unit *Head truck* berikut *chassis* 27 unit, 2 unit *top loader*, 3 unit *forklift* kapasitas 2,5 ton, 3 ton (1 unit) dan 15 ton (1 unit), serta reefer plug sebanyak 71 point. *Reach Stacker* 3 unit dan *Side Loader* 1 unit.

---

<sup>3</sup> *Technical Assistance* Pengembangan Pelabuhan Belawan, PT. Pelabuhan Indonesia I, 2008

Tahapan proses bongkar muat di UTPK Bekawan dapat dijelaskan sebagai berikut:

**a. Proses Ekspor**

- Peti kemas diangkut oleh angkutan darat menuju pelabuhan, dengan bantuan RTG atau *transteiner* peti kemas diturunkan di lapangan penumpukan untuk menunggu pengapalan, proses ini disebut dengan *stacking*.
- Kapal pengangkut merapat di dermaga pelabuhan.
- Peti kemas yang siap diangkut dinaikan ke atas *head truck* dengan alat RTG, proses ini disebut *lift on* (menaikan peti kemas).
- Peti kemas yang berada di atas *head truck* dibawa menuju kapal, proses ini disebut dengan *haulage*.
- Dengan menggunakan *Container Crane* (CC) dari kapal ke atas *head truck*, proses ini disebut *stevedoring* atau *loading*.
- Kemudian kapal siap untuk meninggalkan dermaga.

**b. Proses Impor**

- Kapal merapat dan sandar di dermaga
- Peti kemas diturunkan dengan *Container Crane* (CC) dari kapal ke atas *head truck*, proses ini disebut *stevedoring* atau *discharge*.
- Peti kemas yang diatas *head truck* diangkut menuju lapangan penumpukan yang disebut dengan *haulage*.
- Di lapangan penumpukan peti kemas diturunkan dari *head truck* (truck pembawa peti kemas) dengan alat RTG proses ini disebut dengan *lift off* (menurunkan peti kemas).
- Dari lapangan penumpukan peti kemas akan diangkut menuju tempat tujuan oleh angkutan darat yang lain.

Gambar 2.8 memperlihatkan unit terminal peti kemas Gabion di Pelabuhan Belawan Sumatera Utara yang juga merupakan lokasi penelitian.



a. Tampak Udara

b. Fasilitas Crane Kapasitas 40 ton

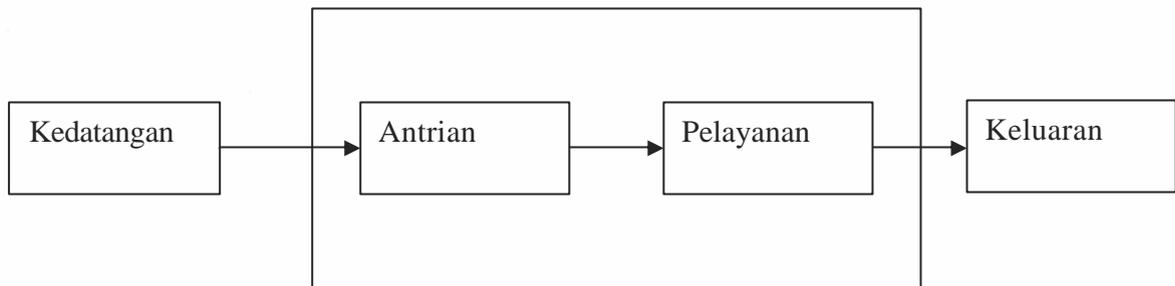
**Gambar 2.8 Unit Terminal Peti Kemas Gabion Belawan**

## 2.4 METODE ANTRIAN

Antrian yang terjadi dalam suatu pelayanan terjadi bila kebutuhan akan pelayanan melebihi kapasitas pelayanan yang tersedia. Tujuan utama dari pemodelan antrian adalah mencapai keseimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan dengan adanya waktu tunggu (Riset Operasi, Sri Mulyono, 2002). Bila pelayanan terlalu banyak, maka akan memerlukan ongkos yang besar, sebaliknya jika kapasitas pelayanan kurang, maka akan terjadi antrian yang dapat menyebabkan adanya ongkos akibat waktu tunggu pelayanan. Teori antrian ini akan dapat memberikan informasi untuk pengambilan keputusan berdasarkan karakteristik antrian.

### 2.4.1 Sistem antrian

Proses yang terjadi pada model antrian terdiri proses *input*, terjadinya antrian, adanya pelayanan dan *output*.



**Gambar.2.9 Proses Antrian**

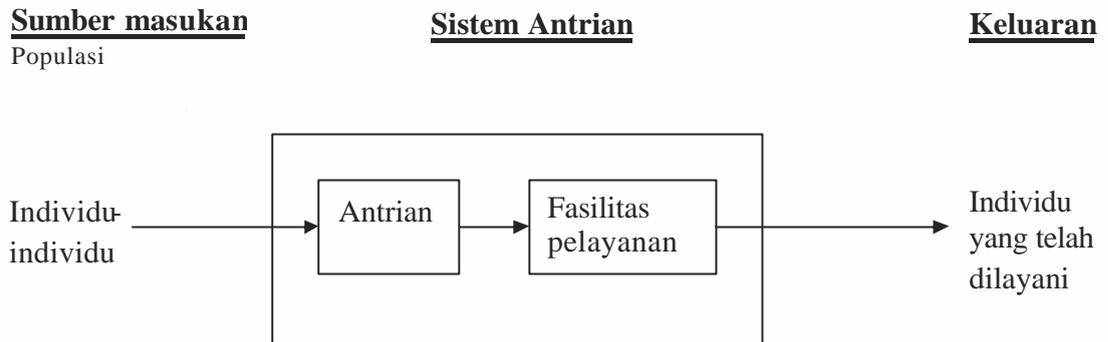
Proses antrian dalam suatu pelayanan dimulai dari kedatangan unit-unit yang dilayani yang dibangkitkan oleh input, kemudian unit-unit memasuki sistem antrian dan masuk dalam antrian, pada saatnya salah satu unit dalam antrian dipilih untuk mendapatkan pelayanan, dan setelah mendapat pelayanan akan langsung meninggalkan sistem (output).

Berdasarkan sifat proses pelayanannya, fasilitas-fasilitas pelayanan dapat diklasifikasikan dalam susunan saluran atau channel (*single atau multiple*) dan fase (*single atau multiple*) yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran atau channel menunjukkan jumlah jalur (tempat) untuk memasuki sistem pelayanan, yang juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Fase berarti jumlah stasiun-stasiun pelayanan, di mana para pelanggan harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap.

Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam sebuah sistem antrian, yaitu:

### 1. *Single Channel-Single Phase*

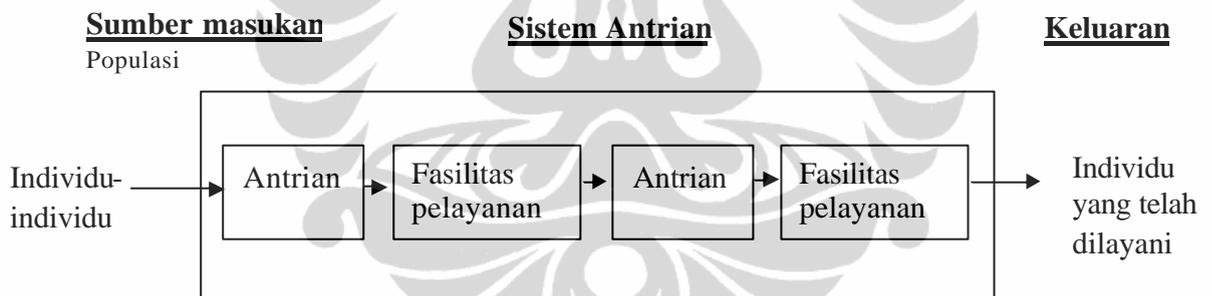
*Single channel* berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan.



**Gambar.2.10 Model *Single Channel-Single Phase***

## 2. *Single Channel-Multiphase*

*Multi phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam *phase-phase*).



**Gambar. 2.11 Model *Single Channel-MultiPhase***

## 3. *Multichannel-Single Phase*

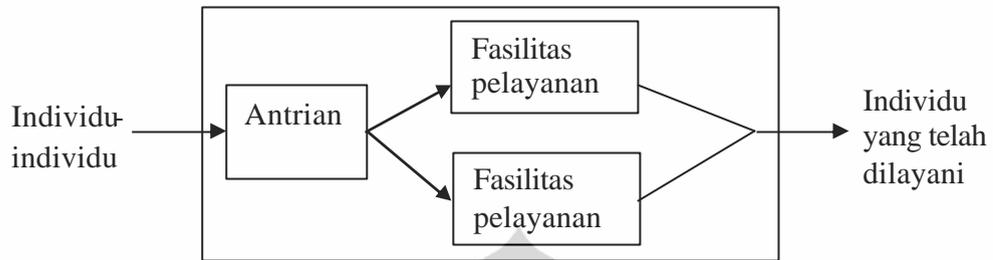
Sistem *Multichannel-single phase* terdapat dua atau lebih fasilitas pelayanan yang dialiri oleh antrian tunggal.

**Sumber masukan**

Populasi

**Sistem Antrian**

**Keluaran**



**Gambar.2.12 Model *Multichannel-Single Phase***

**4. *Multichannel-Multiphase***

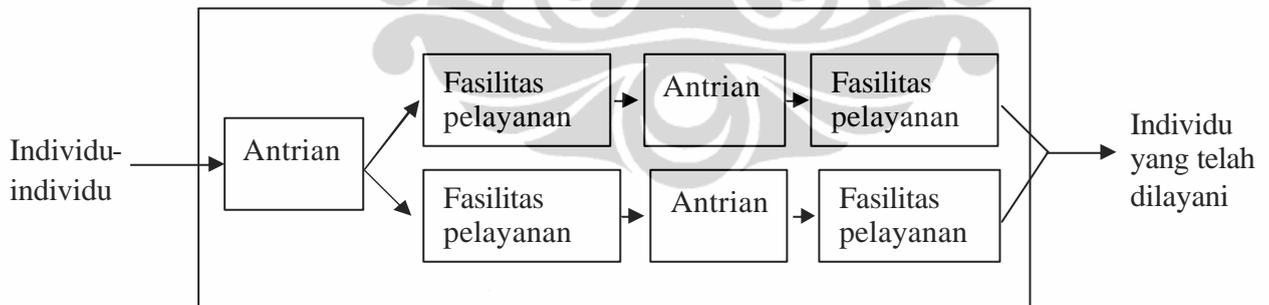
Sistem *multichannel-multiphase* mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada satu waktu.

**Sumber masukan**

Populasi

**Sistem Antrian**

**Keluaran**



**Gambar.2.13 Model *Multichannel-Multiphase***

Unit-unit yang membutuhkan pelayanan dari sumber input memasuki sistem antrian dan ikut dalam antrian akan dipilih untuk dilayani.

Dalam pengembangan model antrian terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan unit, yaitu:

a. Disiplin pelayanan (*service discipline*)

Disiplin pelayanan berkaitan dengan cara memilih unit antrian yang akan dilayani.

Disiplin pelayanan ini dapat berupa:

- FCFS (*First Come First Served*)
- LCFS (*Last Come First Served*)
- SIRO (*Service In Random Order*)
- Pelayanan yang tidak memperdulikan siapa yang datang pertama atau akhir. Pelayanan seperti ini, biasanya terdapat pada sistem pelayanan yang terkendali dengan baik.
- Prioritas, dimana yang mendapat prioritas lebih tinggi akan dilayani terlebih dahulu.

b. Mekanisme Pelayanan

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam mekanisme pelayanan:

- Jumlah fasilitas  
Mekanisme pelayanan terdiri dari satu atau lebih fasilitas pelayanan yang masing-masing terdiri satu atau lebih saluran pelayanan paralel.
- Semakin banyak jumlah pelayanan, semakin banyak yang dapat dilayani
- Terdapat beberapa jenis pelayanan, yaitu:
  - Satu antrian, satu pelayanan
  - Satu antrian, pelayanan paralel
  - Beberapa antrian, satu pelayanan
  - Beberapa antrian, pelayanan paralel
  - Satu antrian, pelayanan seri

c. Proses Antrian Dasar

Suatu garis antrian tunggal terbentuk di depan fasilitas pelayanan tunggal, dimana ada satu atau beberapa pelayan. Suatu unit yang diturunkan oleh sumber input dilayani oleh satu dari pelayan-pelayan yang ada.

Dalam sistem antrian ukuran antrian berkenaan dengan kapasitas sistem dapat dibedakan menjadi dua:

#### 1) Terbatas

Bila jumlah kedatangan yang ada dalam antrian dan yang sedang dilayani dibatasi, karena sistem tidak cukup menampung antrian yang terlalu banyak dan sedang dilayani

#### 2) Tidak terbatas

Bila sistem mampu menampung dalam jumlah yang tidak terbatas, kedatangan yang terdapat dalam sistem antrian dan yang sedang dilayani.

Pemodelan antrian berkaitan dengan periode waktu yang diperoleh unit/pelanggan (*Customer*) untuk menyelesaikan sebuah pelayanan. Waktu yang digunakan sejak pelayanan dimulai sampai satu unit selesai dilayani, disebut waktu pelayanan (*holding time*). Dalam model antrian kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diringkaskan dalam bentuk distribusi kedatangan (*arrival distribution*) dan distribusi waktu pelayanan (*service time distribution*). Kedua distribusi ini mewakili situasi di mana pelanggan tiba dan dilayani secara individual. Dalam situasi lain, pelanggan dapat tiba dan dilayani dalam kelompok sering disebut dengan antrian kelompok (*bulk queue*).

### 2.4.2 Kondisi sistem antrian

Pada saat sistem antrian mulai berjalan, jumlah unit dalam sistem akan dipengaruhi oleh keadaan (*state*) awal dan waktu yang telah dilalui. Dalam keadaan seperti ini, sistem dikatakan dalam kondisi transien. Sistem berjalan dalam kondisi transien, bila sistem berjalan berdasarkan waktu. Suatu antrian dengan kombinasi kedatangan dan kepergian, setelah dilayani, pada mulanya akan berjalan di bawah kondisi transien dan secara bertahap akan meraih kondisi *steady*. Bila suatu sistem hanya berjalan di bawah transien, maka semakin lama sistem itu berjalan, akan semakin panjang antrian yang terjadi. Padahal antrian itu sendiri tidak dapat berkurang.

Dalam menganalisis sistem antrian tujuan utama adalah mengukur kinerja sistem antrian untuk mengevaluasi sistem sebenarnya, oleh karena itu untuk mempermudah menganalisis antrian diambil asumsi bahwa sistem harus berjalan dalam kondisi *steady* bukan dalam kondisi *transient*. Laju kedatangan kendaraan harus lebih kecil dari laju pelayanan agar tidak menimbulkan antrian lebih panjang seiring bertambahnya waktu. Penyelesaian sistem dalam kondisi *transient* akan menjadi kompleks.

## 2.5 SIMULASI

### 2.5.1 Metode Sistem Dinamik

Sistem adalah keseluruhan saling-pengaruh antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan (Aminullah, 2001). Sistem batas, dan lingkungan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.14

Metode sistem dinamik adalah suatu metode pendekatan eksperimental yang mendasari pengamatan kenyataan untuk memahami tingkah laku sistem. Metode sistem dinamik mempelajari masalah dengan sudut pandang sistem, dimana elemen-elemen sistem tersebut saling berinteraksi dalam suatu hubungan umpan balik sehingga menghasilkan perilaku tertentu<sup>4</sup>. Umpan balik merupakan konsep utama dalam sistem dinamik. Interaksi dalam struktur ini diterjemahkan ke dalam model-model matematik yang selanjutnya dengan bantuan komputer disimulasikan untuk memperoleh perilaku historisnya.

Perangkat diagram dalam sistem dinamik yang digunakan untuk membentuk struktur dari sistem adalah diagram lingkaran sebab akibat (*causal loop diagram*), serta pemetaan stok dan aliran (*stock and flow diagram*). Diagram ini adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat ke dalam bahasa gambar tertentu. Simbol-simbol diagram lingkaran dapat dilihat pada Tabel 2.2

Dalam pemodelan sistem dinamis, model dibuat untuk menjawab serangkaian pertanyaan. Pemodelan yang terjadi tentang sistem dan bukannya sistem secara total. Tujuan pemodelan akan sangat membantu dalam melakukan formulasi model, penentuan batas model, validasi model, analisis kebijaksanaan dan penerapan model. Tujuan suatu model sistem dinamik adalah memahami, mengenal dan mempelajari bagaimana struktur, kebijaksanaan dan *delay* (tundaan) dalam pengambilan keputusan mempengaruhi perilaku sistem.

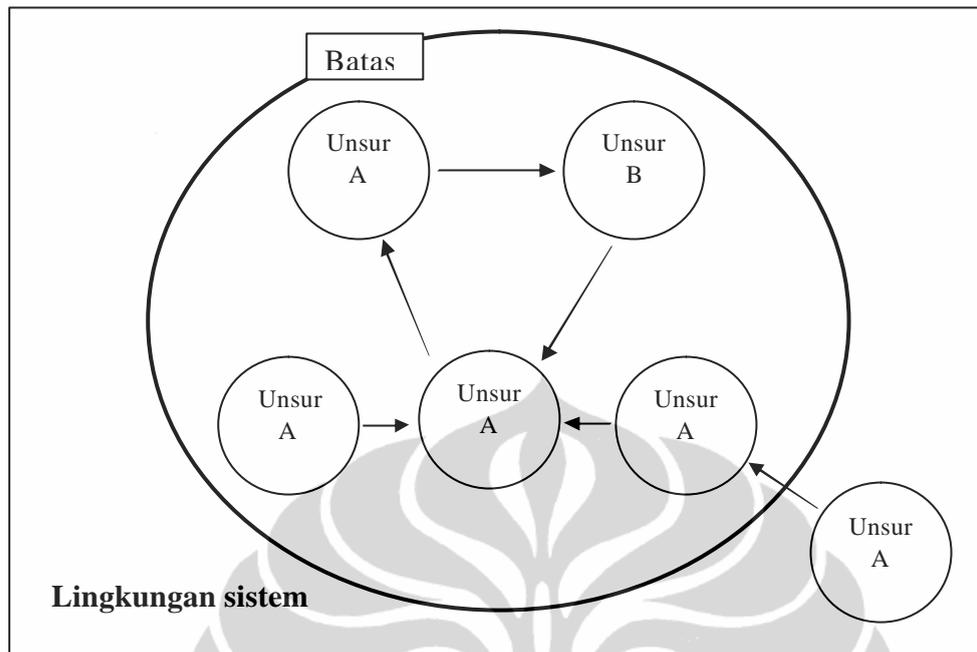
---

<sup>4</sup> "Analisis Sistem Dinamis, Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen" Muhammadiyah, Erman Aminullah, Budhi Soesilo, Jakarta 2001

**Tabel 2.2. Simbol-simbol Diagram Lingkar Sebab Akibat (Sterman, 2000)**

No.	Simbol	Arti
1.	Sebab $\longrightarrow$ Akibat	Hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat
2.	$\longrightarrow$	Aliran fisik
3.	$\dashrightarrow$	Aliran informasi
4.		Proses ( <i>rate</i> ) sebagai sebab yang menghasilkan keadaan ( <i>level</i> ) sebagai akibat, ataupun sebaliknya. Informasi tentang keadaan sebagai sebab menghasilkan pengaruh pada proses sebab akibat
6.		Hubungan sebab akibat searah
7.		Hubungan sebab akibat berlawanan arah
8.		Lingkar menghasilkan proses searah perilaku percepatan atau perlambatan
9.		Lingkar menghasilkan proses yang berlawanan arah perilaku menuju sasaran

Setelah model dibentuk, kemudian dilakukan simulasi untuk mendapat output yang diinginkan. Simulasi bertujuan untuk memahami gejala atau proses dari aktifitas yang terjadi, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses di masa depan. Untuk melakukan simulasi dari sebuah model, diperlukan perangkat lunak (*software*) yang secara cepat dapat melihat perilaku dari model yang telah dibuat. Ada berbagai macam perangkat lunak yang dapat digunakan untuk keperluan melakukan simulasi dari sebuah model. Dalam penelitian ini perangkat lunak yang digunakan berupa program yang dinamakan *Powersim*.



**Gambar 2.14 Sistem, Batas dan Lingkungan Sistem (Aminullah, 2001)**

*Powersim* digunakan untuk membangun dan melakukan simulasi suatu model dinamik. Suatu model dinamik adalah kumpulan dari variabel-variabel yang saling mempengaruhi antara satu dengan lainnya dalam suatu kurun waktu. Setiap variabel berkorespondensi dengan suatu besaran yang nyata atau besaran yang dibuat sendiri. Semua variabel tersebut memiliki nilai numerik dan sudah merupakan bagian dari dirinya. Model yang dibangun dengan menggunakan perangkat lunak *Powersim* berbentuk simbol-simbol dan simulasinya mengikuti metode sistem dinamik yang telah dikembangkan pada sekitar awal 1960-an. Perkembangan selanjutnya, simulasi dengan menggunakan perangkat lunak ini banyak dipakai dalam bidang-bidang komersial, industri, manajemen dan riset.

### 2.5.2 Notasi Powersim

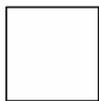
Pada waktu mensimulasikan model, variabel-variabel akan saling dihubungkan membentuk suatu sistem yang dapat menirukan kondisi sebenarnya. Pada perangkat lunak *Powersim*, suatu sistem yang menggambarkan hubungan antara variabel-variabel dinamakan diagram alir (*flow diagram*). Variabel-variabel tersebut akan digambarkan

dengan beberapa simbol, yang utama adalah simbol aliran (*flow symbol*) yang selalu dihubungkan dengan simbol level (*level symbol*) melalui simbol panah tebal untuk proses aliran. Aliran benda yang dapat mengalir disini adalah barang, orang, uang, dan lain lain, yang dapat diamati dan diukur penambahannya dan pengurangannya dalam *level* (Avianto, 2003). Dalam pemodelan level adalah mewakili pokok persoalan yang menjadi perhatian.

Selanjutnya panah halus (*information link*) yang menghubungkan antara level dengan aliran adalah proses informasi umpan balik. Diagram alir menggambarkan struktur dari model sedangkan hasil simulasi berupa gambar atau grafik menggambarkan perilaku (*behavior*) dari sistem.

Simbol-simbol yang digunakan dalam powershim, yaitu:

1) *Level*



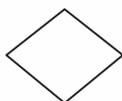
*Level* digunakan untuk membangun model yang dinamis. *Level* adalah variable akumulator yang menambahkan suatu dari *flow* yang masuk dan mengurangi suatu *flow* yang keluar dari nilai sebelumnya setiap tahun waktu dalam simulasi.

2) *Auxialary*



*Auxialary* merupakan variable yang nilainya ditentukan oleh suatu ekspresi logika/matematis yang terdiri dari operator, fungsi, nilai literal atau referencia dari variable lainnya, tetapi tidak menggunakan nilai sebelumnya dari variable itu sendiri sebagai referensi.

3) *Constant*



*Constant* merupakan nilai tetapan yang tidak berubah selama simulasi berjalan.

4) *Source/sink*



Source/ sink adalah suatu yang berada diluar model yang disimulasikan. Source/sink selalu terhubung dengan suatu *flow*.

5) *Link*



*Link* berfungsi menghubungkan 2 variabel

6) *Delayed*



*Delayed link* berfungsi untuk menghubungkan 2 variabel dengan nilai yang dipengaruhi oleh suatu delay tertentu.

7) *Initialization link*



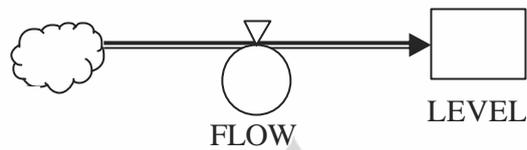
*Initialization link* berfungsi untuk memberikan nilai awal pada suatu level yang mereferensi suatu variabel lain (*constan* dan *auxialary*) dalam satu model. Nilai yang didapat digunakan referensi pada saat perhitungan awal.



**Gambar 2.15 Variabel-Variabel Yang Belum Didefinisikan**

Simbol-simbol variabel dengan tanda tanya di dalamnya adalah variabel-variabel yang belum didefinisikan.

Flow adalah suatu representatif dari suatu kuantitas yang dikirimkan pada suatu *level*. Suatu flow memiliki sumber (*source*) atau tujuan (*destination*) yang merupakan gambaran dari sesuatu di luar sistem yang dimodelkan.



**Gambar 2.16 Diagram Alir**

Dalam metode sistem dinamik, suatu sistem dianggap mempunyai struktur tertentu, yaitu terdiri dari sejumlah *loop-loop feedback* yang akan saling berinteraksi satu sama lain, setiap *loop feedback* mempunyai satu atau lebih *level*. Dalam sistem dinamik *level* ini selalu berubah, perubahan *level* disebut dengan laju.

Sistem dapat diklasifikasikan sebagai *loop* terbuka dan *loop* tertutup (sistem *feedback*). Pada *loop* terbuka, *output* tidak memberikan pengaruh terhadap *input*, sedangkan pada *loop* tertutup, keluarannya kembali mempengaruhi masukannya, sehingga tingkah laku sistem pada suatu saat akan mempengaruhi tingkah laku sistem pada saat berikutnya. Terbuka atau tertutupnya suatu sistem tergantung kepada pandangan dan keperluan dari pembuat model.

Sistem *loop* tertutup (*feedback*) dibagi ke dalam sistem *feedback* positif dan *feedback* negatif. Dikatakan *feedback* positif jika perubahan *divergen* (saling memberikan keuntungan) atau suatu kejadian memberikan akibat yang menimbulkan kejadian berikutnya yang semakin besar. Sedangkan sistem dapat dikatakan *feedback* negatif jika sifat perubahannya *konvergen* (ketidak saling bergantung) atau kejadian yang sifatnya selalu berusaha mencapai tujuan tertentu dan memberikan respon yang merupakan akibat kegagalan dalam mencapai tujuan tersebut.

### 2.5.3 Penentuan Variabel

Setiap variabel dalam suatu model didefinisikan dengan persamaan yang melibatkan variabel lain yang tergantung padanya, antara lain:

a. Variabel *Auxialary*

Nilai pada variabel jenis ini dihitung dengan mengevaluasi ekspresi matematis. Setiap ekspresi matematis tersebut meliputi operator, fungsi, nilai literatur. Seperti contoh sebagai berikut:

Referensi variabel Var1, Var2

Fungsi matematis SIN, MIN, Max dan lain lain.

Operator +, -, \*, / dan lain lain.

Tanda kurung ( )

Proses pendefinisian dilakukan pada suatu dialog box yang bernama *define variable*.

b. Variabel *Constant*

Suatu variabel *constant* nilainya didefinisikan secara literal berupa nilai-nilai, ataupun berupa fungsi konstan yang sudah terdefinisi dalam *PowerSim*.

Contoh pendefinisian konstanta

5%

TIMESTEP

STARTTIME

RUN dan lain lain.

c. Variabel *Level*

Nilai dari suatu *level* berubah selama simulasi berjalan. *Level* adalah sebuah akumulator yang menerima aliran *input* dan mengirimkan aliran *output* pada setiap satuan unit waktu simulasi. Nilai dari suatu *level* selalu berubah tergantung pada nilai sebelumnya. Di awal simulasi *level* membutuhkan nilai inisialisasi yang hanya direferensi pada awal simulasi. Nilai inisialisasi bisa secara langsung atau menggunakan referensi dari *auxialary* atau konstanta lain.

Beberapa langkah yang dilakukan dalam menganalisis sistem dinamik:

1. Identifikasi masalah, termasuk di dalamnya mencari batasan tertutup bagi sistem yang dianalisis.

2. Menentukan faktor-faktor yang dominan terhadap permasalahan, sehingga menghasilkan identifikasi dari variabel-variabel *level* dan *rate* dari sistem yang bersangkutan.
3. Menelusuri terbentuknya *loop* umpan balik dari suatu lintasan pembuatan keputusan, tindakan, perubahan *level* sistem, informasi tentang *level* sistem yang baru, keputusan yang baru dan seterusnya, serta interaksi antara *loop* yang satu ke *loop* yang lain.
4. Melakukan perhitungan simulasi dengan memasukkan kondisi mula sistem untuk mencari solusinya yang berupa pola tingkah laku sistem dalam selang waktu pengamatan.
5. Menentukan validitas dari pada model yang dibuat, bila validitasnya kurang baik, maka dilakukan perubahan-perubahan atas model yang dibuat dan bila validitasnya dianggap cukup baik, maka dilanjutkan dengan langkah selanjutnya.
6. Menerapkan kebijaksanaan tertentu dalam melakukan modifikasi terhadap model yang bersangkutan sesuai dengan model kebijaksanaan tersebut.
7. Melakukan kembali simulasi-simulasi berikutnya dengan model yang mengalami perubahan.
8. Melakukan analisis terhadap semua hasil simulasi yang diperoleh.
9. Berusaha menarik kesimpulan berdasarkan hasil tersebut.

#### **2.5.4 Validasi Model Sistem Dinamik**

Teknik validasi yang utama dalam metode berpikir sistem adalah validasi struktur model, yaitu sejauh mana keserupaan struktur model mendekati struktur nyata. Sebagai model struktural yang berorientasi proses, keserupaan struktur model dengan struktur nyata ditunjukkan dengan sejauh mana interaksi variabel model dapat menirukan interaksi kejadian nyata.

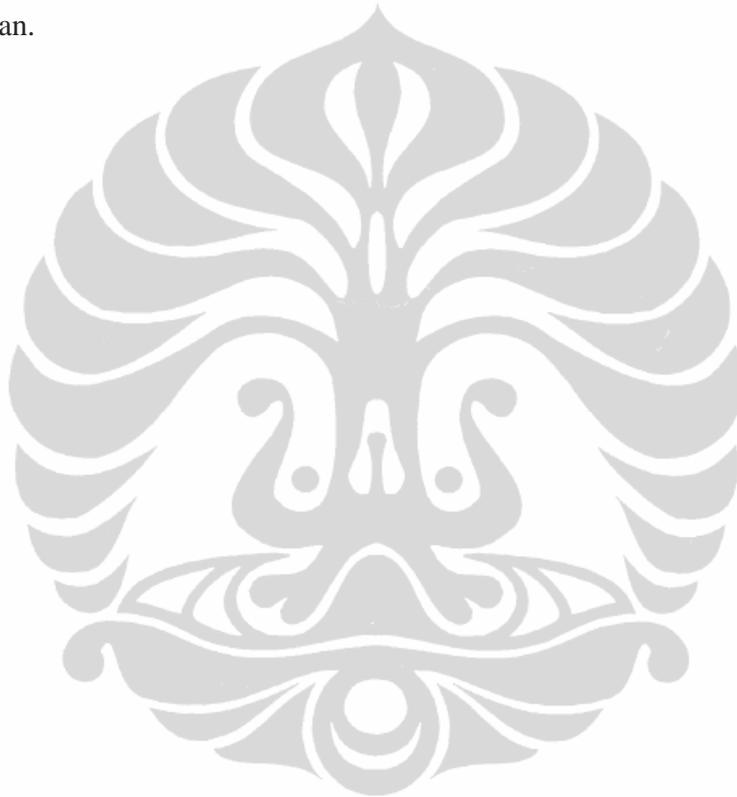
#### **2.6 TOTAL BIAYA**

Ada beberapa pertimbangan dalam membuat model biaya yang disebabkan perbedaan kepentingan antara operator pelabuhan dan perusahaan pelayaran. Operator pelabuhan menginginkan jumlah penggunaan fasilitas merata sepanjang hari untuk efisiensi biaya operasional. Sedangkan perusahaan pelayaran menginginkan pelayanan

yang cepat dengan fasilitas bongkar muat sesuai kebutuhan mereka. Atas dasar ini biaya total bervariasi tergantung besarnya tingkat pelayanan yang ada, kebijakan operasional pelabuhan dan kebijakan dalam penyediaan fasilitas bongkar muat yang canggih.

Biaya tambat adalah biaya yang dikenakan oleh pengelola pelabuhan kepada perusahaan pelayaran atas digunakannya fasilitas tambatan.

Biaya pelayanan adalah biaya yang harus ditanggung oleh pemilik barang atau perusahaan pengiriman barang atas biaya pelayanan yang diberikan atas penggunaan fasilitas pelabuhan.



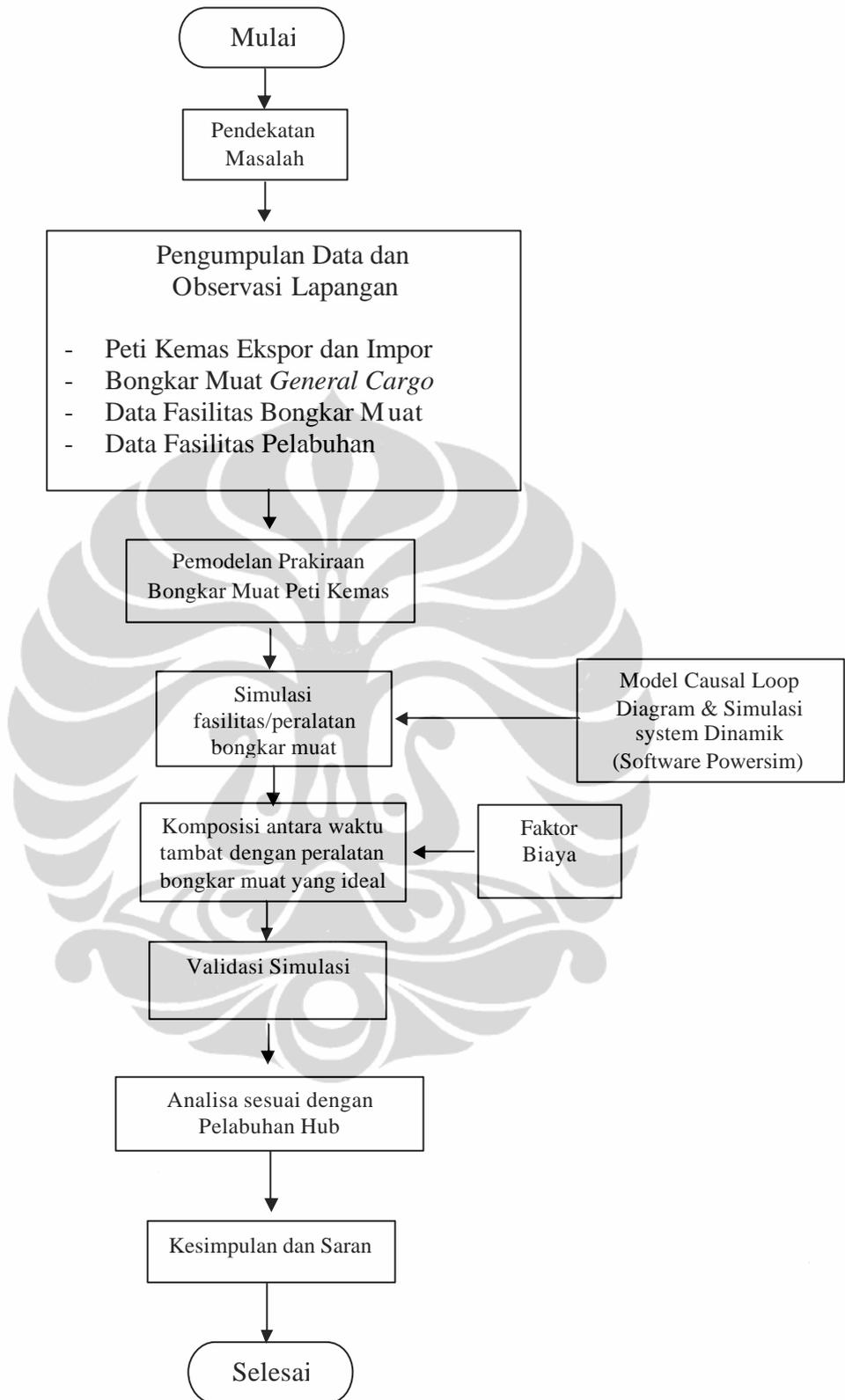
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini memaparkan mengenai proses perancangan penelitian dari tahap awal sampai tahap akhir. Penelitian dimulai dengan merumuskan masalah dan judul penelitian, kemudian dipilih metode penelitian yang tepat untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian. Tahap berikutnya adalah pendekatan masalah. Pendekatan masalah dalam penelitian ini menggunakan Metode Studi Kasus. Lokasi pelabuhan yang dipilih untuk studi kasus sebagai pengembangan pelabuhan hub internasional dalam penelitian ini adalah Pelabuhan Belawan. Proses keseluruhan dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.

#### **3.1 PENDEKATAN MASALAH**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dihubungkan wilayahnya melalui simpul-simpul transportasi salah satunya adalah pelabuhan. Dalam operasional pelabuhan dipengaruhi aktifitas-aktifitas perdagangan dari daerah yang dilayani (*hinterland*). Kondisi *hinterland* yang mempengaruhi dalam pengembangan pelabuhan belawan sebagai pelabuhan hub adalah jumlah penduduk, pelabuhan pengumpan, komoditi dalam bentuk muatan peti kemas dan general kargo, dan besarnya bongkar muat komoditi tersebut di pelabuhan. Dalam penentuan pelabuhan hub tidak lepas dari ketertarikan operator kapal (*main line operator*) mendatangkan kapal untuk proses pemindahan muatan baik secara *ship to ship* (kapal ke kapal) maupun di bongkar di pelabuhan. Ketertarikan main line operator di pengaruhi oleh jumlah produktifitas bongkar muat peti kemas di pelabuhan yang disinggahi. Keseimbangan proses ekspor dan impor dengan menggunakan peti kemas mendatangkan keuntungan bagi perusahaan pelayaran dalam proses pengiriman. Ketika kapal datang ke suatu pelabuhan membawa peti kemas dengan berisi muatan demikian juga ketika kembali memabawa peti kemas yang bermuatan.



**Gambar 3.1 Diagram Alir Penulisan**

Saat ini di Indonesia penggunaan peti kemas diperkirakan baru 20%-30% dari semua barang yang dikirim melalui laut, sedangkan di Eropa dan Amerika penggunaan peti kemas sudah sekitar 80%. Hal ini merupakan potensi yang besar bagi perkembangan peti kemas di Indonesia.

Pendekatan masalah dalam penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya kebutuhan pelabuhan hub internasional dalam dunia transportasi laut Indonesia yang dapat menampung proses transshipment petikemas kapal-kapal yang berukuran besar dari luar negeri sehingga dengan adanya pelabuhan tersebut dapat mengurangi biaya transportasi. Pengembangan pelabuhan nasional untuk menjadi pelabuhan hub perlu diperhatikan hal-hal yang mendukung lokasi pelabuhan hub tersebut. Oleh karena itu untuk mengembangkan pelabuhan hub diperlukan penentuan lokasi pelabuhan sesuai dengan letak atau posisi pelabuhan di jalur perdagangan dunia yaitu Selat Malaka dan kondisi fasilitas pelabuhan yang mendukung..

## **3.2 PENGUMPULAN DATA**

### **3.2.1 Pelabuhan-Pelabuhan Yang Diusahakan di Indonesia**

Pelabuhan-pelabuhan yang menjadi pelabuhan pengumpan pelabuhan Belawan adalah pelabuhan-pelabuhan peti kemas yang ada di Indonesia. Pelabuhan ini merupakan pelabuhan yang diusahakan (komersial) di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia, yang terbagi dalam tiga kawasan operasional yaitu PT. Pelabuhan Indonesia I, PT. Pelabuhan Indonesia II, PT. Pelabuhan Indonesia III, dan PT. Indonesia IV. Pola distribusi peti kemas di Indonesia saat ini masih menjadikan pelabuhan Singapura sebagai pelabuhan pemindah terhadap barang ekspor dan impor Indonesia. Pelabuhan Tanjung Priok yang sebelumnya direncanakan untuk pelabuhan hub masih menjadi feeder bagi pelabuhan Singapura. Peti kemas yang di hasilkan dari pelabuhan Palembang Teluk bayur, Panjang, Pontianak dikirim ke luar negeri melalui pelabuhan Tanjung priok yang kemudian dikirim melalui pelabuhan Singapura. Begitu juga pelabuhan-pelabuhan di wilayah Indonesia Timur seperti pelabuhan Makasar, Bitung, Sorong Jayapura sebelum keluar negeri harus melalui pelabuhan Tanjung Perak dan pelabuhan Singapura.

Pelabuhan-pelabuhan pengumpan yang diusahakan oleh PT. Pelabuhan Indonesia, yaitu:

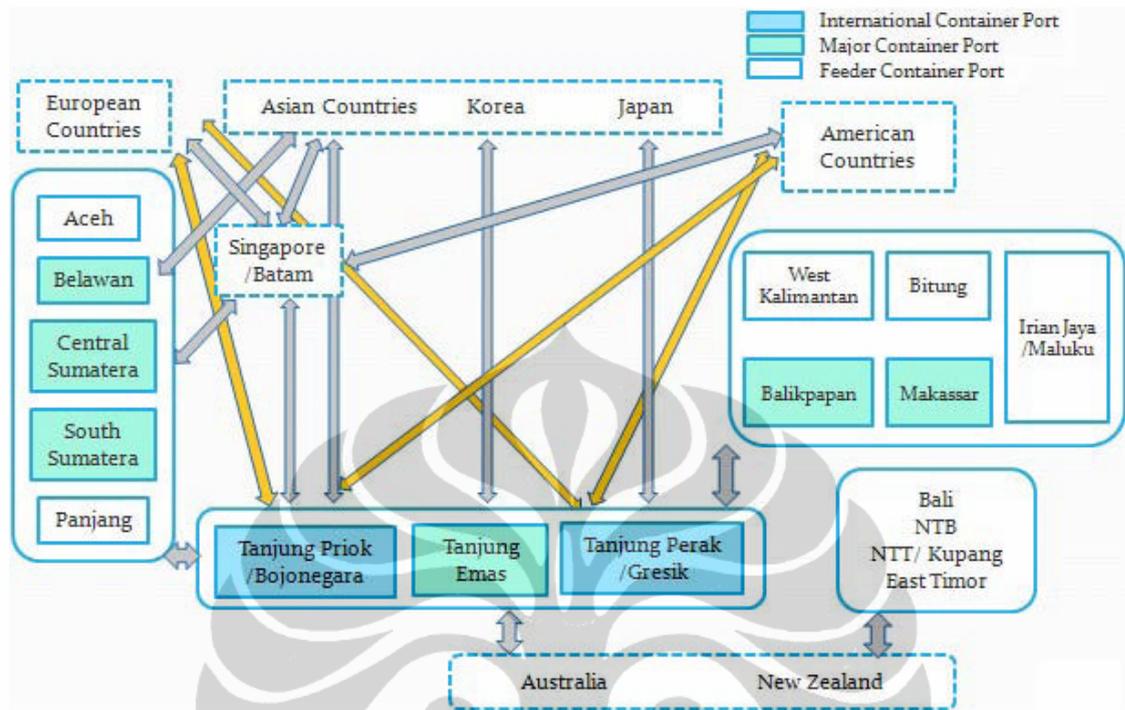
1. Pelabuhan-pelabuhan di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia I:
  - Pelabuhan Malahayati
  - Pelabuhan Lhoksumawe
  - Pelabuhan Kuala Langsa
  - Pelabuhan Tanjung Balai Asahan
  - Pelabuhan Sibolga
  - Pelabuhan Gunung Sitoli
  - Pelabuhan Dumai
  - Pelabuhan Pekan Baru
  - Pelabuhan Tanjung Pinang
  - Pelabuhan Tanjung Balai Karimun
  - Pelabuhan Tembilahan
  - Pelabuhan Bengkalis
  - Pelabuhan Selat Panjang
  - Pelabuhan Rengat
2. Pelabuhan-pelabuhan di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia II :
  - Pelabuhan Palembang
  - Pelabuhan Panjang
  - Pelabuhan Teluk Bayur
  - Pelabuhan Batam
  - Pelabuhan Sunda Kelapa
  - Pelabuhan Ciwandan
  - Pelabuhan Cirebon
  - Pelabuhan Talang Duku
  - Pelabuhan Pontianak
  - Pelabuhan Bojonegara

3. Pelabuhan-pelabuhan di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia III:

- Pelabuhan Tanjung Emas
- Pelabuhan Tanjung Perak
- Pelabuhan Tanjung Intan
- Pelabuhan Tegal
- Pelabuhan Gresik
- Pelabuhan Probolinggo
- Pelabuhan Tanjung Wangi
- Pelabuhan Balikpapan
- Pelabuhan Banjarmasin
- Pelabuhan Samarinda
- Pelabuhan Kotabaru
- Pelabuhan Sampit
- Pelabuhan Kumai
- Pelabuhan Pulang Pisau

4. Pelabuhan-pelabuhan di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia IV:

- Pelabuhan Benoa
- Pelabuhan Tenau
- Pelabuhan Lembar
- Pelabuhan Celukan Bawang
- Pelabuhan Bima
- Pelabuhan Maumere
- Pelabuhan Ambon
- Pelabuhan Biak
- Pelabuhan Bitung
- Pelabuhan Jayapura
- Pelabuhan Sorong



**Gambar 3.2 Permintaan Peti Kemas Saat Ini (PT. Pelindo II, 2009)**

Permintaan peti kemas Indonesia saat ini dari atau ke luar negeri, dikirim melalui pelabuhan-pelabuhan besar di Indonesia. Berdasarkan Gambar 3.2 diatas pelabuhan-pelabuhan besar di Indonesia yang melakukan ekspor dan impor peti kemas langsung ke negara tujuan, yaitu Pelabuhan Belawan yang melakukan pengiriman peti kemas ke negara-negara Asia, Pelabuhan Tanjung Priok yang melakukan ekspor dan impor peti kemas ke negara-negara Eropa dan Amerika, sedangkan untuk negara-negara di Asia proses ekspor dan impor Pelabuhan Tanjung Priok harus melalui Pelabuhan Singapura terlebih dahulu. Pelabuhan Tanjung Emas dan Tanjung Perak mengirim peti kemas ke negara Korea, Jepang dan Australia.

Bangkitan-bangkitan arus peti kemas dalam penelitian ini dibuat berdasarkan pendekatan perkiraan rencana pengembangan pelabuhan hub di Indonesia. pendekatan pertama dibuat berdasarkan bahwa pengembangan pelabuhan lebih dari satu lokasi. Misalkan pelabuhan Belawan merupakan pintu masuk arus peti kemas

dari Eropa, Afrika dan Asia Selatan. Pelabuhan Batam menjadi pintu masuk arus peti kemas dari Asia Timur dan Amerika. Dan Pelabuhan Bitung merupakan pintu masuk arus peti kemas dari Asia Timur dan Australia. pendekatan kedua dibuat berdasarkan penentuan lokasi pelabuhan hub hanya ada dua, misalkan pelabuhan Belawan melayani arus peti kemas dari Eropa Afrika dan Asia Selatan dan pelabuhan Bitung melayani arus peti kemas dari Asia Timur, Amerika dan Australia. Sedangkan pendekatan ketiga berdasarkan penentuan lokasi pelabuhan hub internasional hanya di pelabuhan Belawan sehingga bangkitan dari pelabuhan di seluruh Indonesia melalui pelabuhan Belawan. Untuk pelabuhan Tanjung Priok yang merupakan pelabuhan terbesar di Indonesia saat ini dengan jumlah peti kemas yang ditangani sekitar 2,5 juta TEUs, dimungkinkan bisa menjadi pelabuhan hub nasional yang melayani pemindahan arus peti kemas di seluruh Indonesia.

Pendekatan-pendekatan yang dijelaskan di atas di dukung dengan tiga skenario simulasi, yaitu

1) Skenario I

Pada skenario ini dimungkinkan untuk dapat dikembangkan lebih dari satu pelabuhan hub internasional di Indonesia. Dalam penelitian ini analisa dan perhitungan skenario I hanya pada Pelabuhan Belawan, tidak menguraikan analisis dari pelabuhan hub lainnya.

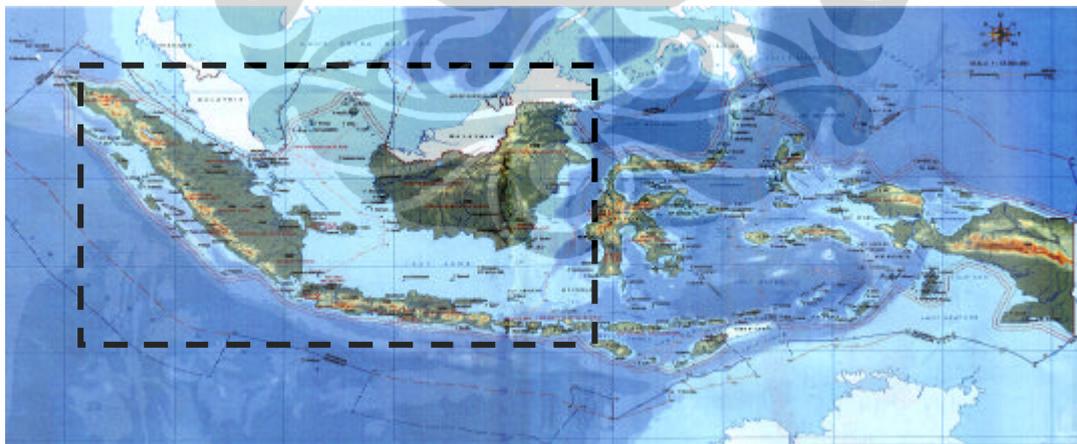


**Gambar 3.3 Permintaan Peti Kemas Skenario I**

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 wilayah daerah pengaruh (*hinterland*) Pelabuhan Belawan dalam skenario I meliputi pelabuhan-pelabuhan di Pulau Sumatera yang diusahakan. Pelabuhan-pelabuhan tersebut di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia I ditambah Pelabuhan Panjang, Palembang dan Teluk Bayur di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia II.

## 2) Skenario II

Pada skenario ini dimungkinkan untuk dikembangkan hanya dua pelabuhan hhub internasional. Dalam penelitian ini analisa dan perhitungan skenario II hanya pada Pelabuhan Belawan, tidak menguraikan analisis dari pelabuhan hub lainnya. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.4 wilayah daerah pengaruh (*hinterland*) Pelabuhan Belawan dalam skenario II meliputi pelabuhan-pelabuhan di Pulau Sumatera yang diusahakan ditambah pelabuhan-pelabuhan di Pulau Jawa dan Kalimantan. Pelabuhan-pelabuhan tersebut di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia I, II, dan III.



**Gambar 3.4 Permintaan Peti Kemas Skenario II**

### 3) Skenario III

Pada skenario ini dikembangkan hanya satu pelabuhan hub internasional, yaitu Pelabuhan Belawan. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.5 wilayah daerah pengaruh (*hinterland*) Pelabuhan Belawan dalam skenario III meliputi semua pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan di Indonesia di bawah operasional PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV.



**Gambar 3.5 Permintaan Peti Kemas Skenario III**

#### **3.2.2 Bongkar Muat Peti Kemas Pelabuhan-Pelabuhan yang Diusahakan**

Bongkar muat barang ini merupakan potensi peti kemas saat ini dan yang akan berkembang pada masa akan datang, bukan merupakan potensi *general cargo* yang ditransfer ke peti kemas. Peti kemas ini merupakan hasil dari perdagangan antar pulau, ekspor dan impor.

Peti kemas yang diusahakan oleh PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV adalah jumlah peti kemas yang ada di Indonesia saat ini. Pertumbuhan peti kemas tersebut merupakan gambaran tingkat pertumbuhan peti kemas di Indonesia.

**Tabel 3.1 Bongkar Muat Peti Kemas Pelindo I, II, III, dan IV**

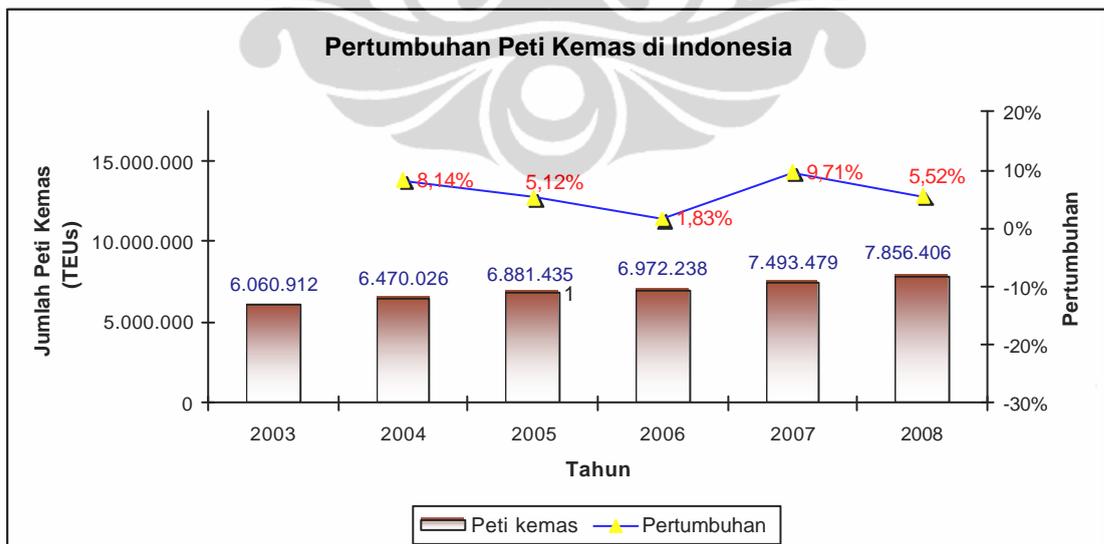
Tahun	Jumlah Peti Kemas (Teu's)				Jumlah
	PT. Pelindo I	PT. Pelindo II	PT. Pelindo III	PT. Pelindo IV	
2003	558.812	2.692.762	2.101.484	707.854	6.060.912
2004	710.498	2.715.592	2.333.030	710.906	6.470.026
2005	746.381	2.989.503	2.410.336	735.215	6.881.435
2006	762.747	2.947.044	2.506.258	756.189	6.972.238
2007	803.133	2.914.682	2.755.883	1.019.781	7.493.479
2008	933.454	3.056.192	2.842.252	1.024.508	7.856.406

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV

**Tabel 3.2 Pertumbuhan Peti Kemas Pelindo I, II, III, dan IV Per Tahun**

Tahun	Pertumbuhan Jumlah Peti Kemas Per Tahun				Rata-Rata Pertumbuhan
	PT. Pelindo I	PT. Pelindo II	PT. Pelindo III	PT. Pelindo IV	
2003	-	-	-	-	-
2004	21,35 %	0,84 %	9,92 %	0,43 %	8,14 %
2005	4,81 %	9,16 %	3,21 %	3,31 %	5,12 %
2006	2,15 %	-1,44 %	3,83 %	2,77 %	1,83 %
2007	5,03 %	-1,11 %	9,06 %	25,85 %	9,71 %
2008	13,96 %	4,63 %	3,04 %	0,46 %	5,52 %

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV (data olahan)



**Gambar 3.6 Pertumbuhan Peti Kemas di Indonesia**

Pertumbuhan produksi bongkar muat peti kemas PT. Pelabuhan Indonesia dari tahun 2003 sampai tahun 2008 berfluktuasi. Pada tahun 2003 bongkar muat peti kemas PT. Pelabuhan Indonesia I naik dari 558.812 TEUs menjadi 710.498 TEUs pada tahun 2004, atau mengalami kenaikan sebesar, akan tetapi pada tahun berikutnya 2005 hanya mengalami kenaikan sebesar 4,81%. Begitu juga pada PT. Pelabuhan Indonesia II yang mempunyai produksi bongkar muat yang besar pada tahun 2006 pertumbuhan peti kemasnya mengalami penurunan sebesar 1,44%, dari sebelumnya 2.989.503 TEUs pada tahun 2006 turun menjadi 2.947.044 TEUs .

Secara keseluruhan pertumbuhan peti kemas di Indonesia mengalami kenaikan. Rata-rata pertumbuhan peti kemas di Indonesia pada tahun 2004 naik 8,14% dan pada tahun 2008 naik 5,52%.

### 3.2.3 Bongkar Muat Barang Pelabuhan-Pelabuhan yang Diusahakan

Pertumbuhan produksi general kargo di pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan di Indonesia pada umumnya ada yang mengalami penurunan ada juga yang mengalami kenaikan, seperti pada general kargo PT. Pelabuhan Indonesia I mengalami trend menurun. Arus general kargo PT. Pelabuhan Indonesia I, pada tahun 2005 mengalami penurunan pertumbuhan -5,34 % dan pada tahun berikutnya sebesar -5,25%. Begitu juga arus general kargo PT. Pelabuhan Indonesia IV, pada tahun 2006 mengalami penurunan sebesar -12,49%. Hal ini disebabkan banyaknya arus ge neral kargo yang mulai berpindah pada muatan peti kemas.

**Tabel 3.3 Bongkar Muat Barang Pelindo I, II, III, dan IV**

Tahun	Jumlah Barang (Ton)				Jumlah
	PT. Pelindo I	PT. Pelindo II	PT. Pelindo III	PT. Pelindo IV	
2004	88.488	8.439.366	6.390.047	1.256.423	16.174.324
2005	83.761	10.943.272	8.546.549	1.576.990	21.150.572
2006	79.360	11.965.228	9.447.117	1.893.550	23.385.255
2007	75.502	12.360.074	10.346.355	1.973.324	24.755.255
2008	79.730	12.496.397	10.365.330	2.443.590	25.385.047

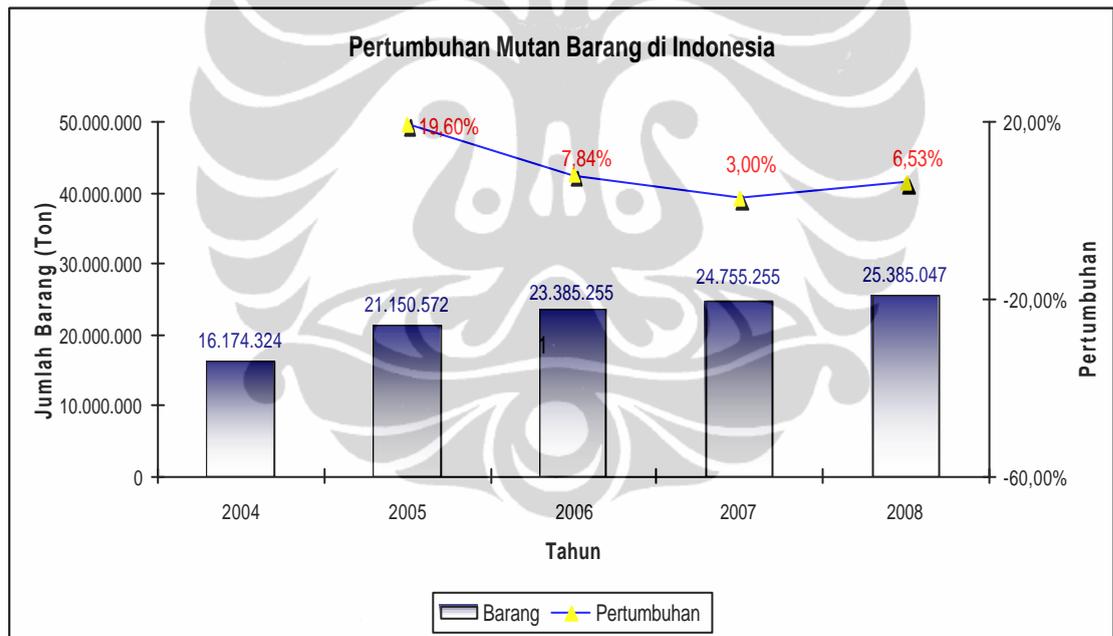
Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV

**Tabel 3.4 Pertumbuhan Barang Pelindo I, II, III, dan IV Per Tahun**

Tahun	Pertumbuhan Jumlah Peti Kemas Per Tahun				Rata-Rata Pertumbuhan
	PT. Pelindo I	PT. Pelindo II	PT. Pelindo III	PT. Pelindo IV	
2004	-	-	-	-	-
2005	-5,34%	29,67%	33,75%	20,33%	19,60%
2006	-5,25%	9,34%	10,54%	16,72%	7,84%
2007	-4,86%	3,30%	9,52%	4,04%	3,00%
2008	5,60%	1,10%	0,18%	19,24%	6,53%

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV (data olahan)

Pada keseluruhan rata-rata pertumbuhan general kargo di Indonesia, pada tahun 2007 terjadi penurunan kargo sebesar 3 % dan mengalami kenaikan sebesar 6,53 % pada tahun 2008.



**Gambar 3.7 Pertumbuhan Muatan Barang di Indonesia**

### 3.3 PRAKIRAAN KEBUTUHAN PETI KEMAS

Dalam proyeksi peti kemas, ada dua potensi permintaan yang diperhitungkan. Pertama potensi bongkar muat peti kemas yang ditimbulkan oleh wilayah pengaruh (*hinterland*), yang kedua adalah permintaan potensi pelabuhan Belawan secara geografis yang terletak di jalur pelayaran dunia yaitu selat Malaka.

Potensi peti kemas dari daerah hinterland di pengaruhi oleh potensi daerah di sekitar yang dimungkin pengiriman komoditi ekspor dikirim ke pelabuhan Belawan melalui akses darat lebih murah dibandingkan akses laut. Daerah-daerah tersebut adalah provinsi Sumatera Utara, Nangroe Aceh Daruissalam, dan Riau. Untuk provinsi kepulauan Riau pengirim barang ke pelabuhan Belawan lebih murah melalui laut. Selain daerah disekitarnya, permintaan potensi peti kemas di pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub adalah pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan di Indonesia. Dengan adanya pelabuhan hub di Indonesia diharapkan proses pemindahan keluar masuk peti kemas dari Indonesia dapat dilakukan melalui pelabuhan Belawan tidak lagi melalui pelabuhan Singapura. Hal ini tidak mudah bagi pelabuhan Singapura untuk melepas besarnya peti kemas yang datang dari Indonesia, diperkirakan dengan adanya pelabuhan hub di Indonesia, pelabuhan Singapura akan kehilangan  $\pm$  5 Juta TEUs. Dan hal ini merupakan pangsa yang besar bagi pelabuhan hub di Indonesia, apalagi diperkirakan pangsa kargo di Indonesia baru 20%-30% persen yang dapat di peti kemaskan. Sedangkan kargo dari Eropa dan Amerika yang sebagian besar menggunakan peti kemas diperkirakan akan mengalami kondisi jenuh.

Potensi peti kemas yang kedua adalah pengaruh jalur perdagangan dunia yang melalui selat Malaka terhadap pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional. Potensi ini memanfaatkan besarnya arus peti kemas (*container traffic*) yang melalui selat tersebut, hal ini dapat diketahui salah satunya melalui jumlah produktifitas peti kemas yang dihasilkan oleh pelabuhan-pelabuhan hub di sekitar selat Malaka, seperti pelabuhan Singapura, Jurong Port, Port Klang, dan Tanjung Pelepas. Saat ini perairan Singapura termasuk perairan yang tersibuk di dunia, dengan kondisi perairan yang sempit yang dibatasi pulau-pulau disekitarnya akan berpengaruh terhadap lalu lintas kapal untuk bersandar ke pelabuhan Singapura. Hal ini merupakan kesempatan yang besar bagi pelabuhan Belawan untuk memanfaatkan kondisi tersebut. Oleh karena itu untuk dapat bersaing dengan pelabuhan Singapura yang lebih dahulu dan lebih baik proses pelayanannya, pengembangan pelabuhan Belawan harus menyediakan fasilitas bongkar muat yang memadai sebagai pelabuhan hub.

Potensi permintaan yang dijelaskan diatas berhubungan dengan trend pertumbuhan kebutuhan peti kemas berasal. Berdasarkan proses bangkitan permintaan pertumbuhan peti kemas terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Organic growth* atau *nature growth*.
2. Transfer dari general cargo.
3. *Spill over growth*.

*Organic growth* merupakan permintaan peti kemas yang berasal dari wilayah pengaruh (*hinterland*), transfer dari general cargo adalah trend pertumbuhan peti kemas yang disebabkan penurunan trend penggunaan general cargo, sedangkan *spill over growth* adalah permintaan yang berasal dari limpahan pelabuhan hub lain misalkan pelabuhan Singapura.

### 3.3.1 Proyeksi Peti Kemas Wilayah Pengaruh (*Hinterland*)

Peramalan permintaan peti kemas dinyatakan dalam perhitungan perkiraan jumlah lalu lintas barang (*cargo traffic*) dan peti kemas (*container traffic*) daerah hinterland dan yang melewati selat Malaka.

#### 3.3.1.1 Peti Kemas Berdasarkan Bongkar Muat Pelabuhan Sekitar.

##### a) Jumlah Peti Kemas Berdasarkan Skenario I

Sebagai dasar penyusunan proyeksi permintaan peti kemas dari daerah hinterland berdasarkan skenario I, digunakan data proyeksi bongkar muat peti kemas PT. Pelabuhan Indonesia I dan sebagian data bongkar muat peti kemas dari PT. Pelabuhan Indonesia II, karena sebagian pelabuhan yang diusahakan oleh PT. Pelabuhan Indonesia II yaitu Pelabuhan Palembang, Teluk Bayur dan Pajang terletak di Pulau Sumatera.

**Tabel 3.5 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo I (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	154.144	180.324	195.789	201.501	213.268	231.422
Impor	185.934	195.352	209.726	215.506	226.798	243.398
<b>L.N</b>	<b>340.078</b>	<b>375.676</b>	<b>405.515</b>	<b>417.007</b>	<b>440.066</b>	<b>474.820</b>
Bongkar	292.630	295.526	306.661	333.614	362.419	390.410
Muat	300.746	307.589	318.378	342.374	367.802	392.597
<b>D.N</b>	<b>593.376</b>	<b>603.115</b>	<b>625.039</b>	<b>675.988</b>	<b>730.221</b>	<b>783.007</b>
<b>Jumlah</b>	<b>933.454</b>	<b>978.791</b>	<b>1.030.554</b>	<b>1.092.995</b>	<b>1.170.287</b>	<b>1.257.827</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia I

**Tabel 3.6 Proyeksi Arus Pe ti Kemas Pelabuhan Panjang (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	38.410	38.987	39.572	40.166	40.769	41.381
Impor	19.054	19.340	19.630	19.925	20.224	20.528
<b>L.N</b>	<b>57.464</b>	<b>58.327</b>	<b>59.202</b>	<b>60.091</b>	<b>60.993</b>	<b>61.909</b>
Bongkar	3.358	3.408	3.460	3.512	3.564	3.618
Muat	11.650	11.825	12.002	12.183	12.365	12.551
<b>D.N</b>	<b>15.008</b>	<b>15.233</b>	<b>15.462</b>	<b>15.694</b>	<b>15.930</b>	<b>16.169</b>
<b>Jumlah</b>	<b>72.472</b>	<b>73.560</b>	<b>74.664</b>	<b>75.785</b>	<b>76.923</b>	<b>78.077</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II (data olahan)

**Tabel 3.7 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelabuhan Palembang (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	28.709	29.140	29.577	30.021	30.472	30.930
Impor	22.819	23.162	23.509	23.862	24.220	24.584
<b>L.N</b>	<b>51.528</b>	<b>52.302</b>	<b>53.087</b>	<b>53.884</b>	<b>54.692</b>	<b>55.513</b>
Bongkar	16.597	16.846	17.099	17.356	17.616	17.881
Muat	10.344	10.499	10.657	10.817	10.979	11.144
<b>D.N</b>	<b>26.941</b>	<b>27.345</b>	<b>27.756</b>	<b>28.173</b>	<b>28.596</b>	<b>29.025</b>
<b>Jumlah</b>	<b>78.469</b>	<b>79.647</b>	<b>80.843</b>	<b>82.056</b>	<b>83.288</b>	<b>84.538</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II (data olahan)

**Tabel 3.8 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelabuhan Teluk Bayur (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bongkar	30.640	31.100	31.567	32.041	32.522	33.010
Muat	28.482	28.910	29.344	29.784	30.231	30.685
<b>D.N</b>	<b>59.122</b>	<b>60.010</b>	<b>60.910</b>	<b>61.825</b>	<b>62.753</b>	<b>63.695</b>
<b>Jumlah</b>	<b>59.122</b>	<b>60.010</b>	<b>60.910</b>	<b>61.825</b>	<b>62.753</b>	<b>63.695</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II (data olahan)

Berdasarkan data proyeksi diatas dengan menggunakan skenario I total permintaan peti kemas ekspor sampai dengan tahun 2013 adalah 303.733 TEUs, sedangkan total permintaan peti kemas impor sampai dengan tahun 2013 adalah 288.510 TEUs. Total permintaan peti kemas bongkar antar pulau sampai dengan tahun 2013 adalah 444.919 TEUs dan total permintaan peti kemas muat antar pulau sampai dengan tahun 2013 adalah 446.977 TEUs.

### b) Jumlah Peti Kemas Berdasarkan Skenario II

Berdasarkan data proyeksi dengan menggunakan skenario II mencakup daerah pengaruh dari pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan oleh PT. Pelabuhan Indonesia I, II dan III. Proyeksi ini dilakukan dari tahun 2009 sampai 2013.

**Tabel 3.9 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo II (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	644.887	977.601	992.500	1.007.626	1.028.206	1.060.023
Impor	745.768	1.059.068	1.074.719	1.090.602	1.111.986	1.144.374
<b>L.N</b>	<b>1.390.655</b>	<b>2.036.668</b>	<b>2.067.219</b>	<b>2.098.227</b>	<b>2.140.192</b>	<b>2.204.397</b>
Bongkar	719.078	921.201	935.232	949.476	968.852	998.797
Muat	946.459	958.801	972.971	987.349	1.006.709	1.036.031
<b>D.N</b>	<b>1.665.537</b>	<b>1.880.002</b>	<b>1.908.202</b>	<b>1.936.825</b>	<b>1.975.561</b>	<b>2.034.828</b>
<b>Jumlah</b>	<b>3.056.192</b>	<b>3.916.670</b>	<b>3.975.421</b>	<b>4.035.052</b>	<b>4.115.753</b>	<b>4.239.225</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II

**Tabel 3.10 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo III (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	799.547	803.259	845.235	889.932	937.018	986.671
Impor	627.745	631.132	664.114	699.232	736.228	775.241
<b>L.N</b>	<b>1.427.292</b>	<b>1.434.391</b>	<b>1.509.349</b>	<b>1.589.164</b>	<b>1.673.246</b>	<b>1.761.912</b>
Bongkar	689.862	715.631	754.365	795.509	839.070	885.827
Muat	725.098	744.841	781.321	819.864	860.464	903.765
<b>D.N</b>	<b>1.414.960</b>	<b>1.460.472</b>	<b>1.535.686</b>	<b>1.615.373</b>	<b>1.699.534</b>	<b>1.789.592</b>
<b>Jumlah</b>	<b>2.842.252</b>	<b>2.894.863</b>	<b>3.045.036</b>	<b>3.204.537</b>	<b>3.372.780</b>	<b>3.551.504</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia III

Sampai dengan tahun 2013 berdasarkan data diatas total permintaan peti kemas ekspor sebesar 2.350.427 TEUs, permintaan peti kemas impor sebesar 2.208.125 TEUs, peti kemas bongkar antar pulau sebesar 2.329.543 TEUs dan peti kemas muat antar pulau sebesar 2.386.773 TEUs.

c) **Jumlah Peti Kemas Berdasarkan Skenario III**

Pada data proyeksi dengan skenario IV data yang digunakan mencakup seluruh pelabuhan yang diusahakan di Indonesia yaitu pelabuhan-pelabuhan PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III dan IV.

**Tabel 3.11 Proyeksi Arus Peti Kemas Pelindo IV (TEUs)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	245.882	282.939	296.557	325.504	361.439	534.107
Impor	368.823	424.408	444.835	488.256	542.158	604.977
<b>L.N</b>	<b>614.705</b>	<b>707.347</b>	<b>741.392</b>	<b>813.761</b>	<b>903.596</b>	<b>1.139.084</b>
Bongkar	200.804	235.192	247.035	273.294	306.419	322.356
Muat	209.000	236.372	247.227	269.213	295.978	331.622
<b>D.N</b>	<b>409.803</b>	<b>471.564</b>	<b>494.262</b>	<b>542.507</b>	<b>602.398</b>	<b>653.978</b>
<b>Jumlah</b>	<b>1.024.508</b>	<b>1.178.911</b>	<b>1.235.654</b>	<b>1.356.268</b>	<b>1.505.994</b>	<b>1.793.062</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia IV

Berdasarkan data proyeksi diatas dengan menggunakan skenario I Vdidapat :

- Total permintaan peti kemas ekspor sampai dengan tahun 2013 adalah 2.711.866 TEUs.
- Total permintaan peti kemas impor sampai dengan tahun 2013 adalah 2.750.283 TEUs.
- Total permintaan peti kemas bongkar antar pulau sampai dengan tahun 2013 adalah 2.635.965 TEUs.
- Total permintaan peti kemas muat antar pulau sampai dengan tahun 2013 adalah 2.682.751 TEUs.

**3.3.1.2 General Cargo Pelabuhan yang Diusahakan**

Pengiriman barang dengan menggunakan fasilitas Pallet atau yang biasa disebut general kargo makin lama makin berkurang. Sedangkan penggunaan peti kemas trendnya semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya penemuan-penemuan teknologi baru menyebabkan konsumen berkeinginan untuk mendapatkan barang dengan cepat, efisien, dengan kondisi kargo yang aman yaitu dengan menggunakan peti kemas.

Dari ketiga skenario bangkitan yang sudah dijelaskan sebelumnya terdapat skenario permintaan peti kemas yang berasal dari transfer general kargo ke peti kemas. Skenario tersebut yaitu:

- 1) Skenario I
  - a. 50% Cargo Sumatera → Belawan
  - b. 90% Cargo Sumatera → Belawan
- 2) Skenario II
  - a. 50% Cargo Sumatera, Jawa, Kalimantan → Belawan
  - b. 100% Cargo Sumatera, Jawa, Kalimantan → Belawan
- 3) Skenario III
  - a. 50% Cargo seluruh Indonesia → Belawan
  - b. 100% Cargo seluruh Indonesia → Belawan

**a) Jumlah Arus Barang Yang Pindah Ke Muatan Peti Kemas Berdasarkan Skenario I**

Berdasarkan data proyeksi general kargo PT. Pelabuhan Indonesia, untuk skenario I yang meliputi pelabuhan di Pulau Sumatera dengan pendekatan 50% general kargo yang dapat berpindah ke peti kemas, yaitu pada tahun 2009 sebesar 4.527.502 ton, pada tahun 2013 sebesar 5.283.355 ton. Untuk pendekatan 90% jumlah general kargo yang berpindah ke peti kemas pada tahun 2009 sebesar 8.149.503 ton dan pada tahun 2013 sebesar 9.510.039 ton.

**Tabel 3.12 Proyeksi Arus Barang Pelindo I (ton)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	32.876	32.775	34.119	35.752	37.881	39.550
Impor	8.487	8.873	9.313	9.609	10.930	11.891
<b>L.N</b>	<b>41.363</b>	<b>41.648</b>	<b>43.432</b>	<b>45.361</b>	<b>48.811</b>	<b>51.441</b>
Bongkar	20.394	21.134	22.638	23.889	24.603	26.710
Muat	18.497	19.300	20.216	21.486	22.514	23.727
<b>D.N</b>	<b>38.891</b>	<b>40.434</b>	<b>42.854</b>	<b>45.375</b>	<b>47.117</b>	<b>50.437</b>
<b>Jumlah</b>	<b>80.254</b>	<b>82.082</b>	<b>86.286</b>	<b>90.736</b>	<b>95.928</b>	<b>101.878</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia I

**Tabel 3.13 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Panjang (ton)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	30.832	32.331	34.021	36.315	38.857	41.966
Impor	360.694	378.228	397.996	424.839	454.577	490.944
<b>L.N</b>	<b>391.526</b>	<b>410.558</b>	<b>432.017</b>	<b>461.154</b>	<b>493.434</b>	<b>532.909</b>
Bongkar	92.470	96.965	101.679	106.621	111.804	117.239
Muat	740.564	776.563	814.313	853.897	895.406	938.933
<b>D.N</b>	<b>833.034</b>	<b>873.529</b>	<b>915.992</b>	<b>960.519</b>	<b>1.007.210</b>	<b>1.056.172</b>
<b>Jumlah</b>	<b>1.224.560</b>	<b>1.284.087</b>	<b>1.348.008</b>	<b>1.421.672</b>	<b>1.500.645</b>	<b>1.589.081</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II (data olahan)

**Tabel 3.14 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Palembang (ton)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Impor	747.708	784.055	784.055	784.055	784.055	784.055
<b>L.N</b>	<b>747.708</b>	<b>784.055</b>	<b>784.055</b>	<b>784.055</b>	<b>784.055</b>	<b>784.055</b>
Bongkar	383.725	402.378	421.938	442.449	463.957	486.510
<b>D.N</b>	<b>383.725</b>	<b>402.378</b>	<b>421.938</b>	<b>442.449</b>	<b>463.957</b>	<b>486.510</b>
<b>Jumlah</b>	<b>1.131.433</b>	<b>1.186.433</b>	<b>1.205.993</b>	<b>1.226.504</b>	<b>1.248.012</b>	<b>1.270.565</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II (data olahan)

**Tabel 3.15 Proyeksi Arus Barang Pelabuhan Teluk Bayur (ton)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	1.018.179	1.018.179	1.018.179	1.018.179	1.018.179	1.018.179
Impor	200.200	209.932	209.932	209.932	209.932	209.932
<b>L.N</b>	<b>1.218.379</b>	<b>1.228.111</b>	<b>1.228.111</b>	<b>1.228.111</b>	<b>1.228.111</b>	<b>1.228.111</b>
Bongkar	692.505	726.168	761.468	798.484	837.299	878.000
Muat	4.337.284	4.548.123	4.769.211	5.001.047	5.244.152	5.499.075
<b>D.N</b>	<b>5.029.789</b>	<b>5.274.291</b>	<b>5.530.679</b>	<b>5.799.531</b>	<b>6.081.451</b>	<b>6.377.076</b>
<b>Jumlah</b>	<b>6.248.168</b>	<b>6.502.402</b>	<b>6.758.790</b>	<b>7.027.642</b>	<b>7.309.562</b>	<b>7.605.187</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II (data olahan)

#### **b) Jumlah Jumlah Arus Barang Yang Pindah Ke Muatan Peti Kemas Berdasarkan Skenario II**

Proyeksi general kargo PT. Pelabuhan Indonesia yang berpindah ke peti kemas berdasarkan skenario II pendekatan 50%, yaitu pada tahun 2009 sebesar 17.886.105 ton, pada tahun 2013 sebesar 22.006.981 ton. Untuk pendekatan 90% jumlah general kargo yang berpindah ke peti kemas pada tahun 2009 sebesar 32.194.989 ton dan pada tahun 2013 sebesar 39.612.565 ton.

**Tabel 3.16 Proyeksi Arus Barang Pelindo II (ton)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	3.245.612	3.391.278	3.421.253	3.485.324	3.505.021	3.598.543
Impor	3.151.981	3.191.477	3.221.775	3.244.963	3.325.021	3.338.000
<b>L.N</b>	<b>6.397.593</b>	<b>6.582.755</b>	<b>6.643.028</b>	<b>6.730.287</b>	<b>6.830.042</b>	<b>6.936.543</b>
Bongkar	3.149.402	3.423.857	3.562.932	3.847.904	4.302.391	4.672.394
Muat	2.949.402	3.823.856	4.047.051	4.092.236	4.071.447	4.245.113
<b>D.N</b>	<b>6.098.804</b>	<b>7.247.713</b>	<b>7.609.983</b>	<b>7.940.140</b>	<b>8.373.838</b>	<b>8.917.507</b>
<b>Jumlah</b>	<b>12.496.397</b>	<b>13.830.468</b>	<b>14.253.011</b>	<b>14.670.427</b>	<b>15.203.880</b>	<b>15.854.050</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia II

**Tabel 3.17 Proyeksi Arus Barang Pelindo III (ton)**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ekspor	3.824.032	4.023.743	4.983.021	5.539.212	6.723.450	8.023.840
Impor	1.806.096	2.706.551	2.510.551	2.933.870	3.259.954	3.270.212
<b>L.N</b>	<b>5.630.128</b>	<b>6.730.294</b>	<b>7.493.572</b>	<b>8.473.082</b>	<b>9.983.404</b>	<b>11.294.052</b>
Bongkar	2.438.203	2.637.290	2.720.957	2.840.320	2.458.347	3.230.493
Muat	2.296.999	2.007.448	2.725.983	2.832.128	2.841.316	3.068.656
<b>D.N</b>	<b>4.735.202</b>	<b>4.644.738</b>	<b>5.446.940</b>	<b>5.672.448</b>	<b>5.299.663</b>	<b>6.299.149</b>
<b>Jumlah</b>	<b>10.365.330</b>	<b>11.375.032</b>	<b>12.940.512</b>	<b>14.145.530</b>	<b>15.283.067</b>	<b>17.593.201</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia III

**c) Jumlah Jumlah Arus Barang Yang Pindah Ke Muatan Peti Kemas Berdasarkan Skenario III**

Jumlah general kargo pada skenario III merupakan gabungan dari keluruhan general kargo di pelabuhan-pelabuhan PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III, dan IV, berdasarkan pendekatan tersebut jumlah 50% general kargo yang berpindah ke peti kemas sampai dengan tahun 2013 diproyeksikan sebesar 23.462.584 ton, sedangkan untuk pendekatan 90% sebesar 42.232.652 ton.

**Tabel 3.18 Proyeksi Arus Barang Pelindo IV (ton)**

<b>Tahun</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Ekspor	563.003	600.110	626.666	650.395	676.295	685.773
Impor	609.920	645.521	671.777	695.426	721.085	736.161
<b>L.N</b>	<b>1.172.923</b>	<b>1.245.631</b>	<b>1.298.443</b>	<b>1.345.821</b>	<b>1.397.379</b>	<b>1.421.934</b>
Bongkar	622.627	663.567	692.884	719.083	747.675	753.721
Muat	648.040	685.866	713.763	738.890	766.152	822.300
<b>D.N</b>	<b>1.270.667</b>	<b>1.349.433</b>	<b>1.406.646</b>	<b>1.457.973</b>	<b>1.513.828</b>	<b>1.576.021</b>
<b>Jumlah</b>	<b>2.443.590</b>	<b>2.595.064</b>	<b>2.705.089</b>	<b>2.803.794</b>	<b>2.911.207</b>	<b>2.997.955</b>

Sumber: PT. Pelabuhan Indonesia IV

### 3.3.2 Proyeksi Peti Kemas di Selat Malaka

Pertumbuhan lalu lintas peti kemas internasional melalui selat Malaka dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dari tahun 2002 sampai tahun 2006 telah melaju dengan sangat pesat, apabila dalam tahun 2002 jumlahnya mencapai 26,8 juta TEUs, maka pada tahun 2006 telah mencapai 40,1 juta TEUs dengan rata-rata pertumbuhan 10,7% per tahun. Pelabuhan Singapura merupakan Pelabuhan tersibuk dengan jumlah ekspor-impor peti kemas 16,9 juta pada tahun 2002 meningkat menjadi 24,8 juta TEUs mengambil porsi terbesar yaitu rata-rata 62,3% dari total permintaan pasar di kawasan selat Malaka dengan pertumbuhan rata-rata 10% per tahun. Port Klang di Malaysia menempati urutan kedua dengan porsi rata-rata 15,9% dari total pasar dengan pertumbuhan rata-rata 9% per tahun dalam kurun waktu yang sama. Tanjung Pelepas di Malaysia yang baru selesai dibangun dan siap operasi pada tahun 2000, pada tahun 2002 telah dapat meraih 2,7 juta TEUs dan selama 5 tahun terakhir telah berhasil meningkatkan kinerjanya dengan meraih 4,8 juta TEUs dengan laju pertumbuhan rata-rata 11,4% per tahun. Pelabuhan Laem Chabang di Thailand pada tahun 2006 berhasil mencapai 4,2 juta TEUs meningkat pesat dibandingkan pada tahun 2002 yaitu 2,7 juta TEUs, berarti tingkat pertumbuhan rata-rata 10,5%/tahun dalam kurun waktu yang sama. Pada tabel 4.24 disajikan data ekspor dan impor peti kemas pada beberapa pelabuhan Hub Internasional yang berlokasi di kawasan Selat Malaka.

**Tabel3.19 Lalu Lintas Peti Kemas (Container Traffic) di Pelabuhan Hub Internasional di Kawasan Selat Malaka**

(juta TEU) Pelabuhan	Negara	2002	2003	2004	2005	2006
Singapore	Singapore	16,94	18,41	20,6	23,19	24,8
Port Klang	Malaysia	4,5	4,84	5,24	5,54	6,33
Tanjung Pelepas	Malaysia	2,67	3,5	4,02	4,17	4,77
Laem Chabang	Thailand	2,66	3,18	3,62	3,83	4,22
Total		26,77	29,93	33,48	36,73	40,12

Sumber : Regional Shipping and Port Development Strategies  
(Container Traffic Forecast) ESCAP, United Nations, 2005

**Tabel 3.20 Produksi Petikemas di 30 Pelabuhan Kontainer Utama Dunia**

TABEL 30 PELABUHAN TOP DUNIA BERDASARKAN PRODUKSI KONTAINER (TEU) TAHUN 2007						
URUTAN		PELABUHAN	2007	2006	% Perubahan	Unit Naik
1	(1)	Singapura	27,935,400	24,792,400	12.7	3,143,000
2	(3)	Shanghai	24,800,000	21,710,000	14.2	3,090,000
3	(2)	Hongkong	23,881,000	23,230,000	2.8	651,000
4	(4)	Shenzen	21,098,871	18,468,900	14.2	2,629,971
5	(5)	Busan	13,270,000	12,030,000	10.3	1,240,000
6	(7)	Rotterdam	10,800,000	9,600,482	12.5	1,199,518
7	(8)	Dubai	10,700,000	8,923,465	19.9	1,776,535
8	(6)	Kaohsiung	10,256,830	9,774,670	4.9	482,160
9	(9)	Hamburg	9,986,961	8,861,545	12.7	1,125,416
10	(11)	Qingdao	9,400,000	7,702,000	22.0	1,698,000
11	(13)	Ningbo	9,349,700	7,068,000	32.3	2,281,700
12	(15)	Guangzhou	9,200,000	6,600,000	39.4	2,600,000
13	(10)	Los Angeles	8,355,039	8,469,853	-1.4	-114,814
14	(14)	Antwerp	8,141,807	7,018,799	16.0	1,123,008
15	(12)	Long Beach	7,310,000	7,290,365	0.3	19,635
16	(16)	Port Klang	7,100,000	6,320,000	12.3	780,000
17	(18)	Tianjin	7,000,000	5,900,000	18.6	1,100,000
18	(19)	Tanjung Pelepas	5,461,650	4,770,000	14.5	691,650
19	(17)	New York/New Jersey	4,974,577	5,128,430	-3.0	-153,853
20	(20)	Bremen	4,917,250	4,450,000	10.5	467,250
21	(21)	Laem Chabang	4,641,914	4,123,124	12.6	518,790
22	(22)	Xiamen	4,621,505	4,018,700	15.0	602,805
23	(-)	Hanshin**	4,300,000	-	-	-
24	(23)	Tanjung Priok	3,958,000	3,815,500	3.7	142,500
25	(28)	Jawaharlal Nehru	3,793,320	3,084,000	23.0	709,320
26	(26)	Dalian	3,790,160	3,212,000	18.0	578,160
27	(24)	Tokyo	3,738,300	3,665,000	2.0	73,300
28	(25)	Algeciras	3,500,000	3,244,640	7.9	255,360
29	(27)	Yokohama*	3,488,000	3,200,000	9.0	288,000
30	(29)	Colombo*	3,325,463	3,079,132	8.0	246,331
<b>TOTAL</b>			<b>273,095,747</b>	<b>239,551,005</b>	<b>14.0</b>	<b>33,544,742</b>

Sumber: Gurning (2008), diolah dari Far-East Cargo Line 2007-2008, PortWorld 2007-2008, Bisnis Indonesia 2007, China Economic Review, Edisi Januari 2008.

Catatan: Urutan 2006 dalam kurung

ESCAP (Economic and Social Commission For Asia and The Pacific) salah satu badan dibawah Perserikatan Bangsa Bangsa (*United Nation*) untuk Asia dan Pacific memproyeksikan pertumbuhan jumlah peti kemas dunia rata-rata 7,5%/tahun dalam kurun waktu tahun 2002 – 2010 dan tingkat pertumbuhan 5%/tahun sampai dengan tahun 2015. Selengkapnya gambaran tentang perkiraan dan proyeksi tingkat pertumbuhan perdagangan peti kemas dunia dapat disajikan pada tabel berikut di bawah ini.

Untuk kawasan Asia Timur dan Asia Tenggara diperkirakan pertumbuhan perdagangan peti kemas internasional akan berkembang lebih pesat lagi melihat potensi pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi untuk beberapa negara seperti China, Taiwan dan Korea demikian pula negara-negara di kawasan Asia Tenggara

**Tabel 3.21 Perkiraan dan Proyeksi Tingkat Pertumbuhan**

<b>Perdagangan Peti Kemas Dunia (1980-2015) Tahun</b>	<b>Volume Peti Kemas ( Juta TEUs)</b>	<b>Rata-rata pertumbuhan Per Tahun</b>
1980	13,5	--
1990	28,7	7,8%
2000	68,7	9,1%
2010	138,9	7,3%
2015	177,6	5%

Sumber : Regional Shipping and Port Development Strategies (Container Traffic Forecast) ESCAP, United Nations, 2005

### **3.4 PRAKIRAAN PELAYANAAN PETI KEMAS**

#### **3.4.1 Penentuan Waktu Tambat Kapal**

Utilitas dermaga atau *Berth Occupancy Rasio* (BOR) adalah perbandingan antara jumlah waktu pemakaian tiap dermaga yang tersedia dengan jumlah waktu yang tersedia selama satu periode (bulan/tahun) yang dinyatakan dalam prosentase. Besaran BOR selain dipengaruhi oleh waktu tambat kapal juga dipengaruhi jumlah kedatangan kapal dan panjang dermaga.

Nilai BOR yang tinggi menggambarkan waktu tambat kapal di dermaga berlangsung lama, sehingga menyebabkan biaya sandar yang besar bagi perusahaan pelayaran. Sebaliknya nilai BOR yang rendah menggambarkan pelayanan

pelabuhan yang cepat akan tetapi penggunaan peralatan bongkar muat tidak efisien sehingga menimbulkan biaya yang besar bagi operator pelabuhan.

Selat Malaka saat ini merupakan jalur pelayaran tersibuk di dunia dengan volume lalu-lintas sekitar 4 milyar DWT dan jumlah kapal yang melintas sebesar 94.000 unit perhari. Jumlah ini diprediksikan meningkat sebesar 50-60% pada tahun 2020<sup>1</sup>. Berdasarkan tabel diatas rata-rata BOR dari pelabuhan Singapura, Port Klang dan Laem Chabang adalah 70%. Dengan adanya jumlah kapal, nilai BOR, waktu tambat yang disediakan operator pelabuhan, akan dapat diketahui rata-rata waktu tambat kapal di dermaga.

#### **3.4.2 Penentuan Kinerja Peralatan Bongkar Muat Peti Kemas**

Kinerja peralatan bongkar muat ditekankan pada kinerja *gantry crane* yang berada di dermaga, hal ini karena besarnya kecepatan *crane* dalam mengambil peti kemas akan berpengaruh terhadap lamanya waktu tambat di dermaga. Semakin cepat kinerja *gantry crane* semakin besar pula jumlah peti kemas yang dibongkar atau di muat sehingga berpengaruh terhadap produktifitas bongkar muat peti kemas dan waktu tambat kapal di dermaga. Kapasitas *crane* di dermaga dihitung dalam satuan Box/jam, yang artinya berapa box peti kemas yang dapat diambil (kapal ke/dari dermaga) dalam sekali gerakan *crane* selama satu jam. Di bawah ini terdapat tabel yang menggambarkan kapasitas *crane* yang digunakan oleh beberapa pelabuhan di dunia. *Crane-crane* pada umumnya untuk kapal-kapal berukuran besar seperti kapal Panamax dan Post Panamax yang berukuran diatas 4000 Teus, dengan kapasitas angkat 20-30 Box/Hour. Panamax merupakan kapal generasi ketiga dengan panjang 240 m sampai 290 m dan *draft* 12 m, yang berkapasitas 2500 TEUs sampai 3500 TEUs atau kurang lebih 60.000 DWT. Sedangkang Post Panamax merupakan kapal generasi kelima dengan panjang 275m sampai 300 m dan *draft* 12,5 m, yang berkapasitas 3500 TEUs sampai 5000 TEUs atau kurang lebih 80.000 DWT (Laporan Tahunan Pelindo II, 2009).

<sup>1</sup> Sasakawa. *Development toward a new world maritime community*. Pidato pada *Symposium on the Enhancement of Safety of Navigation and the Environmental Protection of the Malacca and Singapore*, Malaysia, 2007.

**Tabel 3.22 Nilai BOR di Beberapa Pelabuhan Dunia**

Port/Terminal	Berth Util. (%)
<b>Shout East Asia</b>	
PSA Corp	65
Port Klang	78
Port of Tanjung Pelapas	35
Laem Chabang	65
<b>East Asia</b>	
Kwai Chung Slot	95
Kwai Chung Average	70
Yantian	50
<b>Erope</b>	
Rotterdam	75
Rotterdam	75
Antwerp	60
Hamburg	45
Felixstowe	74
Thamesport	60
<b>America</b>	
Oakland	30
Long Beach	45
New York	35

Sumber : David Wignall Associated (National Port Master Plan), 2009

### 3.4.3 Kebutuhan Dermaga dan Lapangan Penumpukan

*Berth Output* yang biasa disebut *Berth Throughput (BTP)* atau daya lalu dermaga adalah jumlah ton/m<sup>3</sup> barang atau Box peti kemas (TEUs) yang melewati tiap meter panjang dermaga yang tersedia. Hal ini merupakan indikator dalam memperhitungkan kebutuhan panjang dermaga yang dapat menampung berapa box peti kemas yang diterima dermaga sebelum diangkat (*lift on*) ke lapangan penumpukan.

Tingkat Pemakaian penumpukan atau *Open Storage Occupancy Ratio* adalah perbandingan ruang lapangan penumpukan yang dihitung dalam ton hari dan m<sup>3</sup> hari dengan kapasitas penumpukan yang tersedia.

Di bawah ini terdapat tabel kebutuhan dermaga dan lapangan penumpukan dengan menggunakan crane yang diterangkan di atas pada pelabuhan-pelabuhan besar dunia.

**Tabel 3.23 Kapasitas Crane di Beberapa Pelabuhan Dunia**

Port/Terminal	Container/ Crane	NCR (lifts/hour)
<b>Shout East Asia</b>		
PSA Corp (RTG/RMG/OHBC)	135000	31
Port Klang (RTG)	79000	20
Port of Tanjung Pelapas (RTG)	146500	25
Laem Chabang (RTG)	84500	30
<b>East Asia</b>		
Kwai Chung Slot (RMG)	355000	32
Kwai Chung Average (RTG/RMG)	160000	31
Yantian (RTG)	111000	28
<b>Erope</b>		
Rotterdam (Home, Straddle)	95000	30
Rotterdam (ECT, Straddle)	100000	30
Antwerp (Hessenatie, Straddle)	12000	30
Hamburg (Eurokai, RTG/Stradle)	89000	18
Felixstowe (RTG/RMG)	139000	25
Thamesport (RMG)	110000	26
<b>America</b>		
Oakland (Staddle/RTG)	105000	29
Long Beach (Straddle/RTG)	83500	28
New York (RTG)	69500	25

Sumber : David Wignall Associated (National Port Master Plan), 2009

**Tabel 3.24 Kebutuhan Dermaga dan Lapangan Penumpukan di Beberapa Pelabuhan Dunia**

Port/Terminal	TEU/Ha (Gross Area)	TEU/ Berth (m)
<b>Shout East Asia</b>		
PSA Corp	45700	1620
Port Klang	25000	880
Port of Tanjung Pelapas	14600	950
Laem Chabang	36150	560
<b>East Asia</b>		
Kwai Chung Slot	64363	3480
Kwai Chung Average	45400	1550
Yantian	16950	850
<b>Erope</b>		
Rotterdam	10000	615
Rotterdam	8950	1130
Antwerp	15750	800
Hamburg	16650	470
Felixstowe	19300	1290
Thamesport	7600	1015
<b>America</b>		
Oakland	9400	320
Long Beach	11350	540
New York	7250	560

Sumber : David Wignall Associated (National Port Master Plan), 2009

**BAB IV**  
**ANALISIS PEMODELAN PRAKIRAAN**  
**BONGKAR MUAT PETI KEMAS PELABUHAN BELAWAN**  
**DENGAN SISTEM DINAMIK**

**4.1 PARAMETER MODEL SISTEM DINAMIK**

Struktur model sistem dinamis prakiraan produktifitas bongkar muat pelabuhan Belawan di khususkan pada kebutuhan produktifitas pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub berdasarkan permintaan atau bangkitan peti kemas di pelabuhan-pelabuhan yang diusahakan di Indonesia. Pelabuhan-pelabuhan ini merupakan outlet bagi ekspor dan impor daerah disekitarnya.

Parameter yang di bangun dengan menggunakan sistem berdasarkan gejala-gejala yang ditemukan di lapangan. Adanya proses bangkitan secara alami potensi peti kemas dari daerah di Indonesia, transfer kebutuhan kargo ke peti kemas, serta adanya limpahan peti kemas dari satu pelabuhan ke pelabuhan lain. Parameter-parameter ini merupakan dasar pemodelan sistem dinamik dalam analisa pemodelan prakiraan produktifitas bongkar muat peti kemas pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional.

**4.2 IDENTIFIKASI SISTEM DARI MODEL YANG DIBANGUN**

**4.2.1 Penentuan Tujuan Sistem**

Model yang disusun akan mengetahui kebutuhan peti kemas pada masa yang akan datang, dengan adanya prakiraan kebutuhan peti kemas ini dapat menjadi dasar dikembangkannya pelabuhan hub internasional khususnya di pelabuhan Belawan.

Tujuan pemodelan ini untuk memberikan gambaran perilaku dan pola dari variabel-variabel yang mempengaruhi model sehingga dapat digunakan sebagai proses manajemen dalam menetapkan kebutuhan produktifitas peti kemas di Indonesia

#### 4.2.2 Penentuan Variabel Model Sistem Dinamik

Variabel-variabel yang ditentukan akan berhubungan dengan 4 faktor utama:

1) Produksi peti kemas

Hal ini berhubungan dengan potensi kedepan besarnya produksi peti kemas di Indonesia, baik bangkitan secara alami dari peti kemas maupun transfer muatan kargo ke peti kemas karena diperkirakan sebagian muatan kargo akan berpindah ke peti kemas.

2) Permintaan Peti kemas

Permintaan peti kemas ini datang dari jumlah peti kemas ekspor-impor dan peti kemas dari perdagangan antar pulau (dalam negeri), serta perkiraan besarnya peti kemas selat Malaka yang dapat singgah ke pelabuhan Belawan.

3) Pelayanan Peti Kemas di Pelabuhan

Berhubungan dengan kapasitas fasilitas pelabuhan seperti dermaga, lapangan penumpukan, crane dan waktu pelayanan kapal, berapa lama kapal tambat di dermaga.

4) Biaya Operasional

Biaya ini merupakan biaya operasional pihak pelabuhan yang dikenakan kepada main line operator, seperti biaya jasa tambat, labuh, biaya pelayanan jasa peti kemas dan lain-lain.

Variabel-variabel berikut ini akan digunakan sebagai dasar pembangunan model prakiraan produktifitas bongkar muat peti kemas pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional. Adapaun variabel-variabel yang paling dominan adalah

- Produksi bongkar muat peti kemas
- Permintaan impor
- Permintaan ekspor
- Keseimbangan peti kemas
- Jumlah barang yang di peti kemaskan
- Proyeksi kebutuhan peti kemas
- Proyeksi total kargo
- Waktu pelayanan peti kemas

- Kebutuhan dermaga
- Kebutuhan lapangan penumpukan
- Berth Ocupancy Ratio (BOR)
- Proses Transshipment
- Biaya Operasional Pelabuhan

Berdasarkan Variabel-variabel tersebut dibangun sebuah struktur umpan balik sistem prakiraan produktifitas peti kemas seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4.1. Dalam sistem prakiraan produktifitas peti kemas dimulai dari ketertarikan MLO (*main line operator*) untuk berinvestasi di Pelabuhan Belawan. Berdasarkan sistem yang dibangun, *Main line operator* akan tertarik jika permintaan peti kemas di Indonesia mempunyai potensi yang besar dan fasilitas pelabuhan mendukung terhadap pelayanan kapal-kapal yang berukuran besar. Permintaan peti kemas di Indonesia berasal dari permintaan dalam negeri, permintaan luar negeri dan proses *transshipment* dari kapal-kapal yang melewati Selat Malaka. Permintaan dalam negeri diperhitungkan berdasarkan besarnya jumlah kargo yang mempunyai potensi untuk ditransfer ke peti kemas dan pengiriman muatan antar pulau yang menggunakan peti kemas. Permintaan luar negeri diperhitungkan berdasarkan besarnya permintaan peti kemas ekspor dan impor. Dan peti kemas dari proses *transshipment* diperhitungkan dari jumlah peti kemas yang melalui Selat Malaka dan limpahan peti kemas dari Pelabuhan Singapura. Keseimbangan jumlah peti kemas ekspor dan impor akan terjadi jika jumlah permintaan ekspor sama jumlah permintaan impor, sehingga dengan adanya keseimbangan operator akan mengurangi biaya pengiriman.

Bangkitan peti kemas dapat terjadi dari proses peningkatan aktifitas secara alami (*nature growth*) daerah pengaruh (*hinterland*), transfer muatan *general cargo* ke peti kemas dan limpahan peti kemas dari pelabuhan lain (*spill over growth*).

Kebutuhan fasilitas pelabuhan berhubungan dengan efisiensi terhadap kinerja pelayanan bongkar muat peti kemas di pelabuhan. Adanya jumlah crane dan waktu tambat yang sesuai akan dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh operator pelabuhan dan perusahaan pelayaran. Kebutuhan panjang dermaga dan lapangan penumpukan yang memadai dapat mendorong kunjungan kapal yang besar. Oleh



### 4.3 DIAGRAM ALIR MODEL PRAKIRAAN PRODUKSI BONGKAR MUAT PETI KEMAS

Agar supaya model tersebut dapat disimulasikan dengan program komputer maka model yang masih dalam bentuk struktur umpan balik, harus ditransformasikan ke dalam bentuk simbol-simbol yang dapat dimengerti oleh komputer. Pada studi ini akan digunakan bahasa pemrograman yang khusus digunakan dalam sistem dinamik yaitu *Powershim*.

Pada bahasa pemrograman *powershim* variabel-variabel penyusun utama model digambarkan sebagai objek-objek grafis yaitu level, auxiliary dan konstanta, yang dihubungkan dengan penghubung (*link*) dan aliran (*flow*).

Sebuah flow biasanya mempunyai sumber atau tujuan yang berada di luar sistem, yang diilustrasikan dengan menambah simbol awan (menyatakan sumber atau bak penampung) pada salah satu ujung panah atau kedua-duanya. Flow digambarkan dengan dua panah atau pipa dalam diagram yang mengindikasikan adanya transportasi sejumlah kuantitas ke dalam atau ke luar level.

Bongkar muat peti kemas dan kebutuhan crane dan besarnya waktu tambat pada struktur umpan balik diterjemahkan menjadi level, prakiraan jumlah kargo dan jumlah peti kemas menjadi digambarkan sebagai auxiliary dengan objek penghubung flow, parameter-parameter tambahan lainnya digambarkan sebagai konstanta dan auxiliary dengan objek penghubung link seperti terlihat pada Gambar 4.2



#### 4.4 VALIDASI MODEL

Untuk menunjukkan bahwa model yang dibangun benar dalam arti dapat menggambarkan terhadap kenyataan yang sesungguhnya, maka dilakukan validasi. Bila model tersebut dapat menunjukkan pola-pola atau kecenderungan yang sama dengan gejala-gejala sebenarnya maka model tersebut benar, dan dapat digunakan untuk percobaan formulasi analisa kebijakan. Sebaliknya bila model tersebut menghasilkan pola-pola yang bertentangan dengan kenyataan yang sebenarnya, maka dilakukan peninjauan ulang sampai di dapat model yang benar.

Pada studi ini validasi dilakukan terhadap parameter yang terukur di lapangan sesuai data di lapangan yaitu proyeksi besarnya arus peti kemas yang dilakukan PT. Pelabuhan Indonesia I, II, III dan IV, selain itu data-data pelabuhan hub internasional dapat digunakan sebagai ukuran.

**Tabel 4.1 Hasil Validasi Data PT. Pelabuhan Indonesia Dengan Data Hasil Simulasi**

Tahun	Jumlah Peti Kemas PT. Pelindo I, II, III, IV	Jumlah Peti Kemas hasil dari Powersim
2003	6.060.912	6.235.943
2004	6.470.026	6.753.296
2005	6.881.435	6.955.921
2006	6.972.238	7.040.312
2007	7.493.479	7.847.204
2008	7.856.406	8.478.590
2009	8,969,235	9.054.112

Berdasarkan hasil validasi di atas hasil dari proyeksi data PT. Pelabuhan Indonesia hampir sama dengan hasil dari simulasi dengan menggunakan program simulasi powersim, sehingga model simulasi ini dapat dijadikan dalam percobaan formulasi analisa kebijakan.

#### 4.5 HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

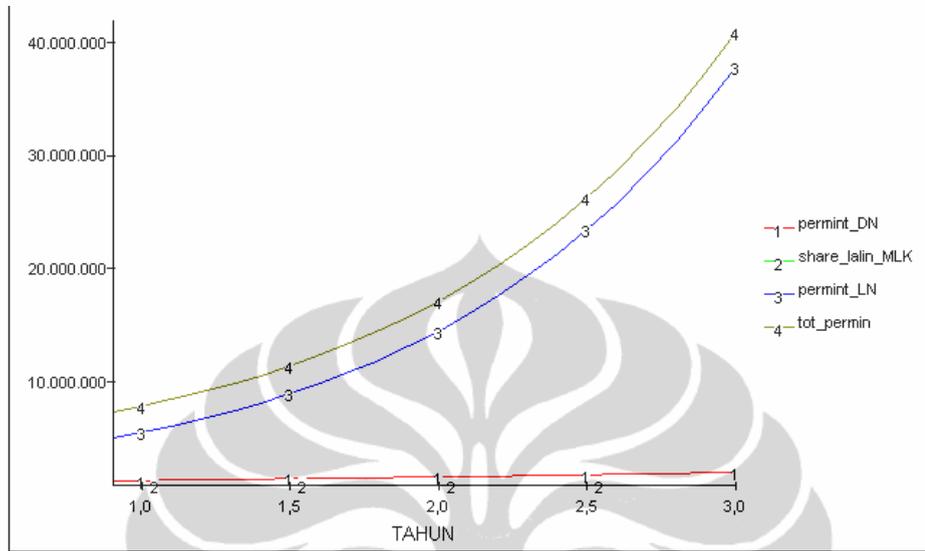
Keluaran hasil simulasi dapat dilihat pada lampiran. Dari hasil ini maka didapat hasil simulasi serti berikut:

#### 4.5.1 Analisis Hubungan Antara Total Permintaan Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, Permintaan Peti Kemas Luar Negeri dan Peti Kemas dari Selat Malaka.

Tabel 4.2 dan Gambar 4.3 di bawah memperlihatkan pola pertumbuhan total permintaan peti kemas yang dibentuk dari penjumlahan antara permintaan peti kemas dalam negeri, luar negeri dan permintaan peti kemas dari Selat Malaka. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Besarnya permintaan peti kemas luar negeri menempati jumlah yang paling besar dibanding dengan permintaan dalam negeri dan dari Selat Malaka. Sedangkan permintaan dalam negeri dan permintaan dari Selat Malaka memiliki jumlah yang mendekati sama, walaupun permintaan dalam negeri masih lebih besar dibanding dengan permintaan dari Selat Malaka. Dalam grafik tersebut terlihat bahwa permintaan peti kemas luar negeri mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa permintaan peti kemas luar negeri akan mengalami kecenderungan kenaikan yang sangat signifikan yang harus diantisipasi oleh fasilitas pelabuhan yang mampu melayani dalam memenuhi permintaan yang berkelas Internasional.

**Tabel 4.2 : Hasil perkiraan total peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, luar negeri dan selat Malaka**

Tahun	tot_permin	permint DN	permint LN	share_lalin_MLK
0,8	8.478.590,80	3.118.644,50	4.441.946,30	918.000,00
0,9	9.054.112,88	3.249.053,75	4.886.140,93	918.918,00
1,0	9.679.937,33	3.385.345,39	5.374.755,02	919.836,92
1,1	10.360.784,9	3.527.797,58	5.912.230,53	920.756,75
1,2	11.101.833,1	3.676.702,01	6.503.453,58	921.677,51
1,3	11.908.762,6	3.832.364,52	7.153.798,94	922.599,19
1,4	12.787.806,5	3.995.105,84	7.869.178,83	923.521,79
1,5	13.746.804,3	4.165.262,31	8.656.096,71	924.445,31
1,6	14.790.262,8	4.343.186,63	9.521.706,38	925.369,76
1,7	15.929.420,8	4.529.248,69	10.473.877,0	926.295,13
1,8	17.172.322,6	4.723.836,43	11.521.264,7	927.221,42
1,9	18.528.896,5	4.927.356,68	12.673.391,2	928.148,64
2,0	20.010.043,3	5.140.236,16	13.940.730,3	929.076,79
2,1	21.627.731,6	5.362.922,41	15.334.803,3	930.005,87
2,2	23.395.104,4	5.595.884,82	16.868.283,7	930.935,87
2,3	25.326.594,6	5.839.615,77	18.555.112,1	931.866,81
2,4	27.438.053,6	6.094.631,68	20.410.623,3	932.798,68
2,5	29.746.891,3	6.361.474,27	22.451.685,6	933.731,47
2,6	32.272.231,1	6.640.711,75	24.696.854,1	934.665,21

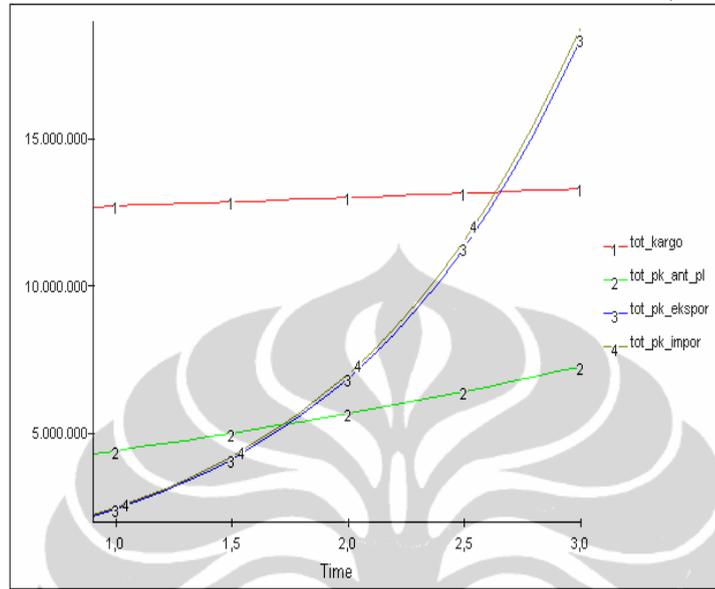


**Gambar 4.3 : Grafik perkiraan total peti kemas, permintaan peti kemas dalam negeri, luar negeri dan Selat Malaka**

#### 4.5.2 Analisis Hubungan Antara Total Kargo, Peti kemas Antar Pulau, Peti Kemas Ekspor dan Peti Kemas Impor.

**Tabel 4.3 : Hasil perkiraan total kargo, peti kemas antar pulau, peti kemas ekspor dan peti kemas impor**

Tahun	tot kargo	tot pk ant pl	tot pk ekspor	tot pk impor
0,8	4.195.461,00	4.083.676,00	1.844.460,00	1.928.270,00
0,9	4.405.223,55	4.185.767,90	2.062.011,99	2.154.912,64
1,0	4.625.484,73	4.290.412,10	2.301.319,18	2.404.219,54
1,1	4.856.758,96	4.397.672,40	2.564.557,09	2.678.467,14
1,2	5.099.596,91	4.507.614,21	2.854.118,79	2.980.118,49
1,3	5.354.576,76	4.620.304,57	3.172.636,65	3.311.945,98
1,4	5.622.305,60	4.735.812,18	3.523.006,31	3.676.956,22
1,5	5.903.420,88	4.854.207,48	3.908.412,93	4.078.467,48
1,6	6.198.591,92	4.975.562,67	4.332.360,21	4.520.129,87
1,7	6.508.521,52	5.099.951,74	4.798.702,22	5.005.958,50
1,8	6.833.947,59	5.227.450,53	5.311.678,44	5.540.369,99
1,9	7.175.644,97	5.358.136,79	5.875.952,27	6.128.222,63
2,0	7.534.427,22	5.492.090,21	6.496.653,49	6.774.860,53
2,1	7.911.148,58	5.629.392,47	7.179.424,83	7.486.162,22
2,2	8.306.706,01	5.770.127,28	7.930.473,30	8.268.594,08
2,3	8.722.041,31	5.914.380,46	8.756.626,62	9.129.269,13
2,4	9.158.143,37	6.062.239,97	9.665.395,27	10.076.011,7
2,5	9.616.050,54	6.213.795,97	10.665.040,8	11.117.428,5
2,6	10.096.853,1	6.369.140,87	11.764.650,9	12.262.987,0
2,7	10.601.695,7	6.528.369,40	12.974.221,9	13.523.101,3
2,8	11.131.780,5	6.691.578,63	14.304.750,1	14.900.227,1



**Gambar 4.4 : Grafik perkiraan total kargo, peti kemas antar pulau, peti kemas ekspor dan peti kemas impor**

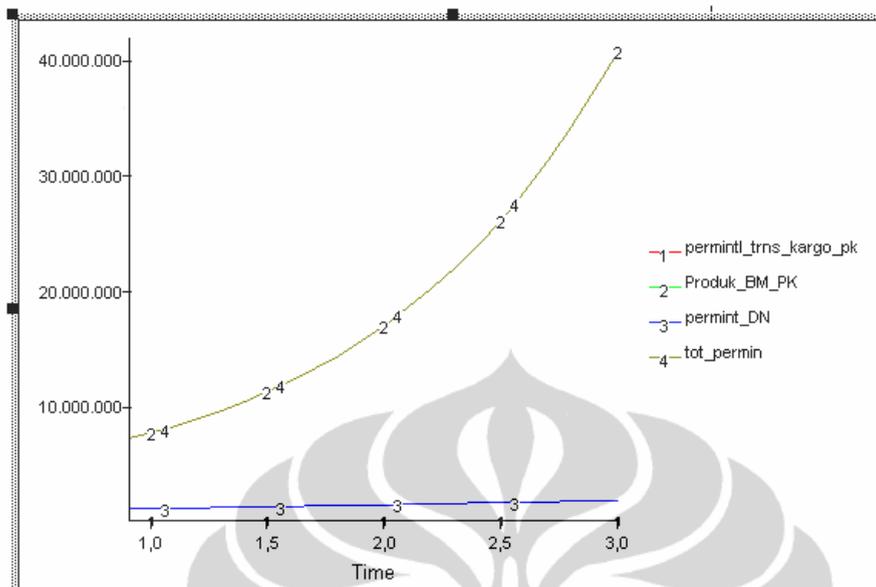
Tabel 4.3 dan Gambar 4.4 diatas memperlihatkan pola pertumbuhan total kargo, yang dibentuk dari penjumlahan antara peti kemas antar pulau, peti kemas ekspor dan peti kemas impor. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Besarnya total kargo dibentuk dari kumulatif antara peti kemas ekspor, peti kemas impor dan peti kemas antar pulau. Dalam grafik tersebut terlihat bahwa permintaan peti total kargo mengalami kenaikan yang sangat signifikan dari tahun 2009 sampai dengan 2030, yang dipengaruhi oleh kenaikan yang signifikan pada permintaan peti kemas ekspor dan peti kemas impor. Sedangkan permintaan peti kemas antar pulau mempunyai kecenderungan naik tetapi laju kenaikannya tidak sebesar pada permintaan ekspor dan impor. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa permintaan peti kemas ekspor dan impor akan mendominasi permintaan peti kemas, sehingga kesiapan pelabuhan menjadi pelabuhan internasional yang mendukung proses ekspor dan impor menjadi sesuatu yang harus dipersiapkan.

#### 4.5.3 Analisis Hubungan Antara Permintaan Alami Peti Kemas, Jumlah Kargo Ekspor, Jumlah Kargo Muat, dan Peti Kemas Ekspor.

Tabel 4.4 dan Gambar 4.5 di bawah memperlihatkan pola pertumbuhan permintaan alami peti kemas, jumlah kargo ekspor, Jumlah Kargo Muat, dan Peti Kemas Ekspor. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Dalam grafik tersebut terlihat bahwa permintaan alami peti kemas dan peti kemas ekspor terjadi kenaikan secara signifikan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2030. Sedangkan permintaan kargo muat dan kargo ekspor cenderung stagnan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2030. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa permintaan peti kemas alami dan peti kemas ekspor akan meningkat tajam dibanding dengan jumlah kargo muat dan kargo ekspor. Hal ini menjadi bukti bahwa pembangunan pelabuhan peti kemas dengan standar internasional yang mendukung proses ekspor dan impor menjadi sesuatu yang harus dipersiapkan.

**Tabel 4.4 : Hasil perkiraan permintaan alami peti kemas, jumlah kargo ekspor, Jumlah Kargo Muat, dan Peti Kemas Ekspor.**

Tahun	permint pk alami hint	jml kargo eksp	tot kargo muat	tot pk ekspor
0,8	1.942.182,60	97.722,60	977.226,00	1.844.460,00
0,9	2.160.711,82	98.699,83	986.998,26	2.062.011,99
1,0	2.401.006,00	99.686,82	996.868,24	2.301.319,18
1,1	2.665.240,78	100.683,69	1.006.836,93	2.564.557,09
1,2	2.955.809,32	101.690,53	1.016.905,29	2.854.118,79
1,3	3.275.344,09	102.707,43	1.027.074,35	3.172.636,65
1,4	3.626.740,82	103.734,51	1.037.345,09	3.523.006,31
1,5	4.013.184,78	104.771,85	1.047.718,54	3.908.412,93
1,6	4.438.179,79	105.819,57	1.058.195,73	4.332.360,21
1,7	4.905.579,99	106.877,77	1.068.777,68	4.798.702,22
1,8	5.419.624,98	107.946,55	1.079.465,46	5.311.678,44
1,9	5.984.978,28	109.026,01	1.090.260,12	5.875.952,27
2,0	6.606.769,76	110.116,27	1.101.162,72	6.496.653,49
2,1	7.290.642,26	111.217,43	1.112.174,34	7.179.424,83
2,2	8.042.802,91	112.329,61	1.123.296,09	7.930.473,30
2,3	8.870.079,52	113.462,90	1.134.529,05	8.756.626,62
2,4	9.779.982,71	114.687,43	1.145.874,34	9.665.395,27
2,5	10.780.774,10	115.733,31	1.157.333,08	10.665.040,79
2,6	11.881.541,50	116.890,64	1.168.906,41	11.764.650,86
2,7	13.092.281,48	118.059,55	1.180.595,48	12.974.221,93
2,8	14.423.990,26	119.240,14	1.192.401,43	14.304.750,12
2,9	15.888.763,66	120.432,54	1.204.325,45	15.768.331,12
3,0	17.499.907,09	121.636,87	1.216.368,70	17.378.270,22

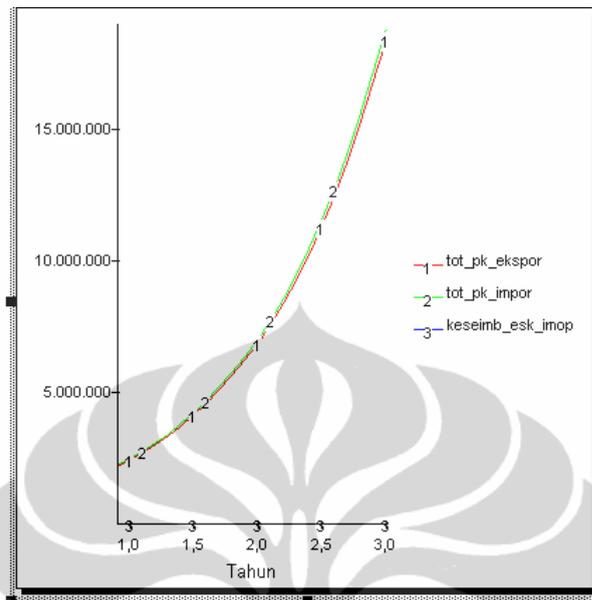


Gambar 4.5 : Grafik perkiraan permintaan alami peti kemas, jumlah kargo ekspor, Jumlah Kargo Muat, dan Peti Kemas Ekspor.

#### 4.5.4 Analisis Hubungan Antara Peti Kemas Ekspor, Peti Kemas Impor dan Keseimbangan Permintaan Ekspor dan Impor.

Tabel 4.5 : Hasil perkiraan permintaan Peti Kemas Ekspor, Peti Kemas Impor dan Keseimbangan Permintaan Ekspor dan Impor

Tahun	permint pk alami hint	iml kargo eksp	tot kargo muat	tot pk ekspor
0,8	1.942.182,60	97.722,60	977.226,00	1.844.460,00
0,9	2.160.711,82	98.699,83	986.998,26	2.062.011,99
1,0	2.401.006,00	99.686,82	996.868,24	2.301.319,18
1,1	2.665.240,78	100.683,69	1.006.836,93	2.564.557,09
1,2	2.955.809,32	101.690,53	1.016.905,29	2.854.118,79
1,3	3.275.344,09	102.707,43	1.027.074,35	3.172.636,65
1,4	3.626.740,82	103.734,51	1.037.345,09	3.523.006,31
1,5	4.013.184,78	104.771,85	1.047.718,54	3.908.412,93
1,6	4.438.179,79	105.819,57	1.058.195,73	4.332.360,21
1,7	4.905.579,99	106.877,77	1.068.777,68	4.798.702,22
1,8	5.419.624,98	107.946,55	1.079.465,46	5.311.678,44
1,9	5.984.978,28	109.026,01	1.090.260,12	5.875.952,27
2,0	6.606.769,76	110.116,27	1.101.162,72	6.496.653,49
2,1	7.290.642,26	111.217,43	1.112.174,34	7.179.424,83
2,2	8.042.802,91	112.329,61	1.123.296,09	7.930.473,30
2,3	8.870.079,52	113.452,90	1.134.529,05	8.756.626,62
2,4	9.779.982,71	114.587,43	1.145.874,34	9.665.395,27
2,5	10.780.774,10	115.733,31	1.157.333,08	10.665.040,79
2,6	11.881.541,50	116.890,64	1.168.906,41	11.764.650,86
2,7	13.092.281,48	118.059,55	1.180.595,48	12.974.221,93
2,8	14.423.990,26	119.240,14	1.192.401,43	14.304.750,12
2,9	15.888.763,66	120.432,54	1.204.325,45	15.768.331,12
3,0	17.499.907,09	121.636,87	1.216.368,70	17.378.270,22



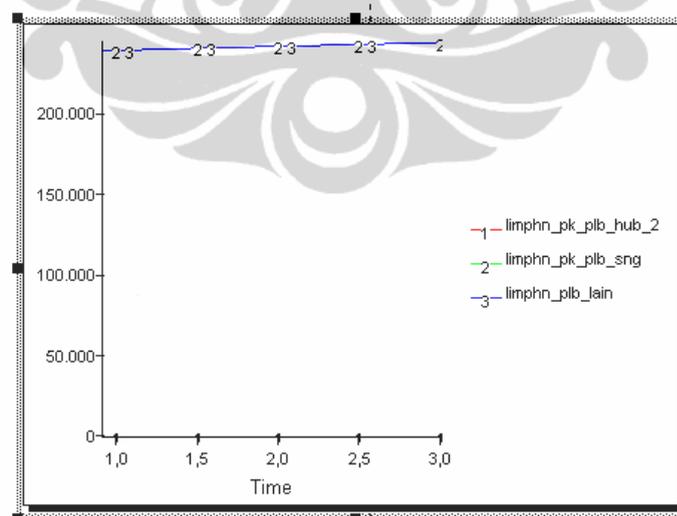
**Gambar 4.6 : Grafik perkiraan permintaan Peti Kemas Ekspor, Peti Kemas Impor dan Keseimbangan Permintaan Ekspor dan Impor**

Tabel 4.5 dan Gambar 4.6 di atas memperlihatkan pola pertumbuhan perkiraan permintaan Peti Kemas Ekspor, Peti Kemas Impor dan Keseimbangan Permintaan Ekspor dan Impor. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Perkiraan permintaan peti kemas ekspor hampir mempunyai nilai yang sama dengan peti kemas impor, sehingga keseimbangan antara permintaan peti kemas ekspor dan impor dapat dikatakan mendekati seimbang. Hal ini menjadi bukti bahwa pengangkutan barang dengan menggunakan peti kemas baik ekspor dan impor mempunyai potensial keuntungan bagi para pelaku pengangkutan barang dalam perdagangan internasional.

**4.5.5 Analisis Hubungan Antara Total Peti Kemas Limpahan, Peti Kemas Pelabuhan Hub Lain, Peti Kemas Pelabuhan Singapura.**

**Tabel 4.6 : Hasil perkiraan permintaan Total Peti Kemas Limpahan, Peti Kemas Pelabuhan Hub Lain, Peti Kemas Pelabuhan Singapura.**

Tahun	limphn plb lain	limphn pk plb hub 2	limphn pk plb sng
0,8	248.000,00	0,00	248.000,00
0,9	248.248,00	0,00	248.248,00
1,0	248.496,25	0,00	248.496,25
1,1	248.744,74	0,00	248.744,74
1,2	248.993,49	0,00	248.993,49
1,3	249.242,48	0,00	249.242,48
1,4	249.491,72	0,00	249.491,72
1,5	249.741,22	0,00	249.741,22
1,6	249.990,96	0,00	249.990,96
1,7	250.240,95	0,00	250.240,95
1,8	250.491,19	0,00	250.491,19
1,9	250.741,68	0,00	250.741,68
2,0	250.992,42	0,00	250.992,42
2,1	251.243,42	0,00	251.243,42
2,2	251.494,66	0,00	251.494,66
2,3	251.746,15	0,00	251.746,15
2,4	251.997,90	0,00	251.997,90
2,5	252.249,90	0,00	252.249,90
2,6	252.502,15	0,00	252.502,15
2,7	252.754,65	0,00	252.754,65
2,8	253.007,40	0,00	253.007,40
2,9	253.260,41	0,00	253.260,41
3,0	253.513,67	0,00	253.513,67



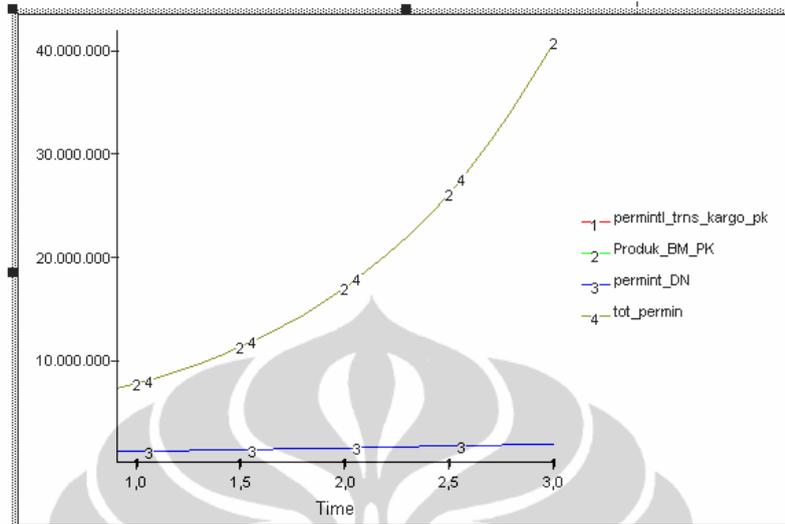
**Gambar 4.7 : Grafik perkiraan permintaan Total Peti Kemas Limpahan, Peti Kemas Pelabuhan Hub Lain, Peti Kemas Pelabuhan Singapura**

Tabel 4.6 dan Gambar 4.7 menunjukkan perkiraan permintaan Total Peti Kemas Limpahan, Peti Kemas Pelabuhan Hub Lain, Peti Kemas Pelabuhan Singapura. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Perkiraan total permintaan peti kemas limbah ekspor dan Peti Kemas Pelabuhan Singapura cenderung mengalami peningkatan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2020, sedangkan sesuai dengan skenario 3, dimana kondisis hinterland mencakup pelabuhan-pelabuhan di Indonesia, limbah peti kemas (*spill over growth*) dari pelabuhan hub lain di Indonesia sangat kecil sehingga dalam hal ini dapat dikatakan tidak ada, akan tetapi terjadinya limbah dari pelabuhan Singapura.

#### 4.5.6 Analisis Hubungan Antara Permintaan Transfer Kargo ke Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.

**Tabel 4.7 : Hasil perkiraan permintaan Transfer Kargo ke Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.**

Tahun	perminti	tns kargo_pk	permint DN	tot permin
0,8		2.097.725,50	3.118.644,50	8.478.590,80
0,9		2.202.611,78	3.249.053,75	9.054.112,68
1,0		2.312.742,36	3.385.345,39	9.679.937,33
1,1		2.428.379,48	3.527.797,58	10.360.784,86
1,2		2.549.798,46	3.676.702,01	11.101.833,10
1,3		2.677.288,38	3.832.364,52	11.908.762,64
1,4		2.811.152,80	3.995.105,84	12.787.806,46
1,5		2.951.710,44	4.165.262,31	13.746.804,33
1,6		3.099.295,96	4.343.186,63	14.790.262,77
1,7		3.254.260,76	4.529.248,69	15.929.420,84
1,8		3.416.973,80	4.723.836,43	17.172.322,57
1,9		3.587.822,49	4.927.356,68	18.528.896,52
2,0		3.767.213,61	5.140.236,16	20.010.043,27
2,1		3.955.574,29	5.362.922,41	21.627.731,62
2,2		4.153.353,00	5.595.884,82	23.395.104,38
2,3		4.361.020,65	5.839.615,77	25.326.594,63
2,4		4.579.071,69	6.094.631,68	27.438.053,61
2,5		4.808.025,27	6.361.474,27	29.746.891,32
2,6		5.048.426,54	6.640.711,75	32.272.231,10
2,7		5.300.847,86	6.932.940,21	35.035.079,63
2,8		5.565.890,26	7.238.784,91	38.058.513,89
2,9		5.844.184,77	7.558.901,79	41.367.886,66
3,0		6.136.394,01	7.893.978,96	44.991.052,58



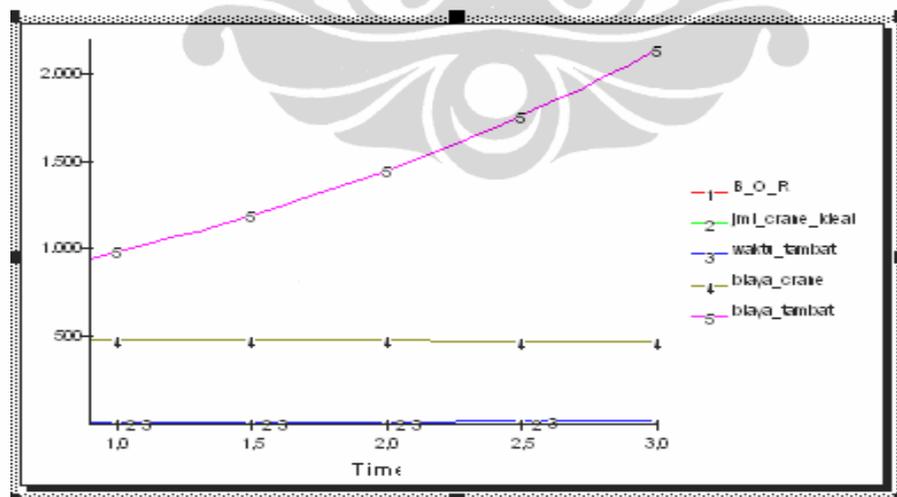
**Gambar 4.8 : Grafik Hasil perkiraan permintaan Transfer Kargo ke Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.**

Tabel 4.7 dan Gambar 4.8 di atas memperlihatkan pola pertumbuhan perkiraan permintaan Transfer Kargo ke Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Perkiraan total permintaan peti kemas dan produk bongkar muat peti kemas cenderung mengalami peningkatan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2030. Sedangkan perkiraan permintaan Transfer Kargo ke Peti Kemas dan Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri cenderung meningkat dengan peningkatan yang tidak signifikan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2030.

**4.5.7 Analisis Hubungan Antara nilai BOR, Jumlah Kebutuhan Crane, Waktu Tambat.**

**Tabel 4.8 : Hasil perkiraan nilai BOR, Jumlah Kebutuhan Crane, Waktu Tambat.**

Tahun	B O R	waktu tambat	kebthn crane
0,8	0,40	9,51	31,66
0,9	0,40	9,88	33,80
1,0	0,40	10,27	36,14
1,1	0,40	10,68	38,68
1,2	0,40	11,10	41,45
1,3	0,40	11,54	44,46
1,4	0,40	12,00	47,74
1,5	0,40	12,48	51,32
1,6	0,40	12,97	55,22
1,7	0,40	13,49	59,47
1,8	0,40	14,02	64,11
1,9	0,40	14,57	69,18
2,0	0,40	15,15	74,71
2,1	0,40	15,75	80,75
2,2	0,40	16,38	87,35
2,3	0,40	17,03	94,56
2,4	0,40	17,70	102,44
2,5	0,40	18,40	111,06
2,6	0,40	19,13	120,49
2,7	0,40	19,89	130,81
2,8	0,40	20,68	142,09
2,9	0,40	21,49	154,45
3,0	0,40	22,35	167,98



**Gambar 4.9 : Grafik Hasil perkiraan nilai BOR, Jumlah Kebutuhan Crane, Waktu Tambat.**

Tabel 4.8 dan Gambar 4.9 di atas memperlihatkan pola pertumbuhan perkiraan nilai BOR, Jumlah Kebutuhan Crane, Waktu Tambat. Dalam hal ini terdapat skenario BOR 40%, 50% dan 60%. Dari skenario tersebut diketahui kebutuhan jumlah crane dan waktu tambat yang ideal.

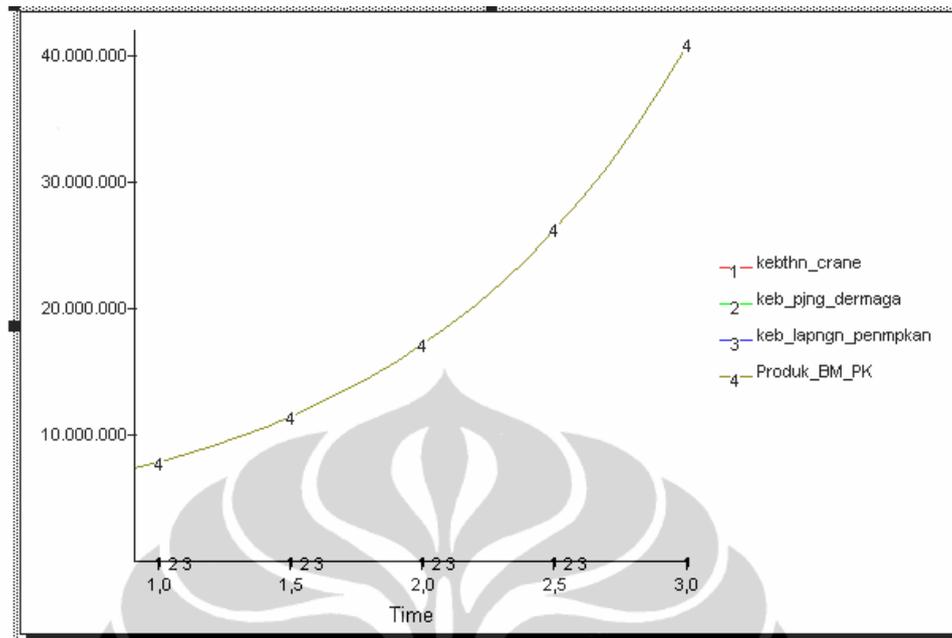
#### 4.5.8 Analisis Hubungan Antara Produktifitas Bongkar Muat Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.

Tabel 4.9 dan Gambar 4.10 memperlihatkan pola pertumbuhan perkiraan Produktifitas Bongkar Muat Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas. Pada perkiraan Produktifitas bongkar muat peti kemas ini, kebutuhan crane, kebutuhan panjang dermaga dan kebutuhan lapangan penumpukan kenaikannya akan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan bongkar muat dipelabuhan Belawan.

Transfer Kargo ke Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas. Prediksi dilakukan selama 21 tahun yang dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2030. Perkiraan total permintaan peti kemas dan produk bongkar muat peti kemas cenderung mengalami peningkatan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2030.

**Tabel 4.9 : Hasil perkiraan Produktifitas Bongkar Muat Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.**

Tahun	Produk BM_PK	keb_pjng_dermaga	keb_lapngn_penmpkan	kebthn_crane
0,8	8.478.590,80	5.233,70	185,53	31,66
0,9	9.054.112,68	5.588,96	198,12	33,80
1,0	9.679.937,33	5.975,27	211,81	36,14
1,1	10.360.784,86	6.395,55	226,71	38,68
1,2	11.101.833,10	6.852,98	242,93	41,45
1,3	11.908.762,64	7.351,09	260,59	44,46
1,4	12.787.806,46	7.893,71	279,82	47,74
1,5	13.745.804,33	8.485,06	300,78	51,32
1,6	14.790.262,77	9.129,79	323,64	55,22
1,7	15.929.420,84	9.832,98	348,57	59,47
1,8	17.172.322,57	10.600,20	375,76	64,11
1,9	18.528.896,52	11.437,59	405,45	69,18
2,0	20.010.043,27	12.351,88	437,86	74,71
2,1	21.627.731,62	13.350,45	473,25	80,75
2,2	23.395.104,38	14.441,42	511,93	87,35
2,3	25.326.594,63	15.633,70	554,19	94,56



**Gambar 4.10 : Grafik perkiraan Produktifitas Bongkar Muat Peti Kemas, Permintaan Peti Kemas Dalam Negeri, dan Total Permintaan Peti Kemas.**

Berdasarkan pemodelan sistem dinamik diatas produktifitas bongkar muat peti kemas dapat disimulasikan dengan menggunakan beberapa skenario yang telah dijelaskan sebelumnya. Hasil dari simulasi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (berdasarkan proyeksi tahun 2030):

#### 1) Skenario I

- Total Permintaan Peti Kemas sebesar 12.439.716 TEUs
- Permintaan peti kemas luar negeri (ekspor dan impor) sebesar 9.103.157 TEUs
- Permintaan peti kemas dalam negeri sebesar 2.398.148 TEUs
- Permintaan *general cargo* yang pindah ke peti kemas dengan pendekatan 50% sebesar 2.099.263 TEUs
- Permintaan *general cargo* yang pindah ke peti kemas dengan pendekatan 90% sebesar 8.601.176 TEUs
- Permintaan peti kemas limbah dari pelabuhan lain sebesar 294.402 TEUs
- Permintaan alami daerah pengaruh sebesar 4.269.838 TEUs
- Kebutuhan dermaga sebesar 7.678 m

- Kebutuhan lapangan penumpukan 272 ha
- Kebutuhan waktu tambat sebesar 22.35 jam dan kebutuhan *crane* 47 (asumsi BOR 40%)

## 2) Skenario II

- Total Permintaan Peti Kemas sebesar 42.230.713 TEUs
- Permintaan peti kemas luar negeri (ekspor dan impor) sebesar 32.042.021 TEUs
- Permintaan peti kemas dalam negeri sebesar 9.250.282 TEUs
- Permintaan *general cargo* yang pindah ke peti kemas dengan pendekatan 50% sebesar 7.625.574 TEUs
- Permintaan *general cargo* yang pindah ke peti kemas dengan pendekatan 90% sebesar 31.243.769 TEUs
- Permintaan peti kemas limpahan dari pelabuhan lain sebesar 263.736 TEUs
- Permintaan alami daerah pengaruh sebesar 16.135.854 TEUs
- Kebutuhan dermaga sebesar 26.068 m
- Kebutuhan lapangan penumpukan 924 ha
- Kebutuhan waktu tambat sebesar 22.35 jam dan kebutuhan *crane* 158 (asumsi BOR 40%)

## 3) Skenario III

- Total Permintaan Peti Kemas sebesar 44.991.052 TEUs
- Permintaan peti kemas luar negeri (ekspor dan impor) sebesar 36.158.664 TEUs
- Permintaan peti kemas dalam negeri sebesar 7.893.978 TEUs
- Permintaan *general cargo* yang pindah ke peti kemas dengan pendekatan 50% sebesar 6.136.394 TEUs
- Permintaan *general cargo* yang pindah ke peti kemas dengan pendekatan 90% sebesar 25.142.248 TEUs
- Permintaan peti kemas limpahan dari pelabuhan lain sebesar 253.513 TEUs
- Permintaan alami daerah pengaruh sebesar 17.499.907 TEUs
- Kebutuhan dermaga sebesar 27.772 m
- Kebutuhan lapangan penumpukan 984 ha
- Kebutuhan waktu tambat sebesar 22.35 jam dan kebutuhan *crane* 167 (asumsi BOR 40%)

- Proyeksi Permintaan peti kemas di Indonesia dalam penelitian ini bersumber dari perdagangan luar negeri (ekspor dan impor), perdagangan dalam negeri (peti kemas antar pulau) dan peti kemas dari Selat Malaka yang *transshipment* di pelabuhan hub yang direncanakan.
- Dari hasil simulasi menunjukkan trend peti kemas luar negeri masih tinggi dibandingkan peti kemas dalam negeri.
- Hal ini menunjukkan bahwa saat ini dan yang akan datang permintaan peti kemas luar negeri cenderung naik dalam permintaan yang besar.
- Bangkitan permintaan peti kemas dalam negeri dipengaruhi oleh peti kemas antar pulau, luar negeri
- Karena adanya krisis global permintaan peti kemas luar negeri pada awal tahun proyeksi hampir sama dengan permintaan peti kemas antar pulau, akan tetapi seiring dengan pertambahan tahun peti kemas luar negeri semakin tinggi trend pertumbuhannya dan semakin signifikan pada tahun 2020.
- Sedangkan untuk permintaan peti kemas antar pulau memiliki kecenderungan pertumbuhan meningkat dan stabil
- Proyeksi pertumbuhan permintaan antara peti kemas ekspor dan impor hampir sama, sehingga hal ini menjadikan nilai tambah bagi MLO dalam pemilihan pelabuhan karena dengan adanya keseimbangan antara muatan peti kemas ekspor dan impor akan dapat mengurangi biaya lebih dalam proses pengiriman barang.
- Permintaan alami (*nature growth*) *hinterland* dipengaruhi oleh permintaan peti kemas ekspor, general cargo ekspor, dan general cargo muat ekspor.
- Pada proyeksi permintaan alami *hinterland* general cargo ekspor memiliki porsi yang lebih besar dibandingkan permintaan peti kemas ekspor dan general cargo muat ekspor, hal ini menggambarkan bahwa potensi barang yang dimuat peti kemas pada masa yang akan datang sangat besar.
- Permintaan general cargo di Indonesia berasal dari permintaan general cargo bongkar, muat, ekspor dan impor.
- Permintaan general cargo ekspor mendominasi dari total permintaan general cargo dan hal ini memiliki potensi besar untuk ditransfer ke peti kemas.

- Permintaan transfer muatan general cargo dalam penelitian ini di buat skenario berdasarkan pendekatan prosentasi (50%, 90%) jumlah permintaan general cargo yang kemungkinan besar dapat beralih muatan ke peti kemas
- Permintaan peti kemas limpahan dari pelabuhan lain dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan limpahan pelabuhan hub yang terdekat, dalam hal ini Pelabuhan Singapura dan Pelabuhan Hub lain di Indonesia jika hal tersebut merupakan skenario I dan II.
- Sedangkan untuk skenario III permintaan peti kemas berdasarkan limpahan peti kemas dari Pelabuhan Singapura.
- Karena keterbatasan data dalam penelitian ini, proyeksi limpahan peti kemas dari pelabuhan lain diambil dari pendekatan prosentase peti kemas secara “*pesimistic*” yaitu berdasarkan jumlah dari prosentase yang terkecil.
- Kebutuhan jumlah crane akan semakin meningkat seiring dengan kebutuhan panjang dermaga dan lapangan penumpukan.
- Kebutuhan crane akan meningkat tajam karena semakin besar produktifitas bongkar muat di pelabuhan, membutuhkan pelayanan bongkar muat peti kemas yang tinggi, sehingga dibutuhkan crane yang lebih banyak.
- Kebutuhan crane akan saling berhubungan dengan jumlah kedatangan kapal dan waktu tambat kapal di dermaga.
- Semakin tinggi kedatangan kapal, untuk mempercepat pelayanan kapal dermaga (waktu tambat), dibutuhkan fasilitas crane yang lebih banyak.
- Kinerja pelayanan bongkar muat peti kemas di pelabuhan ditentukan dengan suatu nilai BOR (*Berth Occupancy Ratio*), dalam penelitian ini disimulasikan nilai BOR 40% dan 70%.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN USULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dari bab-bab sebelumnya tentang kelayakan pengembangan pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Permintaan peti kemas di Indonesia mempunyai potensi yang besar yang diperkirakan akan semakin meningkat. Pada tahun 2010 permintaan peti di Indonesia diperkirakan sebesar 9.679.937 TEUs, pada tahun 2020 sebesar 20.010.043 TEUs dan pada tahun 2030 sebesar 44.991.052 TEUs
2. Komposisi permintaan peti kemas yang dilayani pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub berasal dari permintaan peti kemas dalam negeri, luar negeri dan peti kemas yang melalui selat malaka. Potensi terbesar permintaan peti kemas berasal dari perdagangan luar negeri yaitu proses ekspor dan impor Indonesia, yang pada tahun 2010 diperkirakan sebesar 5.374.755 TEUs dan akan terus melonjak pada tahun 2020 sebesar 13.940.730 TEUs sedangkan permintaan peti kemas dari limpahan selat Malaka pada tahun 2020 sebesar 929.076 TEUs, hal ini perlu didukung oleh fasilitas pelabuhan yang berskala hub internasional.
3. Jumlah permintaan peti kemas di Indonesia bersumber dari permintaan peti kemas limpahan, transfer kargo ke peti kemas dan permintaan alami *hinterland*. Pada tahun 2030 permintaan limpahan peti kemas sebesar 253.513 TEUs, transfer kargo ke peti kemas sebesar 6.136.394 TEUs dan permintaan alami *Hinterland* sebesar 17.499.907 TEUs.
4. Komposisi kebutuhan crane untuk mendukung fasilitas pelabuhan yang berstandar hub internasional, dengan bongkar muat peti kemas sebesar 44.991.052 TEUs pada tahun 2030 adalah 167 unit dan waktu tambat sebesar 22 jam dengan nilai bor 40%.

5. Produktifitas bongkar muat peti kemas Pelabuhan Belawan akan menyamai produktifitas bongkar muat peti kemas Pelabuhan Singapura pada tahun 2024 dengan jumlah peti kemas sebesar 27.438.053 TEUs.
6. Pelabuhan Belawan secara operasional layak sebagai pelabuhan hub internasional dengan pertimbangan standar bongkar muat peti kemas pelabuhan hub di Singapura saat ini.

## 5.2 Usulan

1. Untuk mempersiapkan pelabuhan Belawan sebagai pelabuhan hub internasional maka fasilitas dermaga, lapangan penumpukan dan peralatan harus dikembangkan sesuai dengan standar ukuran kapal yang akan melakukan aktifitas bongkar muat di pelabuhan Belawan.
2. Perlunya peningkatan pengembangan pelabuhan-pelabuhan peti kemas di Indonesia sehingga penggunaan peti kemas di Indonesia dapat ditingkatkan terutama dalam proses transfer penggunaan general kargo ke peti kemas.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPL II, Jakarta, Diktat *Port Operation Manajemen*, 1996
- PT. Pelabuhan Indonesia I, *Technical Assistance Pengembangan Pelabuhan Belawan*, 2006
- PT. Pelabuhan Indonesia II, *Pengoperasian Pelabuhan*, 2000
- Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo, CES, DEA, *Pelabuhan*, 2007
- United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, *Papers Intergovernmental Group of Expert on Ports*, 1993
- Drs, Capt. Arwinas Dirgahayu, *Petunjuk Penanganan Kapal dan Barang di Pelabuhan*, 1999
- Suranto, SE, *Manajemen Operasional Angkutan Laut dan Kepelabuhanan Serta Prosedur Impor Barang*, 2004
- PT. Pelabuhan Indonesia I, *Laporan Tahunan PT. Pelabuhan I*, 2009
- PT. Pelabuhan Indonesia II, *Laporan Tahunan PT. Pelabuhan II*, 2009
- PT. Pelabuhan Indonesia III, *Laporan Tahunan PT. Pelabuhan III*, 2009
- PT. Pelabuhan Indonesia IV, *Laporan Tahunan PT. Pelabuhan IV*, 2009
- Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran*, 2008
- Capt.R.P Suyono, *Shipping Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*, 2001
- Siti Nur F, Penelitian, *Pengembangan Model Evaluasi Sistem Transportasi Jakarta Dengan Metode Dinamik*, 2007
- Agus Edy Susilo, Tesis, *Analisi Kebutuhan Dan Pengelolaan Armada Pelayaran Nusantara Pada Rute Trayek Tertentu*, 1988
- Anna Rufaida, Tesis, *Kajian Prakiraan Pasokan BatuBara Nasional Untuk Menjamin Ketersediaan Energi dengan Sistem Dinamis*, 2002
- Muhammadi, Erman Aminullah, Budhi Soesilo, Jakarta, *Analisis Sistem Dinamis, Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*, UMJ Press, 2001
- Muhammad Tasrif, *Kursus System Dinamic, Memformulasikan dan Menganalisis Model Simulasi*, PPE, ITB Bandung, 1993.

