

**DISERTASI**

**MODEL STRUKTURAL MANAJEMEN KINERJA OPERASIONAL  
*EFFECTIVE TIME* DI TERMINAL PETIKEMAS  
PELABUHAN INDONESIA**

***STRUCTURAL MODEL OF EFFECTIVE TIME OPERATIONAL  
PERFORMANCE MANAGEMENT IN CONTAINER TERMINALS  
INDONESIAN HARBOUR***

**A S H U R Y  
NIM. A033202004**



**PROGRAM DOKTOR ILMU MANAJEMEN  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**MODEL STRUKTURAL MANAJEMEN KINERJA OPERASIONAL  
*EFFECTIVE TIME* DI TERMINAL PETIKEMAS  
PELABUHAN INDONESIA**

***STRUCTURAL MODEL OF EFFECTIVE TIME OPERATIONAL  
PERFORMANCE MANAGEMENT IN CONTAINER TERMINALS  
INDONESIAN HARBOUR***

sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Doktor  
disusun dan diajukan oleh

**A S H U R Y  
NIM. A033202004**



**PROGRAM DOKTOR ILMU MANAJEMEN  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

## DISERTASI

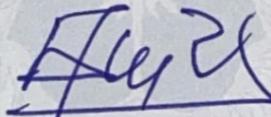
### MODEL STRUKTURAL MANAJEMEN KINERJA OPERASIONAL EFFECTIVE TIME DI TERMINAL PETIKEMAS PELABUHAN INDONESIA

Disusun dan diajukan oleh :

**A S H U R Y**  
**A033202004**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Manajemen  
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 22 Februari 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

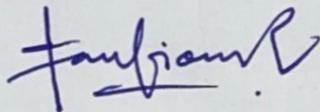
Promotor



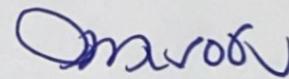
Prof. Dr. Sumardi., SE., MSi  
NIP. 19560505 1985031002

Ko - Promotor

Ko - Promotor



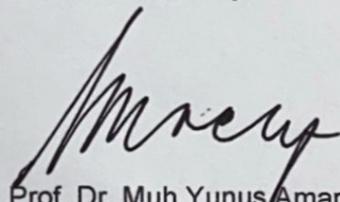
Dr. Ir. Taufiqurrachman, ST., MT  
NIP. 19690802 1997021001



Dr. Mursalim, SE., M.Si  
NIP. 19710619 2000031001

Ketua Program Studi  
Doktor Ilmu Manajemen

Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Muh. Yunus Amar., SE., MT.  
NIP. 19620430 1988101001



Prof. Dr. Abd. Rahman Kadir, SE. MSi.  
NIP. 19640205 1988101001

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ASHURY  
N I M : A033202004  
Jurusan/Program Studi : Ilmu Manajemen

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa disertasi yang berjudul

**“Model Struktural Manajemen Kinerja Operasional *Effective Time* di  
Terminal Petikemas Pelabuhan Indonesia”**

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan/ditulis/diterbitkan sebelumnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, 10 Februari 2024

Yang membuat pernyataan

A 2000 Rupiah Indonesian postage stamp is placed over the signature. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '2000', 'METERAI TEMBEL', and the serial number '047AKX436798594'. The signature is written in blue ink over the stamp.

ASHURY

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanya berkat hidayah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini yang merupakan salah satu syarat dalam rangka penyelesaian pendidikan Doktor pada Program Studi Ilmu Manajemen Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari dalam menyelesaikan penulisan disertasi ini telah mendapatkan banyak motivasi serta bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin Makassar, Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.
2. Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K)., M.MedEd. beserta para Wakil Dekan Sekolah Pascasarjana.
3. Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Abd. Rahman Kadir, SE, M.Si., beserta para Wakil Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin atas segala bantuan yang telah penulis terima selama menempuh program S3.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Prof. DR.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli ST.,MT.,ASEAN Eng., beserta para Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama ini.
5. Ketua Program Studi Ilmu Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin Makassar, Prof. Dr. Muhammad Yunus Amar, SE, MT, yang senantiasa memberikan dukungan dalam proses penyelesaian studi.
6. Ketua Program Studi Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin, Dr. Ir. Chairul Paotonan., ST., MT., yang banyak memberikan dukungan, arahan dan bantuan selama penulis dalam penyelesaian disertasi ini.

7. Prof. Dr. Sumardi, SE, M.Si., selaku promotor serta Dr. Ir. Taufiqur Rachman ST, MT., dan Dr. Mursalim Nohong, SE, M.Si selaku co-promotor yang selalu meluangkan waktu untuk berbagi ilmu dan memberikan arahan, bimbingan serta petunjuk dalam penyelesaian disertasi ini.
8. Dr. Ir. Farid Padang, ST.,MM, selaku penguji Eksternal mantan Direktur Utama Pelindo IV, serta penguji internal : Prof. Dr. Abd. Rahman Kadir, SE, M.Si, Prof. Dr. Nurdin Brasit, SE, MSi., Prof. Dr. Maat Pono, SE, M.Si, Prof. Dr. Musran Munizu, SE, Msi.
9. Seluruh staf pengajar Program Doktor Ilmu Manajemen Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu selama proses perkuliahan.
10. Pengelola Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar yang banyak memberikan bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi ini.
11. Seluruh staf akademik Program Doktor Ilmu Manajemen Universitas Hasanuddin Makassar atas pelayanan yang sangat baik dan ramah dalam proses administrasi yang dibutuhkan dan telah banyak membantu demi kelancaran studi penulis.
12. Seluruh staf pengajar dan tata usaha Program Studi Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin.
13. Pimpinan dan seluruh karyawan PT. Pelindo Regional IV, Terminal Petikemas Makassar New Terminal 1 dan Terminal 2.
14. Kedua orang tua, ayahanda almarhum Djamaluddin dan ibunda Almarhumah Asma, Istri tercinta serta anak-anakku tersayang yang selalu memberikan perhatian, dukungan dan do'a bagi penulis.
15. Teman-teman angkatan pertama Program Studi Doktor Ilmu Manajemen Universitas Hasanuddin tahun 2020, yang selalu mendukung dan memberikan bantuan bagi penulis dalam menyelesaikan disertasi ini.

16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, semua yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga disertasi ini dapat terselesaikan.

Akhirnya penulis yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dan keterbatasan dari isi disertasi ini. Penulis mengharapkan masukan dan kritikan yang membangun demi kesempurnaan disertasi ini.

Makassar, Februari 2024

Ashury

## ABSTRAK

**ASHURY.** Model Struktural Manajemen Kinerja Operasional *Effective Time* di Terminal Petikemas Pelabuhan Indonesia (dibimbing oleh Sumardi, Taufiqur Rachman, dan Mursalim Nohong).

*Effective Time* (ET) sebagai faktor yang berpengaruh terhadap lamanya pelayanan pada kapal untuk lamanya bongkar muat (*berthing time*) di tambatan/dermaga. Peralannya *berthing time* juga mempengaruhi mahal atau tidaknya biaya logistik nasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: Pengaruh antar variabel bebas dan terikat serta pengaruh langsung dan tak langsung secara parsial dan simultan, antara variabel bongkar muat (BM), penggunaan jumlah peralatan *Container Crane* (CC), *Rubber Tyred Gantry*, penggunaan kendaraan *Headtruck* (HT) dan *Effective Time* (ET); serta merumuskan Model *Effective Time* (ET) untuk operasional di Terminal Petikemas.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis jalur (*path analysis*) dengan pemodelan *Structural Equation Modeling* (SEM) program AMOS versi 24 dan SPSS ver 26.0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : Adanya hubungan antar variabel bongkar muat (BM), peralatan *Container Crane* (CC), peralatan *Rubber Tyred Gantry* (RTG), maupun kendaraan horizontal *Headtruck* (HT) terhadap *Effective Time* (ET), yang berhubungan secara langsung dan secara parsial ataupun simultan berpengaruh signifikan. Sedangkan hubungan tidak langsung antar variabel bebas bongkar muat (BM) terhadap *Effective Time* (ET) melalui variabel *Container Crane* (CC), peralatan *Rubber Tyred Gantry* (RTG), maupun kendaraan horizontal *Headtruck* (HT) tidak berpengaruh secara signifikan. Perumusan Model *Effective Time* yaitu :  $ET = 0,019 \cdot BM - 0,394 \cdot CC + 0,028 \cdot RTG + 2,773$ , dimana : ET = *Effective Time* (Jam), BM = Banyaknya bongkar muat (box), CC = *Container Crane* (unit), RTG = *Rubber Tyred Gantry* (unit).

Kata Kunci: *Container Crane*, *Rubber Tyred Gantry*, *Headtruck*, Terminal Petikemas

## **ABSTRACT**

**ASHURY.** *Structural Model of Effective Time Operational Performance Management In Container Terminals Indonesian Harbour (Supervised by Sumardi, Taufiqur Rachman, dan Mursalim Nohong).*

*Effective Time (ET) is a factor that influences the length of service on ships for the length of loading and unloading (berthing time) at the mooring/pier. The reason is that berthing time also influences whether national logistics costs are expensive or not. This research aims to analyze: The influence between independent and dependent variables as well as partial and simultaneous direct and indirect influences, between loading and unloading (BM) variables, use of the number of Container Crane (CC) equipment, Rubber Tyred Gantry, use of Headtruck (HT) vehicles and Effective Time (ET); as well as formulating an Effective Time (ET) Model for operations at the Container Terminal.*

*The method used in this research is the path analysis method with Structural Equation Modeling (SEM) modeling AMOS version 24 and SPSS ver 26.0*

*The results of the research show that: There is a relationship between loading and unloading (BM) variables, Container Crane (CC) equipment, Rubber Tyred Gantry (RTG) equipment, and horizontal Headtruck (HT) vehicles on Effective Time (ET), which is directly and directly related to partial or simultaneous have a significant effect. Meanwhile, the indirect relationship between the independent variable loading and unloading (BM) on Effective Time (ET) through the variables Container Crane (CC), Rubber Tyred Gantry (RTG) equipment, or horizontal Headtruck (HT) vehicles does not have a significant effect. The formulation of the Effective Time Model is:  $ET = 0.019*BM - 0.394*CC + 0.028*RTG + 2.773$ , where: ET = Effective Time (Hours), BM = Number of loading and unloading (boxes), CC = Container Crane (unit), RTG = Rubber Tyred Gantry (unit).*

*Keywords: Container Crane, Rubber Tyred Gantry, Headtruck, Container Terminal*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN .....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxiv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	12
1.3. Tujuan Penelitian .....	14
1.4. Manfaat Penelitian.....	16
1.5. Kebaruan Penelitian .....	17

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Tinjauan Teori dan Konsep.....	19
2.1.1. Fungsi Dasar Operasional Pelabuhan .....	19
2.1.2. Kinerja Operasional Pelabuhan .....	20
2.1.3. Kinerja Waktu Pelayanan Kapal .....	28
2.1.4. Produktifitas Bongkar Muat .....	33

2.1.4.1 Bongkar dan Muat.....	35
2.1.4.2 Kinerja Dermaga ( <i>Berth Occupancy Ratio/BOR</i> ).....	38
2.1.5. Manfaat Kinerja Bagi Manajemen .....	39
2.1.6. Operasional Efektif dan Efisien Vs Biaya Pelabuhan .....	41
2.1.7. Terminal Petikemas .....	42
2.1.7.1 Fasilitas Terminal Petikemas .....	44
2.1.7.2 Peralatan Penanganan Bongkar Muat Petikemas .....	46
2.1.7.3 Elemen Terminal Petikemas .....	48
2.1.7.4 Prakiraan Pengoperasian Terminal .....	51
2.1.7.5 Arus Petikemas di Terminal .....	53
2.1.7.6 Peralatan Penanganan Bongkar Muat Petikemas .....	55
2.1.7.7 Operasional Bongkar Muat.....	66
2.2. Tinjauan Empiris .....	70

### **BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS**

3.1. Kerangka Konseptual .....	86
3.1.1. Hubungan Pelayanan Bongkar Muat (B/M) di kapal, Container Crane (CC) dan <i>Effective Time</i> (ET).....	87
3.1.2. Hubungan <i>Container Crane</i> (CC), <i>Headtruck</i> (HT) dan Rubber Tyred Gantry (RTG) serta <i>Efective Time</i> (ET) .....	88
3.1.3. Hubungan <i>Headtruck</i> (HT) dengan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) ..	91
3.2. Hipotesis Penelitian .....	95

### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1. Rancangan Penelitian.....	98
4.2. Jenis Penelitian .....	98
4.3. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	99

4.4. Populasi dan Sampling .....	99
4.5. Teknik Pengumpulan Data.....	100
4.6. Definisi Operasional Variabel.....	103
4.7. Teknik Analisis Data .....	104
4.7.1. Pengujian Model.....	110
4.7.2. Pemilihan Model .....	115
4.8. Diagram Alur Penelitian .....	115

## **BAB V HASIL PENELITIAN**

5.1. Gambaran Umum Obyek Penelitian .....	118
5.1.1. Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 1</i> .....	118
5.1.2. Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	135
5.1.2.1 Rencana Pengembangan dan Fasilitas Pelabuhan .....	140
5.1.2.2 Sistem Teknologi Informasi (TI).....	150
5.1.2.3 Kunjungan Kapal ( <i>Call ship</i> ).....	158
5.1.2.4 <i>Throughput</i> Operasional .....	159
5.1.2.5 Trayek Asal-Tujuan Kapal .....	160
5.1.2.6 Kinerja Operasional.....	162
5.1.3. Tarif Terminal Petikemas .....	165
5.1.4. Prosedur Pelayanan Kapal .....	179
5.1.4.1 Prosedur Pelayanan Kapal Masuk .....	179
5.1.4.2 Prosedur Pelayanan Kapal Keluar .....	183
5.1.5. Data Teknis Pelabuhan .....	184
5.1.5.1 Kondisi Angin dan Gelombang Pelabuhan Makassar .....	184
5.1.5.2 Kondisi Topografi dan Bathimetri .....	193
5.1.5.3 Kondisi Pasang Surut.....	194
5.1.5.4 Kondisi Arus.....	196

5.1.5.5 Alur Pelayaran dan SBNP .....	197
5.2. Pengumpulan Data di Lapangan.....	199
5.2.1. Terminal Petikemas <i>New Makassar</i> 1.....	199
5.2.2. Terminal Petikemas <i>New Makassar</i> 2.....	202
5.3. Operasional Bongkar Muat .....	205
5.3.1. Peralatan Container Crane (CC) .....	206
5.3.2. <i>Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)</i> .....	208
5.3.3. <i>Headtruck (HT)</i> .....	210
5.4. Analisis Hipotesis Hubungan Antar Variabel.....	210
5.5. Analisis Hubungan Lansung Antar Variabel.....	222
5.5.1. Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat terhadap <i>Container Crane (CC)</i> .....	222
5.5.2. Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat terhadap RTG .....	224
5.5.3. Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat terhadap HT .....	225
5.5.4. Hubungan Variabel Jumlah CC terhadap RTG .....	227
5.5.5. Hubungan Variabel Jumlah CC terhadap HT .....	229
5.5.6. Hubungan Variabel Jumlah RTG terhadap HT.....	231
5.5.7. Hubungan Variabel Jumlah <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i> dan Jumlah <i>Headtruck (HT)</i> terhadap <i>Container Crane (CC)</i> .....	233
5.5.8. Hubungan Variabel jumlah Bongkar Muat (BM) terhadap <i>Effective Time (ET)</i> .....	235
5.5.9. Hubungan Variabel jumlah <i>Container Crane (CC)</i> terhadap <i>Effective Time (ET)</i> .....	236
5.5.10 Hubungan Variabel jumlah <i>Rubber Tyred Gantry (RTG)</i> terhadap <i>Effective Time (ET)</i> .....	238
5.5.11 Hubungan Variabel Jumlah <i>Headtruck (HT)</i> terhadap <i>Effective Time (ET)</i> .....	240

5.5.12 Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat (BM) dan <i>Container Crane</i> (CC) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	241
5.5.13 Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat (BM) dan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	243
5.5.14 Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat (BM) dan <i>Headtruck</i> (HT) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	244
5.5.15 Hubungan Variabel Jumlah <i>Container Crane</i> (CC) dan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) terhadap <i>Effective Time</i> (ET) .....	245
5.5.16 Hubungan Variabel Jumlah <i>Container Crane</i> (CC) dan <i>Headtruck</i> (HT) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	247
5.5.17 Hubungan Variabel Jumlah <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) dan <i>Headtruck</i> (HT) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	248
5.5.18 Hubungan Variabel Jumlah Jumlah Bongkar Muat (BM), <i>Container Crane</i> (CC) dan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	249
5.5.19 Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat (BM), <i>Container Crane</i> (CC) dan <i>Headtruck</i> (HT) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	251
5.5.20 Hubungan Variabel Jumlah Bongkar Muat (BM), <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) dan <i>Headtruck</i> (HT) terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	253
5.5.21 Hubungan Variabel Jumlah Bongkar/Muat (BM), Jumlah <i>Container Crane</i> (CC), Jumlah <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG), dan Jumlah <i>Headtruck</i> (HT) Terhadap <i>Effective Time</i> (ET).....	255
5.6. Diagram URY ( <i>Use poRt utilitY</i> ) dan <i>Effective Time</i> (ET).....	257
5.7. Kriteria Pemilihan Pemodelan <i>Effective Time</i> (ET) .....	258
5.7.1. Uji Determinasi ( $R^2$ ).....	258
5.7.2. Uji Multikolinearitas.....	259

5.7.3. Uji Autokorelasi.....	260
5.7.4. Pemilihan Model.....	261
5.8. Perhitungan Biaya Tambat dan <i>Handling</i> .....	267
5.8.1. Biaya Tambat .....	267
5.8.2. Biaya Handling Petikemas.....	269
5.9. Simulasi Sederhana Penggunaan Model dan Diagram URY .....	272
5.9.1. <i>Forecasting</i> Bongkar Muat Petikemas dan <i>Call</i> Kapal .....	272
5.9.1.1 Proyeksi Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan.....	272
5.9.1.2 Proyeksi PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi Sulawesi Selatan .....	278
5.9.1.3 Proyeksi PDRB Atas Dasar Harga Konstan Provinsi Sulawesi Selatan .....	281
5.9.1.4 Proyeksi Petikemas <i>Makassar New</i> Terminal 1.....	286
5.9.1.5 Proyeksi Petikemas <i>Makassar New</i> Terminal 2.....	290
5.9.1.6 Proyeksi <i>Call Ship</i> Terminal Petikemas <i>Makassar New</i> Terminal 1 .....	294
5.9.1.7 Proyeksi <i>Call Ship</i> Terminal Petikemas <i>Makassar New</i> Terminal 2 .....	297
5.9.2. Efisiensi Biaya dan Waktu Bagi Pengguna Jasa ( <i>Shipping</i> Lines) .	299
5.9.3. Model Sebagai Dasar Pengambilan Keputusan dalam Operasional dan Pengembangan Pelabuhan dan Terminal.....	303
5.9.3.1 Simulasi Model Perhitungan Untuk Terminal Petikemas Makassar <i>New</i> Terminal 1 .....	304
5.9.3.2 Simulasi Model Perhitungan Untuk Terminal Petikemas Makassar <i>New</i> Terminal 2.....	311

**BAB VI PENUTUP**

6.1. Simpulan .....317

6.2. Saran..... 329

**DAFTAR PUSTAKA..... 231**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Arus Petikemas di Terminal Petikemas Makassar (TPM) .....	3
Gambar 1.2 Trayek Pelayaran Luar Negeri dari Makassar .....	5
Gambar 1.3 Trayek Pelayaran Domestik dari Makassar .....	5
Gambar 2.1 Indikator Pelayanan Pelabuhan.....	23
Gambar 2.2 Waktu Pelayanan Kapal di Pelabuhan .....	29
Gambar 2.3 Kinerja Produktifitas Bongkar Muat .....	34
Gambar 2.4 Skema Operasional pada Terminal Petikemas.....	43
Gambar 2.5 Proses logistik di terminal petikemas.....	47
Gambar 2.6 Susunan elemen dasar di Terminal petikemas.....	51
Gambar 2.7 Arus terminal petikemas (saanen (2004)).....	54
Gambar 2.8 <i>Quay crane (single-trolley crane)</i> .....	56
Gambar 2.9 <i>Crane STS</i> (Otoritas Pelabuhan Georgia) .....	57
Gambar 2.10 <i>Crane</i> troli tunggal, troli kembar, dan troli ganda .....	57
Gambar 2.11 <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) Kalmar.....	59
Gambar 2.12 <i>Head Truck</i> dan <i>Chassis</i> .....	60
Gambar 2.13 <i>Straddle Carrier</i> .....	61
Gambar 2.14 <i>Side Loader</i> .....	62
Gambar 2.15 <i>Top Loader</i> .....	63
Gambar 2.16. <i>Truck forklift</i> (FLT).....	64
Gambar 2.17. <i>Reach Stacker</i> .....	65
Gambar 2.18. Alur pelayanan barang .....	67
Gambar 2.19. Proses <i>handling cargo</i> di lapangan petikemas .....	69
Gambar 3.1 Aktivitas Bongkar .....	90
Gambar 3.2 Aktivitas Muat Peti Kemas.....	91
Gambar 3.3 Model Kerangka Konseptual Penelitian .....	92

Gambar 4.1 Aliran Barang di Pelabuhan.....	100
Gambar 4.2 Langkah-langkah dalam Pemodelan Struktural <i>Effective Time (ET)</i> .....	116
Gambar 5.1 Layout Terminal Petikemas <i>New Makassar</i> .....	118
Gambar 5.2 <i>Business Process</i> Terminal Petikemas <i>New Makassar 1</i> .....	119
Gambar 5.3 Proses Persiapan Kedatangan Kapal Terminal Petikemas <i>New Makassar Terminal 1</i> .....	120
Gambar 5.4 Proses Kontrol Kegiatan Bongkar Petikemas Terminal Petikemas <i>Makassar New Terminal 1</i> .....	121
Gambar 5.5 Proses Muat Petikemas Terminal Petikemas <i>New Makassar Terminal 1</i> .....	122
Gambar 5.6 Proses Kegiatan Receiving Terminal Petikemas <i>New Makassar Terminal 1</i> .....	123
Gambar 5.7. Proses <i>Delivery</i> Terminal Petikemas <i>New Makassar Terminal 1</i> .	124
Gambar 5.8. Dermaga, Lapangan Penumpukan dan Jalan Akses.....	126
Gambar 5.9. <i>Container Crane, RTG</i> , dan beberapa pelatan lainnya yang ada di Terminal Hatta .....	128
Gambar 5.10. Grafik Bongkar Muat TPK Makassar Tahun 2013 – 2021.....	132
Gambar 5.11 Asal Tujuan Domestik .....	133
Gambar 5.12 Peta pergerakan <i>container Expor dan Impor</i> .....	134
Gambar 5.13. Profil Terminal Petikemas TPK <i>New Makassar Terminal 2</i> .....	135
Gambar 5.14 Container Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	136
Gambar 5.15 Proses <i>Discharge</i> Terminal <i>New Makassar Terminal 2</i> .....	137
Gambar 5.16 Proses <i>Loading</i> Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	138
Gambar 5.17 Proses <i>Receiving</i> Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	139
Gambar 5.18 Proses <i>Loading</i> Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	140
Gambar 5.19 Alur Kajian pembangunan Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	141

Gambar 5.20. Tahapan Rencana Pengembangan <i>Makassar New Terminal 2</i> ..	141
Gambar 5.21. Dermaga, Lapangan Penumpukan dan Jalan Akses .....	142
Gambar 5.22. Sistem Penumpukan Petikemas.....	143
Gambar 5.23. <i>Container Crane, RTG</i> , dan beberapa pelatan lainnya yang ada di Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	147
Gambar 5.24 Situasi Proses Pengembangan Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	149
Gambar 5.25 Sistem TI <i>Makassar New Terminal 2</i> .....	150
Gambar 5.26 <i>Network Monitoring</i> monitoring perangkat jaringan dan CCTV ...	151
Gambar 5.27 Aplikasi <i>Crane Monitoring Makassar New Terminal 2</i> .....	151
Gambar 5.28 <i>Power Monitoring Makassar New Terminal 2</i> .....	152
Gambar 5.29 Aplikasi <i>My Bill\$ Makassar New Terminal 2</i> .....	153
Gambar 5.30 <i>IBS Portal Makassar New Terminal 2</i> .....	153
Gambar 5.31 Aplikasi login My-TOS <i>Makassar New Terminal 2</i> .....	154
Gambar 5.32 Aplikasi My-TOS <i>Makassar New Terminal 2</i> .....	155
Gambar 5.33 Aplikasi <i>E-Inspection Makassar New Terminal 2</i> .....	155
Gambar 5.34 Aplikasi <i>Digifile Makassar New Terminal 2</i> .....	156
Gambar 5.35 Aplikasi Inventori <i>Makassar New Terminal 2</i> .....	156
Gambar 5.36 Aplikasi <i>IT LOG BOOK Makassar New Terminal 2</i> .....	157
Gambar 5.37 Tampilan Informasi Jadwal Kapal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	157
Gambar 5.38 <i>Command Center Makassar New Terminal 2</i> .....	158
Gambar 5.39 Grafik <i>Call Kapal Terminal Makassar New Terminal 2</i> .....	159
Gambar 5.40 Grafik Produksi Bongkar Muat Petikemas Terminal <i>Makassar New Terminal 2 Tahun 2018 – 2022</i> .....	160
Gambar 5.41 Trayek Asal tujuan dari dan ke Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	161
Gambar 5.42 Proses Layanan Kedatangan Kapal .....	180

Gambar 5.43 Home atau tampilan awal dari aplikasi INAPORTNET khusus agen kapal untuk penginputan data PPKB oleh agen.....	181
Gambar 5.44 Tampilan Pengecekan data PKK.....	181
Gambar 5.45 Pembuatan Surat Perintah Kerja Pandu.....	182
Gambar 5.46 Proses Layanan Keberangkatan Kapal .....	183
Gambar 5.47 Mawar Angin Lokasi Studi.....	187
Gambar 5.48 Mawar Gelombang Lokasi Studi.....	191
Gambar 5.49 Peta Topografi dan Bathimetri Lokasi Studi .....	194
Gambar 5.50 Grafik Pasang Surut Pelabuhan Utama Makassar .....	195
Gambar 5.51 Mawar Arus di Perairan Pelabuhan Utama Makassar .....	196
Gambar 5.52 Arah dan Kecepatan Arus Di Perairan Sekitar Pelabuhan Makassar .....	197
Gambar 5.53 Peta alur pelayaran Pelabuhan Makassar .....	198
Gambar 5.54 Grafik hubungan jumlah container crane, jumlah head truck, dan jumlah RTG terhadap jumlah bongkar muat.....	201
Gambar 5.55 Grafik hubungan jumlah <i>Container Crane</i> (CC), jumlah <i>Headtruck</i> (HT), dan jumlah <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) terhadap <i>Effective Time</i> (ET) .....	202
Gambar 5.56 Grafik Hubungan Jumlah Bongkar Muat Petikemas terhadap Jumlah <i>Head Truck</i> , dan RTG .....	204
Gambar 5.57 Grafik Hubungan <i>Effective Time</i> terhadap Jumlah <i>Head Truck</i> , dan RTG.....	204
Gambar 5.58 Kombinasi peralatan dalam bongkar muat petikemas (BM).....	206
Gambar 5.59 Peralatan <i>Container Crane</i> (CC) di Terminal petikemas <i>New Makassar Terminal 2</i> .....	207
Gambar 5.60 Peralatan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) di Terminal petikemas <i>New Makassar Terminal 1</i> .....	209

Gambar 5.61 <i>Headtruck</i> (HT) di Terminal petikemas <i>New Makassar</i> Terminal 1. ....	210
Gambar 5.62 Analisis Jalur Menggunakan AMOS .....	211
Gambar 5.63 Analisis Jalur <i>Effective Time</i> (ET) Menggunakan AMOS .....	213
Gambar 5.64 Analisis Jalur tidak langsung Menggunakan AMOS .....	218
Gambar 5.65 Grafik hubungan antara jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah unit <i>Container Crane</i> (CC) yang digunakan dalam operasional bongkar muat.....	223
Gambar 5.66 Grafik hubungan antara jumlah bongkar muat (BM) dan unit <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) yang digunakan dalam operasional bongkar muat .....	224
Gambar 5.67 Grafik hubungan antara jumlah bongkar muat (BM) dan unit <i>Headtruck</i> (HT) yang digunakan dalam operasional bongkar muat .....	227
Gambar 5.68 Grafik hubungan antara jumlah penggunaan <i>Container Crane</i> (CC) dan unit penggunaan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) .....	229
Gambar 5.69 Grafik hubungan antara jumlah penggunaan <i>Container Crane</i> (CC) dan transportasi <i>Headtruck</i> (HT) .....	231
Gambar 5.70 Grafik hubungan antara jumlah penggunaan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) dan transportasi <i>Headtruck</i> (HT).....	233
Gambar 5.71 Grafik hubungan antara jumlah bongkar muat (BM) dan <i>Effective Time</i> (ET).....	236
Gambar 5.72 Grafik hubungan antara jumlah penggunaan peralatan <i>Container Crane</i> (CC) dan <i>Effective Time</i> (ET).....	238
Gambar 5.73 Grafik hubungan antara jumlah penggunaan peralatan <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) dan <i>Effective Time</i> (ET) .....	239

Gambar 5.74 Grafik hubungan antara jumlah penggunaan transportasi <i>Headtruck</i> (HT) dan <i>Effective Time</i> (ET) .....	241
Gambar 5.75 Diagram URY ( <i>Use poRt utilitY</i> ) .....	257
Gambar 5.76 Persentasi waktu <i>Berthing Time</i> (BT) .....	258
Gambar 5.77 Grafik Proyeksi Metode Trend Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2021.....	275
Gambar 5.78 Diagram URY ( <i>Use poRt utilitY</i> ) Grafik Hasil Proyeksi Penduduk Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Metode Aritmetik, Trend Linear dan Moderat.....	277
Gambar 5.79 Grafik Proyeksi Metode Trend Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2021.....	279
Gambar 5.80 Grafik Proyeksi Metode Trend Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2021.....	281
Gambar 5.81 Grafik Proyeksi Metode Trend Pertumbuhan PDRB Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2022.....	283
Gambar 5.82 Diagram URY ( <i>Use poRt utilitY</i> ) Hasil Proyeksi PDRB Provinsi Sulawesi Selatan Atas Dasar Harga Konstan.....	285
Gambar 5.83 Grafik Nilai R Metode Trend Pertumbuhan B/M Petikemas Makassar <i>New Terminal</i> 1 .....	288
Gambar 5.84 Hasil Proyeksi Trafik Petikemas Makassar Terminal Hatta.....	290
Gambar 5.85 Grafik Hasil Proyeksi Trafik Petikemas <i>Makassar New</i> Terminal 2 .....	293
Gambar 5.86 Grafik Nilai R Metode Trend Pertumbuhan <i>Call</i> Kapal Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal</i> 1 .....	295
Gambar 5.87 Grafik Hasil Proyeksi <i>Call</i> Kapal Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal</i> 1 .....	297

Gambar 5.88 Penentuan peralatan dengan diagram URY untuk kasus 1 ..... 300

Gambar 5.89 Penentuan peralatan dengan diagram URY untuk kasus 2 ..... 302

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Arus Bongkar Muat Petikemas di Pelabuhan Makassar .....	4
Tabel 2.1 Standar Kinerja Operasional Pelabuhan .....	25
Tabel 2.2 Perencanaan Pelabuhan: Manajemen Kinerja dan Kapasitas .....	26
Tabel 2.3 Ukuran Petikemas ISO 20" .....	45
Tabel 2.4 Jenis dan Ukuran Petikemas yang Standar ISO.....	45
Tabel 2.5 Penelitian terdahulu .....	71
Tabel 5.1 Dermaga Terminal Hatta .....	125
Tabel 5.2 <i>Business Process</i> Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 1</i> ..	125
Tabel 5.3 Proses Persiapan Kedatangan Kapal Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 1</i> .....	126
Tabel 5.4 Fasilitas Pendukung Terminal H Proses Kontrol Kegiatan Bongkar Petikemas Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 1</i> .....	128
Tabel 5.5 Proses Muat Petikemas Terminal Petikemas <i>Makassar New</i> Terminal 1.....	131
Tabel 5.6. Proses Kegiatan <i>Receiving</i> Terminal Petikemas Makassar <i>New</i> Terminal 1.....	131
Tabel 5.7 Fasilitas Utama Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	143
Tabel 5.8 Fasilitas B/M Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	144
Tabel 5.9 Fasilitas Pendukung Terminal Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	148
Tabel 5.10 Jumlah Kujungan Kapal ( <i>Call Kapal</i> ) Makassar <i>New Terminal 2</i> ....	158
Tabel 5.11 Rekap Produksi Bongkar Muat Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	159
Tabel 5.12 Kinerja Operasional Bongkar Muat Makassar <i>New Terminal 2</i> tahun 2020 .....	163
Tabel 5.13 Kinerja Operasional Bongkar Muat Makassar <i>New Terminal 2</i> tahun 2021 .....	164

Tabel 5.14 Rincian Biaya dan Tarif Pelayanan Terminal Hatta (TPK) dan Makassar New Terminal 2 (MNP) .....	166
Tabel 5.15. Data angin setiap 6 jam.....	185
Tabel 5.16 Persentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya .....	185
Tabel 5.17 Persentasi Kejadian Angin Berdasarkan Interval Kecepatan.....	186
Tabel 5.18 Kecepatan angin rata – rata menurut arah .....	187
Tabel 5.19 Data Gelombang setiap 6 jam (Tahun 2012).....	188
Tabel 5.20 Persentasi Kejadian Gelombang Berdasarkan Arah datangnya .....	189
Tabel 5.21 Presentasi Kejadian Gelombang berdasarkan Tinggi Gelombang..	189
Tabel 5.22 Presentasi Kejadian Gelombang berdasarkan Tinggi Gelombang..	190
Tabel 5.23 Tinggi gelombang signifikan tahun maksimum dan periodenya.....	191
Tabel 5.24 Periode Gelombang .....	192
Tabel 5.25 Kala Ulang Gelombang 50 tahun .....	192
Tabel 5.26 Rekapitulasi Kala Ulang Gelombang Dengan Arah Dominan .....	193
Tabel 5.27 Konstanta Pasang Surut Pelabuhan Makassar .....	194
Tabel 5.28 Elevasi Muka Air Pelabuhan Utama Makassar (Referensi 0 = LLWS) .....	195
Tabel 5.29 Koordinat Alur Pelayaran Masuk Pelabuhan Makassar .....	198
Tabel 5.30 Penempatan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) di Alur-Pelayaran Pelabuhan Makassar .....	199
Tabel 5.31 Data rekapitulasi variabel penelitian .....	200
Tabel 5.32 Rekapitan Data Kapal .....	203
Tabel 5.33 Hubungan Pengaruh Antar Variabel.....	211
Tabel 5.34 Hubungan Pengaruh Kovarians Antar Variabel .....	213
Tabel 5.35 <i>Coefficient Output</i> Hubungan Antar Variabel.....	213
Tabel 5.36 Nilai Pengaruh Langsung dan Tidak Langsung .....	218
Tabel 5.37 Rekapitulasi hasil hipotesis .....	220

Tabel 5.38 <i>Coefficient</i> Bongkar muar (BM) dan CC .....	220
Tabel 5.39 <i>Coefficient</i> Bongkar muar (BM) dan RTG .....	224
Tabel 5.40 <i>Coefficient</i> Bongkar muar (BM) dan HT .....	226
Tabel 5.41 <i>Coefficient</i> CC dan RTG .....	227
Tabel 5.42 <i>Coefficient</i> CC dan HT .....	229
Tabel 5.43 <i>Coefficient</i> RTG dan HT .....	231
Tabel 5.44 <i>Coefficient</i> CC, RTG dan HT .....	233
Tabel 5.45 <i>Coefficient</i> Bongkar muar (BM) dan ET .....	235
Tabel 5.46 <i>Coefficient Container Crane</i> (CC) dan ET .....	237
Tabel 5.47 <i>Coefficient Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) dan ET .....	238
Tabel 5.48 <i>Coefficient Headtruck</i> (HT) dan ET .....	240
Tabel 5.49 <i>Coefficient</i> ET, BM dan CC .....	242
Tabel 5.50 <i>Coefficient</i> ET, BM dan RTG .....	243
Tabel 5.51 <i>Coefficient</i> ET, BM dan HT .....	244
Tabel 5.52 <i>Coefficient</i> ET, CC dan RTG .....	246
Tabel 5.53 <i>Coefficient</i> ET, CC dan HT .....	247
Tabel 5.54 <i>Coefficient</i> ET, RTG dan HT .....	248
Tabel 5.55 <i>Coefficient</i> ET, BM, CC dan RTG .....	250
Tabel 5.56 <i>Coefficient</i> ET, Bongkar muat (BM), CC dan HT .....	252
Tabel 5.57 <i>Coefficient</i> ET, Bongkar muat (BM), RTG dan HT .....	253
Tabel 5.58 <i>Coefficient</i> ET, Bongkar muat (BM), CC, RTG, dan HT .....	255
Tabel 5.59 Persentase Waktu tambat kapal .....	258
Tabel 5.60 Korelasi antar variabel <i>dependent</i> dan <i>independent</i> .....	259
Tabel 5.61 <i>Coefficients</i> BM, RTG, CC .....	260
Tabel 5.62 <i>Model Summary</i> .....	261
Tabel 5.63 ANOVA .....	263

Tabel 5.64 <i>Coefficients BM, RTG, dan CC</i> .....	264
Tabel 5.65 Hasil perhitungan biaya <i>handling</i> petikemas dari Kapal ke Lapangan penumpukan ( <i>Container Yard</i> ) .....	271
Tabel 5.66 Perbandingan Nilai Error Metode Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial terhadap Rerata Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2021.....	274
Tabel 5.67 Hasil Persaman, Koefesien Deteterminasi, dan Nilai Korelasi Metode Trend Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2022.....	276
Tabel 5.68 Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan .....	276
Tabel 5.69 Hasil Persaman, Koefesien Deteterminasi, dan Nilai Korelasi Metode Trend Pertumbuhan Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2022.....	279
Tabel 5.70 Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk Provinsi Sulawesi Selatan .....	280
Tabel 5.71 Hasil Nilai Error Metode Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial terhadap Rerata Pertumbuhan PDRB Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2022.....	282
Tabel 5.72 Hasil Persaman, Koefesien Deteterminasi, dan Nilai Korelasi Metode Trend Pertumbuhan PDRB Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2014-2022.....	284
Tabel 5.73 Hasil Proyeksi PDRB Provinsi Sulawesi Selatan Atas Dasar Harga Konstan .....	284
Tabel 5.74 Nilai Error Metode Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial Terhadap Rerata Pertumbuhan B/M Petikemas Terminal Hatta ....	287
Tabel 5.75 Hasil Persamaan, Koefesien Deteterminasi, dan Nilai Korelasi Metode Trend Pertumbuhan B/M Petikemas <i>Makassar New Terminal 1</i> .....	289

Tabel 5.76 Hasil Proyeksi Trafik Petikemas di Terminal 1 .....	289
Tabel 5.77 Rasio Data Bongkar Muat Terminal 2 dan PDRB	
Provinsi Sulawesi Selatan .....	291
Tabel 5.78 Nilai <i>Error Metode Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial</i>	
Terhadap Rerata Pertumbuhan B/M Petikemas	
Makassar New Terminal 2 .....	292
Tabel 5.79 Hasil Proyeksi Trafik Petikemas <i>Makassar New Terminal 2</i> .....	293
Tabel 5.80 Nilai Error Metode Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial	
Terhadap Rerata Pertumbuhan <i>Call</i> Kapal Terminal Petikemas	
Makassar New Terminal 1 .....	294
Tabel 5.81 Hasil Persaman, Koefesien Deteterminasi, dan	
Nilai Korelasi Metode Trend Pertumbuhan <i>Call</i> Kapal	
Terminal Petikemas Makassar (Terminal Hatta) .....	296
Tabel 5.82 Hasil Proyeksi <i>Call</i> Kapal Terminal <i>Makassar New Terminal 1</i> .....	296
Tabel 5.83 Nilai Error Metode Aritmatik, Geometrik, dan Eksponensial	
Terhadap Rerata Pertumbuhan <i>Call</i> Kapal	
Makassar <i>New Terminal 2</i> .....	298
Tabel 5.84 Hasil Proyeksi <i>Call</i> I Kapal Terminal Petikemas	
<i>Makassar New Terminal 2</i> .....	298
Tabel 5.85 <i>Throughput</i> tahun proyeksi dan Rata-rata Kapasitas kapal	
di Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 1</i> .....	305
Tabel 5.86 Rata-rata <i>Effective Time (ET)</i> untuk skenario 1, 2 dan 3,	
di Terminal Petikemas Makassar <i>New Terminal 1</i> .....	307
Tabel 5.87 <i>Effective Time (ET)</i> dan <i>Berthing Time (BT)</i> untuk	
skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas	
Makassar <i>New Terminal 1</i> .....	308

Tabel 5.88 Biaya Tambat (Rp) untuk skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 1 .....	309
Tabel 5.89 Kinerja Dermaga (BOR) untuk skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 1 .....	310
Tabel 5.90 <i>Throughput</i> tahun proyeksi dan Rata-rata Kapasitas kapal di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 2 .....	311
Tabel 5.91 Rata-rata <i>Throughput</i> (box)/kapal untuk skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 2 .....	313
Tabel 5.92 <i>Effective Time</i> (ET) dan <i>Berthing Time</i> (BT) untuk skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 2 .....	314
Tabel 5.93 Biaya Tambat (Rp) untuk skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 2 .....	315
Tabel 5.94 Kinerja Dermaga (BOR) untuk skenario 1, 2 dan 3, di Terminal Petikemas Makassar New Terminal 2 .....	316

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuhan kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran, kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. (PP No. 61 tahun 2009 tentang Kepelabuhanan).

Pelabuhan merupakan salah satu bagian dari infrastruktur transportasi yang dapat membangkitkan aktivitas perekonomian suatu wilayah karena menjadi bagian dari mata rantai dari sistem transportasi dan logistik. Yang terpenting adalah mengupayakan pelabuhan selain sebagai mata rantai, juga sebagai tempat pengintegrasian beberapa moda transportasi demi tercapainya sistem logistik yang optimal. Hal ini tentunya terkait dengan menciptakan keseimbangan sistem transportasi sehingga yang diutamakan adalah penyediaan sarana transportasi yang terintegrasi (Bambang Susantono, 2014),[2].

Perkembangan yang terjadi di dalam industri jasa kepelabuhan di dunia saat ini telah meningkatkan fungsi pelabuhan yang semula hanya sebagai *terminal point* dan *link* mata rantai transportasi, telah berkembang menjadi pusat pelayanan yang mampu menawarkan paket pelayanan komprehensif (*Service Centre, Distribution and Value added*) dan berfungsi sebagai *Trade Logistic Platform*. Hal ini dikarenakan adanya perubahan pola pikir konsumen dan perdagangan dunia

yang menginginkan adanya *total solution* dengan pelayanan pelanggan yang diutamakan.

Beberapa pelabuhan di dunia telah mengantisipasi ini dengan mengubah pola operasi dan pelayanannya, sehingga tuntutan pelanggan terhadap kualitas pelayanan menjadi lebih diutamakan. Pelabuhan-pelabuhan tertentu (strategis) di dunia yang berorientasi pada *World Class Port Operator* antara lain adalah *Rotherdam* (Belanda), *Port Klang* (Malaysia), *Felixtow* (U.K), *New York* (USA), *Port of Singapore* (PSA-Singapore), *Antwerp* (Belgia), *Songkhala* (Thailand), Hongkong dan sebagainya.

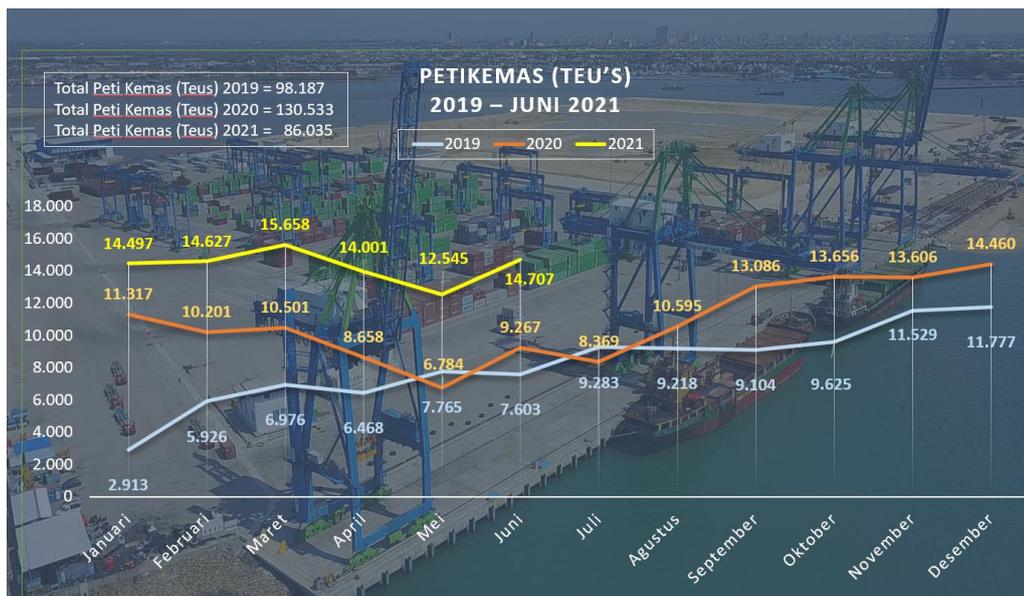
Pada umumnya pelabuhan berkelas dunia tersebut mempunyai ciri dalam pelayanan dan pengelolaan pelabuhan (*Port Management and Operation*) yang berorientasi pada pendekatan *The Marketing Mix to Service* dengan ciri-ciri sebagai berikut.

1. Biaya jasa pelabuhan yang wajar (*Lower costs*);
2. Sistem dan prosedur pelayanan yang sederhana (*Single documentation and procedures*);
3. Kemudahan dalam transaksi bisnis di pelabuhan (*Paperless transaction*);
4. Kelancaran dalam kegiatan *transshipment* dan *re-export* (*Less Restriction on Transshipment and Re export*);
5. Mampu menawarkan jasa pelayanan lainnya yang lebih menarik (*offers more than just storage*).

PT Pelabuhan Indonesia regional IV (Persero), tentunya tidak akan tinggal diam dan berupaya memanfaatkan peluang dalam rangka peningkatan kinerja korporasi untuk menjadi pelabuhan berkelas dunia. Salah satunya adalah dengan mengoptimalkan pemanfaatan peralatan dan infrastruktur yang dapat mengefisienkan waktu pelayanan kapal di pelabuhan khususnya pada terminal

petikemas, dalam hal ini adalah 2 terminal petikemas saat ini yang beroperasi di Sulawesi Selatan adalah : Terminal Petikemas Makassar *New Terminal 1* dan Makassar *New Terminal 2* yang dulunya bernama Makassar *Newport* (MNP) yang saat ini masih dalam tahap pengembangan konstruksi.

Pembangunan Terminal petikemas Makassar *New Terminal 2* yang nantinya nanti sebagai gerbang utama percepatan pembangunan Kawasan Timur Indonesia khususnya wilayah Makassar. PT Pelabuhan Indonesia regional IV menargetkan Terminal petikemas Makassar *New Terminal 2* dapat mengakomodir tingkat arus petikemas dalam jangka panjang hingga tahun 2050 yang terus meningkat, seperti tampak pada gambar dan tabel berikut ini menggambarkan arus *throughput* petikemas (TEU's) berdasarkan data *history* :



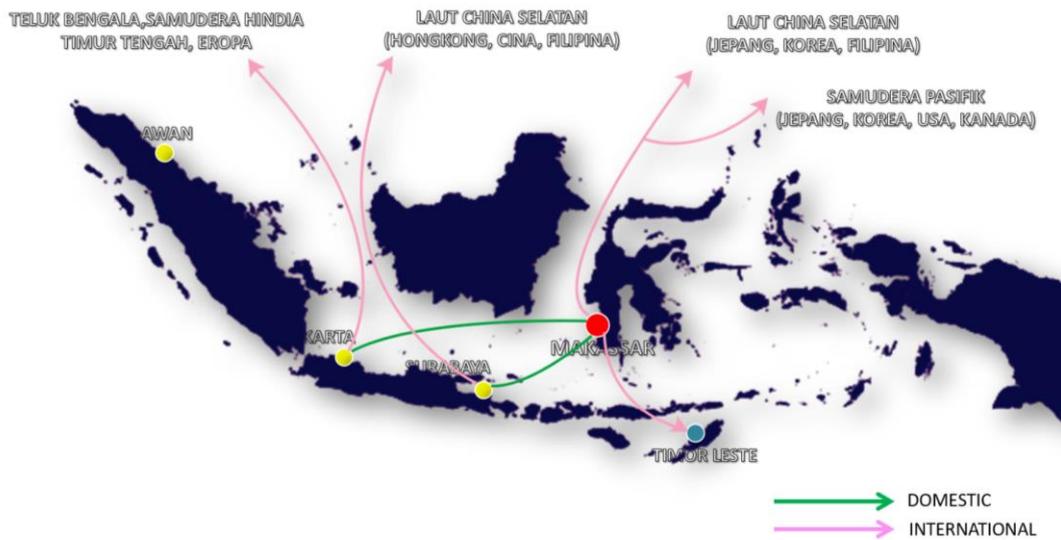
Gambar 1.1. Arus petikemas di Terminal Petikemas Makassar *New Terminal 2*

Tabel 1.1. Arus bongkar muat petikemas di Terminal Petikemas Makassar

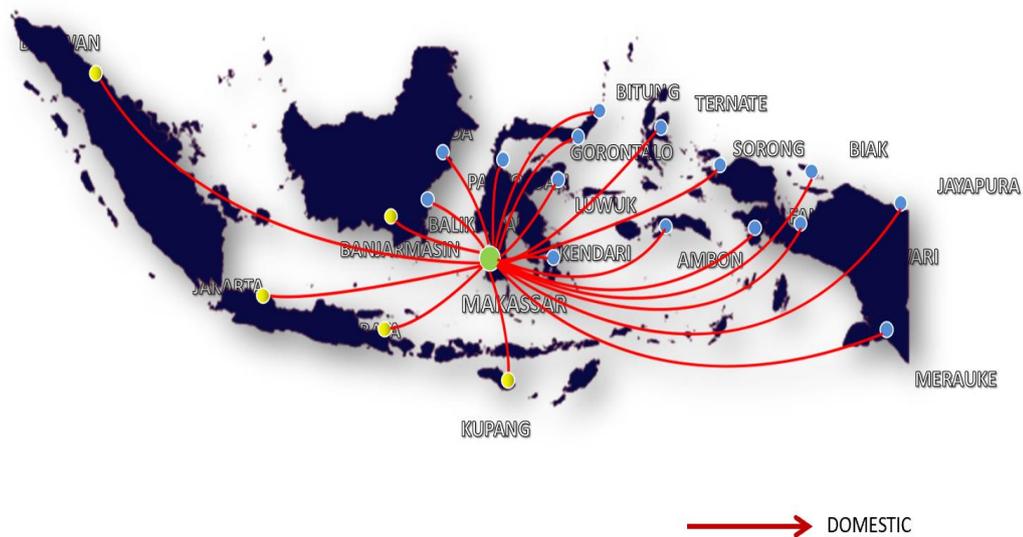
No	Tahun	Jumlah Bongkar dan muat Petikemas (TEUs)				Total <i>Troughput</i> (TEUs)
		TPM (Terminal Petikemas Makassar)	Pertumbuhan (%)	MNP ( <i>Makassar Newport</i> )	Pertumbuhan (%)	
1	2014	562.046		belum beroperasi		562.046
2	2015	558.957	-0,55%	belum beroperasi		558.957
3	2016	612.206	8,70%	belum beroperasi		612.206
4	2017	615.392	0,52%	belum beroperasi		615.392
5	2018	637.366	3,45%	belum beroperasi		637.366
6	2019	681.802	6,52%	98.159		681.802
7	2020	709.128	3,85%	130.502	24,78%	839.630
8	2021	737.550	3,85%	132.798	1,73%	870.348

Sumber : PT. Pelindo regional IV, Tahun 2022

Terminal Petikemas Makassar *New Terminal 2* dibangun karena peran Makassar yang sangat strategis sebagai pelabuhan internasional karena dilalui oleh Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II, serta terletak tegak lurus dengan beberapa negara tujuan ekspor hasil pertanian dan tambang dari Indonesia Timur yaitu Tiongkok, Jepang, Hong Kong dan Korea. Sehingga pengembangan pelabuhan Makassar akan sangat penting untuk mendukung dan menstimulasi kegiatan ekspor impor di Kawasan Timur Indonesia dan mengefisienkan biaya ekspor yang selama ini dilakukan melalui Tanjung Priok dan Tanjung Perak. Adapun rute pelayaran saat ini baik domestik maupun Internasional, dimana pelabuhan Makassar sebagai *homebase*, dapat dilihat pada Gambar 1.2. dan Gambar 1.3. dibawah ini.



Gambar 1.2. Trayek pelayaran luar negeri dari Makassar



Gambar 1.3. Trayek pelayaran domestik dari Makassar

Adapun rencana kedepannya bahwa tahun 2026, setelah pembangunan Terminal petikemas Makassar New Terminal 2 seluruhnya selesai, maka TPM (Terminal Petikemas Makassar New Terminal 1) akan berpindah ke Terminal petikemas Makassar New Terminal 2, dimana terminal tersebut mempunyai kapasitas *throughput* petikemas adalah 3 juta Teus/tahun. Olehnya itu maka pelabuhan Makassar mulai mempersiapkan untuk terus memperbaiki waktu pelayanan untuk meningkatkan *performance* dari pelabuhan Makassar.

*Performance* pelabuhan dapat dikelompokkan sedikitnya atas empat bagian, yaitu: *output* (kinerja pelayanan kapal dan barang dan produktivitas bongkar dan muat barang) indikator yang erat kaitannya dengan informasi mengenai besarnya *throughput* lalu-lintas barang (daya lalu) yang melalui suatu peralatan atau fasilitas pelabuhan dalam periode waktu tertentu; *Service* (kinerja trafik), dasarnya merupakan indikator yang erat kaitannya dengan informasi mengenai lamanya waktu pelayanan kapal selama di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan; *Utilisasi* (Utilisasi Fasilitas Pelabuhan dan Alat Produksi) dipakai untuk mengukur sejauh mana fasilitas dermaga dan sarana penunjang dimanfaatkan secara intensif serta *productivity* yang berkaitan dengan produktivitas di pelabuhan.

Gurning, (2007), kinerja operasional pelayanan barang/produktivitas bongkar muat merupakan, suatu gambaran dan kecepatan pelaksanaan penanganan barang yang dapat dicapai untuk kegiatan pembongkaran barang dari atas kapal sampai ke gudang atau lapangan penumpukan sampai ke atas kapal. Kinerja suatu pelabuhan merupakan gabungan kinerja atau *output* dari dermaga/terminal yang ada dalam suatu pelabuhan. Peralatan di terminal petikemas sangat berpengaruh terhadap kinerja operasional. Pembagian jenis peralatan mekanis terminal petikemas berdasar area kerja operasi. Menurut Steenken, Voß and Stahlbock, (2004), bahwa kinerja terminal selain menyangkut angka produktivitas, juga parameter lain berupa *Annual Throughput (TEUs/Year)*, *Berth Occupancy Ratio*, *Yard Occupancy Ratio*, *Turn Round Time (TRT) Kapal pada BT (Berthing Time)*, *BWT (Berth Working Time)*, *NOT (Non Operation Time)*, *IT (Idle Time)* dan *ET (Effective Time)*.

*Effective Time (ET)* sebagai faktor yang berpengaruh terhadap lamanya pelayanan pada kapal untuk lamanya bongkar muat (*berthing time*) di

tambatan/dermaga. Peralnya *berthing time* juga mempengaruhi mahal atau tidaknya biaya logistik nasional. Karena keterlambatan tersebut misalnya bisa berdampak pada importir harus membayar *demorage* petikemasr (denda keteterlambatan pengembalian petikemas) dan *demorage* penggunaan kapal carter yang pada akhirnya menjadikan biaya logistik mahal.

*Effective time* (ET) yang merupakan bagian dari *Berthing time* (BT) sangat dipengaruhi dari kombinasi peralatan utama pengangkat dan pemindah muatan petikemas dari kapal sampai ke *container yard* (CY) yang ataupun sebaliknya yang biasanya di istilahkan sebagai kegiatan bongkar dan muat (BM). Umumnya terdapat tiga peralatan utama yang digunakan (terlibat) pada proses bongkar muat yaitu: (1) *quay crane* atau *container crane* (CC) merupakan alat memindahkan petikemas dari/ke kapal, terletak di atas alat sandar kapal (dermaga) yang terus bergerak di atas rel di atas dermaga dengan jangkauan ke depan atau *out reach* tergantung dari besar kecilnya *container crane* itu, tetapi secara umum dapat diberikan contoh bahwa untuk melayani kapal container generasi kedua *out reach* dapat menjangkau ke depan sebanyak 8 – 10 *rows container* dilengkapi dengan *spreader* yang sistemnya *telescopic*; (2) *transtainer* atau *rubber tyre gantry crane* (RTG) merupakan *crane* yang terdapat di lapangan penumpukan petikemas, berfungsi untuk memindahkan petikemas dari penumpukan ke truk dan sebaliknya yang bergerak di atas jalur yang sudah ditentukan dan dapat berpindah blok dimana diperlukan, dilengkapi dengan *spreader* yang fungsinya untuk membongkar dan memuat petikemas di lapangan, dengan ukuran alat sesuai kebutuhan yang diperlukan oleh terminal tersebut; dan (3) *head truck* (HT) dan *chassis* pengangkut petikemas dari *quay crane* ke lapangan penumpukan pada proses bongkar, dan mengangkut petikemas dari lapangan penumpukan ke *quay crane/container crane* pada proses muat, terdiri dari *head truck* dan *chassis*. *Head*

*truck* merupakan bagian depan (penarik) truk dan *chassis* merupakan bagian belakang yang memuat petikemas. Terdapat dua jenis *chassis*, yaitu yang memuat petikemas 20 kaki dan 40 kaki.

Penelitian yang dilakukan oleh (Mudjiastuti Handajani, 2004) menerangkan bahwa pada terminal petikemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang mengalami beberapa hambatan yang mempengaruhi kecepatan pelayanan petikemas. Hambatan tersebut disebabkan antara lain: (1) kurang maksimalnya penggunaan *container crane (CC)* dan *rubber tyred gantry (RTG)* dalam melayani bongkar muat petikemas, (2) penataan petikemas yang kurang teratur di lapangan penumpukan, (3) waktu pelayanan *headtruk (HT)* dari luar yang membawa petikemas ekspor yang bersamaan dengan *chassis truck* yang melayani pemuatan ke kapal, sehingga memperlambat suatu proses; hal yang sama juga terjadi pada proses bongkar (impor), dan (4) jumlah *chassis truck* tidak memenuhi konfigurasi standar operasional. Dari penelitiannya juga mengungkapkan bahwa secara keseluruhan kelancaran operasi sangat bergantung pada pelayanan *chassis truck* di *container yard (CY)* berupa pengaturan pola penumpukan petikemas di *container yard* maupun penggunaan *rubber tyred gantry (RTG)* secara optimal dan perlunya penambahan jumlah *headtruk (HT)* di sesuaikan dengan produktifitas dan jumlah dari *container crane (CC)* dan pelayanan jumlah *rubber tyred gantry (RTG)* yang di *container yard (CY)*.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sumarzen Marzuki, 2008) menyatakan bahwa produktivitas alat bongkar muat kontainer (CC, RTG, HT) pada dasarnya penting, karena mendukung keberhasilan masuk dan keluar kapal. Biaya efektifitas waktu yang muncul selama pemuatan dan pembongkaran kontainer memberikan pengaruh terhadap efisiensi dan efektifitas dalam setiap pekerjaan. Produktivitas di pelabuhan kontainer menjadi salah satu ukuran kinerja pada

terminal petikemas. penelitian lain (Bahtiar, 2018), menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa rata-rata kinerja operasional dari terminal petikemas Pelabuhan Jayapura dalam kategori baik, (*Waiting Time, Approach Time, Rasio Effective Time dan Berthing Time, Berth Occupancy Ratio*) tetapi Penanganan ketiga Alat tersebut (CC, HT dan RTG) pada arus petikemas dari terminal petikemas Pelabuhan Jayapura belum Efisien.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Siswadi (2005) yaitu menyangkut jumlah ketiga peralatan operasional (CC, HT dan RTG) yang tidak seimbang , berdasarkan hasil simulasi kinerja peralatan bongkar muat yang meliputi *container crane* (CC), *headtruck* (HT) dan *rubber tyred gantry* (RTG) yang terjadi di terminal petikemas Semarang dengan utilitas dengan kategori rendah dikarenakan perbandingan jumlah peralatan tersebut yang tidak seimbang. Untuk tingkat penyeimbangan utilitas agar mendapatkan kombinasi yang ideal adalah 4 *container crane* (CC), 8 *headtruck* (HT) dan 9 *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dengan utilitas yang seimbang yaitu 41,46%, 40,75% dan 39,96%. Dengan adanya keseimbangan jumlah peralatan tersebut maka waktu tunggu didalam sistem operasional bongkar muat di terminal petikemas menjadi berkurang seiring berkurangnya *effective time* (ET). Penelitian Paulus Raga (2005) mengungkapkan bahwa jumlah peralatan yang tidak seimbang akan menyebabkan waktu tundaan (*delay*) terhadap operasional daripada terminal petikemas di Indonesia, termasuk pengaruhnya adalah jumlah *headtruck* (HT) di pengaruhi oleh jumlah *container crane* (CC) yang beraoperasi serta produktifitasnya serta jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang beroperasi pada blok di lapangan petikemas (CY). Obyek survey yang diamati, antara lain adalah Pelabuhan Belawan Medan, Tanjung Priok Jakarta, Tanjung Emas Semarang, Tanjung Perak Surabaya, dan Pelabuhan Makassar.

Waktu efektif di pelabuhan sangat penting karena mempengaruhi berbagai aspek dalam rantai pasokan global dan perdagangan internasional. Berikut adalah beberapa alasan mengapa waktu efektif di pelabuhan sangat penting :

- 1. Efisiensi Operasional:** Waktu efektif yang dioptimalkan di pelabuhan memungkinkan untuk proses bongkar muat kapal, pengisian bahan bakar, dan layanan logistik lainnya berjalan dengan lancar. Hal ini membantu dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi waktu tunggu kapal di pelabuhan.
- 2. Biaya Logistik:** Waktu yang dihabiskan oleh kapal di pelabuhan berkaitan langsung dengan biaya logistik. Semakin lama kapal berlabuh, semakin tinggi biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Oleh karena itu, meminimalkan waktu tunggu di pelabuhan dapat mengurangi biaya logistik secara keseluruhan.
- 3. Ketersediaan Barang:** Waktu efektif di pelabuhan juga mempengaruhi ketersediaan barang di pasar. Ketika proses bongkar muat berjalan cepat, barang dapat segera tersedia untuk didistribusikan ke konsumen atau digunakan dalam proses produksi, yang pada gilirannya dapat mengurangi kemungkinan kekurangan pasokan.
- 4. Kepuasan Pelanggan:** Waktu yang singkat di pelabuhan berarti barang dapat mencapai konsumen dengan lebih cepat. Ini mempercepat siklus pengiriman dan memungkinkan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan lebih baik. Kepuasan pelanggan adalah faktor kunci dalam menjaga hubungan bisnis yang baik.
- 5. Ketersediaan Kapal:** Kapal yang menghabiskan waktu yang lebih sedikit di pelabuhan memiliki jadwal yang lebih dapat diandalkan. Hal ini

memungkinkan perusahaan pelayaran untuk mengoptimalkan penggunaan kapal mereka dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

**6. Dampak Lingkungan:** Waktu yang lebih lama di pelabuhan dapat menyebabkan kapal menggunakan lebih banyak bahan bakar, yang berkontribusi pada emisi gas rumah kaca dan polusi udara lainnya. Dengan mengurangi waktu di pelabuhan, dapat mengurangi dampak lingkungan dari aktivitas transportasi laut.

Berdasarkan *research gap* di atas dimana pada penelitian Siswadi (2005) menganalisis kombinasi peralatan yang ideal tanpa memperhitungkan variabel jumlah bongkar dan muat (B/M), dan untuk penelitian dari Paulus Raga (2010) adalah menganalisis jumlah peralatan utama di hubungkan dengan kapasitas dermaga yang terpasang di pelabuhan-pelabuhan utama yang ada di Indonesia. Maka pada penelitian ini mencoba mengkonfirmasi kombinasi peralatan yang ideal antara jumlah *container crane* (CC), *headtruck* (HT) dan *rubber tyred gantry* (RTG) pada saat kegiatan bongkar muat petikemas (BM), untuk kegiatan *stevedoring* dan *cargodoring* sehingga didapatkan *effective time* (ET) yang optimal sebagai parameter penting dalam analisis *performance* (kinerja) operasional suatu pelabuhan atau terminal petikemas. Standar kinerja pelayanan operasional adalah standar hasil kerja dari tiap-tiap pelayanan yang harus dicapai oleh operator terminal dalam pelaksanaan pelayanan jasa kepelabuhanan termasuk dalam penyediaan fasilitas dan peralatan pelabuhan.

Olehnya itu keseimbangan jumlah fasilitas peralatan pada terminal petikemas dalam upaya memperlancar dan menekan biaya petikemas, dilihat dari sisi internal pelabuhan yang ada di Indonesia yang bertujuan meningkatkan kinerja operasional pelabuhan secara menyeluruh dari sisi penyedia jasa atau sisi lain yang memberikan kepuasan pelanggan dalam kelancaran arus petikemas dan

menekan biaya petikemas. Selain itu diharapkan dapat secara dini mempersiapkan serta mengantisipasi pola kecenderungan perdagangan jasa angkutan petikemas yang semakin menglobal dan meningkat dari tahun ketahunnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi untuk mengevaluasi kinerja operasional dalam hal ini adalah penggunaan waktu "*Effective Time*" (ET) sebagai bagian dari indikator yang mempengaruhi lamanya kapal bersandar di dermaga/tambatan (*Berth Time*) sebagai upaya untuk menekan biaya logistik nasional.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan menganalisis "Model Struktural Kinerja Manajemen Operasional *Effective Time* (ET) di Terminal Petikemas Pelabuhan Indonesia".

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang seperti diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Apakah jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *container crane* (CC) yang digunakan ?
2. Apakah jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan ?
3. Apakah jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan ?
4. Apakah jumlah *container crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan ?
5. Apakah jumlah *container crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan ?

6. Apakah jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan ?
7. Apakah secara simultan jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) dan jumlah *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *container crane* (CC) yang digunakan?
8. Apakah jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET) ?
9. Apakah jumlah *Container Crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET) ?
10. Apakah jumlah penggunaan peralatan bongkar muat *rubber tyred gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET) ?
11. Apakah jumlah penggunaan transportasi horizontal *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET) ?
12. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah peralatan *Container Crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET) ?
13. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah peralatan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET)?
14. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET) ?
15. Apakah secara simultan jumlah *Container Crane* (CC) dan jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?

16. Apakah secara simultan jumlah *Container Crane* (CC) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?
17. Apakah secara simultan jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?
18. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *container crane* (CC) dan jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?
19. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *Container Crane* (CC), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?
20. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *rubber tyred gantry* (RTG), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?
21. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *Container Crane* (CC), jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) ?
22. Apakah secara simultan jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *container crane* (CC) yang digunakan ?
23. Apakah jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan ?
24. Apakah jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan ?
25. Bagaimana Model *Effective Time* (ET) di Terminal Petikemas?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang seperti diuraikan sebelumnya, maka tujuan penelitian adalah untuk menganalisis :

1. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *container crane* (CC) yang digunakan.
2. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan.
3. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
4. Untuk menganalisis jumlah *container crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan.
5. Untuk menganalisis jumlah *container crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
6. Untuk menganalisis jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
7. Untuk menganalisis secara simultan jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) dan jumlah *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *container crane* (CC) yang digunakan.
8. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
9. Untuk menganalisis jumlah *Container Crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
10. Untuk menganalisis jumlah penggunaan peralatan bongkar muat *rubber tyred gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
11. Untuk menganalisis jumlah penggunaan transportasi horizontal *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).

12. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah peralatan *Container Crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
13. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah peralatan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
14. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
15. Untuk menganalisis secara simultan jumlah *Container Crane* (CC) dan jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
16. Untuk menganalisis secara simultan jumlah *Container Crane* (CC) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
17. Untuk menganalisis secara simultan jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
18. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *container crane* (CC) dan jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
19. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *Container Crane* (CC), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).

20. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *rubber tyred gantry* (RTG), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
21. Untuk menganalisis secara simultan jumlah bongkar muat (BM), jumlah *Container Crane* (CC), jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
22. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *container crane* (CC) yang digunakan.
23. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan.
24. Untuk menganalisis jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
25. Untuk menganalisis Model *Effective Time* (ET) di Terminal Petikemas.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan untuk dapat memberikan beberapa manfaat, yaitu :

1. Untuk memberikan sumbangan pemikiran terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kepelabuhanan terutama yang terkait dengan kinerja operasional di terminal petikemas.
2. Untuk memberikan masukan bagi yang berkecimpung di bidang kepelabuhanan seperti : PT. Pelindo, Otoritas Pelabuhan, Syahbandar dan

lainnya dalam pengambilan keputusan terkait dengan peningkatan kinerja operasional di terminal petikemas.

3. Untuk memberi masukan kepada pihak pengguna jasa di pelabuhan (*Shipping*, PBM, dan lainnya) dalam rangka mengoptimalkan biaya yang dikeluarkan terkait dengan waktu efektif (ET).
4. Untuk memberikan solusi bagi peningkatan kinerja operasional bagi pihak operator pelabuhan khususnya di terminal petikemas.
5. Untuk menjadi bahan pertimbangan dan pemikiran bagi para peneliti lain yang berminat dalam masalah mengkaji tentang operasional di pelabuhan dan terminal petikemas.

#### **1.5. Kebaruan Penelitian**

Kebaruan dari penelitian ini adalah ditemukannya model matematis struktur manajemen Kinerja Operasional *Effective Time (ET)* di terminal petikemas pelabuhan Indonesia.

Pada umumnya Terminal petikemas di Pelabuhan Indonesia mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan yang ada di terminal Petikemas Makassar *New Terminal 1* dan Makassar *New Terminal 2*, sehingga model ini nantinya dapat di gunakan pada terminal petikemas di Indonesia kecuali yang menggunakan sistem bongkar muatnya sudah tidak menggunakan sistem bongkar muat konvensional, dengan peralatan sistem *handling* petikemasnya dari apron hingga lapangan penumpukan (*container yard*) menggunakan peralatan QCC (*quay container crane*) / CC (*container crane*), *Rubber Tyred Gantry (RTG)/Trans Trainer (TT)* dan transportasi horizontalnya menggunakan *Headtruck (HT)*.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Teori dan Konsep**

##### **2.1.1. Fungsi Dasar Operasional Pelabuhan**

Pengertian pelabuhan dapat dirujuk dalam UU No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, disebutkan bahwa pelabuhan merupakan tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan 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 antarmoda transportasi.

Menurut Bambang Triatmodjo (2010;3) Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, gudang laut (transito) dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman kearah tujuan atau pengapalan.

Pengoperasian pelabuhan secara dasar meliputi 8 (delapan) kegiatan jasa kepelabuhan, mulai dari kolam pelabuhan sampai jasa-jasa penunjang kepelabuhanan. Pengoperasian tersebut mempunyai maksud: untuk memperlancar perpindahan intra dan antar moda transportasi; sebagai pusat kegiatan pelayanan transportasi laut; sebagai pusat distribusi dan konsolidasi barang. Kedelapan fungsi dasar tersebut adalah ;

1. Penyediaan kolam pelabuhan dan perairan untuk lalu lintas kapal dan tempat berlabuh.
2. Pelayanan jasa-jasa yang berhubungan dengan pemanduan kapal-kapal (*practicaje*) dan pemberian jasa kapal tunda untuk kapal- kapal laut.
3. Penyediaan dan pelayanan jasa dermaga untuk tambat/sandar, bongkar muat barang dan hewan serta penyediaan fasilitas naik turun penumpang.
4. Penyediaan dan pelayanan jasa gudang dan tempat penimbunan barang, angkutan di perairan pelabuhan, alat bongkar muat serta peralatan pelabuhan.
5. Penyediaan tanah untuk berbagai bangunan dan lapangan sehubungan dengan kepentingan kelancaran angkutan laut hasil industri.
6. Penyediaan jaringan jalan dan jembatan, tempat tunggu kendaraan (lahan parkir), saluran pembuangan air (sanitasi), instalasi listrik, instalasi air minum, depo bahan bakar dan armada pemadam kebakaran.
7. Terminal Penyediaan jasa bongkar muat peti kemas, muatan curah cair, muatan curah kering dan kapal RO-RO.
8. Penyediaan jasa lainnya yang dapat menunjang pelayanan jasa kepelabuhanan.

### **2.1.2. Kinerja Operasional Pelabuhan**

Kinerja operasional dapat diartikan sebagai kesesuaian proses dan evaluasi kinerja dari operasi internal perusahaan dari segi biaya, pelayanan pelanggan, pengiriman barang kepada pelanggan, kualitas, fleksibilitas, dan kualitas proses barang atau jasa. Kinerja merupakan suatu yang dihasilkan oleh suatu perusahaan dalam periode tertentu dengan mengacu pada standar yang ditetapkan. Kinerja juga merupakan implementasi dan rencana yang telah disusun

organisasi. Implementasi tersebut dilakukan oleh karyawan yang memiliki kemampuan, kompetensi, motivasi dan kepentingan. Kinerja adalah hasil kerja yang dapat diperoleh oleh seseorang atau sebuah perusahaan sesuai dengan wewenang dan tanggung jawab masing-masing dalam upaya pencapaian organisasi secara illegal, tidak melanggar hukum dan tidak bertentangan dengan moral dan etika. Selain kebutuhan pelanggan yang semakin meningkat tersebut, perusahaan juga harus bisa menyesuaikan diri dengan memaksimal kinerja operasional perusahaan.

Kinerja pelabuhan meliputi lamanya waktu pelayanan Kapal di Pelabuhan, daya lalu barang di pelabuhan dalam periode waktu tertentu, serta pemanfaatan fasilitas dan sarana penunjang Pelabuhan dimanfaatkan secara intensif. Kinerja pelabuhan dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pelayanan pelabuhan kepada pengguna pelabuhan (kapal dan barang), yang tergantung pada waktu pelayanan kapal selama berada di pelabuhan. Kinerja pelabuhan yang tinggi menunjukkan bahwa pelabuhan dapat memberikan pelayanan yang baik. (Triatmodjo, 2017).

Standar kinerja operasional pelabuhan dan utilisasi ditetapkan dengan memperhatikan tingkat kualitas pelayanan kapal, pelayanan barang, utilisasi fasilitas, kesiapan peralatan pelabuhan dan disesuaikan dengan karakteristik di masing-masing lokasi terminal pada pelabuhan. Sedangkan standar pelayanan operasional kapal angkutan laut, kinerja bongkar muat barang non Petikemas dan Petikemas ditetapkan untuk masing-masing terminal/pelabuhan.

Fungsi kinerja operasional adalah sebagai alat untuk mengukur tingkat keberhasilan penyelenggaraan transportasi laut, sebagai instrumen perencanaan untuk menggambarkan kondisi yang ingin dicapai di masa yang akan datang, sebagai instrumen perencanaan untuk mengalokasikan sumber daya/investasi,

sebagai instrumen pemantauan (*monitoring*) dan evaluasi kinerja (*performance evaluation*) untuk pelaksanaan kegiatan, sebagai instrumen pembantu untuk pengambilan keputusan. Sedangkan Indikator Kinerja Operasional adalah variabel-variabel Pelayanan, penggunaan fasilitas dan peralatan pelabuhan.

Standar kinerja operasional pelabuhan dan utilisasi ditetapkan dengan memperhatikan tingkat kualitas pelayanan kapal, pelayanan barang, utilisasi fasilitas, kesiapan peralatan pelabuhan dan disesuaikan dengan karakteristik di masing-masing lokasi terminal pada pelabuhan. Sedangkan standar pelayanan operasional kapal angkutan laut, kinerja bongkar muat barang non Petikemas dan Petikemas ditetapkan untuk masing-masing terminal/pelabuhan.

Pengukuran kinerja dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pengukuran. Tahap persiapan atas penentuan bagian yang akan diukur, penetapan kriteria yang dipakai untuk mengukur kinerja, dan pengukuran kinerja yang sesungguhnya. Sedangkan tahap pengukuran terdiri atas perbandingan kinerja sesungguhnya dengan sasaran yang telah ditetapkan sebelumnya dan kinerja yang diinginkan (Suranto, 2000).

Kinerja operasional pelabuhan adalah *output* dari tingkat keberhasilan pelayanan kapal, barang, dan peralatan pelabuhan dalam suatu periode tertentu yang dinyatakan dalam suatu ukuran waktu (jam), satuan berat (ton) dan rata-rata perbandingan (persentase), atau satuan lainnya.

Fungsi kinerja operasional di pelabuhan adalah:

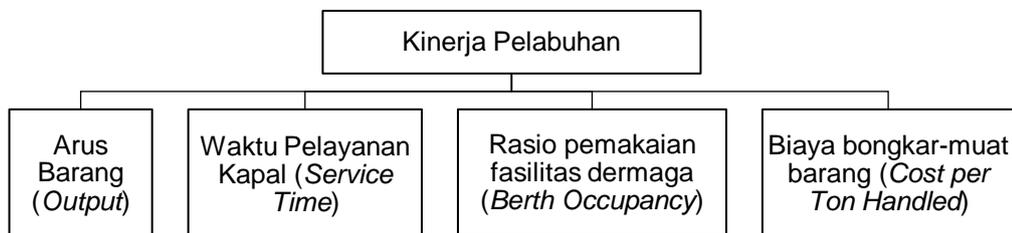
1. Sebagai alat analisis untuk kepentingan manajemen dalam mengelola pelabuhan;
2. Menentukan perencanaan operasional;
3. Untuk pengembangan pelabuhan;
4. Menetapkan kebijakan (terutama untuk peningkatan/pelayanan).

Tujuan diadakan kinerja operasional pelabuhan adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan produktivitas dan efisiensi penggunaan fasilitas/peralatan pelabuhan pada periode tertentu (bulanan, triwulanan, atau tahunan).

Ukuran-ukuran tonase, kecepatan dan waktu dan waktu operasi bongkar muat (*time and motion measurement*) merupakan *indicator* penting untuk mengukur tingkat efisiensi kegiatan operasi untuk pelabuhan-pelabuhan digunakan empat macam indikator operasi bongkar muat muatan umum, yakni:

1. Arus barang (*Output*).
2. Waktu Pelayanan Kapal (*Service Time*).
3. Rasio pemakaian fasilitas dermaga (*Berth Occupancy*).
4. Biaya bongkar-muat barang (*Cost per Ton Handled*).

Empat indikator tersebut berhubungan erat satu sama lain, saling memengaruhi, dan membentuk satu sistem di mana salah satu *indicator* tidak berdiri sendiri sebagaimana Gambar 2.1. berikut ini :



Gambar 2 1. Indikator Pelayanan Pelabuhan

Kinerja pelabuhan dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pelayanan pelabuhan kepada pengguna pelabuhan (kapal dan barang), yang tergantung pada waktu pelayanan kapal selama berada di pelabuhan. Kinerja pelabuhan yang tinggi menunjukkan bahwa pelabuhan dapat memberikan pelayanan yang baik.

Indikator *performace* pelabuhan atau kinerja pelabuhan adalah prestasi dari *output* atau tingkat keberhasilan pelayanan, penggunaan fasilitas maupun

peralatan pelabuhan pada suatu periode waktu tertentu, yang ditentukan dalam ukuran satuan waktu, satuan berat, ratio perbandingan (prosentase).

Indikator *Performance* Pelabuhan dapat dikelompokkan sedikitnya atas 3 (tiga) kelompok indikator (Lasse/Manajemen Pelabuhan), yaitu:

1. Indikator *Output* (kinerja Pelayanan kapal dan barang dan serta produktivitas bongkar muat barang), indikator yang erat kaitannya dengan informasi mengenai besarnya *throughput* lalu-lintas barang (daya lalu) yang melalui suatu peralatan atau fasilitas pelabuhan dalam periode waktu tertentu;
2. Indikator *Service* (kinerja trafik), dasarnya merupakan indikator yang erat kaitannya dengan informasi mengenai lamanya waktu pelayanan kapal selama di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan;
3. Indikator *Utilisasi* (Utilisasi Fasilitas Pelabuhan dan Alat Produksi) dipakai untuk mengukur sejauh mana fasilitas dermaga dan sarana penunjang dimanfaatkan secara intensif.

Departemen Perhubungan melalui direktorat Jenderal Perhubungan Laut telah menerbitkan Keputusan Dirjen Hubungan laut No.UM.002/38/18/DJM.11 tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pemanduan dimana hal ini sejalan dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor. 63 Tahun 2010 tentang Penetapan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan. Pencapaian kinerja operasional dari indikator-indikator pelayanan :

1. Apabila nilai pencapaian dibawah nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik.
2. Apabila nilai pencapaian 0 % sampai dengan 10% diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik.
3. Apabila nilai pencapaian diatas 10% dari nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik.

4. Apabila nilai pencapaian diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinyatakan baik.
5. Apabila nilai pencapaian diatas 90 % sampai dengab 100% diatas nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai cukup baik.
6. Apabila nilai pencapaian kurang dari 90% dari nilai standar kinerja pelayanan operasional yang ditetapkan, dinilai kurang baik.

Berdasarkan Standar Kinerja Pelayanan Kapal yang dikeluarkan oleh Dirjen Perhubungan Laut Tahun 2020, untuk Pelabuhan Makassar dapat dilihat pada Tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Standar Kinerja Operasional Pelabuhan

No.	Indikator	Nilai Standar
1	<i>Waiting Time (WT)</i>	1 jam
2	<i>Approach Time (AT)</i>	1,25 jam
3	<i>Effective Time (ET) / Berthing Time (BT)</i>	80%
4	<i>Berth Occupancy Ratio (BOR)</i>	70%
5	<i>Shed Occupancy Ratio (SOR)</i>	65%
6	<i>Yard Occupancy Ratio (YOR)</i>	70%
7	Kesiapan Peralatan	90%

Sumber: KM 48 Tahun 2020

Indikator performansi pelabuhan atau kinerja pelabuhan yang dapat diandalkan akan sangat membantu dalam memperbaiki kualitas operasi pelabuhan dan merupakan informasi yang bermanfaat bagi perencanaan dan pengembangan pelabuhan. Dengan indikator perfomansi pelabuhan memungkinkan kita mengukur seberapa baik pelabuhan telah beroperasi dalam rangka melayani pemakai jasa pelabuhan. Indikator performansi pelabuhan juga digunakan untuk tujuan yang lain diantaranya:

1. Membandingkan realisasi dengan target.

2. Melakukan analisa kecenderungan.
3. Melihat kemungkinan terjadinya kongesti di pelabuhan
4. Sebagai dasar untuk penentuan kebijaksanaan pentarifan dan investasi  
Informasi mengenai indikator performansi pelabuhan bermanfaat untuk tujuan perencanaan. Indikator performansi atau kinetja pelabuhan dapat digambarkan sebagai instrumen umpan balik (*feed-back instrument*).

Menurut Maria G. Burns (2013) kinerja operasional pelabuhan ditingkatkan melalui mengoptimalkan kapasitas pelabuhan dan kinerja pelabuhan secara menyeluruh. Indikator kinerja operasional bersifat finansial dan operasional dan didasarkan pada data yang dikumpulkan dari setiap terminal atau tambat. Indikator utama produktivitas berkaitan dengan (i) *output*, (ii) *rasio utilisasi* terhadap kapasitas, (iii) produktivitas, dan (iv) waktu pelayanan.

1. *Output* tambat diukur dengan mengetahui volume kargo yang ditangani setiap tahun, sebaliknya output kapal memperkirakan kargo yang ditangani per jam.
2. Utilisasi diukur dengan mengetahui tingkat penggunaan dermaga (*berth occupancy ratio*), peralatan yang digunakan di darat, dan tingkat penggunaan gudang dan lapangan penumpukan.

Tabel 2.2. Perencanaan pelabuhan : manajemen kinerja dan kapasitas.

Manajemen Kapasitas Pelabuhan Sasaran : Tingkat utilisasi yang tinggi dengan biaya yang rendah		Manajemen Kinerja Pelabuhan (Administrasi-sumber daya-pelayanan)
Input → Sumber daya	Administrasi	Output → Jasa (Manajemen waktu, finansial, jasa)
a) Kapasitas teknologi; permesinan dan IT b) Kapasitas ruang : - terminal → dermaga - gudang dan lapangan penumpukan c) Logistik	a) Jadwal kapal b) Pengaturan lalu lintas c) Penanganan kargo d) Kapasitas dan peramalan pasar e) Mengontrol dan	Manajemen produktivitas pelabuhan : a) Kontrak yang diperoleh b) <i>Input vs output</i> , atau tingkat penggunaan ( <i>occupancy</i> ) vs pendapatan ( <i>revenue</i> )  Produktivitas penggunaan dermaga : c) Penggunaan dermaga = $\frac{availability}{waktu} \%$

- transportasi → <i>network</i>	mengamati input dan output	d) Dermaga = volume kargo yang ditangani setiap tahun Produktivitas kapal : e) Waktu kapal tinggal sebelum berlabuh f) <i>Turn Round Time (TRT)</i> g) Volume kargo yang ditangani per jam (per pelayaran) Produktivitas penanganan kargo : h) Perpindahan gigi tiap jam vs sewa per jam Produktivitas gudang dan lapangan penumpukan : penggunaan ( <i>occupancy</i> ) vs pendapatan ( <i>revenue</i> )
------------------------------------	----------------------------------	--

Sumber : M.G.Burns

3. Produktivitas diukur berdasarkan estimasi lalu lintas per tahun atau *throughput* dermaga per tahun, atau biaya penanganan berdasarkan efisiensi waktu, faktor-faktor produksi, versus *output* dan *profitability*. Misalnya, produktivitas sebuah kapal diperkirakan melalui kargo yang ditangani per jam; produktivitas sebuah dermaga diukur berdasarkan jumlah muatan yang ditangani per bulan atau tahun; dan produktivitas peralatan penanganan kargo diukur pergerakan yang dihasilkan per jam.
4. Karena indikator layanan dikaitkan dengan tambat kapal, maka diukur menggunakan (i) waktu sandar dan fasilitas di darat (%), (ii) *dwelling time* kapal sebelum berlabuh, (iii) *turn around time* kapal sebelum berlabuh. Berbagai pelabuhan modern terintegrasi dengan sistem logistik lokal; karenanya, indikator layanan mereka mungkin memerlukan penanganan kargo di pelabuhan serta *turn around time* untuk logistik.

Perencanaan pelabuhan bertujuan untuk menjadwalkan waktu sandar kapal dengan benar, dengan mempertimbangkan kelonggaran waktu dan karakteristik utama kapal, yaitu, jenis kapal, dimensi utama seperti *draft*, LOA,

DWT, dan jumlah kargo yang akan dimuat dan dibongkar. *Dwelling time* mencerminkan waktu kargo yang tetap di gudang penumpukan, dalam proses distribusi dan pengangkutan setelahnya. *Dwelling time* kargo yang lama saat berada di pelabuhan merupakan hal penting yang harus diperhatikan pada pelabuhan modern, karena kemacetan dapat menciptakan proses yang lambat dan dapat mendorong terciptanya rute perdagangan baru yang bersaing.

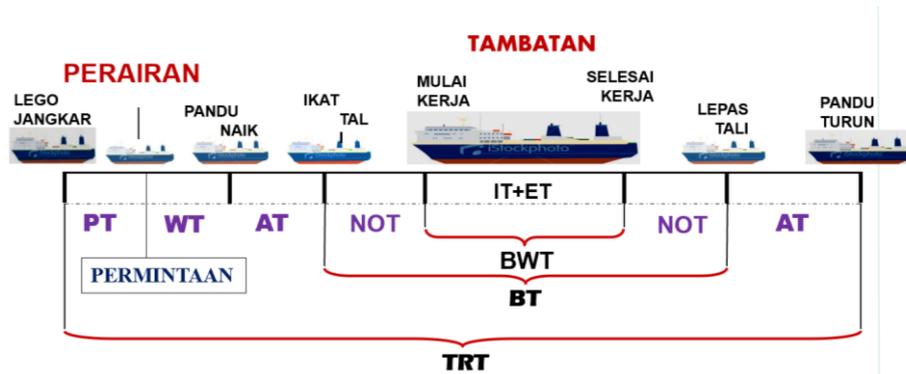
### **2.1.3. Kinerja Waktu Pelayanan Kapal**

Pelayanan kapal merupakan pelayanan yang diberikan oleh Syahbandar dalam hal ini adalah pelayanan pemanduan. Dengan mengetahui seberapa lama kapal berada dalam kegiatan pemanduan, maka bisa diketahui seberapa lama waktu efektif dalam kegiatan muat bongkar di pelabuhan mulai dari kapal tiba di perairan labuh jangkar sampai dengan saat kapal berangkat meninggalkan pelabuhan. Langkah pelayanan pemanduan dapat digambarkan sebagai berikut (Keselamatan pelayaran dilingkungan teritorial pelabuhan pemanduan kapal (DA. Lasse 2006:153).

Pembahasan dalam hal kinerja pelayanan kapal faktor yang terpenting adalah fungsi dari waktu pelayanan kapal. Waktu pelayanan kapal selama berada di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan, terbagi dalam tiga bagian, yaitu :

1. Waktu Kapal selama di Areal Pelabuhan (*Turn Round Time/TRT*)

Satuan ini digunakan untuk mengetahui berapa rata-rata lama kapal bersinggah di Pelabuhan dihitung sejak kapal tiba sampai dengan kapal meninggalkan Pelabuhan.



Gambar 2.2. Waktu pelayanan kapal di pelabuhan

TRT kapal terdiri dari komponen-komponen waktu kegiatan kapal selama berada di Pelabuhan yang terbagi atas:

$$TRT = WT + AT + BT \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$WT = \text{Waiting Time}$

$AT = \text{Approaching Time}$

$BT = \text{Berthing Time}$

2. Waktu kapal berada di perairan.

Waktu pelayanan di perairan adalah sejak kapal di lokasi lego jangkar sampai ikat tali di tambatan dan sebaliknya. Adapun komponen-komponen waktu pelayanan di perairan adalah :

a. *Waiting Time Net* (WTN)

*Waiting Time Net* (WTN) adalah selisih waktu yang merupakan waktu tunggu bagi kapal yaitu selisih waktu antara “saat kapal meminta pelayanan pandu/pemanduan dengan kapal mulai bergerak memasuki Pelabuhan” atau selisih antara waktu yang telah ditetapkan untuk kapal memasuki Pelabuhan sampai dengan kapal bergerak masuk Pelabuhan.

*Waiting Time Net* dibagi menjadi :

1) *Waiting Time Net Pilot* (Pandu)

Adalah selisih waktu antara waktu penetapan pelayanan pandu dengan waktu mulai pelayanan pandu.

$$WTN \text{ Pilot} = \frac{\text{Jumlah Jam Tunggu Pelayanan Pandu}}{\text{Jumlah Kapal}} \dots\dots\dots(2.2)$$

2) *Waiting Time Net Berth* (Tambat)

Adalah selisih waktu sejak kapal ditetapkan sandar s/d kapal tambat.

$$WTN \text{ Berth} = \frac{\Sigma(\text{Jumlah Penetapan s/d jam tambat} - AT)}{\text{Jumlah Kapal}} \dots\dots\dots(2.3)$$

*Output* WTN Pilot dan WTN *Berth* jadi satu yaitu WTN fasilitas.

Kegunaan *Waiting Time*: Untuk mengetahui jumlah rata-rata waktu tunggu kapal diperairan kolam Pelabuhan lokasi lego jangkar dari masa penetapan tambat kapal sampai pelayanan pemanduan pelayanan fasilitas tambat.

b. *Approach Time* (AT)

Waktu antara jumlah jam yang diperlukan selama pelayanan pemanduan, sejak kapal bergerak dari lokasi ke jangkar sampai ikat tali ditambatan dan sebaliknya. Apabila selama di pelabuhan terdapat kegiatan kapal pindah (*shifting*) maka jumlah jam yang terpakai untuk kapal bergerak menuju lokasi tambatan lainya diperhitungkan pula sebagai waktu antara yang menyatakan dalam satuan jam. *Approach time* (AT) di rumuskan sebagai berikut :

$$AT = TRT - (BT + WTN) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

AT = *Approach Time*

TRT = *Turn Round Time*

BT = *Berthing Time*

WTN = *Waiting Time Net*

c. *Postpone Time* (PT)

Waktu tertunda yang tidak bermanfaat selama kapal berada di perairan pelabuhan antara lokasi lego jangkar sebelum/sesudah melakukan kegiatan yang dinyatakan dalam satuan jam.

Beberapa faktor penyebab *Postpone Time* adalah :

- 1) Kapal rusak atau kesalahan kapal di lokasi perairan
- 2) Menunggu dokumen atau muatan
- 3) Gangguan cuaca

d. *Waiting Time Gross* (WTG)

Jumlah waktu pelayanan kapal di perairan pelabuhan, sejak kapal memasuki perairan pelabuhan dan sebaliknya dinyatakan dalam satuan jam. *Waiting Time Gross* dirumuskan sebagai berikut :

$$WTG = WTN + \textit{Postpone Time (PT)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

WTG = *Waiting Time Gross*

WTN = *Waiting Time Net*

PT = *Postphone Time*

3. Waktu kapal pada saat bersandar di tambatan

Dihitung sejak ikat tali di tambatan sampai lepas atau jumlah jam selama kapal berada di tambatan. Apabila kapal tersebut melakukan kegiatan pindah (*shifting*)/*bergeser* maka jumlah jam dihitung secara kumulatif dalam satu kunjungan yang dinyatakan dalam satuan jam . Adapun komponen - komponen

waktu pelayanan kapal di tambatan adalah :

a. *Not Operating Time* (NOT)

Waktu tidak kerja adalah jumlah jam yang direncanakan tidak bekerja selama kapal berada di tambatan, termasuk waktu istirahat dan waktu

menunggu buruh serta waktu untuk menunggu kapal akan lepas tambat dan dinyatakan dalam satuan jam.

b. *Effective Time (ET)* atau *Operation Time (OT)*

Waktu efektif adalah jumlah jam riil yang dipergunakan untuk mempergunakan kegiatan bongkar muat dinyatakan dalam jam.

c. *Idle time (IT)*

Waktu terbuang adalah jumlah jam kerja yang tidak terpakai selama waktu kerja bongkar muat di tambatan tidak termasuk jam istirahat, dinyatakan dalam satuan jam.

d. *Berth Working Time (BWT)*

Jam kerja bongkar muat yang tersedia selama kapal berada di tambatan. Jumlah jam kerja tiap hari untuk tiap kapal berpedoman pada jumlah jam tertinggi kerja huruh tiap gilir kerja dan tidak termasuk waktu istirahat.

$$BWT = ET + IT \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

BWT = *Berth Working Time*

ET = *Effective Time*

IT = *Idle Time*

e. *Berthing Time (BT)*

Waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan, sejak kapal ikat tali sampai lepas tali di tambatan.

$$BT = BWT + NOT \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

BT = *Berth Time*

BWT = *Berth Working Time*

NOT = *Not Operation Time*

#### 2.1.4. Produktifitas Bongkar Muat

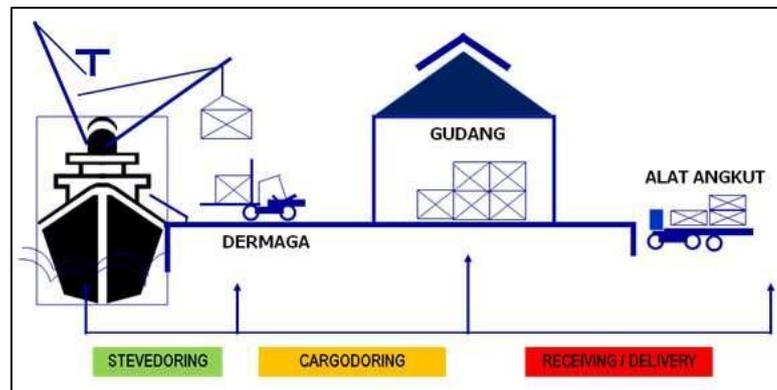
Menurut Sasono (2012), kegiatan bongkar muat adalah kegiatan membongkar barang-barang impor dan atau barang-barang antar pulau/*interinsuler* dari atas kapal dengan menggunakan *crane* dan sling kapal ke daratan terdekat di tepi kapal, yang lazim disebut dermaga, kemudian dari dermaga dengan menggunakan lori, *forklift*, atau kereta dorong, dimasukkan dan ditata ke dalam gudang terdekat yang ditunjuk oleh Administrator Pelabuhan. Sementara kegiatan muat adalah kegiatan sebaliknya.

##### 1. Macam-Macam Kegiatan Bongkar Muat

Menurut Budiyanto (2017), barang-barang sebelum dimuat, ditumpuk terlebih dahulu di gudang atau lapangan penumpukan dan disusun sedemikian rupa agar sesuai dengan rencana urutan pemuatan. Urutan pemuatan diperlukan untuk memudahkan pembongkaran di pelabuhan tujuan dan untuk kepentingan stabilitas kapal, penyusunan berat muatan dalam palka harus seimbang. Selama ini pemuatan atau pembongkaran mela *truck lossing* yang sering mendapat hambatan misalnya jumlah *truck* kurang atau terlambat karena penimbunan ternyata lebih cepat dibanding dengan lalu-lintas padat. Pelaksanaan pembongkaran atau pemuatan sebagian besar dilakukan oleh tenaga kerja bongkar muat yang dikelola oleh koperasi tenaga kerja bongkar muat atau koperasi TKBM yang ada di tiap pelabuhan. Pekerjaan perusahaan bongkar muat (PBM) dapat dibagi menjadi tiga diantaranya:

- a. Pekerjaan *Stevedoring* yaitu pekerjaan membongkar dari dek atau palka kapal ke Dermaga, Tongkang, *truck* atau memuat ke dek atau ke dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal ataupun derek darat. Untuk pekerjaan ini standar buruh per palka per gilir kerja membutuhkan 12

- orang, termasuk 1 orang mandor, 2 orang tukang derek dan 1 orang pilot yang mengkomandoi derek kapal.
- b. Pekerjaan *Cargodoring* yaitu pekerjaan mengeluarkan dari sling ke atas dermaga mengangkat dari dermaga, mengangkut dan menyusun ke dalam gudang lini I atau ke lapangan penumpukan atau pekerja sebaliknya. Yaitu mengambil dari tumpukan di gudang lin atau lapangan penumpukan lini mengangkat serta mengangkut ke dermaga dan memasukkan ke sling di atas dermaga. Standar buruh yang bekerja di *cargodoring* ini per palka 24 orang buruh.
- c. Pekerjaan *Receiving/Delivery* yaitu pekerjaan mengambil dari timbunan dan menggerakkan untuk kemudian menyusunnya di atas *truck* di pintu darat untuk ditimbun di gudang atau lapangan penumpukan lini I disebut *Receiving*. Standarnya per gilir kerja 12 orang buruh. Dalam pelaksanaannya, jumlah standar tenaga kerja buruh tersebut bervariasi bisa kurang atau lebih, tergantung situasi.



Gambar 2.3. Proses Bongkar Muat

(Sumber: <https://docplayer.info>)

## 2. Kondisi Bongkar Muat Barang

Menurut Sasono (2012), beberapa kondisi bongkar muat barang dari/ke kapal antara lain :

- a. *Fiostr* merupakan kondisi dimana importir menanggung seluruh biaya pengangkutan yang terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, dan *delivery doring*. Kondisi *Fiostr*: untuk barang-barang besar dan berat sehingga membutuhkan alat-alat mekanis untuk mengangkut barang dari dek kapal menjadi CASB (*Stevedoring*).
- b. *Linier* merupakan kondisi dimana importir hanya menanggung biaya pengangkutan yang terdiri dari *cargodoring* dan *deliverydoring*. Kondisi *Linier*: untuk barang-barang ringan sehingga tidak membutuhkan alat-alat mekanis. Oleh karena itu, barang-barang ini tidak dikenakan biaya *stevedoring*.

Pelaksanaan bongkar muat merupakan salah satu bidang jasa. Walaupun demikian, persoalannya cukup sulit karena cara pengangkutan yang cukup ruwet dan mahal. Jumlah muatan yang diangkut juga cukup banyak sehingga prinsip-prinsip pemadatan atau pemuatan perlu diterapkan, yang meliputi berbage faktor antara lain:

- a. Melindungi kapal.
- b. Melindungi muatan.
- c. Keselamatan buruh dan ABK.
- d. Melaksanakan pemadatan/pemuatan secara sistematis.
- e. Memenuhi ruang muatan sepenuh mungkin sesuai dengan daya tampungnya.

#### **2.1.4.1. Kinerja Bongkar Muat**

Adapun kriteria kinerja Terminal Petikemas, salah satunya dapat dilihat dari produktivitas alat bongkar muat. Kemampuan alat bongkar muat yang dimiliki oleh Terminal Petikemas harus dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk melakukan

kegiatan bongkar muat Peti Kemas yang keluar masuk terminal, antara lain di definisikan sebagai berikut :

Produktifitas Alat Bongkar Muat (*Crane*)

$$B/C/H = \frac{\text{Total moves}}{\text{working time}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Produktifitas Dermaga (*berth*)

$$B/S/H = \frac{\text{Total moves}}{\text{Berthing time}} \dots\dots\dots (2.9)$$

dimana :

B = *box*

C = *crane*

S = *ship*

H = *hour*

#### 4. Kecepatan Bongkar Muat Kapal

Yaitu jumlah tonase barang yang dibongkar atau dimuat per kapal per jam, di mana seluruh gang buruh atau alat yang di operasikan di hitung sebagai *output* kapal yang bersangkutan terdiri dan :

- a. Kecepatan bongkar muat kapal di pelabuhan atau jumlah barang  $\text{Ton/m}^3$  bongkar atau muat per jam per kapal selama di pelabuhan dalam periode waktu tertentu atau *Ton Per Ship Hour in Port* (TSHP).

$$\text{TSHP} = \frac{\Sigma(\text{Bongkar /muat perkapal})}{\text{TRT perkapal}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

TSHP = Kecepatan bongkar muat di pelabuhan (ton/kapal/jam).

TRT = *Turn Round Time* (jam)

- b. Kecepatan bongkar muat perkapal tiap jam selama kapal berada di tambatan/*Ton Per Ship Hour at Berth* (TSHB).

$$\text{TSHB} = \frac{\Sigma(\text{Bongkar /muat perkapal})}{\text{BWT perkapal}} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$TSHB = \frac{\Sigma(\text{Bongkar /muat perkapal})}{BT \text{ perkapal}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

TSHB = kecepatan bongkar muat per *shift* di tambatan (ton/kapal/ jam)

BWT = *berth working time* (jam)

BT = *berthing time* (jam)

Untuk mengetahui ratio bagian waktu kerja kapal ditambatan disebut

FOTBSW (*Fraction OfTime Berthed Ship Worked*).

$$FOTBSW = \frac{\text{Efektif Time}}{\text{Berthing time}} \dots\dots\dots(2.13)$$

## 5. Peralatan Bongkar Muat

Produktifitas alat bongkar muat adalah jumlah tonase barang yang dibongkar dalam jam operasi tiap alat bongkar muat dipakai. Produktifitas atau kecepatan alat dapat dibedakan menurut bentuk kemasan sebagai berikut :

### a. Peralatan Bongkar muat Curah Kering

Kecepatan bongkar muat barang curah kering yaitu jumlah barang yang di bongkar muat dalam satu jam operasi tiap alat (*conveyor* atau alat lainnya) yang dipakai.

$$\text{Kecepatan B/M curah kering} = \frac{\text{Jumlah } \frac{B}{M} \text{ CK periode tertentu}}{\text{Jumlah alat jam waktu tersedia}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

CK = Curah kering

### b. Peralatan Bongkar Muat Curah Cair

Kecepatan bongkar muat barang curah cair yaitu jumlah barang yang di bongkar muat dalam satu jam operasi tiap alat (pipa atau alat lainnya) yang dipakai.

$$\text{Kecepatan B/M curah cair} = \frac{\text{Jumlah B/M CC periode tertentu}}{\text{Jumlah alat jam waktu tersedia}} \dots\dots\dots(2,15)$$

Dimana :

CC = Curah cair

#### 6. Produktifitas tenaga kerja

Produktivitas kerja gang buruh adalah: jam ton barang yang dibongkar/dimuat dalam satu jam kerja oleh tiap gang (regu) buruh. Dibedakan menurut jenis jenis kemasan barang seperti: general cargo (*break bulk, bag cargo, unitized*), curah cair dan curah kering.

Produktivitas kerja gang buruh adalah: jam ton barang yang dibongkar/dimuat dalam satu jam kerja oleh tiap gang (regu) buruh. Dibedakan menurut jenis jenis kemasan barang seperti: general cargo (*break bulk, bag cargo, unitized*), curah cair dan curah kering Ton Gang Jam Kotor atau Ton gang Jam Gross adalah jumlah Ton Gang Jam dari waktu tersedia di tambatan.

##### a. Sistem kerja buruh:

Ton Gang Jam Kotor (ton gang jam dan waktu yang tersedia di tambatan)

$$T/G/J = \frac{\Sigma \text{Barang yang di bongkar/muat perkapal}}{\Sigma \text{jumlah gang tiap shift perkapal} \times \text{jam tersedia tiap shift}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Ton Gang Jam Bersih (adalah ton gang jam dan waktu efektif di tambatan)

$$T/G/J = \frac{\Sigma \text{Barang yang di bongkar/muat perkapal}}{\Sigma \text{jumlah gang tiap shift perkapal} \times \text{jam efektif tiap shift}} \dots\dots\dots(2.17)$$

##### b. Sistem kerja borongan

Ton Jam Gang Kotor (ton gang jam dan waktu yang tersedia di tambatan)

$$T/G/J = \frac{\Sigma \text{Barang yang di bongkar/muat perkapal}}{\Sigma \text{gang perkapal} \times \text{jam tersedia}} \dots\dots\dots(2.18)$$

Ton Gang Jam Bersih (ton gang jam yang terdiri waktu efektif di tambat)

$$T/G/J = \frac{\Sigma \text{Barang yang di bongkar/muat perkapal}}{\Sigma \text{gang perkapal} \times \text{jam efektif}} \dots\dots\dots (2.19)$$

#### 2.1.4.2. Kinerja Dermaga (*Berth Occupancy Ratio/BOR*)

Kinerja dermaga atau tingkat pemanfaatan dermaga (*Berth Occupancy Ratio*) adalah rasio antara kapasitas dermaga dan jumlah kapal yang

menggunakan dermaga pada periode tertentu. Ini menggambarkan seberapa efektif dermaga digunakan dan apakah ada kelebihan kapasitas atau kekurangan kapasitas.

Tingkat pemanfaatan dermaga (*Berth Occupancy Ratio*) yang tinggi dapat menunjukkan bahwa ada permintaan yang besar untuk penggunaan dermaga tersebut, tetapi juga dapat menunjukkan bahwa ada kekurangan kapasitas atau bahwa proses pemuatan dan pembongkaran kargo tidak efisien. Di sisi lain, tingkat pemanfaatan dermaga yang rendah dapat menunjukkan bahwa ada kapasitas yang tidak dimanfaatkan dan ada potensi untuk meningkatkan operasi pelabuhan.

Tingkat pemanfaatan dermaga (*Berth Occupancy Ratio*), dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{BOR} = \frac{\text{Kapasitas Dermaga yang digunakan}}{\text{Kapasitas dermaga yang terpasang}} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\text{BOR} = \frac{\text{Waktu yang digunakan}}{\text{Waktu operasional pelabuhan}} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\text{BOR} = \frac{\Sigma (\text{Panjang Kapal} \times \text{Waktu Tambat})}{\text{Panjang demaga} \times \text{Waktu tersedia} \times \text{Hari kelender}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.22)$$

#### 2.1.5. Manfaat Kinerja bagi Manajemen

Jika dikaitkan dengan masalah manajemen pelabuhan, maka data bisa dipergunakan untuk :

1. Dasar suatu perencanaan;
2. Alat pengendalian;
3. Dasar evaluasi.

Manajemen pelabuhan selalu memperhatikan waktu efektif dalam operasional sebuah pelabuhan. Indikasi kinerja pelabuhan semakin penting karena ukuran kapal terus bertambah, persaingan meningkat dan intensitas modal investasi pelabuhan juga meningkat. Fitur mengenai produktivitas pelabuhan

meliputi: waktu penyelesaian kapal, volume kargo ditangani, dan kecepatan penanganan muatan. Ukuran lebih lanjut dari produktivitas pelabuhan mungkin menyangkut keamanan kargo dan pencegahan pencurian.

Menurut penelitian, dua pertiga dari total biaya maritim terjadi di pelabuhan. Biaya itu antara lain adalah biaya dermaga, biaya *handling*, biaya penyimpanan kargo, biaya pelabuhan lainnya dan biaya yang ditagih oleh agen untuk berbagai operasi pelabuhan. Hal ini menjadi pertimbangan yang penting terhadap biaya yang ditimbulkan, waktu pelayanan serta kualitas layanan.

Manajer pelabuhan harus mengelola banyak operasi yang berbeda di dalam pelabuhan untuk mencapai tingkat layanan optimal, di mana pemborosan dan keterlambatan dijaga seminimal mungkin. Dia juga harus mempersiapkan operasi masa depan melalui peramalan dan perencanaan. Bagian berikut mengunci pengukuran dan optimalisasi operasi port. Masalah yang berkaitan dengan perencanaan dan peramalan pelabuhan akan dibahas kemudian.

Kinerja Operasional Pelabuhan dapat dipertimbangkan dalam tiga kategori besar:

1. Kinerja fisik yang mengacu pada *output* aset dan fasilitas yang ada, kinerja pelabuhan dapat dihitung secara keseluruhan, atau kinerja untuk setiap set atau kelompok fasilitas (dermaga, lapangan, crane, gudang dan tenaga kerja) dapat dipertimbangkan;
2. Kinerja kualitas merupakan faktor persaingan yang dapat melebihi harga jasa pelabuhan dalam pentingnya. Keandalan pelabuhan, fleksibilitas, dan penerapan aturan semuanya termasuk dalam kualitas pelayanan pelabuhan;
3. Kinerja keuangan kegiatan operasional menjadi perhatian manajemen pelabuhan. Indikator kinerja dapat dibentuk untuk memantau kontribusi

keuangan dari berbagai kegiatan. Pemantauan tersebut akan menjadi tambahan untuk kinerja akuntansi keuangan secara keseluruhan pengukuran.

#### 2.1.6. Operasional Efektif dan Efisien Vs Biaya Pelabuhan

Operator pelabuhan selalu memikirkan pola operasional yang efisien dan efektif secara teknis serta biaya dalam penyediaan *throughput*. Efektivitas berkaitan dengan mengukur seberapa baik operator pelabuhan dalam memberikan layanan kepada pengguna jasa dengan melihat kepatuhan terhadap efektivitas tujuan operasi, misalnya memaksimalkan keuntungan dalam penyediaan *throughput* Pelabuhan. Efisiensi teknis merupakan kondisi yang diperlukan untuk biaya yang murah, efisiensi biaya adalah kondisi yang diperlukan untuk memaksimalkan keuntungan agar perusahaan menjadi efektif .

Komponen penting efektivitas operasional pelabuhan adalah permintaan atas layanan yang dihasilkannya. Fungsi permintaan *throughput* pelabuhan mewakili hubungan antara permintaan layanan *throughput* pelabuhan oleh pengguna jasa dan harga pelabuhan umum (per unit *throughput*) yang dihasilkan oleh pengguna tersebut, yaitu :

$$\text{Throughput Pelabuhan} = K (\text{Biaya Pelabuhan}) \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

$$\text{Biaya Pelabuhan} = \text{Biaya Pelabuhan} + \text{Biaya Waktu berlayar} + \text{Biaya Waktu Pelabuhan ke pedalaman} + \text{Biaya pengiriman Waktu Pelabuhan}$$

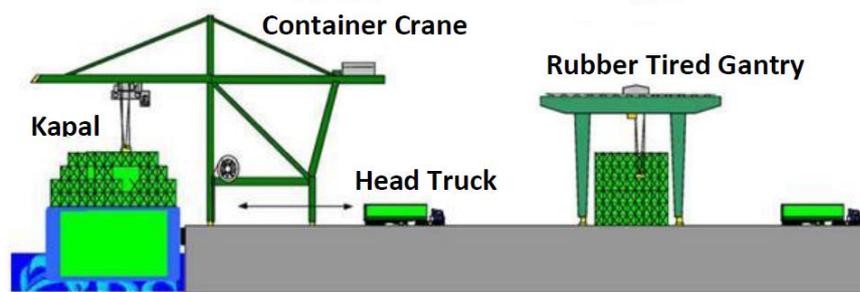
Harga Pelabuhan per unit *throughput* mewakili harga yang dibebankan oleh pelabuhan untuk berbagai layanan pelabuhan, misalnya biaya tambat, biaya *handling* dan Waktu Pelabuhan dalam berlayar. Harga per unit *throughput* mewakili biaya terkait waktu yang dikeluarkan oleh angkutan laut saat kapal berada di pelabuhan, misalnya depresiasi kapal, bahan bakar, dan biaya tenaga

kerja; Biaya pada saat angkutan transportasi darat per unit *throughput* mewakili biaya terkait waktu yang dihasilkan oleh pengangkut darat seperti : kereta api dan truk saat kendaraan mereka berada di pelabuhan, misalnya depresiasi kendaraan, biaya bahan bakar, biaya tenaga kerja; dan Harga Waktu Pelabuhan Pengirim per unit *throughput* mewakili biaya terkait waktu yang dikeluarkan oleh pengirim selama pengirimannya berada di pelabuhan, misalnya biaya inventaris biaya asuransi, keuangan, dan penyusutan.

### **2.1.7. Terminal Petikemas**

Terminal atau pelabuhan adalah tempat pertemuan (*interface*) antar moda transportasi laut dan darat. Terminal bertanggung jawab terhadap pemindahan peti kemas dari moda transportasi laut ke darat begitu juga sebaliknya, namun aktivitas ini merupakan turunan dari kegiatan transportasi. Menurut Udi (2014), pengiriman barang dengan menggunakan peti kemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ke tahun. Pengangkutan dengan menggunakan peti kemas memungkinkan barang-barang digabung menjadi satu dalam peti kemas sehingga aktivitas bongkar muat barang dapat dimekanisasikan.

Penggunaan petikemas bertujuan untuk wadah penyimpanan barang yang dapat menampung atau menyimpan barang di dalamnya yang diinginkan untuk dapat dikirimkan dalam jarak jauh (dengan menggunakan alat transport) dengan maksud agar barang yang ada di dalamnya aman dalam perjalannya mulai dari si pengirim sampai kepada si penerima (*Makassar Container Terminal, 2010*).



Gambar 2.4. Skema Operasional pada Terminal Petikemas

(Sumber : <https://www.researchgate.net/figure>)

Menurut Supriyono (2010) bahwa Terminal Petikemas merupakan pertemuan antara angkutan laut dan angkutan darat yang menganut sistem unitisasi (*Unitization of Cargo System*), dan Petikemas (*Container*) sebagai wadah/gudang, alat angkut yang dilayani oleh Terminal/Pelabuhan Petikemas. Terminal petikemas merupakan area penyimpanan sementara, di mana kapal petikemas berlabuh di area dermaga, menaikkan petikemas yang masuk dan menurunkan petikemas yang keluar. Terminal meliputi gudang untuk penyimpanan sementara petikemas yang masuk tersebut. Gambar 2.4. memperlihatkan representasi skematik operasional dan peralatan di terminal petikemas, termasuk *Container Crane* (CC) untuk bongkar muat dari kapal ke dermaga, truk dan trailer untuk membawa kontainer dalam area terminal, dan *Rubber Tyred Gantry crane* (RTG) untuk menyusun petikemas di lapangan penyimpanan. (Guyen, 2014).

Fungsi utama operasional terminal petikemas adalah menyiapkan peralatan dan fasilitas yang memadai untuk memperlancar aktifitas bongkar muat barang. Terminal petikemas merupakan prasarana penting dalam jaringan logistik global angkutan barang kemasan (Baird, 2006). Kemampuan untuk menyediakan layanan logistik yang maksimal telah menjadi isu penting bagi kelangsungan hidup pelabuhan, sekaligus menciptakan nilai tambah layanan dan memenuhi kebutuhan pelanggan (Juang & Roe, 2010).

Menurut Pelabuhan Indonesia (2012), fungsi inti dari Terminal Petikemas antara lain:

1. Tempat pemuatan dan pembongkaran petikemas dari kapal-truk atau sebaliknya.
2. Pengepakan dan pembongkaran petikemas (CFS).
3. Pengawasan dan penjagaan petikemas beserta muatannya.
4. Penerumaan armada kapal.
5. Pelayanan *cargo handling* petikemas dan lapangan penumpukan.

#### **2.1.7.1. Ukuran Petikemas**

Petikemas adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *International Standardization Organization* sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa digunakan diberbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk *Petikemas*, kereta api dan kapal *Petikemas* laut.

Berat maksimum Petikemas muatan kering 20 *feet* adalah 15.000- 24.000 kg, dan untuk 40 *feet* (termasuk *high cube Petikemas*), adalah 30.480 kg. Sehingga berat muatan bersih atau *payload* yang biasa diangkut adalah 21.800 kg untuk 20 *feet*, 26.680 kg untuk 40 *feet*.

Berbagai variasi bentuk Petikemas digunakan untuk barang-barang yang spesifik namun menggunakan ukuran yang standar untuk mempermudah *handling* dan perpindahan moda angkutan. Ukuran dasar yang dipakai adalah petikemas dengan ukuran petikemas 20 *feet* sehingga dalam ukuran petikemas ini dikenal istilah satuan *TEU (Twenty foot Equivalent Unit)* dengan kapasitas antara 15-20 ton atau sekitar 30 m<sup>3</sup>.

*Internasional Shipping Organization* menetapkan ukuran-ukuran *petikemas* dalam beberapa tipe sesuai dengan ukuran dari panjang masing-masing *petikemas* sebagai berikut:

Tabel 2.3. Ukuran Petikemas ISO 20"

<i>Freight Petikemas Designation</i>	<i>Series</i>								
	<i>Height</i>			<i>Width</i>		<i>Nominal Length</i>		<i>Rating (Max Gross Weight)</i>	
	mm	ft	in	mm	ft	mm	ft	kg	lb
1A	2438	8		2438	8	12000	40	304080	67200
1AA	2591	8	6	2438	8	12000	40	304080	67200
1B	2438	8		2438	8	9000	30	25400	56000
1BB	2591	8	6	2438	8	9000	30	25400	56000
1C	2438	8		2438	8	6000	20	20320	44800
1CC	2591	8	6	2438	8	6000	20	20320	44800

(sumber : PT. Pelindo (persero))

Tabel 2.4. Jenis dan Ukuran Petikemas yang Standar ISO

Jenis	Ukuran
1. General Cargo Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft with doors at one end
2. General Cargo Petikemas	40 ft x 8 ft x 8 ft with doors at one end
3. Open Top Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft open top with canvas cover
4. Insulated Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft with doors at one end and port
5. Refrigerated Petikemas	holes at the other end
6. Refrigerated Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft with integral freezing plant
7. Flat Rack	40 ft x 8 ft x 8 ft with integral freezing plant
8. Tank Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft with hinged ends
9. Tank Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft half height bulk liquid tank
10. Half Height Bin Petikemas	20 ft x 8 ft x 8 ft open top and hinged drop end

(sumber : PT. Pelindo (persero))

Praktik pemakaian petikemas dalam sistem angkutan laut tidak terbatas hanya pada jenis dan ukuran standar di atas, akan tetapi petikemas berukuran dengan panjang 45 ft dan 48 ft juga sebagian kecil dipergunakan.

### 2.1.7.2. Fungsi dan Pengoperasian Terminal Petikemas

Terminal petikemas dapat digambarkan sebagai sistem yang menghubungkan dua proses eksternal:

1. Proses *Quayside* (dermaga): transportasi berbasis air
2. Proses *Landside* transportasi ke wilayah *hinterland* (termasuk *inland waterways*)

Fungsi utama terminal petikemas adalah fungsi lalu lintas yang menghubungkan transportasi melalui air (moda laut) dan sisi darat dengan menyediakan koneksi antarmoda untuk proses perpindahan kargo petikemas. Fungsi lalu lintas yang diperlukan pada kedua antarmuka (*interface*) dari kedua moda tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bongkar muat petikemas ke dan dari kapal.

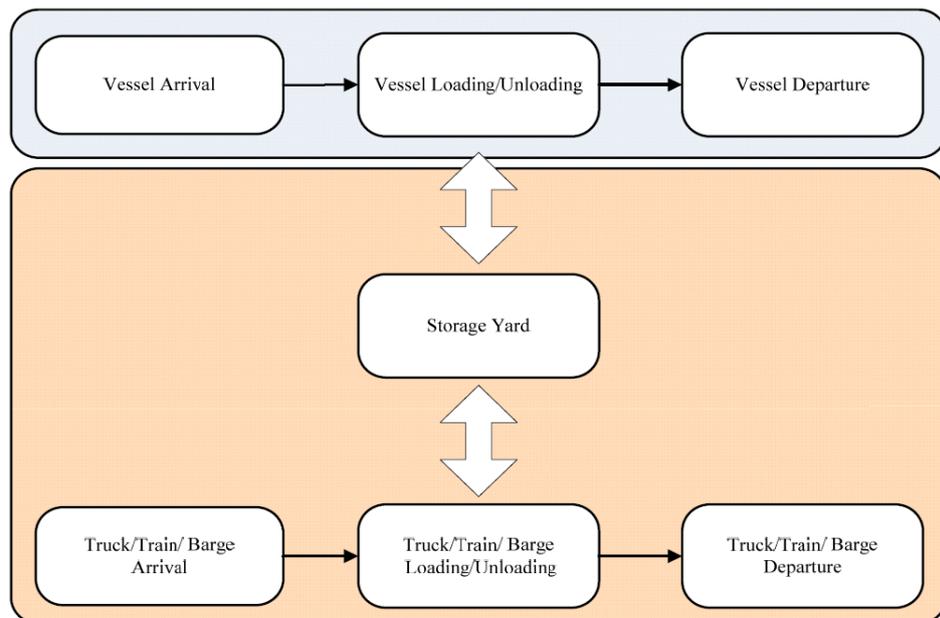
*Handling* petikemas di dermaga dan di darat merupakan salah satu inti dari bisnis dan logistik di terminal petikemas. Ketika sebuah kapal tiba di pelabuhan, *crane* dermaga memuat dan membongkar petikemas. Pada sisi darat, terminal memuat dan menurunkan petikemas dari moda transportasi lain seperti truk, kereta api dan tongkang untuk transportasi lebih lanjut ke dan dari wilayah *hinterland*.

2. Penyimpanan untuk petikemas.

Penyimpanan sementara adalah fungsi penting dari terminal tempat petikemas "Impor" dan "Ekspor" tetap untuk jangka waktu tertentu menunggu pemindahan ke moda transportasi berikutnya. Kesetaraan sempurna angkutan antara darat dan laut tidak memungkinkan karena dua alasan:

- a. tidak memungkinkan dalam praktek,
- b. tanpa lapangan penumpukan, sistem menjadi sangat rentan terhadap gangguan. Oleh karena itu, setelah dibongkar di tepi laut/darat, petikemas

dipindahkan ke tempat lapangan penumpukan, dengan menggunakan traktor terminal, *straddle carrier* atau kendaraan otomatis. Proses logistik ke/dari lapangan penumpukan di terminal peti kemas dirangkum dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Proses logistik di terminal petikemas.

### 3. Verifikasi informasi petikemas.

Untuk memastikan petikemas mencapai tujuan yang dituju dengan aman dan pasti, fungsi penting dari sebuah terminal adalah untuk memverifikasi informasi petikemas. Sebelum berkembangnya internet dan Teknologi Informasi, semua informasi tentang petikemas dipindahkan ke kapal yang sama dengan kargo sendiri dan diserahkan pada saat kedatangan kapal. Perkembangan terkini telah memungkinkan data kargo untuk ditransfer lebih cepat melalui aplikasi jaringan internet. Ini mempunyai memungkinkan efisiensi petikemas untuk lebih meningkatkan proses *handling* yang cepat dan “pengurangan biaya”.

4. Memeriksa atau mencatat kerusakan petikemas.

Dalam rantai pengangkutan yang panjang dan rumit, akibat keterlibatan berbagai pihak, kerusakan muatan dapat terjadi. Oleh karena itu, pemeriksaan kerusakan petikemas dilakukan di dua titik; pintu masuk dan keluar di terminal peti kemas. Langkah ini untuk menentukan pihak yang bertanggung jawab atas kerusakan tersebut.

5. Verifikasi konten petikemas.

Pada prinsipnya wadah tidak dibuka antara asal dan tujuan. Namun, karena adanya peningkatan aliran petikemas global sehingga di perlukan keamanan yang ketat. Petikemas dipilih secara acak berdasarkan statistik dengan metode cerdas untuk diperiksa (misalnya dengan pemindaian sinar-X). Jika pemindaian mengidentifikasi item yang mencurigakan, maka wadah akan dibongkar untuk pemeriksaan fisik

6. Menyediakan layanan pendukung.

Sebelum abad ke-21, terminal petikemas menyediakan layanan pendukung seperti perbaikan petikemas, pembersihan petikemas, pelayanan petikemas *reefer* ke industri. Saat ini, karena tingginya harga tanah dekat area terminal, maka banyak timbul pusat-pusat usaha layanan dukungan yang disediakan oleh organisasi khusus di lokasi terdekat terminal untuk men *support* kegiatan di terminal.

### 2.1.7.3. Elemen Terminal Petikemas

Sejumlah elemen dasar yang penting pada semua pelabuhan khususnya di terminal petikemas adalah:

1. Dermaga (*Quay wall*)

Dermaga adalah *interface* antara kapal dan darat. Kapal petikemas berlabuh di sepanjang dinding dermaga di terminal petikemas. Dinding dermaga untuk terminal petikemas tidak harus berbeda dengan dinding dermaga untuk jenis kapal lainnya.

2. Apron.

Apron merupakan area terbuka yang berdekatan dengan dinding dermaga.

Apron mendukung dua fungsi:

- a. area untuk beroperasinya *crane* dermaga dan
- b. area sirkulasi lalu lintas internal untuk kendaraan yang memindahkan petikemas antara crane dermaga dan area penyimpanan. Lebar Apron bervariasi dari minimal sekitar 40 m hingga lebih dari 100 m dan seringkali bergantung pada lebar jalur rel crane dan jenis transportasi horizontal yang digunakan.

3. Tempat Penyimpanan.

Di halaman penyimpanan, petikemas *impor*, *ekspor*, *empty*, dan *transshipment* disimpan untuk jangka waktu periode tertentu. Untuk *reefer* dan petikemas berbahaya, area khusus dengan peralatan khusus harus dipertimbangkan. Ini juga mencakup area khusus untuk proses *stuffing* dan *stripping* kargo di gudang yang disebut *Container Freight Station (CFS)*.

4. Sistem lalu lintas darat

Sistem lalu lintas darat memungkinkan truk membawa dan mengumpulkan petikemas di titik pertukaran petikemas. Truk masuk ke area *landside* melalui gerbang truk yaitu tempat kegiatan administrasi seperti : dilakukan pemeriksaan dan pencatatan kondisi fisik petikemas. Truk kemudian mendahului ke titik pertukaran sebelum keluar dari terminal. Catatan untuk menghindari kemacetan yang terjadi di jaringan jalan umum di luar terminal,

maka ruang antrian yang cukup harus disertakan dalam perencanaan pada gerbang truk.

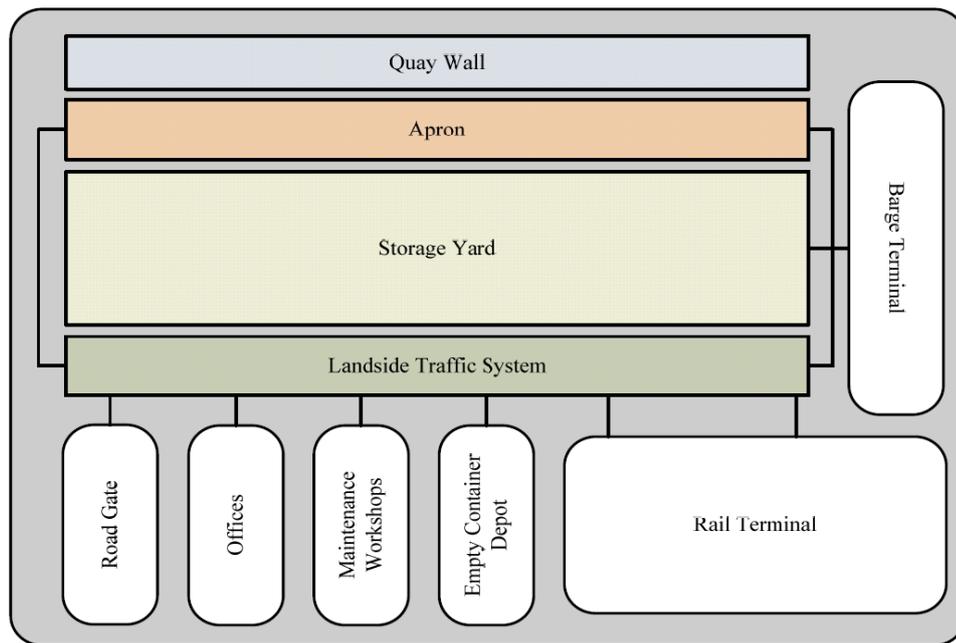
5. Fasilitas bangunan

Jumlah bangunan yang disediakan di terminal untuk perbaikan dan pemeliharaan peralatan. Meskipun sebagian besar kegiatan pemeliharaan dilakukan di luar terminal, bengkel dianjurkan untuk berada di terminal dengan pertimbangan sebagian besar peralatan yang beroperasi di terminal terlalu besar untuk dibawa ke bengkel eksternal. Selain itu, setiap terminal membutuhkan gedung perkantoran untuk manajemen, staf fasilitas dan fungsi pendukung lainnya.

6. Lainnya.

Jumlah bangunan yang disediakan di terminal untuk perbaikan dan pemeliharaan peralatan. Meskipun sebagian besar kegiatan pemeliharaan dilakukan di luar terminal, bengkel dianjurkan untuk berada di terminal dengan pertimbangan sebagian besar peralatan yang beroperasi di terminal terlalu besar untuk dibawa ke bengkel eksternal. Selain itu, setiap terminal membutuhkan gedung perkantoran untuk manajemen, staf fasilitas dan fungsi pendukung lainnya.

Hubungan kompleks antara elemen-elemen ini (Gambar 2.6) dapat memengaruhi efisiensi dan profitabilitas di terminal petikemas. Sebagai contoh, terminal tongkang dapat direncanakan tegak lurus dengan laut dalam dermaga. Ini mengurangi jarak transportasi internal dan menyediakan tata letak terminal yang lebih kompak.



Gambar 2.6. Susunan elemen dasar di Terminal petikemas

#### 2.1.7.4. Prakiraan Pengoperasian Terminal

Desain terminal petikemas dimulai dengan perkiraan/penentuan aliran petikemas (dijelaskan di bawah). Karena pasar fleksibel dan ekonomi selalu/berubah, perkembangan aktual akan terjadi selalu berbeda dengan prediksi. Oleh karena itu, desainnya harus kokoh dan menguntungkan dalam rentang keadaan tertentu.

##### 1. Satuan dan Faktor

Karena petikemas memiliki ukuran yang berbeda, untuk merencanakan halaman terminal, diperlukan satuan ukuran standar di mana semua petikemas dapat dikonversi. Ukuran standar ini adalah *Twenty feet Equivalent Unit* atau TEU.

Ukuran umum petikemas dibaca sebagai:

- a. Petikemas sepanjang 20 ft sama dengan 1 TEU.
- b. Petikemas sepanjang 40 ft sama dengan 2 TEU.

Kuantitas berikut digunakan untuk perhitungan terminal dan dilakukan dalam satuan TEU.

- a. *Throughput* terminal
- b. *Throughput waterside* (dermaga)
- c. *Throughput* tumpukan
- d. Kapasitas lapangan penumpukan
- e. Luas lapangan penumpukan
- f. *Throughput* sisi darat
- g. Kapasitas Teknik *handling* di dermaga, lapangan dan tumpukan (peralatan)

Untuk menghitung luas permukaan lapangan penumpukan, pembagian antara petikemas 40 ft dan 20 ft harus diketahui. Faktor TEU digunakan untuk mendefinisikan pembagian ini dan dirumuskan sebagai berikut : (Ligteringen, 2007).

$$f = \frac{N_{20} + 2 \cdot N_{40}}{N_{tot}} \dots \dots \dots (2.24)$$

Di mana:

$N_{20}$  = jumlah TEU's

$N_{40}$  = jumlah FEU's

$N_{tot}$  = jumlah petikemas (box)

## 2. *Throughput Terminal*

*Throughput* terminal dibagi menjadi *throughput* dermaga, lapangan dan sisi darat dan secara umum dinyatakan dalam satuan TEU/tahun.

- a. *Throughput* dermaga didefinisikan sebagai volume petikemas, yang dimuat dan dibongkar di atas dermaga. *Throughput* dermaga sangat penting untuk menghitung panjang dermaga, jumlah *crane* dermaga, jumlah dan jenis alat angkut horizontal dan kapasitas dan sirkulasi lalu lintas dermaga.

- b. *Throughput* lapangan adalah jumlah petikemas yang datang dan dilewati (TEU) di lapangan penumpukan petikemas. *Throughput* dari lapangan penumpukan diperlukan untuk menentukan kapasitas lapangan penumpukan dan jenis peralatan *handlingnya*.
- c. *Throughput* sisi darat adalah penjumlahan dari semua petikemas (TEU) yang bergerak melalui gerbang (*gate out/in*) ke wilayah *hinterland*. *Throughput* sisi darat diperlukan untuk menghitung kapasitas *handling* tumpukan ditambah kapasitas dan sirkulasi jalan yang dilaluinya.

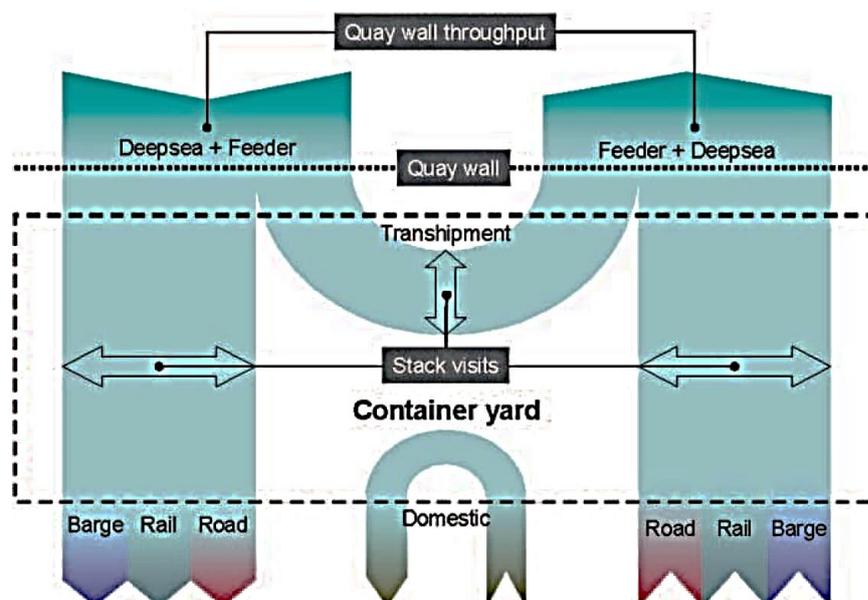
#### **2.1.7.5. Arus Petikemas di Terminal**

Saat menilai aliran terminal, dalam banyak kasus, perencana dan operator terminal tidak memilikinya informasi yang cukup tentang arus. Dalam kasus ini, karena koherensi yang diperlukan, data yang hilang seharusnya digantikan oleh data alternatif atau asumsi yang realistis.

Aliran utama tidak memberikan informasi yang cukup untuk perencanaan terminal secara rinci. Oleh karena itu, aliran utama akan dibagi dalam sub-aliran yang relevan seperti: petikemas berisi, petikemas kosong (*empty*), petikemas *reefer* dan kargo berbahaya. Volume setiap jenis petikemas diperlukan untuk perencanaan terminal. Misalnya, ketinggian tumpukan petikemas akan mempengaruhi kapasitas lapangan penumpukan dan aksesibilitas ke individu petikemas di lapangan penumpukan. Untuk petikemas kosong (*empty*), aksesibilitas masing-masing petikemas tidak penting dan mereka dapat ditumpuk lebih tinggi dengan lebar lebih besar dibandingkan petikemas yang berisi. Karena itu, mereka bisa ditumpuk dengan cara yang lebih ekonomis daripada petikemas yang berisi. Selain itu, petikemas kosong (*empty*) juga bisa ditangani dengan peralatan yang lebih murah dan lebih ringan.

*Throughput* terminal dibagi menjadi impor (masuk), ekspor (keluar), dan *transshipment*. Pembagian petikemas tersebut adalah disebut *modal split* (Gambar 2.7) dan merupakan *input* penting untuk detail desain terminal. Arus impor adalah arus petikemas yang dikeluarkan dari kapal dan diangkut ke wilayah *hinterland*. Arus ekspor adalah arus petikemas yang datang dari wilayah *hinterland* dan dimuat di kapal. Aliran dari kapal ke kapal adalah aliran petikemas *transshipment*, dibongkar dan di muat dari kapal yang berukuran besar (*deepsea*) ke kapal yang berukuran lebih kecil (kapal pengumpan/*feeder*) atau bongkar muat dari dan ke kapal pengumpan ke kapal pengumpan lainnya. Petikemas yang dipindahkan menempati satu slot lahan (TEU) dilapangan penumpukan (*container yard*), perhitungannya nanti dihitung dua kali bergerak di atas dermaga.

*Throughput quay wall* didefinisikan sebagai volume petikemas yang dimuat dan dibongkar di dermaga, dari dan ke kapal petikemas atau pengumpan. Perhatikan gambar 2.7. bahwa, di lapangan penumpukan (persegi panjang putus-putus), empat aliran berbeda disajikan; impor, ekspor, *transshipment* dan domestik (darat ke darat).



Gambar 2.7. Arus terminal petikemas (saanen (2004))

#### 2.1.7.6. Peralatan Penanganan Bongkar Muat Petikemas

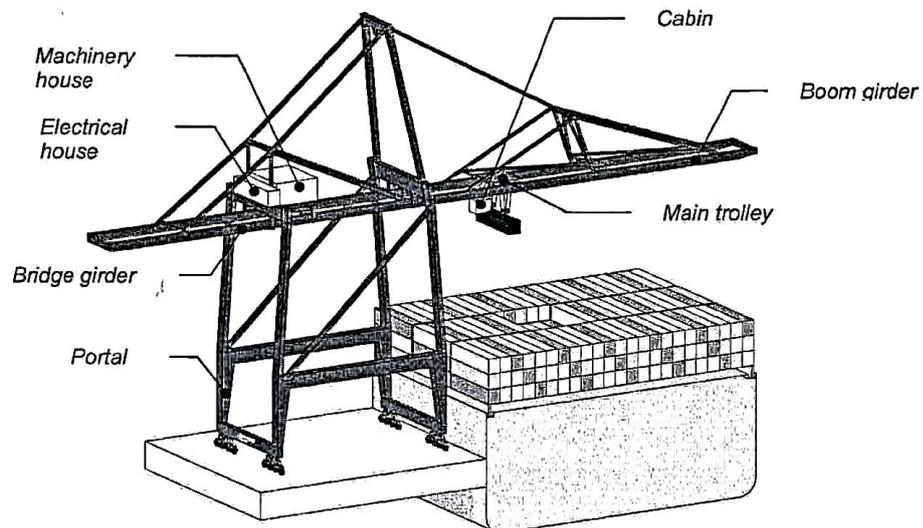
Menurut Triatmodjo (2009) penanganan bongkar muat di terminal peti kemas dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu *lift on/lift off (Lo/Lo)* dan *roll on/roll off (Ro/Ro)*. Pada metode *Lo/Lo*, bongkar muat dilakukan secara vertikal dengan menggunakan kran, baik kran kapal, kran mobil dan/atau kran tetap yang ada di dermaga (*quay gantry crane*). Pada metode *Ro/Ro*, bongkar muat dilakukan secara horisontal dengan menggunakan truk/trailer. Pada umumnya penanganan peti kemas di lapangan penumpukan (*container yard*) dapat dilakukan dengan menggunakan sistem berikut ini.

##### 1. **Gantry Crane/ Quay Container Crane/Container Crane**

*Gantry Crane/Quay Container Crane* adalah jenis crane portal tinggi berkaki tegak yang mengangkat benda dengan hoist yang dipasang di sebuah troli *hoist* dan dapat bergerak secara horizontal pada sepasang rel yang dipasang di bawah balok atau rantai kerja. *Gantry crane* digunakan untuk mengangkat dan memindahkan muatan berat dan banyak digunakan di pelabuhan untuk proses *loading-unloading container*. Cara kerja *container crane* adalah pada saat crane tidak beroperasi, bagian portal yang menghadap laut diangkat agar tidak menghalangi manuver kapal merapat ke dermaga atau keluar dari dermaga, jika hendak beroperasi, bagian tersebut diturunkan menjadi horizontal.

*Ship-to-shore rail mounted gantry crane (STS)* adalah versi khusus dari *gantry crane*, yang diproduksi dengan ukuran yang berbeda. Ini dirancang dengan struktur yang kaku untuk menangani petikemas antara kapal dan dermaga. Dua jenis STS dapat diperkenalkan: *crane troli tunggal* dan *crane troli ganda*. Sistem troli adalah sistem tali yang berjalan di sepanjang lengan dan dilengkapi dengan troli utama (*main trolley*) dan dua troli *catenaries*

(*spreaders*). Trolis ini berjalan di sepanjang jembatan (*bridge*) dan gelagar boom (*boom girders*), yang dibangun sebagai balok penopang ganda. Kabin operator ditanggungkan dari trolis utama.



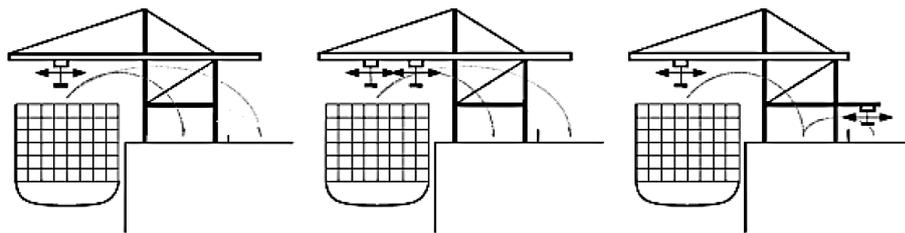
Gambar 2.8. Quay crane (*single-trolley crane*)

*Crane* troli tunggal (*Single trolley*) memindahkan petikemas langsung dari kapal ke peralatan transportasi horizontal di dermaga, dan sebaliknya. *Crane* ini membutuhkan operator terampil yang didukung oleh sistem yang semi otomatis.

Di lapangan terminal modern, ketidakmampuan peralatan terminal untuk mengimbangi *crane* STS menciptakan kemacetan dan membatasi produktivitas *crane*. *Crane* troli ganda (*Doble trolley*) adalah alternatif untuk *crane troli tunggal* dengan produktivitas lebih tinggi. Peralatan ini, troli utama menggerakkan petikemas dari kapal ke dermaga, sedangkan troli kedua memuat alat angkut horizontal. Hasilnya hampir sama yang dicapai jika *crane* troli tunggal dilengkapi dengan troli kedua. Troli yang terpasang bergerak secara otomatis saat operator mengambil dan menempatkan petikemas dengan *crane*. Gambar 2.10. skema operasi *crane* troli tunggal dan ganda.



Gambar 2.9. *Crane* STS (Otoritas Pelabuhan Georgia)



Gambar 2.10. *Crane* troli tunggal, troli kembar, dan troli ganda

Kinerja maksimum *crane* dermaga bergantung pada banyak parameter seperti kecepatan mengangkat/menurunkan dan kecepatan perjalanan troli. Misalnya, kecepatan perjalanan troli bervariasi antara 45 m/menit (Panamax) hingga 240 m/mnt (Super-Post Panamax). Kinerja teknis berada di kisaran 50-60 petikemas per jam, namun saat beroperasi, kisaran 22-30 petikemas per jam (Steenken, 2004). Sebuah studi baru-baru ini menemukan bahwa produktivitas *crane* meningkat menjadi 36 hingga 42 box petikemas per jam masing-masing pada *crane* STS generasi ke-4 dan ke-5 (C. Davis Rudolf, 2010).

## 2. **Rubber Tyred Gantry (RTG)**

*Rubber Tyred Gantry* merupakan alat pengatur tumpukan petikemas yang juga dapat digunakan untuk memindahkan tempat tumpukan petikemas dalam jurusan lurus ke arah depan dan ke belakang. Pelayanan yang dapat dikerjakan menggunakan alat ini antara lain adalah mengambil tumpukan paling bawah dengan cara terlebih dahulu memindahkan petikemas yang menindihnya, memindahkan (*shifting*) petikemas dari satu tumpukan ke tumpukan lainnya.

*Crane* lapangan terberat yang melayani kegiatan transfer petikemas baik untuk *quay transfer operation* maupun untuk *receipt/ delivery operation* adalah alat yang dibuat pertama kali oleh *Paceco* dan dinamakan "*Transtainer*". Kini alat *transtainer* dikenal dalam dua tipe yaitu tipe yang berjalan di atas roda, disebut juga *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane* dan tipe yang berjalan di atas rel dengan roda-roda baja, disebut *rail-mounted yard gantry crane*.

Jenis RTG lebih banyak digunakan karena alasan operasional, lebih luwes dalam olah gerak (*manoeuvre*), dan mudah bergerak menjelajahi seluruh terminal. RTG mampu melayani lima sampai enam *row* dalam setiap blok dengan ketinggian sampai lima *stack* atau *one-over four*. Pada setiap blok tersedia satu jalur *roadway* untuk *head truck-chassis* pengangkut petikemas yang dimuat (*lift on*) atau diturunkan (*lift off*) dengan menggunakan RTG.

RTG mempunyai ketinggian antara 17 sampai 19 meter; panjang antara 9 sampai 11,6 meter; span antara 19,8 sampai 26,5 meter; masing-masing kaki berdiri di atas 1, 2, atau 4 roda. Makin banyak jumlah roda RTG semakin ringan beban yang dipikul oleh landasan, bahkan RTG dengan jumlah 16 roda tidak membutuhkan *track* khusus, karena beban pada setiap roda hanya sekitar 13 sampai 16 ton. Tetapi RTG dengan hanya 4 jumlah roda perlu

dibuatkan jalur khusus, karena tekanan terhadap landasan mencapai 50 ton di setiap roda. Posisi roda- roda dapat berputar 90° di atas *steel turning plates* untuk memungkinkan RTG bergerak ke arah melintang dan memanjang ketika pindah dari satu blok ke blok lain.



Gambar 2.11. *Rubber Tyred Gantry (RTG) Kalmar*

### 3. *Headtruck (HT) dan Chassis*

Kegiatan-kegiatan *ship operation*, *quay transfer operation*, *yard operation*, dan *receipt/delivery operation* sangat tergantung pada lini penghubung satu sama lain yakni kegiatan *haulage* dengan menggunakan pasangan *headtruck-chassis*. Alat ini menjembatani berbagai lokasi kegiatan (*spots*) di terminal, dari dan ke dermaga, CFS, lapangan, depot, bahkan ikut bersama kapal ro-ro.

Sumber tenaga gerak adalah mesin diesel dilengkapi dengan sistem elektrikal untuk mengatur antara lain temperatur muatan petikemas *reefer*. *Head truck* disebut juga *tugmasters* atau *prime mover* mengingat fungsinya sebagai penarik beban. Satu *headtruck* mampu melayani beberapa *chassis*. Dengan atau tanpa muatan, *chassis* dapat dilepaskan dari *headtruck* untuk diparkir di

suatu tempat sambil menunggu *headtruck* punya kesempatan rencana pergerakan berikutnya. Sehingga *head* melayani pasangan *chassis* yang lain. *Headtruck* dan *chassis* disambungkan dengan sistem *pivot* yang dinamakan *fifth wheel* dengan elevasi yang dapat diatur secara hidrolik. *Fifth wheel* merupakan bagian yang sangat perlu mendapat perhatian *truck operator* terlebih jika *trailer* melintasi jalan umum (*public road*) karena *pivot pin* yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya menjadi tidak aman. Seluruh beban *chassis* terhadap *platform fifth wheel* yang berkisar antara 21 sampai 30 ton ditahan dengan pin. *Cycle times* tergantung jarak tempuh dalam operasi dermaga.



Gambar 2.12. *Head Truck* dan *Chassis*

#### 4. ***Straddle Carrier***

*Straddle carrier* adalah sebuah alat berat yang digunakan untuk memindahkan petikemas ke tempat lain, berbentuk portal, untuk mengambil petikemas dari tumpukannya guna dipindahkan ke tempat lain, *straddle carrier* melangkahi petikemas (diantara keempat kakinya) dan setelah petikemas dapat digantung pada spreader yang terpasang pada *straddle carrier* tersebut dan dihibob pada ketinggian yang cukup, selanjutnya *straddle carrier* berjalan menuju

lokasi yang ditentukan. Triatmodjo (2009) dalam Perencanaan Pelabuhan menjelaskan bahwa *Straddle carrier* dapat menyusun petikemas maksimal hingga 4 (empat) tumpukan dengan kecepatan maksimal 30 Km/jam.



Gambar 2.13. *Straddle Carrier*

##### 5. *Side Loader*

*Side Loader* adalah salah satu jenis alat angkut yang prinsip kerjanya menurunkan dan menaikkan beban (petikemas) dari dan ke atas trailer atau chasis di mana untuk keperluan tersebut trailer atau *chasis* dibawa ke samping *loader*. Kegiatan memuat dan membongkar petikemas menggunakan *side loader* memakan waktu agak lama karena sebelum mengangkat petikemas, kaki penopang *side loader (jack)* harus dipasang dahulu supaya *loader* tidak terguling ketika mengangkat petikemas. Beban maksimum (*gross*) yang dapat diangkut oleh *side loader*  $\pm 10$  ton.



Gambar 2.14. *Side Loader*

#### 6. ***Top Loader / Container Forklift***

Truck garpu (*Forklift*) angkat yang khusus digunakan untuk mengangkat petikemas ini (bukan mengangkat muatan dalam rangka *stuffing*) bentuknya tidak berbeda dari forklift truck lainnya tetapi daya angkatnya jauh lebih besar, lebih dari 20 ton dengan jangkauan lebih tinggi supaya dapat mengambil petikemas dari (atau meletakkan pada) susunan 3 (tiga) atau 4 (empat) *tier* bahkan sampai 5 (lima) *tier*. Penggunaan *forklift* petikemas cukup fleksibel karena dapat bergerak bebas ke mana saja sehingga dapat digunakan untuk memuat petikemas ke atas trailer, menyediakan petikemas untuk diangkat oleh *gantry*, memadat petikemas pada ruang yang sempit di *container yard* dan lainnya.



Gambar 2.15. *Top Loader*

### 3. Truk *Forklift* (FLT)

Di antara semua jenis lift truck seperti front-end loader atau top side loader, wheel loader, dan reach stacker, fork lift truck (FLT) adalah yang paling populer karena dapat digunakan serba guna di terminal umum atau khusus, cukup dengan menyesuaikan alat bantu (*attachments*).

Di terminal petikemas, FLT berkapasitas angkat antara 12- 50 ton dan ekstensi kolom teleskopik yang memungkinkan ketinggian mencapai hingga 13 meter (hingga 5 tumpukan). Spesifikasi truk forklift ini adalah kecepatan perjalanan, kecepatan angkat, kemampuan memanjat, dan konsumsi bahan bakar yang terbilang hemat. Unit daya untuk truk forklift yang digunakan dalam operasi petikemas adalah mesin diesel. Kelebihan khusus pada peralatan ini adalah pada fitur keselamatan termasuk visitasi pengemudi dan sistem kontrol pengemudi banyak disediakan. FLT yang dioperasikan pada kegiatan lift on dan lift off, atau di CFS yaitu sambil maju memasukkan garpu angkatnya ke dalam pockets yang disediakan di sisi dasar petikemas, lalu mengangkat, meletakkan, kemudian mundur untuk melepaskannya.



Gambar 2.16. *Truck forklift (FLT)*

Pada system forklift ini terdapat gang cukup lebar untuk memungkinkan peralatan dapat bergerak dengan lancar. Lapangan penumpukan untuk petikemas ukuran 40 ft diperlukan jalan dengan lebar 18 m, sedang untuk petikemas 20 ft diperlukan lebar jalan sebesar 12m. Penanganan petikemas dengan system forklift ini adalah yang paling ekonomis dan diperuntukkan untuk ukuran terminal yang kecil.

#### 8. ***Reach Stacker***

*Reach Stacker* merupakan peralatan kombinasi antara *forklift* dengan *mobile crane* yang dilengkapi dengan *spreader* (pengangkat petikemas), sistem pengangkat adalah gabungan dari 2 (dua) batang rail vertical sebagai penuntun disebut mast atau garpu. Forklift menggunakan mesin 4-tak serta mampu mengangkat petikemas dengan beban maksimal 45 ton dan mempunyai jangkauan pengangkatan yang fleksibel (lengan dapat memendek dan memanjang), maksimal tinggi pengangkatan 15 meter.

Alat angkat ini dirancang sebagai *yard crane* yang mobilitasnya melebihi *top loader*. *Boom telescopic* dilengkapi *spreader* dapat menjangkau sampai dengan 3 *row* dan ketinggian 5 *stack*. Kelebihan alat ini lagi adalah *spreader* dapat berputar 90° sehingga dapat mengangkat petikemas dalam posisi melintang maupun membujur. Pada perlintasan relatif sempit yang hanya selebar ukuran petikemas dan badan *reach stacker* sekitar 4,5 meter, dapat dilewati. Melayani *lift on* atau *lift off* ke dan dari atas trailer dapat dilakukan dari arah sisi kiri atau kanan dan dari arah belakang jika diperlukan.

Sumber tenaga gerak adalah mesin diesel dilengkapi dengan sistem hidrolik untuk mengatur sudut elevasi dan jangkauan *boom* serta untuk menjalankan fungsi-fungsi *spreader*. Kecepatan *travel* mencapai 20 - 35 km per jam tanpa beban dan antara 15 - 25 km per jam dengan beban. Kapasitas daya angkat antara 35 sampai 55 *ton*. Mampu melakukan operasi *lift on* atau *lift off* sebanyak 8-15 *cycle* per jam (tergantung jarak tempuh).



Gambar 2.17. *Reach Stacker*

*Reach stacker* memiliki keunggulan dibandingkan *Forklift* karena dapat menjangkau dan menumpuk 3 baris petikemas yang berdekatan. Sedangkan

*Forklift* hanya dapat menumpuk 1 baris. Hal ini memungkinkan fleksibilitas yang lebih besar dalam penyimpanan dan aksesibilitas petikemas.

#### **2.1.7.7. Operasional Bongkar Muat**

Pekerjaan bongkar muat dari dan ke kapal dilakukan oleh perusahaan bongkar muat mempunyai 3 tahap:

1. *Stevedoring*, ialah menurunkan dan menaikkan barang dari/ke atas kapal sampai barang tersusun rapi di dalam palka dengan menggunakan *crane* kapal atau *crane* darat.
2. *Cargodoring*, adalah mengangkut barang dari dermaga ke gudang penumpukan menggunakan truck atau menggunakan gerbong kereta atau mengangkut barang dari gudang penumpukan ke dermaga.
3. *Receiving* atau *Delivery*, adalah kegiatan menerima barang di gudang atau lapangan penumpukan dan menyerahkan ke atas truk penerima barang untuk barang yang dibongkar, sebaliknya untuk bang yang akan dimuat ke kapal diserahkan ke atas kapal (Tanggung jawab PBM kalau barang yang dibongkar sampai diatas cahsis truk penerima barang, kalau barang yang dimuat sampai tersusun rapi di palka kapal).

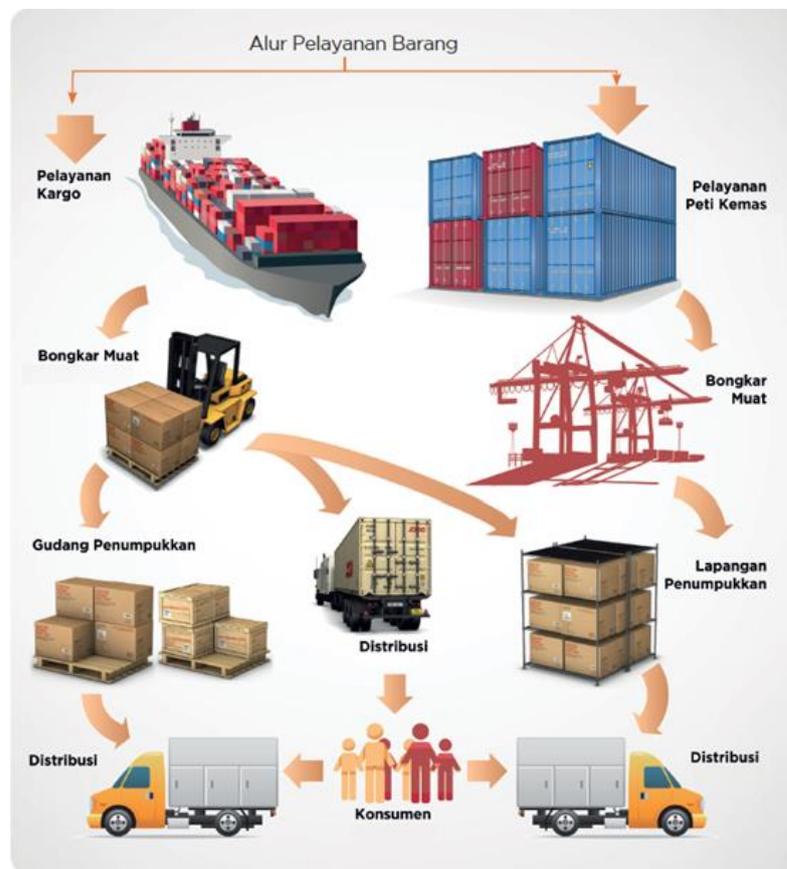
Adapun tahapan dari rencana operasional bongkar muat di terminal petikemas adalah sebagai berikut :

1. *Berth Allocation*
  - a. ETA (*Estimate Time Arrival*) & *Schedule Windows*
  - b. Rencana bongkar (*discharge planning*)
  - c. Rencana muat (*load Planning*)
  - d. *Ship Particular/ship Profile*
  - e. Data pasang surut

## 2. Yard Planning

- a. Yard storage capacity
- b. Yard handling capacity
- c. Rencana alokasi bongkar
- d. Rencana alokasi muat
- e. Berth capacity
- f. Gate capacity

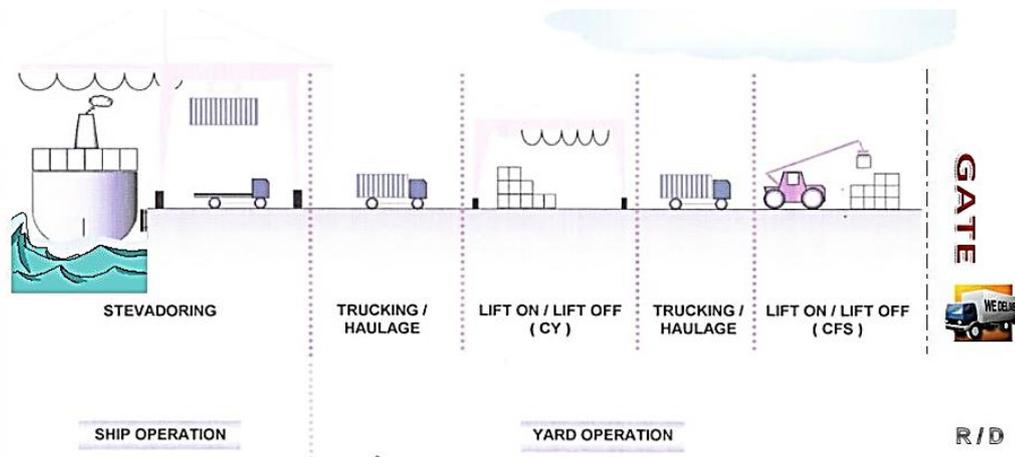
## 3. Equipment Planning (Perencanaan Penggunaan alat bongkar/muat)



Gambar 2.18. Alur pelayanan barang

Adapun proses *handling cargo* di terminal petikemas, yaitu dengan urutan kegiatan operasi sebagai berikut:

1. Operasi Kapal (*Ship Operation*) meliputi memuat dan membongkar petikemas antara kapal dengan dermaga. Semua petikemas yang masuk maupun keluar mesti melalui operasi kapal, sehingga operasi kapal secara mutlak menentukan kecepatan handling pada keseluruhan terminal. Operasi kapal dengan alasan itu disebut juga sebagai "*dominant system*".
2. Operasi Lapangan (*Yard operation*) yaitu gerakan pemindahan petikemas antara dermaga lapangan (*petikemas yard*) disebut *Quay Transfer Operation* (QTO) berperan mengatur dan mengimbangi kecepatan operasi kapal. QTO sangat berpengaruh terhadap kecepatan memuat dan membongkar petikemas ke dan dari atas kapal. Kebanyakan sistem terminal petikemas tidak melakukan kegiatan memuat atau membongkar secara langsung.
3. Operasi Penyimpanan (*Storage Operation*) yaitu petikemas pada umumnya ditempatkan sementara di lapangan sambil menunggu penyelesaian dokumen, administrasi, dan formalitas lain. Karena lapangan dianggap sebagai gudang terbuka, maka kegiatan ini disebut *Storage Operation* yang berfungsi sebagai stok pengaman antara operasi penyerahan/penerimaan dengan operasi kapal.
4. *Receipt/Delivery Operation* adalah kegiatan operasi penerimaan penyerahan petikemas. Operasi ini menghubungkan terminal petikemas dengan kendaraan angkutan jalan raya dan angkutan dan kereta api. Operasi ini berhubungan langsung dengan pihak-pihak Pengguna jasa meliputi importir, eksportir, dan depot petikemas.



Gambar 2.19. Proses *handling cargo* di Terminal petikemas

Suatu terminal petikemas merupakan sebuah sistem yang dari banyak sub-sub sistem, di antaranya:

1. *Tractor-Trailer System*, sebagai alat angkut petikemas dalam QTO dan di lingkungan terminal;
2. *Straddle Carrier* atau *Reach Stacker System*, sebagai alat pemindah petikemas antara lapangan ke alat angkut (*head truck-chassis*) atau sebaliknya dari kendaraan angkutan darat ke lapangan;
3. *Yard Gantry System*, alat angkat di lapangan untuk melakukan *stacking* dan *unstacking*, ke/dari *tractor-trailer system* dalam QTO dan gerakan lain di lingkungan terminal;
4. *Front-End Loader System*, alat angkat berat untuk menunjang kegiatan QTO dan gerakan lain di lingkungan terminal.

Sistem-sistem tersebut sambung-menyambung satu sama lain membentuk rangkaian (*chain*) alat angkat dan angkut yang dinamakan "*terminal system*". Kinerja keseluruhan sistem (*whole system performance*) menentukan tingkat performansi terminal. Ukuran kinerja (*output*) setiap unit alat ditentukan berdasarkan jumlah *ton* atau siklus selama satu satuan waktu per individual alat.

Akan tetapi ukuran kinerja terminal tidak ditentukan secara individual alat, melainkan diukur secara keseluruhan sistem, yakni mulai dari operasi kapal sampai *delivery* untuk impor dan dari *receipt* hingga operasi muat ke kapal untuk ekspor.

## **2.2. Tinjauan Empiris**

Hasil kajian penelitian terdahulu yang relevan dimaksudkan untuk memberikan gambaran tentang posisi dan kelayakan penelitian tentang pengaruh banyaknya bongkar muat terhadap jumlah CC (*container crane*), jumlah HT (*headtruck*) dan jumlah RTG (*Rubber Tyred Gantry*) yang kemudian ketiga peralatan tersebut yang berpengaruh terhadap waktu efektif (ET) bongkar muat di terminal petikemas.

Tabel 2.5. Penelitian terdahulu

No	Peneliti	Judul	Variabel/Indikator/Methodologi	Hasil
1.	Budi Herlambang Ari Soeti Yani (2018)	Pengaruh Operasi Kapal, Operasi Dermaga, Operasi Gudang/Lapangan terhadap Kinerja Operasional Bongkar Muat dengan Operasi Serah Terima barang sebagai variabel Intervening di Dermaga Konvensional PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero) Cabang Pelabuhan Tanjung Priuk.	Variabel dependen : Kinerja Operasional Bongkar Muat. Variabel independen : Operasi Kapal, Operasi Dermaga, dan Operasi Gudang/Lapangan.	Hasil penelitian secara parsial membuktikan bahwa variable: Operasi Kapal, Operasi Dermaga, dan Operasi Gudang/ Lapangan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap Operasi Serah Terima Barang di Pelabuhan Tanjung Priuk. Demikian pula bahwa, Operasi Dermaga dan Operasi Serah Terima Barang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap Kinerja Operasional Bongkar Muat. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa Operasi Kapal dan Operasi Gudang/ Lapangan adalah tidak berpengaruh signifikan terhadap Kinerja Operasional Bongkar Muat. Adapun Intervensi Operasi Serah Terima Barang diperoleh hasil bahwa dapat menambah kekuatan pengaruh Operasi Kapal, Operasi Dermaga, Operasi Gudang/Lapangan terhadap Kinerja Operasional Bongkar Muat.
2.	Juli Prastyorini; Deni Saputra (2017)	<i>Container Crane</i> , <i>Container Yard</i> dan dermaga terhadap kecepatan bongkar muat petikemas pada terminal Nilam multipurpose.	Variabel dependen : Produktifitas bongkar muat. Variabel independen : <i>Container Crane</i> , <i>Container Yard</i> dan Dermaga.	Hasil penelitian ini menyebutkan bahwa fasilitas pelabuhan yang terdiri dari <i>Container Crane</i> , <i>Container Yard</i> dan Dermaga yang secara simultan berpengaruh terhadap kecepatan bongkar muat petikemas yang ada di Terminal Nilam Multipurpose, sehingga untuk

				memperoleh produktivitas yang lebih banyak maka dibutuhkan fasilitas yang memadai
3.	Johny Malisan (2014)	Pengaruh Pelayanan Kapal dan Barang Terhadap Kinerja Produktivitas Bongkar Muat Pelabuhan Sunda Kelapa	Variabel dependen : Kinerja produktifitas Bongkar Muat. Variabel independen : Pelayanan kapal dan barang.	Produktifitas bongkar muat TSHP yang pada tahun 2000 sudah tinggi, namun setelah itu cenderung menurun. Demikian pula jam menganggur di pelabuhan sangat besar jika dibandingkan dengan jam efektifnya, dan berdampak pada produktivitas kapal tidak linier dengan kunjungan kapal yang relatif cukup banyak.
4.	Agus Triyono, Achmad Wicaksono, M. Ruslin Anwar (2015)	Kajian Kinerja Operasional dan strategy pengembangan Pelabuhan umum Gresik	Variabel dependen : Kinerja operasional Variabel independen : pelayanan kapal, pelayanan barang.	Kinerja operasional Pelabuhan umum : baik, hanya ada tiga indikator yang kurang baik yaitu <i>waiting time</i> , <i>approach time</i> dan produktivitas bongkar muat curah kering. Sedangkan menurut persepsi user indikator kinerja operasional pelabuhan yang mendapatkan prioritas utama perbaikan adalah <i>waiting time pilot</i> , <i>waiting time ship</i> , <i>berthing time</i> , pelayanan sandar kapal pelra, produktivitas bongkar muat general cargo, produktivitas bongkar muat bag cargo, produktivitas bongkar muat curah kering, Panjang/jumlah dermaga, <i>Bert Occupancy Ratio</i> (BOR), kondisi fender, dan kedalaman kolam pelabuhan.
5.	Amril, Jerry M Logahan (2016)	Pengaruh pelayanan kapal, peralatan bongkar muat dan operator bongkar muat terhadap Kinerja Terminal	Variabel dependen : Kinerja Terminal Petikemas Variabel independen : pelayanan kapal, peralatan bongkar muat dan operator bongkar muat.	Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara Pelayanan kapal, peralatan bongkar muat dan operator bongkar muat terhadap kinerja terminal peti kemas JICT Tanjung Priok, maka untuk meningkatkan kinerja terminal petikemas JICT harus

		Petikemas di JICT Tanjung Priok.		memperhatikan Pelayanan kapal, peralatan bongkar muat dan operator bongkar muat
6.	Nurmayasa Marasaoly, Sabaruddin, Nasrun. (2021)	Analisis Kinerja Pelayanan operasional Petikemas di Pelabuhan Babang Kabupaten Halmahera Selatan.	Variabel dependen : Kinerja terminal petikemas Variabel independen : arus petikemas, lapangan penumpukan. produktifitas bongkar muat.	Hasil analisis disimpulkan tingkatan penggunaan dermaga serta tingkatan konsumsi lapangan penumpukan Peti Kemas Pelabuhan Babang dikategorikan baik untuk hasil proyeksi nilai BOR pada tahun 2031 mencapai 26, 33% begitu pula untuk tingkatan pemakaian dermaga bongkar muat petikemas masih bisa di layani dengan panjang dermaga 263 meter dengan hasil perhitungan BTP penggunaan dermaga tahun 2031 di dapat 164, 89 meter Akan pada perhitungan lapangan penumpukan peti kemas( YOR) tahun 2031 telah terjadi over capacity dengan nilai YOR 135, 6% yang sudah melebihi standar yang di tentukan.
7	ANITA GUDELJ, M.Sc, MAJA KRČUM, M.Sc., ELEN TWRDY, Ph.D. (2010)	<i>Models and Methods For Operations In Port Container Terminals</i>	Kontribusi dari teknik simulasi dan optimasi dengan tujuan untuk meningkatkan kerjasama antara berbagai jenis peralatan, meningkatkan produktivitas terminal dan membantu dalam meminimalkan biaya	Teknik optimasi dan simulasi sebagai alat pendukung keputusan dalam pengelolaan Terminal Container untuk Pelabuhan Koper. Ini mengusulkan model jaring Petri dan algoritma genetika untuk memecahkan masalah tugas <i>berth</i> dan <i>crane</i> . Keuntungan PN dibandingkan banyak alat pemodelan grafis lainnya adalah ia memiliki formalisme matematis yang membuat perilaku dinamis dari sistem yang mendasarinya terdefinisi dengan baik. PN (Petri Nets) telah terbukti menjadi peralatan penting untuk pemodelan arus informasi yang mudah dibaca dan

				interaksi yang berbeda di CT. Kontribusi utama makalah ini adalah pengembangan metode berbasis aturan untuk masalah pengiriman tempat berlabuh dan penggunaan fungsi kebugaran multiobjektif di GA untuk meningkatkan produksi CT. Hasil awal tampaknya menjanjikan
8	Gloria Boakye, Yu Li, dan Esther Asare (2021)	<i>Determination of the Efficiency of Port Performance and Productivity Based on Data Envelopment Analysis in the West Africa Sub-region</i>	Variabel dependent : panjang dermaga, jumlah <i>crane</i> dermaga, luas terminal, dan jumlah dermaga. Variabel Independent : <i>throughput container</i> yang dimuat dan dibongkar (TEUs) yang diambil dari <i>United Nations Conference on Trade and Development</i> data bank (UNCTADstat), situs web terminal.	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa Pelabuhan Tema adalah pelabuhan yang paling efisien di antara sampel, dengan efisiensi rata-rata 100% dalam sembilan tahun dan Pelabuhan Cotonou adalah yang paling tidak efisien dengan efisiensi rata-rata 44% dan menunjukkan pemborosan yang besar dalam produksi sepanjang analisis sembilan tahun
9	Mohamed Rida (2014)	<i>Modeling and Optimization of Decision-Making Process During Loading and Unloading Operations at Container Port</i>	Menyajikan rumusan masalah operasi bongkar muat sebagai proses keputusan Markov (MDP) simulasi antara dengan tujuan perhitungan aturan keputusan optimal yang meningkatkan produktivitas setiap peralatan yang digunakan di terminal. Peralatan utama yang dipertimbangkan dalam	Iterasi nilai dan algoritma iterasi kebijakan terutama terdiri dari menemukan kebijakan optimal yang mengaitkan setiap keadaan sistem dengan tindakan yang akan diambil. Simulasi adalah alat berharga yang memungkinkan kami untuk mensimulasikan solusi yang diperoleh. Bahkan pendekatan yang menggunakan iterasi nilai atau iterasi kebijakan belum digunakan dalam domain pengendalian sistem terminal peti kemas, karya ini, dengan menunjukkan kinerjanya, menjadikannya menarik untuk dilakukan.

			hal ini adalah quay crane, yard crane, dan truk.	
10	Min-Ho Ha, Zaili Yang, Jasmine Siu Lee Lam (2018)	<i>Port performance in container transport logistics: A multi-stakeholder perspective</i>	Studi ini menggunakan skor rata-rata aktual dari kepentingan dan kinerja semua PPI untuk menentukan titik silang dan memplot PPI di empat kuadran IPM. Perlu dicatat bahwa kami terlebih dahulu melakukan pra-tes dari tiga metode grid IPA untuk menemukan aplikasi yang sesuai untuk penelitian ini, termasuk kuadran pusat data (skala) dan model garis diagonal pusat skala.	Menggunakan metode pengukuran langsung berdasarkan trade-off atau perbandingan antar atribut, AHP menghasilkan atribut yang relatif penting, sehingga memungkinkan dan rasional untuk aplikasi IPA di lingkungan bisnis logistik yang kompetitif saat ini. Implikasi lain dari implementasi IPA adalah bahwa penelitian ini menguji penerapan IPA di luar konteks kepuasan layanan menggunakan atribut fitur yang berbeda (yaitu kuantitatif dan kualitatif). Perbedaan dalam skala pengukuran telah diatasi dengan sukses juga.
11	Liu-Liu Li, Young-Joon Seo, Min-Ho Ha (2020)	<i>The efficiency of major container terminals in China:super-efficiency data envelopment analysis approach</i>	Terlepas dari peran besar pelabuhan Tiongkok dalam perdagangan global, hanya sedikit penelitian yang mengeksplorasi efisiensi terminal peti kemas Tiongkok. Selanjutnya, studi tentang efisiensi pelabuhan Cina biasanya berpusat pada analisis tingkat pelabuhan, bukan tingkat terminal.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya 5 dari 20 terminal peti kemas yang efisien. Beberapa terminal peti kemas berinvestasi di bidang infrastruktur untuk mengoptimalkan efisiensi produksi dan efisiensi ekonomi, misalnya memperluas area yard dan menambah peralatan. Namun, hasilnya menunjukkan bahwa beberapa perusahaan terminal membutuhkan lebih banyak input untuk memperluas output.

12	Jose L, Tongzon (1994)	<i>Determinants Of Port Performance And Efficiency</i>	<p>Atribut dependent : Lokasi, <i>call</i> kapal, pajak pelabuhan, aktivitas ekonomi, macam – macam ukuran <i>container</i> . praktek kerja, efisiensi <i>crane</i>, ukuran kapal dan pertukaran kargo (skala ekonomis).</p> <p>Dependent variabel : penurunan waktu berlabuh sebagai persentase dari total waktu layanan.</p>	<p>Studi ini adalah sebuah temuan penting karena memberikan dukungan empiris untuk gagasan bahwa efisiensi terminal merupakan komponen penting dari setiap reformasi tepi laut yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja pelabuhan dan efisiensi pelabuhan</p>
13	Ariel Vicrihadi, Honny Fiva Akira Sembiring, Yolla Ayutia (2021)	<i>Analysis of the Operational Performance of Loading and Unloading Containers at Operating Terminal 3 Port of Tanjung Priok</i>	<p>Lokasi penelitian atau area studi dan pendataan hanya dalam lingkup IPC Container Terminal 3 di PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia II Cabang Tanjung Priok. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk mengetahui faktor-faktor penghambat kinerja bongkar muat serta solusi untuk meningkatkan layanan bongkar muat, khususnya peti kemas di Terminal Peti Kemas IPC 3 PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia II Cabang Tanjung Priok.</p>	<p>Faktor yang menghambat proses implementasi bongkar muat adalah kerusakan peralatan bongkar muat, kesalahan sistem TOS, human error, dan faktor alam. Terganggunya aktivitas bongkar muat peti kemas akan mempengaruhi lamanya waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan dan sangat mempengaruhi efisiensi operasional kapal. Saran ke depan adalah melakukan <i>preventive maintenance</i> secara berkala pada peralatan bongkar muat (RTG &amp; CC), sehingga kinerja peralatan menjadi optimal, sehingga bongkar muat kontainer produktivitas dapat dilakukan secara efektif. Pemeriksaan berkala terhadap TOS (<i>Terminal Operating System</i>) dilakukan untuk memastikan sistem berjalan dengan sangat baik, karena TOS memiliki peran yang sangat penting dalam memfasilitasi pergerakan barang masuk</p>

				dan keluar, perlu dilakukan pelatihan untuk meningkatkan keterampilan SDM bagi tenaga bongkar muat.
14	Irwan Junaid, Sarinah Sihombing, Ahmad Hamdi (2018)	<i>Operational Performance Of The Container For Income (Case Study: PT JICT PERIOD 2014-2018)</i>	Kemudian akan mengidentifikasi variabel X (kinerja operasional) dan variabel Y (pendapatan perusahaan). Dalam penelitian ini data yang digunakan berjumlah 60 bulan, diambil dari Januari 2014 hingga Desember 2018	Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa peningkatan produktivitas peti kemas (TEUs) disebabkan oleh faktor ekonomi yang baik sehingga arus barang keluar sangat ramai dengan tingkat kesiapan operasi yang tinggi, mulai dari ketersediaan terminal dermaga kapal. Kesiapan peralatan untuk bongkar muat di kondisi yang baik didukung oleh sumber daya manusia yang kompeten sehingga tidak ada kesulitan atau permasalahan dalam pelaksanaan kinerja bongkar/muat. Terjadinya penurunan produktivitas peti kemas di TEUS antara lain disebabkan oleh: hal-hal dalam arus barang masuk yang tidak sibuk akibat dampak pertumbuhan ekonomi. Kesiapan bongkar muat peralatan kurang maksimal karena adanya peralatan rusak atau dalam perawatan, dan sumber daya manusia yang kurang disiplin dan kompeten dalam pengoperasian semua peralatan dan kegiatan kinerja bongkar muat.
15	Atika Aqmarinaa, and Nuzul Achjara (2017)	<i>Determinants of Port Performance – Case Study of 4 Main Ports in Indonesia (2005–2015)</i>	Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kinerja pelabuhan di Indonesia Data yang dihasilkan dari 4 Pelabuhan utama di Indonesia yaitu	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa total lalu lintas tidak dipengaruhi oleh kelebihan operasi per ton, sedangkan variabel lainnya seperti waktu penyelesaian, waktu menganggur, tingkat hunian tempat berlabuh, tingkat pengembalian, jumlah karyawan dan peralatan

			Pelabuhan Belawan, Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Tanjung Perak dan Pelabuhan Makassar	kargo memiliki pengaruh hasil yang signifikan dan secara signifikan mempengaruhi total lalu lintas.
16	Siswadi (2005)	Kajian Kinerja Peralatan Bongkar Muat Petikkemas di Terminal Petikemas Semarang	Faktor yang menjadi variabel bebasnya adalah : Container crane (CC), Headtruck (HT) dan Rubber Tyred Gantry (RTG) (variabel tidak bebasnya adalah Berth Time (BT).	Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa terjadi tidak adanya keseimbangan terhadap jumlah peralatan antara CC, HT dan RTG, sehingga menyebabkan terjadi antrian dalam sistem dan berdampak terhadap berthing time (BT).
17	Jung-Hyun Jo dan Sihyun Kim (2019)	<i>Key Performance Indicator Development for Ship-to-Shore Crane Performance Assessment in Container Terminal Operations</i>	Penelitian ini menganalisis kinerja peralatan penanganan peti kemas Ship to Shore dengan menentukan indikator kinerja utama dan mengakumulasi jam kerja container STS	Penelitian ini menjelaskan bahwa KPI ( <i>key Performance Indicator</i> ) dapat digunakan dan disesuaikan dengan crane STS di terminal peti kemas dengan pergerakan utama. Dengan KPI, terminal petikemas dapat menghitung angka yang menunjukkan kinerja crane STS dalam operasi dan keadaan aktual.
18	Paulus Raga (2010)	Keseimbangan Kapasitas Fasilitas Pada Pelabuhan Petikemas dalam Upaya Memperlancar dan Menekan Biaya Petikemas.	Faktor yang menjadi variabel bebasnya adalah : Container crane (CC), Headtruck (HT) dan Rubber Tyred Gantry (RTG) (variabel tidak bebasnya adalah Kapasitas Dermaga terpasang.  Lokasi Penelitian di pelabuhan utama khususnya di Terminal petikemas di Indonesia : adalah Pelabuhan	Dengan mengkombinasikan lama waktu siklus CC dan HT atau RTG, dilakukan simulasi perhitungan kebutuhan HT agar pola pergerakan petikemas dan waktu siklus kedua alat tersebut seimbang. Waktu siklus CC disimulasikan bergerak dari 3,00 menit ditekan sampai 2,50 menit, sedangkan waktu siklus TT atau RTG juga disimulasikan bergerak dari 3,00

			Belawan di Medan, Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Tanjung Perak dan Pelabuhan Makassar.	menit dan ditekan sampai 2,50 menit. Hasil simulasi untuk masing-masing pelabuhan obyek survei menunjukkan sebagai berikut.
19	Ridawan dan M. Aji Luhur Pambudi (2022)	Pengaruh Alat Bongkar Muat <i>Container</i> Dan Kinerja Fasilitas Terhadap Efektifitas Penggunaan Dermaga TPKS Tanjung Emas Semarang.	Penelitian ini mengambil variabel penelitian seperti waktu sandar kapal, lama bongkar dan lama muat petikemas menggunakan <i>Container Crane</i> .	Strategi yang digunakan saat proses kegiatan bongkar muat agar mendapatkan waktu yang efektif dan efisien yaitu dengan menyiapkan kondisi dari alat bongkar muat yang berada di pelabuhan seperti 5 unit Container Crane, 10 unit Rubber Tyred Gantry, 11 unit Automatic Rubber Tyred Gantry maka hasil menunjukkan bahwa kinerja untuk Container Crane kecepatan dalam pelayanan sebesar 32 Teus/CC/jam, sedangkan Rubber Tyred Gantry sebesar 15 Teus/RTG/jam dengan waktu kerja rata rata 18 jam.
20	Lis Lesmini dan Daeng Rifqi Fadhlurrahman (2021)	Kinerja <i>Quay Container Crane</i> Dalam Kegiatan Bongkar Muat Petikemas Di Kso Terminal Petikemas Koja Jakarta Utara	Penelitian ini dianalisis dengan mewawancarai seluruh operator <i>Quay Container Crane</i> TPK Koja yang berjumlah 37 orang dengan mendata kinerja QCC dan kelancaran bongkar muat di TPK Koja	Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh dari kinerja <i>Quay Container Crane</i> dan kelancaran kegiatan bongkar muat yang ditunjukkan dengan persamaan garis regresi linear sederhana yaitu: $Y = 9,679 + 0,696X$ , artinya, jika terjadi perubahan kinerja QCC (variabel X) bertambah, maka kelancaran kegiatan bongkar muat akan meningkat sebesar 0,696 dengan konstanta (a) 9,679. Analisis Koefisien Korelasi ( $r = 0,610$ ) artinya kinerja QCC (variabel X) dengan kelancaran kegiatan bongkar muat memiliki pengaruh hubungan yang kuat dan positif. Analisis Koefisien Penentu (KP) sebesar 37,2%. Berdasarkan hasil

				uji hipotesis menunjukkan $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $5,746 > 2,030$ , sehingga $H_0$ ditolak dan $H_a$ diterima, artinya adanya pengaruh kinerja QCC terhadap kelancaran kegiatan bongkar muat.
21	Subroto & Putro, (2014)	Pengaruh Jumlah RTG terhadap Tingginya Waktu <i>Turn Round Truck</i> di TPK Koja	Variabel independen pada penelitian ini yaitu Jumlah RTG. Variabel dependennya yaitu waktu <i>Turn Round Truck</i> . Dalam analisa ini, menggunakan metode korelasional. Metode korelasional ialah suatu metode untuk mengetahui hubungan dan tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih tanpa ada upaya untuk mempengaruhi variabel tersebut sehingga tidak terdapat manipulasi variabel.	Hasil penelitian menyimpulkan bahwa ketersediaan RTG di TPK Koja masih kurang dari standar, oleh karena itu TPK Koja harus menambah RTG sesuai dengan standar yang telah ditentukan, agar kegiatan operasional dan pelayanan terhadap pengguna jasa dapat berjalan lancar.
22	Linn R. et al, (2003)	<i>Rubber tyred gantry crane deployment for container yard operation</i>	Variabel independen pada penelitian ini yaitu penyebaran RTG <i>Crane</i> . Dan variabel dependennya yaitu lapangan petikemas. Metode yang digunakan yaitu dengan menyajikan algoritma dan model matematis untuk penyebaran	Waktu perputaran kapal di terminal petikemas dan efisiensi keseluruhannya dapat sangat ditingkatkan dengan manajemen operasi lapangan yang terkoordinasi dengan baik. Dengan asumsi bahwa RTGC dapat dipindahkan ke blok lain jika tidak ada lagi beban kerja di blok mereka. Namun, model penerapan mengasumsikan bahwa RTGC

			<p><i>yard crane</i> yang optimal. Potensi model dalam mengoptimalkan penggunaan <i>yard crane</i> diuji dengan sekumpulan data operasi nyata yang diambil dari terminal <i>yard</i> peti kemas utama.</p>	<p>hanya dapat bergerak paling banyak sekali selama setiap periode perencanaan 4 jam.</p>
23	Cao et al., (2008)	<p><i>Deployment strategies of double-rail-mounted gantry crane systems for loading outbound containers in container terminals</i></p>	<p>Variabel independen pada penelitian ini yaitu sistem derek <i>gantry</i> yang dipasang di rel ganda. Dan variabel dependennya yaitu petikemas Metode yang digunakan yaitu dengan penyediaan strategi operasi yang efisien untuk sistem DRMG untuk memuat kontainer keluar. Model pemrograman integer dikembangkan untuk merumuskan masalah</p>	<p>Tes masalah skala besar menunjukkan bahwa hasil CDSH, yang merupakan kombinasi dari heuristik dan algoritme SA bekerja dengan baik dan mudah diimplementasikan, strategi operasi sistem DRMG di terminal peti kemas berbasis <i>head truck</i> pekarangan tradisional. Dalam penelitian ini, waktu pemuatan semua peti kemas diasumsikan sama.</p>
24	Juli Prastyorini (2020)	<p>Pengaruh <i>Spreader Twinlift RTG, Reliability RTG, Availability Head Truck</i> dan Keterampilan Operator terhadap Produktivitas Peti Kemas</p>	<p>Jenis penelitian yang peneliti gunakan adalah kuantitatif dengan metode Analisis Regresi Lincar Berganda. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh antara Variabel <math>X_1</math> , <math>X_2</math> , <math>X_3</math>, <math>X_4</math> terhadap Y. Beberapa variabel yang akan peneliti</p>	<p>Diperoleh kesimpulan pada penelitian ini, nilai menunjukkan bahwa proporsi pengaruh variabel penguanaan <i>spreader telescopic twinlift RTG, reliability RTG, availability head truck</i> dan keterampilan operator sebesar 76,7%. Artinya, hal ini juga menunjukkan bahwa presentase sumbangan pengaruh variabel independen (penguanaan Penguanaan <i>spreader telescopic twinlift</i></p>

			<p>teliti adalah menguji pengaruh dan signifikansi variabel bebas/independen yaitu penggunaan <i>spreader telescopic twinlift</i> RTG, keandalan (<i>reliability</i>) RTG, kesiapan (<i>availability</i>) <i>Head Truck</i>, keterampilan operator terhadap variabel terikat yaitu produktivitas peti kemas, dengan menggunakan software SPSS 22 untuk mengolah data yang telah di kumpulkan.</p>	<p>RTG, <i>reliability</i> RTG, <i>availability head truck</i> dan keterampilan operator) terhadap variabel dependen (produktivitas peti kemas) sebesar 76,7%. Sedangkan sisanya sebesar 23,3% dipengaruhi atau dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian ini.</p>
25	Zhong-Zhen Yang, Ph.D. ; Gang Chen, Ph.D., dan Dong-Ping Song, Ph.D. (2013)	<i>Integrating truck arrival management into tactical operation planning at container terminals</i>	<p>Penelitian ini untuk meminimalkan total waktu tunggu dan penanganan semua kapal dalam horizon perencanaan :</p> <p>1. waktu tunggu kapal untuk tempat berlabuh yang tersedia, 2. waktu penanganan dan 3. waktu tunggu tambahan yang disebabkan oleh kemacetan gerbang</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa: model terintegrasi dapat meningkatkan kinerja terminal secara signifikan dari model sekuensial saja, terutama ketika kapasitas gerbang dan kapasitas pekarangan relatif rendah; sedangkan model sekuensial lebih efisien daripada model terintegrasi dalam hal waktu komputasi</p>
26	Larsen Barasa, April Gunawan Malau, Arif Hidayat, Lili Purnamasita (2018).	Pengaruh Penggunaan Peralatan Bongkar Muat terhadap Produktivitas Bongkar Muat di PT.	<p>Variabel <i>Independen</i> :</p> <p>X : Peralatan Bongkar Muat</p> <p>Variable <i>Dependen</i> :</p> <p>Y : Produktivitas Bongkar Muat.</p>	<p>Menggunakan Analisis Regresi Linier Sederhana. Hasil persamaan regresinya : <math>Y = -52,9 + 0,052 X</math> dimana nilai <math>b = 0,052</math> (positif) artinya jika peralatan bongkar muat (x)</p>

		Pelindo II Cabang Pontianak.		dinaikkan 1 point maka diharapkan produktivitas bongkar muat (y) semakin baik naik menjadi 0,052 point
27	Zabrina (2017).	Analisis Kinerja <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) Dalam Sistem Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Dengan Menggunakan Metode Antrian” (Studi Kasus di Terminal Petikemas Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar)	Variabel <i>Independen</i> : X1 : Pelayanan Bongkar Muat  Variable <i>Dependen</i> : Y : <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG)	Arus petikemas di Terminal Petikemas Makassar, diketahui bahwa hingga tahun 2031, pertumbuhannya sebesar 838.319 TEU's, perhitungan waktu siklus bongkar muat yang diolah dari data primer waktu pelayanan RTG yang diambil langsung dilapangan penumpukan Terminal Petikemas Makassar, rata-rata siklus bongkar muat adalah sebesar 2,46 menit atau 2 menit 27 detik. Proyeksi hingga tahun 2031 menunjukkan bahwa sepanjang periode simulasi (15 tahun rencana) menunjukkan tidak adanya antrian dalam sistem, begitu juga dengan waktu tunggu dalam antrian. Hal ini berarti bahwa pada kondisi ideal operasional, petikemas yang datang langsung dilayani oleh RTG.
28	R. Naicker and D Allopi (2015).	<i>Evaluating Straddle Carriers And Rubber Tyred Gantrys To Determine Which Would Be The Most Suitable Container Handling Infrastructure Between The Quay And Stack Area At The Durban</i>	Variabel <i>Independen</i> : X1: Keterlambatan  Variabel <i>Dependen</i> : Y1 : <i>Rubber Tyred Gantry</i> Y2 : <i>Straddle Carriers</i>	Biaya operasi dan pembelian RTG sedikit lebih tinggi dari <i>Straddle Carriers</i> , namun biaya untuk memelihara <i>Straddle Carriers</i> jauh lebih tinggi daripada RTG, sangat sulit untuk mendapatkan tingkat produksi yang akurat dari kedua peralatan karena ada beberapa faktor-faktor yang perlu diperhitungkan, bagaimanapun, dilihat dari statistik yang diambil dari pergeseran tipikal (Tabel 2 dan 4) terlihat bahwa tingkat produksi dengan sistem RTG-TT jauh melebihi sistem <i>Straddle Carriers</i> . Oleh karena itu,

		<i>Container Terminal; Pier 2</i>		disarankan agar <i>Dubban Container Terminal, Pier 2</i> mengadopsi sistem RTG-TT.
29	Mudayat, Soedarmanto, Meyti Hanna Ester Kalangi, Fina Idatul Umah (2023)	<i>Analysis of Container Crane on Stevedoring at Nilam Multipurpose Terminal</i>	Variabel Independen X1 : Idle time X2 : Berthing time X3 : Effective time X4 : Not operation time X5 : B/C/H X6 : Approach time Variabel Dependen Y : Produktivitas quay crane	Peranan dari penggunaan alat container crane memang adalah aspek utama dalam proses bongkar muat di Terminal Nilam Serbaguna, namun tentunya selalu ada yang menjadi faktor pendukung yang menjadi pendamping dalam proses kegiatan tersebut yaitu armada darat (trailer/trucking) yang melakukan kegiatan pemindahan baik dari luar ke dalam area terminal yang disebut dengan delivery ataupun dari dalam keluar yang disebut receiving, jika di khusus dapat disebut cargodooring/haulage yaitu perpindahan dari area bongkar container menuju lapangan penumpukan atau disebut container yard atau sebaliknya dari container yard ke area muat container. Berikutnya juga adanya peranan dari operator dari container crane yang berperan sebagai pengendali, tentu di butuhkan skill yang berimbang dan tinggi untuk melaksanakan tugasnya sebagai operator untuk mengejar target produksi yang ingin di capai oleh Terminal Nilam Serbaguna setiap bulannya.
30	A. Bartošek, O. Marek (2013)	Quay Cranes in Container Terminals	Variabel Independen X1 : Komponen quay crane X2 : Kapasitas quay crane	Ukuran dan kapasitas kapal membutuhkan dimensi quay cranes yang lebih besar dan cepat. Quay crane harus mampu melayani kapal dengan lebar 22 dan mengangkat

			Variabel Dependen Y : Produktivitas quay crane	65 ton muatan <i>under spreader</i> dan 100 ton <i>under hook</i> dengan cepat. Pengembangan cepat dalam struktur quay crane elektronik, otomatis dan peralatan optical akan mengurangi <i>dwelling time</i> dan meningkatkan produktivitas quay crane. Melakukan otomatisasi adalah salah satu cara bagaimana meningkatkan produktivitas quay crane; salah satunya adalah menggunakan sistem troli ganda atau sistem katrol ganda pada quay crane. Quay crane dengan spesifikasi seperti ini dapat
--	--	--	---	---

*Sumber : kompilasi data*

## BAB 3

### KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

#### 3.1. Kerangka Konseptual

Operasi kapal menurut D.A. Lasse (2012:14) adalah suatu aktivitas bongkar dan muat dari dan ke kapal yang merupakan mata rantai kendali terhadap seluruh aktivitas lain. Performansi suatu kegiatan kapal yang terpengaruh dengan: 1) desain, ukuran dan peralatan kapal, 2) jenis, berat, penempatan dan kemasan muatan, 3) kuantitas dan kualitas tenaga kerja buruh dan 4) rencana dan supervisi bongkar muat oleh manager. Menurut Suranto (2004:74) Operasi Kapal (*ship operation*) adalah kegiatan bongkar muat dari dan ke kapal. Kegiatan ini menggambarkan aktivitas yang menggambarkan siklus yang terjadi pada kapal berikut perlengkapannya dalam rangka kegiatan bongkar dan muat barang.

Operasi dermaga menurut D.A. Lasse (2012:18) adalah suatu aktivitas perencanaan dan pengawasan untuk mendapatkan informasi tentang tonase bongkar muat barang, muatan rute langsung dan rute tidak langsung. Setelah mengetahui pelayanan terhadap muatan tidak langsung, selanjutnya dapat ditentukan sumber daya apa yang dibutuhkan untuk operasi dermaga tersebut, terdiri dari ruangan (*space*) gudang/lapangan, alat angkat angkut (*forklift*) dan tenaga kerja bongkar muat (TKBM) dalam satuan gang.

Operasi gudang/lapangan menurut D.A. Lasse (2012:23) adalah suatu kegiatan dan fasilitas yang berfungsi menerima, menyimpan dan mengeluarkan barang, baik barang muat (*export*) maupun barang bongkar (*import*). Konstruksi gudang tertutup terdiri dari bangunan beratap dan berdinding sehingga barang terhindar dari panas sinar matahari dan hujan. Sedangkan lapangan penumpukan adalah ruang di udara terbuka dengan atau tanpa pagar pembatas.

Menurut D.A. Lasse (2012:2) pengertian kinerja bongkar muat adalah jumlah tonase barang muatan yang dibongkar dan dimuat disuatu terminal selama kurun waktu tertentu. Secara umum indikator operasi bongkar muat untuk pelabuhan internasional digunakan empat macam yaitu: arus barang (*output*), waktu pelayanan kapal (*service time*), rasio pemakaian fasilitas dermaga (*Berth Occupancy*), dan biaya bongkar muat barang (*Cost Per Ton Handled*). Indikator kinerja bongkar muat adalah merupakan produktifitas dan utilitas sarana prasana (peralatan) berikut tenaga kerja/buruh yang dipergunakan dalam kegiatan bongkar muat dalam periode dan satuan tertentu.

Operasi kapal, operasi dermaga dan operasi lapangan, memperlihatkan aliran arus barang/petikemas dari kapal menuju lapangan penumpukan (CY), dengan perantara fasilitas peralatan yang utama pada terminal petikemas umumnya yaitu *container crane* (CC), *headtruck* (HT) dan *rubber tyred gantry* (RTG) sebagai suatu sistem operasional di terminal petikemas, dimana sangat berpengaruh terhadap *effective time* (ET) yang merupakan turunan dari *berth time* (BT) pada tiap-tiap kapal. Adapun hubungan peralatan dan waktu tersebut berikut ini dijelaskan pada sub bab berikutnya.

### **3.1.1. Hubungan Pelayanan Bongkar Muat (B/M) di kapal, *Container Crane* (CC) dan *Effective Time* (ET)**

*Container crane* (CC) ditempatkan secara permanen di dermaga dan berfungsi sebagai alat utama bongkar muat petikemas dari dermaga ke kapal, dan sebaliknya. *Container crane* (CC) berdiri dan berjalan di atas rel di pinggir dermaga dengan sumber tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik di darat. *Container crane* (CC) melayani operasi kapal, menghubungkan kapal dengan dermaga dengan prinsip kerjanya.

Kelancaran pelayanan jumlah bongkar muat petikemas yang dilayani oleh beberapa peralatan angkat *container crane* (CC) akan sangat mempengaruhi terhadap waktu yang digunakan untuk memindahkan muatan petikemas pada saat operasi bongkar dan muat.

Petikemas dari palka kapal diangkat ke atas, kemudian dengan gerakan horizontal dibawa dengan *trolley* ke arah dermaga dan berhenti diantara kedua kaki *crane* (*legs*) untuk menurunkan petikemas sampai berada tepat di atas bak *chassis* yang sudah siap menerimanya. Gerakan berikutnya adalah mengembalikan *spreader* kosong dari posisi di dermaga di bawa oleh *trolley* ke palka kapal, dan mendaratkan *spreader* di atas petikemas yang dibongkar berikutnya.

Untuk petikemas yang dimuat, gerakan-gerakan berjalan sebaliknya yaitu mengangkat petikemas dari atas bak *chassis*, *trolley* membawa ke arah palka kapal, petikemas diturunkan dan dilepaskan di lokasi sesuai dengan rencana (*bay plan*). Gerakan horizontal *trolley* berjalan melintang selebar badan kapal untuk menjangkau semua baris (*row*) muatan. *Trolley* juga dapat bergerak menurunkan *spreader* secara vertikal untuk menjangkau petikemas pada posisi *tier* terbawah. Sedangkan untuk menjangkau petikemas dalam posisi memanjang kapal atau berpindah *bay*, *container crane* melakukan gerakan *gantry* di atas rel.

Pelayanan jumlah bongkar muat petikemas sangat berpengaruh terhadap waktu pelayanan *effective time* (ET) *container crane* dan jumlah *container crane* yang dioperasikan di dermaga serta produktifitas bongkar muat.

### **3.1.2. Hubungan *Container Crane* (CC), *Headtruck* (HT) dan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) serta *Effective Time* (ET)**

*Berth time* (BT) juga sangat di pengaruhi oleh kelancaran *container crane* (CC) yang sangat erat kaitannya dengan kesiapan *headtruck* (HT) di dermaga

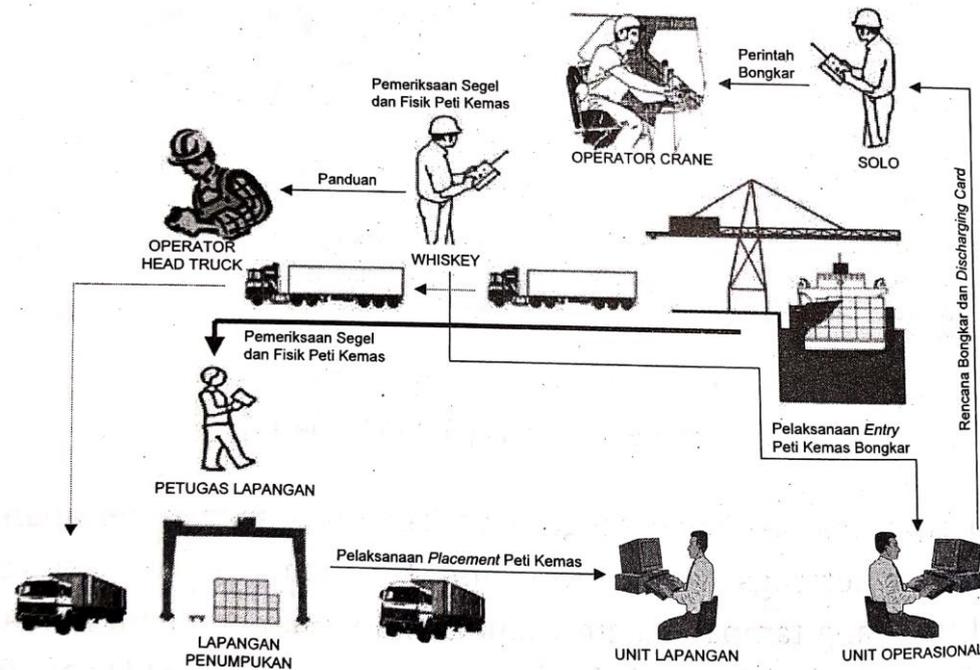
untuk menerima dan menyerahkan petikemas. Jumlah *container crane* (CC) yang mengangkat petikemas dari proses *stevedoring* lalu memindahkan petikemas tersebut ke *headtruck* (HT) yang siap pada setiap unit CC. Untuk mengimbangi output kapal yang telah memakai CC berteknologi baru antara lain dengan *double trolley crane* dan/ atau *twin-move/lifting* dengan output 2 petikemas per angkatan. Di beberapa terminal tersibuk di dunia seperti Hongkong menggunakan *double stack trailer*.

Karena operasi kapal menjadi indikator keseimbangan antara kapal dan terminal, maka isu delay harus selalu diantisipasi oleh manajer terminal dan supervisor operasi.

#### 1. Operasi Bongkar

Rangkaian aktivitas pembongkaran peti kemas dari kapal sampai berada di lapangan, terlihat pada Gambar 3.1. Aktivitas diawali dengan pernyataan kesiapan bersama antara operator *Container Crane* (QCC) bersama dua petugas pemandu yakni Solo di atas kapal dan Wiskey di darat. Aktivitas bongkar tersebut didahului dengan rangkaian aktivitas persiapan (ie. alat, TKBM).

Operator CC berkomunikasi secara *interactive* dengan Solo dan Wiskey. Operator *headtruck* (HT) mengemudikan I-IT membawa peti kemas bongkar ke *Container Yard* (CY). Di CY impor *rubber tyred gantry* (RTG) menurunkan (Lift Off) peti kemas ke CY pada lokasi *Block-Slot-Row-Tier* yang direncanakan.



Gambar 3.1. Aktivitas Bongkar

## 2. Operasi Muat

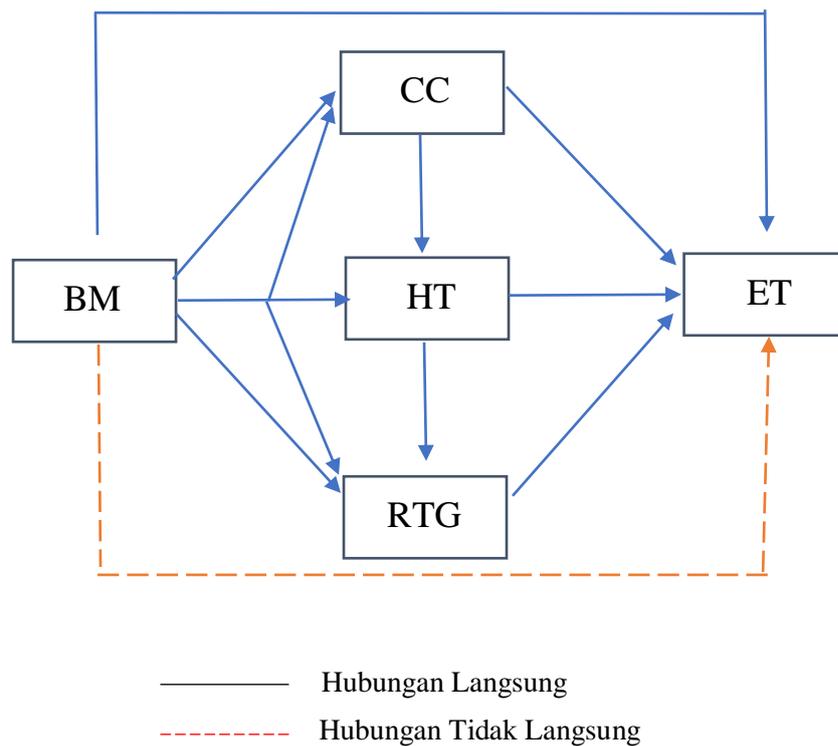
Operasi muat peti kemas didahului dengan serangkaian persiapan TKBM, peralatan mekanis angkat-angkut, petugas pemandu Solo di atas kapal dan Wiskey di darat, para operator *rubber tyred gantry crane* (RTG), *headtruck* (HT), dan *container crane* (CC) sebanyak kebutuhan operasi.

Operator *headtruck* (HT) mengemudikan HT membawa petikemas ekspor ataupun *transshipment* dari CY ekspor ke Dermaga. Dari CY ekspor *rubber tyred gantry* (RTG) menaikkan (*Lift On*) ke HT petikemas dari lokasi *Block-Slot-Row-Tier* yang direncanakan. Wiskey memberikan masukan unit peti kemas muat yang selanjutnya di entry ke sistem oleh staf Unit operasional. Sebelum lift on dari lapangan ke HT, Petugas lapangan memeriksa segel (seal), kondisi fisik, mencatat identitas, dan posisi peti kemas di lapangan.



Operasional setiap unit *headtruck* (HT) dilengkapi dengan perangkat komunikasi data berupa *vehicle mounted terminal* (VMT) yang memudahkan operator *trailer* meng-entry data peti kemas yang diangkutnya, dan diberi kartu tanda (*access card*) keluar-masuk pintu (*gate*) pemeriksaan. Jumlah *headtruck* (HT) di suatu terminal ditentukan berdasarkan jumlah bongkar muat (*throughput*).

Berdasarkan temuan penelitian sebelumnya maka dibangunlah kerangka konseptual yang menguraikan tentang kerangka model berpikir yang dimaksudkan untuk memberi landasan proses berpikir deduktif maupun induktif melalui kajian studi teoritik dan studi empirik. Berdasarkan kajian teori dan tinjauan empiris, maka penulis membangun sebuah kerangka konseptual dalam Gambar 3.3. berikut :



Gambar 3.3. Model Kerangka Konseptual Penelitian

Keterangan:

BM = Jumlah bongkar/muat (box)

CC = Jumlah *Container Crane* (unit)

RTG = Jumlah *Rubber Tyred Gantry* (unit)

HT = Jumlah *Headtruck* (unit)

ET = *Effective Time* (jam)

Model kerangka konseptual pada Gambar 3.1, menjelaskan hubungan kausalitas kelima variabel yang diteliti yaitu variabel Jumlah CC (*Container Crane*), Jumlah bongkar muat (BM), Jumlah RTG (*Rubber Tyred Gantry*), Jumlah HT (*Headtruck*), dan *Effective Time* (ET).

Variabel jumlah Bongkar muat (X) merupakan *independent variable*, yang mempengaruhi *dependent variable* yaitu jumlah CC (*Container Crane*), jumlah RTG (*Rubber Tyred Gantry*), Jumlah HT (*Headtruck*), dan Kinerja *Effective Time* (ET).

Berdasarkan model konseptual, maka dapat dibentuk persamaan fungsional dalam model *reduce form* sebagai berikut :

CC (BM)

RTG (BM, CC)

HT (BM, CC, RTG)

ET (BM, CC, RTG, HT)

Dimana :

BM = *Bongkar/Muat (box)*

CC = *Container Crane* (unit)

RTG = *Rubber Tyred Gantry* (unit)

HT = *Headtruck* (unit)

ET = Kinerja *Effective Time* (Jam)

$$HT = \alpha_0 + \alpha_1 BM + \alpha_2 CC + \alpha_3 RTG + \mu_1 \dots\dots\dots (3.1.a)$$

$$ET = \beta_0 + \beta_1 BM + \beta_2 \ln CC + \beta_3 RTG + \beta_4 \ln HT + \mu_2 \dots\dots\dots (3.2.b)$$

Persamaan 3.2.a :

$$ET = \beta_0 + \beta_1(\alpha_0 + \alpha_1.BM + \alpha_2.CC + \alpha_3.RTG + \mu_1) + \beta_2.BM + \beta_3.CC + \beta_4.RTG + \mu_2$$

$$ET = \beta_0 + \beta_1\alpha_0 + \beta_1\alpha_1.BM + \beta_1\alpha_2.CC + \beta_1\alpha_3.RTG + \beta_2X + \beta_3.CC + \beta_4.RTG + \mu_1 + \mu_2$$

$$ET = \beta_0 + \beta_1\alpha_0 + (\beta_1\alpha_1 + \beta_2).BM + (\beta_1\alpha_2 + \beta_3).CC + (\beta_1\alpha_3 + \beta_4).RTG + \beta_1\mu_1 + \mu_2$$

Berdasarkan sistem persamaan tersebut di atas, maka melalui proses manipulasi matematik dapat diperoleh bentuk *reduced form* sebagai berikut:

$$HT = \alpha_0 + \alpha_1.BM + \alpha_2.CC + \alpha_3.RTG + \mu_1 \dots\dots\dots (3.1.c)$$

$$ET = A_0 + A_1.BM + A_2 \ln CC + A_3 RTG + \mu_{12} \dots\dots\dots (3.2.d)$$

Dimana :

$\alpha_0$  = konstanta/ *intercept* dari HT

$\beta_0$  = Adalah konstanta/*intercept* ET

$A_0$  = konstanta/ *intercept* dari ET

$\mu_1$  = *error term* dari HT

$\mu_2$  = *error term* dari ET

Untuk mengetahui (parameter) hubungan antara variabel baik pengaruh langsung, pengaruh tidak langsung maupun total pengaruh berdasarkan sistem persamaan dan berdasarkan hasil *reduced form*, maka diperoleh model *stochastic* untuk masing-masing variabel secara rinci dapat disajikan sebagai berikut:

#### 1. Pengaruh langsung (*Direct effect*)

$\alpha_1$  = Pengaruh langsung BM terhadap HT

$\alpha_2$  = Pengaruh langsung CC terhadap HT

$\alpha_3$  = Pengaruh langsung RTG terhadap HT

$\beta_1$  = Pengaruh langsung BM terhadap ET

$\beta_2$  = Pengaruh langsung CC terhadap ET

$\beta_3$  = Pengaruh langsung RTG terhadap ET

#### 2. Pengaruh Tidak Langsung (*Indirect Effect*)

$\beta_4\alpha_1$  = Pengaruh tidak langsung BM terhadap ET melalui HT

$\beta_4\alpha_2$  = Pengaruh tidak langsung CC terhadap ET melalui HT

$\beta_4\alpha_3$  = Pengaruh tidak langsung RTG terhadap ET melalui HT

### 3.2. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian dan kerangka konseptual, maka hipotesis penelitian adalah sebagai berikut:

1. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *container crane* (CC) yang digunakan.
2. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan.
3. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
4. Jumlah *container crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan.
5. Jumlah *container crane* (CC) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
6. Jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.
7. Jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) dan jumlah *headtruck* (HT) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap jumlah *container crane* (CC) yang digunakan.
8. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
9. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).

10. Jumlah penggunaan peralatan bongkar muat *rubber tyred gantry* (RTG) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
11. Jumlah penggunaan transportasi horizontal *headtruck* (HT) berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
12. Jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah peralatan *Container Crane* (CC) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
13. Jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah peralatan *Rubber Tyred Gantry* (RTG) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
14. Jumlah bongkar muat (BM) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *Effective Time* (ET).
15. Jumlah *Container Crane* (CC) dan jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
16. Jumlah *Container Crane* (CC) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
17. Jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dan jumlah transportasi horizontal *headtruck* (HT) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
18. Jumlah bongkar muat (BM), jumlah *container crane* (CC) dan jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
19. Jumlah bongkar muat (BM), jumlah *Container Crane* (CC), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).

20. Jumlah bongkar muat (BM), jumlah *rubber tyred gantry* (RTG), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
21. Jumlah bongkar muat (BM), jumlah *Container Crane* (CC), jumlah *Rubber Tyred Gantry* (RTG), dan jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET).
22. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *container crane* (CC) yang digunakan.
23. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *rubber tyred gantry* (RTG) yang digunakan.
24. Jumlah bongkar muat (BM) berpengaruh signifikan terhadap *effective time* (ET) melalui jumlah *headtruck* (HT) yang digunakan.