

**ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN
PETIKEMAS DI TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW
MAKASSAR**

*ANALYSIS OF THE OPTIMAL CAPACITY OF THE CONTAINER YARD
AT TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW MAKASSAR*

AINUN CHANDRA PUSPA NINGRUM

D052211009



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERKAPALAN

DAPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023



PENGAJUAN TESIS

ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DI TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW MAKASSAR

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister Program Studi Ilmu
Teknik Perkapalan

Disusun dan diajukan oleh

AINUN CHANDRA PUSPA NINGRUM

D052211009

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2023



TESIS

ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DI PELABUHAN MAKASSAR NEW PORT

AINUN CHANDRA PUSPA NINGRUM
D052211009

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

pada tanggal Oktober 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Mislihah, MS.Tr
Nip. 19620423 198802 2 001

Pembimbing Pendamping,



Dr.Eng. A. Ardianti, ST., MT
Nip. 19850526 201212 2 002

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
Nip.19730926 200012 1 002

Ketua Program Studi,
Magister Teknik Perkapalan



Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.
Nip. 19650318 199103 1 003



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ainun Chandra Puspa Ningrum

Nomor Mahasiswa : D052211009

Program Studi : Teknik Perkapalan

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul "ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DI TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW MAKASSAR" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ir. Mislihah, MStr dan Dr. Eng. A. Ardianti, ST., MT sebagai pembimbing pendamping. Karya Ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi berasal atau kutipan dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal/Prosiding (Zona Laut, Volume 4, No 3, Edisi November 2023) sebagai artikel dengan judul "ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DI TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW MAKASSAR

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 3 November 2023

Yang Menyatakan


A yellow 10,000 Indonesian Rupiah revenue stamp (Meterai Tempel) is placed over the signature. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "METERAI TEMPEL" and "10000". The serial number "AD4ATAX629742404" is visible at the bottom of the stamp.

Ainun Chandra Puspa N



KATA PENGANTAR

Assalamu ‘alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan rahmat dan nikmat berupa nikmat kesehatan jasmani dan rohani yang di berikan kepada penulis, sehingga penulis senantiasa di berikan petunjuk berupa kemudahan serta keikhlasan dalam menyelesaikan tesis ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sahabat, keluarga, serta para pengikutnya.

Penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah senantiasa memberi bantuan berupa pikiran, jiwa, dan raganya kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini guna memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Dalam proses penyusunan sampai dengan terselesaikannya skripsi yang berjudul “ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS DI TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW MAKASSAR”.

1. Kedua orang tua saya, Alm **Baroroh Nur’aini** dan Alm **Chandra Djaja**. karena telah membesarkan dan mendidik penulis untuk senantiasa bertanggung jawab atas keputusan yang penulis ambil, serta adik tercinta **Muh. Anugerah Ramadhan** dan kakak angkat saya **Andriani** yang tiada henti-hentinya memberikan doa, semangat dan dukungan moral maupun materil kepada penulis.
2. Kepada keluarga besar **Hj. Djurana** dan Keluarga besar **Marsidik Moedjanah** yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moral kepada penulis.
3. **Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri., MT.**, selaku ketua Program Studi S2 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. **Ibu Dr. Ir. Mislih, MSTr** dan **Ibu Dr. Eng. A. Ardianti, ST., MT.** selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan tesis ini.



Dosen, Staff akademik dan **Administrasi** Program Magister Teknik in Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu penulis enjalani perkuliahan.

6. Kepada semua pihak **Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar** dan **PELINDO IV** yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
7. Sodara-sodari **Seperjuangan S2** saya, terlebih kepada **Kak Jusmah Wahidah** dan **Kak Chris** yang selalu memberikan banyak masukan dan bantuan selama saya menulis tesis ini.
8. Kepada **Annissa Indah Anggoro, Auliah Ramli, Arwini Anggraenny, Andi Nurfajri S, Rivqa Musjhtahida Arsyad, Zargitha Cahyani M, Andi Mahira MH, Yunanda Ika Ramdani, Nurul Awaliyah Mustari, Annisa Fitrah Ramadhani**, atas segala dukungan, semangat, serta doanya..
9. Kepada **Chairunnisa R Bunga Dia, Ika Merdekawati, dan Annora Lujmah Elvina J**, sebagai tempat ternyaman saya untuk menumpahkan stress dan tempat healing saya dikala kepala saya begitu berisik.
10. Kepada **NCT**, karena dengan konten kalian saya menjadi lebih banyak tertawa.
11. Kepada diri saya sendiri. Thank you for beliving in me, for doing all this hard work. Thank you for never quitting and being a giver and tryna give more than I receive. Thank you, Me.

Penulis menyadari keterbatasannya sehingga mungkin dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan yang perlu di beri saran dan kritik dari semua pihak. Akhir kata penulis berharap apa yang telah dipaparkan dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa yang akan melakukan penelitian dalam bidang serupa. Amiin

Gowa, 31 Oktober 2023

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Terminal Petikemas.....	5
2.2. Pertikemas	5
2.3. Kinerja Terminal Petikemas.....	6
2.4. Sistem Pelabuhan Petikemas.....	7
Kinerja Operasional Container Yard.....	14
Teori Antrian.....	17



2.5. Kinerja Oprasional Container Yard	18
BAB III_METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1. Lokasi dan Waktu Pengambilan Data	22
3.2. Jenis Sumber Data.....	22
3.3. Metode Pengumpulan Data	23
3.4. Metode Analisis Data.....	23
BAB IV_HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Gambaran Umum Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar.....	24
4.2. Indentifikasi Container Yard.....	25
4.3. Tingkat Kapasitas Lapangan Penumpukan	26
4.2.1. Kapasitas Cointainer Yard.....	26
4.2.2. Tingkat Pemakaian Lapangan	26
4.4. Biaya Operator dan Biaya Pengguna Jasa.....	27
4.5. Menghitung Optimum Container Yard	27
4.5.1. Masa Aktual (2022).....	30
4.5.2. Jangka Pendek (2027).....	31
4.5.3. Jangka Menengah (2032)	33
4.5.4. Jangka Panjang (2037)	34
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
A. KESIMPULAN	35
B. SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran Petikemas berdasarkan ISO	5
Tabel 4.1 Kapasitas Container Yard (1A).....	25
Tabel 4.2 Arus bongkar muat Petikemas	25
Tabel 4.3 Forecasting Jangka Pendek, Menengah, dan Panjang.....	26
Tabel 4.4 Tingkat Pemanfaatan Lapangan Penumpukan.....	27
Tabel 4.5 Biaya Langsung Tetap	29
Tabel 4.6 Biaya Langsung Tidak Tetap	29
Tabel 4.7 Biaya Kapal di Pelabuhan	30
Tabel 4.8 Rekapitulasi tingkat pertumbuhan B/M Lapangan Penumpukan	27
Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan kapasitas optimum lapangan untuk masa aktual	30
Tabel 4.10 Rekapitulasi perhitungan kapasitas optimum lapangan untuk Jangka Pendek.....	31
Tabel 4.11 Rekapitulasi perhitungan kapasitas optimum lapangan untuk Jangka Menengah.....	32
Tabel 4.12 Rekapitulasi perhitungan kapasitas optimum lapangan untuk Jangka Panjang.....	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pelabuhan Petikemas	7
Gambar 2.2 Pusat perpindahan arus lalu lintas Petikemas.....	8
Gambar 2.3 Skema tampak atas penumpukan Petikemas	11
Gambar 2.4 Alur/Proses pergerakan Petikemas.....	11
Gambar 2.5 Alur pendistribusian barang	13
Gambar 2.6 Sub system Pelabuhan Petikemas	13
Gambar 2.7 Hubungan antara tingkat Pelayanan Pelabuhan dengan Biaya	16
Gambar 3.1 Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar.....	21
Gambar 4.1 Tahapan pembangunan Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar	24
Gambar 4.2 Grafik luasan optimum Aktual.....	32
Gambar 4.3 Grafik luasan optimum Jangka Pendek.....	32
Gambar 4.4 Grafik luasan optimum Jangka Menengah.....	34
Gambar 4.5 Grafik luasan optimum Jangka Panjang.....	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Arus Petikemas di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar	22
Lampiran 2. Kapasitas Lapangan Penumpukan di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar	23
Lampiran 3. Dwelling Time Lapangan Penumpukan di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar	24
Lampiran 4. Rekap Bongkar Muat Petikemas di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar	22
Lampiran 5. Biaya Investasi Lapangan Penumpukan	23
Lampiran 6. Cargo Manifest	22
Lampiran 7. Perhitungan Biaya Langsung dan Tidak Langsung	23
Lampiran 8. Perhitungan Antrian	22
Lampiran 9. Kapasitas Optimum Lapangan Penumpukan	23



DAFTAR ISTILAH

<i>Slot</i>	:	<i>Slot</i> adalah barisan memanjang dari lapangan penumpukan pada suatu <i>block</i> yang diberi nomor urut ganjil, setiap <i>slot</i> dibagi menjadi beberapa <i>row</i> .
<i>Row</i>	:	<i>Row</i> adalah barisan melintang dari slot yang diberi nomor urut 1, 2, 3 dan seterusnya, jumlah <i>row</i> tergantung jenis alat yang digunakan.
<i>Tier</i>	:	<i>Tier</i> adalah susunan peti kemas yang dimulai dari bawah (<i>grand slot</i>) lapangan penumpukan di mulai dari 1, 2, 3 dan seterusnya, tergantung alat yang digunakan.
<i>Container Yard</i>	:	<i>Container yard</i> merupakan lapangan terbuka untuk menumpuk peti kemas.
<i>Stevedoring</i>	:	<i>Stevedoring</i> adalah proses menurunkan barang-barang muatan dari dek kapal menuju ke pinggir pelabuhan dengan menggunakan alat-alat berat bongkar muat dan sebaliknya.
<i>Cargodoring</i>	:	<i>Cargodoring</i> adalah proses membawa barang-barang muatan kapal yang sudah ada di pinggir pelabuhan (<i>cade</i>) menuju ke gudang penyimpanan pelabuhan untuk disimpan/ditimbun dan sebaliknya.
<i>Deliverydoring</i>	:	<i>Deliverydoring</i> adalah proses pengiriman barang-barang muatan kapal yang sudah ada di gudang penyimpanan pelabuhan menuju keluar lingkungan pelabuhan untuk disimpan dan sebaliknya.
 <i>Delivery</i>	:	<i>Receiving/Delivery</i> adalah pelayanan penyerahan/penerimaan di terminal peti kemas

yang dihitung sejak alat angkut masuk hingga keluar yang dicatat di pintu masuk/keluar.

Yard Occupancy Ratio (YOR) : *Yard Occupancy Ratio (YOR)* adalah persentase pemanfaatan lahan dengan perbandingan antara jumlah penggunaan ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia.

TEU's : *Twenty Feet Equivalent Units*, sebuah satuan ekivalen dari peti kemas, 1 TEU's adalah satu peti kemas dengan ukuran panjang 20 kaki dengan tinggi 9 kaki.



DAFTAR NOTASI

CY	= Container yard
Teus	= Twenty foot equivalent unit
YOR	= Yard occupancy ratio
B/M	= Bongkar muat
DT	= Dwelling time
BI	= Biaya investasi
E%	= Persentase barang ekspor terhadap total barang
I%	= Persentase barang import terhadap total barang
NB	= Nilai barang
YOR	= Yard occupancy ratio
BM	= Biaya modal
RMS	= Repair maintenance and supply
A	= Luas lapangan
Ae	= Luas efektif lapangan
Ac	= Luas petikemas per box
Ct	= Kapasitas lapangan per tier
Nt	= Jumlah tumpukan
Ca	= Kapasitas lapangan per tahun
μ	= Pelayanan
ρ	= Intensitas lalu lintas
E(tw)	= Waktu petikemas antri



ABSTRAK

AINUN CHANDRA PUSPA NINGRUM. *Analisis Kapasitas Optimal Lapangan Penumpukan Petikemas di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar* (dibimbing oleh **Mislih Idrus, Andi Ardianti**)

Lapangan penumpukan yang digunakan untuk melayani muatan peti kemas merupakan salah satu fasilitas utama pelabuhan yang digunakan untuk menyimpan peti kemas yang berasal dari kapal atau yang akan ke kapal. Lapangan penumpukan diperlukan untuk mencegah resiko kapal menunggu yang mengakibatkan produksi bongkar muat menurun dan waktu kapal dan barang di pelabuhan menjadi lama. Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar merupakan pelabuhan laut terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang terletak di selat Makassar, Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar memegang peran utama dalam pendistribusian barang yang telah dilengkapi dengan fasilitas bongkar muat barang dari dan ke kapal sampai di gudang penerima. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biaya optimal dan pemanfaatan lapangan penumpukan dengan menggunakan optimasi yang mempertimbangkan pengelola pelabuhan (operator) dan pemilik barang atau pemakai fasilitas (user). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis biaya-manfaat dengan menggunakan data primer dan sekunder dari Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar. Adapun luas lapangan penumpukan yang tersedia di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar dalam pembangunan Tahap 1A seluas 67.328 m² dengan rata-rata lamanya waktu penumpukan adalah 5 hari. Hasil studi ini menunjukkan bahwa biaya optimal untuk lapangan penumpukan jangka pendek pada tahun 2027 di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar sebesar Rp 1.782.026.004.572, jangka menengah pada tahun 2032 sebesar Rp 1.784.658.600.092 dan untuk jangka panjang pada tahun 2037 sebesar Rp 1.797.364.963.081 dengan luas lapangan penumpukan yang diperlukan saat kondisi optimal pada jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang seluas 67.428 m² dengan kapasitas 708.366 TEUs/tahun.

Kata Kunci : lapangan penumpukan, tingkat pemanfaatan, optimal



ABSTRACT

AINUN CHANDRA PUSPA NINGRUM. *Optimal Capacity Analysis of Container Yard in Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar* (supervised by **Mislih Idrus, Andi Ardianti**)

The stacking field used to serve container cargo is one of the main port facilities to store containers originating from ships or going to ships. A buildup field is needed to prevent the risk of ship delay, which results in decreased loading and unloading production and the time of ships and goods being ported for a prolonged time. Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar is the largest seaport in the Eastern Region of Indonesia. Located in the Makassar Strait, Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar holds a leading role in the distribution of goods equipped with loading and unloading facilities to and from the ship to the receiving warehouse. This study aims to analyze the best way to use available space in a field by using optimization techniques that consider both the port manager (operator) and the owner of the goods or facility user (user), to achieve optimal field utilization, it aims to minimize the total cost between the port manager (operator) and the owner of the goods (user). The method used in this study is a cost-benefit analysis using primary and secondary data from Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar. The field dimension area available at Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar in Phase 1A development is 67.325 m². The results of this show that the optimal cost for the short-term Container Yard in 2027 at the Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar is IDR 1.782.026.004.572, and the medium term in 2032 is IDR. 1.784.658.600.092 and for the long term in 2037 Rp. 1.797.364.963.081. With field area of 67.425 m² of Container Yard is required during optimal conditions in the short term, medium term, and long term with capacity 708.366 TEUs/year.

Keyword : container yard, level usage, optimal



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelabuhan merupakan simpul transportasi laut yang menjadi fasilitas penghubung dengan daerah lain untuk melakukan aktivitas perdagangan. Pelabuhan memiliki peranan penting dalam perekonomian negara untuk menciptakan pertumbuhan ekonominya. Dalam aktivitasnya pelabuhan mempunyai peran penting dan strategis untuk pertumbuhan industri dan perdagangan serta merupakan segmen usaha yang dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan nasional. Hal ini membawa konsekuensi terhadap pengelolaan segmen usaha pelabuhan tersebut agar pengoperasiannya dapat dilakukan secara efektif, efisien dan profesional sehingga pelayanan pelabuhan menjadi lancar, aman, dan cepat dengan biaya yang terjangkau. Pada dasarnya pelayanan yang diberikan oleh pelabuhan adalah pelayanan terhadap kapal dan pelayanan terhadap muatan (barang dan penumpang). Namun, pelabuhan sebagai infrastruktur transportasi di Indonesia khususnya wilayah bagian Timur Indonesia masih tergolong lemah. Hal tersebut terjadi karena pengiriman barang dengan transportasi laut dari Makassar ke sejumlah daerah di Indonesia Timur lainnya sangat mahal, yang disebabkan terjadinya ketergantungan kepada Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya. Maka dari itu sejak tahun 2006, pemerintah menggiatkan rencana pembangunan dan perluasan Pelabuhan Makassar.

Untuk merealisasi Rencana Pelabuhan Induk yang telah disusun oleh setiap pelabuhan, tentunya akan ada perubahan-perubahan yang terjadi berdasarkan perkembangan pelabuhan terkait. Namun realisasi Rencana Pelabuhan Induk tentu saja berdasarkan anggaran yang tersedia sehingga menjadi tantangan untuk setiap pelabuhan agar dapat mengoptimasi fasilitas yang dimilikinya demi kelancaran kegiatan operasional kepelabuhanan di lingkungannya hingga akhirnya dilaksanakan pengembangan pelabuhan dimaksud berdasarkan Rencana Pelabuhan Induk.

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KM 48 Tahun 2020 tentang Rencana Induk Pelabuhan Makassar arus petikemas pada Terminal Hatta terus mengalami kenaikan. Hal tersebut dikarenakan potensi dan permintaan pasar yang semakin besar, serta adanya perubahan barang dari kemasan general cargo dan bag cargo yang berubah menjadi kemasan petikemas. Berdasarkan Rencana Induk Pelabuhan, hasil perhitungan proyeksi jumlah arus bongkar muat petikemas di Pelabuhan Petikemas Makassar telah melebihi kapasitas maksimal pada tahun 2021, dimana kapasitas maksimal hanya dapat menampung lebih 800.000 TEUs, maka diperlukan pengembangan terminal petikemas minal II Pelabuhan Petikemas New Makassar.

Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar merupakan salah satu inti usaha yang ada di PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero). PT Pelabuhan



Indonesia IV menargetkan Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar dapat mengakomodir tingkat arus peti kemas dalam jangka panjang hingga tahun 2050. Pertumbuhan ekonomi di Kota Makassar pada khususnya maupun Indonesia Timur pada umumnya akan memicu peningkatan arus peti kemas maupun barang untuk memenuhi kebutuhan permintaan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Berdasarkan data dari Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar sendiri terjadi peningkatan arus bongkar muat dan kunjungan kapal pada tahun 2020 di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar sebesar 15%. Pada tahun 2019 tercatat jumlah kunjungan kapal sebesar 257 dengan jumlah arus bongkar dan muat sebesar 89.754 TEUs, sedangkan di tahun 2020 terjadi peningkatan baik dari segi jumlah kunjungan kapal yang tercatat sebesar 296 dengan jumlah arus bongkar dan muat sebesar 116.754 TEUs.

“Begitu besarnya potensi meningkatnya arus petikemas saat ini, menuntut agar Container Yard Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar untuk disiapkan dalam periode I-4 kedepannya agar memberikan pelayanan yang optimal. Dalam memproyeksikan kapasitas optimal lapangan penumpukan yang ditinjau dari biaya operator, biaya pengguna, luas lapangan dan Yard Occupancy Ratio (YOR) lapangan penumpukan Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar diharapkan dapat menjadi pedoman bagi pengelola (operator) agar dapat memperkecil resiko delay bagi pemilik kapal dan barang (pengguna) di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar. Berdasarkan uraian-uraian di atas maka peneliti akan melaksanakan Tugas Skripsi dengan judul “ANALISIS KAPASITAS OPTIMAL LAPANGAN PENUMPUKAN DI TERMINAL II PELABUHAN PETIKEMAS NEW MAKASSAR”.

1.2. Rumusan Masalah

1. Menganalisis jumlah petikemas yang akan melakukan bongkar muat di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar dalam periode jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang,
2. Menganalisis kapasitas optimal Container Yard di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar ditinjau dari biaya operator dan biaya pengguna jasa dalam periode jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang.

1.3. Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan dengan maksud dan tujuan untuk :

1. Menghitung jumlah petikemas yang akan dibongkar dan dimuat pada terminal Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar untuk jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang,
Menentukan biaya kapasitas optimal Container Yard di Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar ditinjau dari biaya operator dan



biaya pengguna jasa dalam jangka pendek, jangka menengah, dan panjang.

1.4. Manfaat

Penelitian tingkat kinerja dan optimalisasi Terminal Petikemas Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar, merupakan bagian dari perencanaan transportasi terutama system angkutan barang. Manfaat penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan perusahaan dan menetapkan kebijakan optimasi dan efisiensi operasionan Terminal Petikemas Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar, agar dapat mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah Indonesia Timur.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tesis ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah penelitian adalah Terminal Petikemas Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar,
2. Penelitian ini dibatasi hanya pada tahapan pembangunan Terminal II Pelabuhan Petikemas New Makassar Tahap 1A,
3. Penelitian ini dibatasi hanya pada segmen kegiatan oprasional petikemas.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Terminal Petikemas

Terminal Petikemas adalah tempat perpindahan moda (interface) angkutan darat dan angkutan laut petikemas merupakan suatu area terbatas (districted area) mulai petikemas diturunkan dari kapal sampai dibawa keluar pintu Pelabuhan. Pengiriman barang dengan menggunakan Petikemas telah banyak dilakukan dan volumenya terus meningkat dari tahun ketahun. Terminal sebagai suatu sub sistem dari Pelabuhan lainnya yang berfungsi untuk menunjang kegiatan transportasi laut. Dimana, Terminal/Pelabuhan merupakan tempat pertemuan (interface) antara moda transportasi darat dan laut. Terminal bertanggung jawab terhadap pemindahan Petikemas dari moda transportasi darat ke laut atau sebaliknya, namun aktivitas ini merupakan turunan dari kegiatan transportasi sehingga kelancaran arus Petikemas pada Terminal lebih banyak dipengaruhi oleh faktor luar seperti :

1. Terlambatnya kapal masuk Pelabuhan, karena berbagai faktor misalnya, perubahan cuaca, kondisi pasang surut, pengalihan rute secara mendadak, atau kerusakan dan lain-lain,
2. Terlambatnya Petikemas masuk Terminal, ini juga disebabkan berbagai hal misalnya, kecelakaan, macet, atau dokumen yang belum lengkap, dan lain-lain,
3. Luasan lapangan penumpukan Petikemas,
4. Kerusakan fasilitas derek, shuttle truck, stacker Petikemas, dan lainnya.

Terminal Petikemas merupakan pertemuan antara angkutan laut dan angkutan darat yang menganut sistem unitisasi (unition of cargo system), dan Petikemas (Container) sebagai wadah/gudang, alat angkut yang dilayani oleh Terminal/Pelabuhan Petikemas ini, jika dirinci fungsi inti dari Terminal Petikemas antara lain :

1. Tempat pemuatan dan pembongkaran Petikemas dari kapal-truk atau sebaliknya,
2. Pengepakan dan pembongkaran Petikemas (CFS),
- 2³ Pengawasan dan penjagaan Petikemas beserta muatannya, Penerimaan armada kapal, Pelayanan cargo handling Petikemas dan lapangan penumpukannya.



2.2. Petikemas

Secara definisi, Petikemas dapat diartikan menurut kata peti dan kemas. Peti adalah suatu kotak berbentuk geometrik yang terbuat dari bahan-bahan alam (kayu, besi, baja, dll). Kemas merupakan hal-hal yang berkaitan dengan pengepakan atau kemasan. Jadi peti kemas (Container) adalah suatu kotak besar berbentuk empat persegi panjang, terbuat dari bahan campuran baja dan tembaga atau bahan lainnya (aluminium, kayu/fiber glass) yang tahan terhadap cuaca. Digunakan untuk tempat pengangkutan dan penyimpanan sejumlah barang yang dapat melindungi serta mengurangi terjadinya kehilangan dan kerusakan barang serta dapat dipisahkan dari sarana pengangkutnya dengan mudah tanpa harus mengeluarkan isinya (Kramadibrata, S; 1977). Berdasarkan Customs Convention on Containers 1972, yang dimaksud dengan container adalah alat untuk mengangkut barang, dimana seluruhnya atau sebagian tertutup sehingga berbentuk peti untuk diisi barang yang akan diangkut. Berbentuk permanen dan kokoh sehingga dapat dipergunakan berulang kali untuk pengangkutan barang, dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengangkutan barang dengan suatu kendaraan tanpa terlebih dulu dibongkar kembali isinya dan dapat langsung diangkut, khususnya apabila dipindah dari satu ke lain kendaraan. Petikemas dibuat kokoh/kuat dan dilengkapi dengan pintu yang dikunci dari luar. Semua bagian dari Petikemas termasuk pintunya tidak dapat dilepas atau dibuka dari luar. Ukuran standar Petikemas dapat dilihat pada tabel berikut.

		Peti kemas 20 kaki		Peti kemas 40 kaki		Peti kemas 45 kaki	
		inch	metrik	inch	metrik	inch	metrik
dimensi luar	panjang	20' 0"	6,058 m	40' 0"	12,192 m	45' 0"	13,716 m
	lebar	8' 0"	2,438 m	8' 0"	2,438 m	8' 0"	2,438 m
	tinggi	8' 6"	2,591 m	8' 6"	2,591 m	9' 6"	2,896 m
dimensi dalam	panjang	18' 10 5/16"	5,758 m	39' 5 45/64"	12,032 m	44' 4"	13,556 m
	lebar	7' 8 19/32"	2,352 m	7' 8 19/32"	2,352 m	7' 8 19/32"	2,352 m
	tinggi	7' 9 57/64"	2,385 m	7' 9 57/64"	2,385 m	8' 9 15/16"	2,698 m
bukaan pintu	lebar	7' 8 1/8"	2,343 m	7' 8 1/8"	2,343 m	7' 8 1/8"	2,343 m
	tinggi	7' 5 3/4"	2,280 m	7' 5 3/4"	2,280 m	8' 5 49/64"	2,585 m
volume		1,169 ft³	33,1 m³	2,385 ft³	67,5 m³	3,040 ft³	86,1 m³
berat kotor		52.910 pon	24.000 kg	67.200 pon	30.480 kg	67.200 pon	30.480 kg
berat kosong		4.850 pon	2.200 kg	8.380 pon	3.800 kg	10.580 pon	4.800 kg

Tabel 2.1. Ukuran Petikemas berdasarkan ISO

(Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Peti_kemas)



inerja Terminal Petikemas

Kinerja Terminal Petikemas 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 Petikemas yang keluar masuk Terminal. Antara lain di definisikan sebagai berikut :

- a. Produktifitas Alat Bongkar Muat (Crane) Working Time Total Moves

$$B / C / H = \frac{\text{Total Moves}}{\text{Working Time}} \quad (2.1)$$

- b. Produktivitas Dermaga (Berth)

$$B / S / H = \frac{\text{Total Moves}}{\text{Berthing Time}} \quad (2.2)$$

Dimana :

$B = \text{Box}$

$C = \text{Crane}$

$S = \text{Ship}$

$H = \text{Hour}$

Klasifikasi Produktivitas, Produktivitas biasanya di bagi berdasarkan definisi umum, yaitu :

1. Partial Productivity, merupakan rasio antara output dengan input,
2. Total faktor Productivity, merupakan rasio antara net output dengan input, misal faktor capital dengan faktor tenaga kerja. Net output merupakan total output dikurangi cost operational, baik barang dan jasa/servis,
3. Total Productivity, merupakan rasio antara total output dengan seluruh faktor input. Dalam total produktivitas dapat diketahui pengaruh gabungan sejumlah input terhadap output yang dihasilkan.

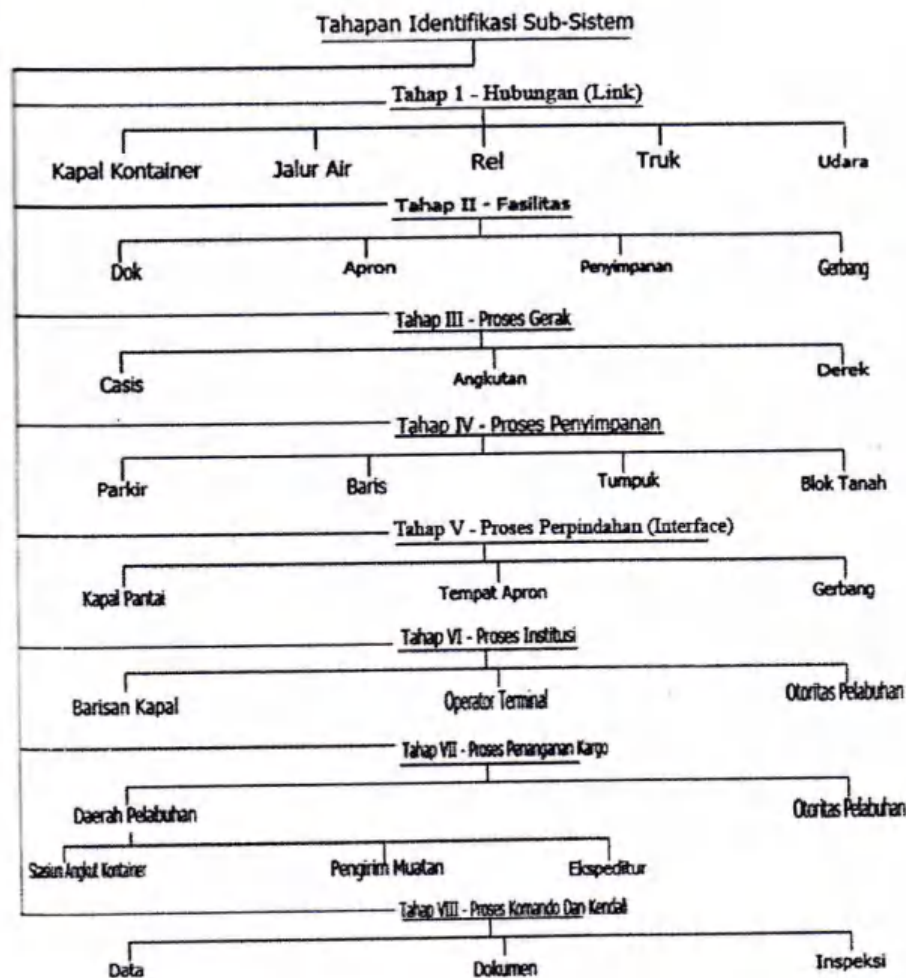
Produktifitas di atas selalu dikaitkan dengan tingkat efisiensi dan efektifitas, dimana kedua hal ini tidak dapat dipisah. Efisiensi merupakan rasio antara output aktual dengan standar output, merupakan standar yang seharusnya di hasilkan oleh input yang dibutuhkan selama proses produksi. Efektivitas merupakan derajat keberhasilan dalam pencapaian tujuan, termasuk di dalamnya adalah bentuk kepuasan dari hasil yang di capai tersebut atau dalam bentuk barang dan jasa.

2.4. Sistem Pelabuhan Petikemas

Menurut Eric Kath (1973) dalam Mislih (2012) bahwa Untuk menghasilkan bongkar muat yang cepat diperlukan organisasi dari terminal yang sempurna, karena terminal (pelabuhan) merupakan faktor yang sangat menentukan dalam mata rantai penanganan petikemas dari kapal ke darat atau sebaliknya. Kelambatan dalam operasi terminal dapat mengakibatkan keterlambatan pemberangkatan kapal yang justru dalam sistem transportasi petikemas harus sesingkat mungkin.



Sistem pelabuhan petikemas terdiri atas beberapa sub sistem, yaitu : (1) Hubungan (*Links*), (2) Fasilitas, (3) Proses pergerakan, (4) Proses pergudangan, (5) Proses *interface*, (6) Proses institusi, (7) Proses penanganan barang, (8) Proses kontrol. Kedelapan sub sistem tersebut dimaksudkan untuk memperlancar arus bongkar muat petikemas di pelabuhan. Tingkat sub sistem dalam sistem pelabuhan petikemas dapat dilihat pada Gambar 1 (Eric Rath, 1973).

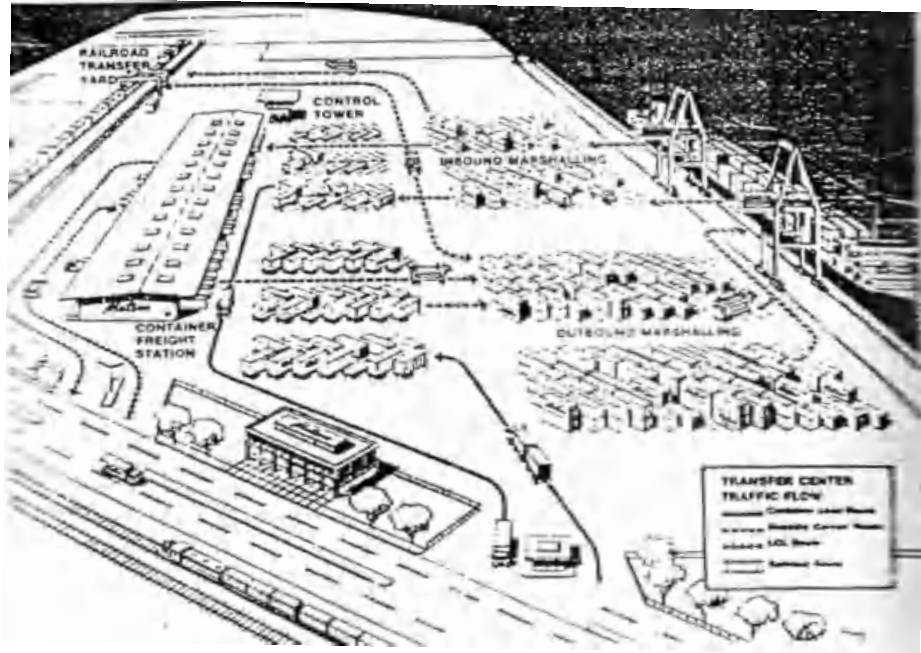


Gambar 2.1. Sistem Pelabuhan Petikemas (Eric Rath, 1973)

1. Hubungan (*Links*) Pelabuhan

Sub sistem *links* dibuat untuk memperlancar arus lalu lintas petikemas di pelabuhan, *links* yang dapat menghubungkan kapal petikemas dengan lapangan penumpukan, rel kereta api, terminal truck, dan kemungkinan dengan terminal di kanal (*inland water-way terminals*) dan bandara. Untuk lebih jelas link dapat dilihat pada Gambar berikut.





Gambar 2.2. Pusat perpindahan arus lalu lintas petikemas (Eric Rath, 1973).

Pada Gambar 2.2 terlihat bagaimana *links* menghubungkan lapangan penumpukan dengan kapal, lapangan penumpukan dengan gudang konsolidasi (CFS), lapangan penumpukan ke rel kereta api, atau ke terminal darat dan udara, serta hubungan muatan dari luar baik dari darat maupun dari laut ke lapangan penumpukan atau ke gudang konsolidasi.

2. Fasilitas Pelabuhan Petikemas

Fasilitas pelabuhan petikemas terdiri atas (Eric Rath, 1973, Triatmojo, 1996) :

1. Kolam Pelabuhan adalah perairan di depan dermaga yang digunakan untuk bersandarnya kapal. Fungsi kolam pelabuhan adalah untuk menampung kapal selama dalam pelabuhan, kapal dapat dengan mudah melakukan bongkar muat tanpa terganggu oleh gelombang, karena kolam pelabuhan berada dalam wilayah terlindungi. Kolam pelabuhan petikemas biasanya mempunyai bentuk memanjang,
2. Apron Dermaga adalah bagian (area) antara lapangan penumpukan dengan tempat sandar kapal dimana pengalihan kegiatan angkutan laut (kapal) kepada kegiatan angkutan darat (kereta api, truk dan lain-lain) dilakukan. Pada apron ini ditempatkan peralatan bongkar muat petikemas seperti *Gantry Crane*, rel-rel kereta api dan jalan truk trailer,
3. *Marshaling Yard* (lapangan penumpukan sementara), digunakan untuk menempatkan secara sementara petikemas yang akan dimuat ke kapal. Lapangan ini berada di dekat apron.



4. *Container Yard* (lapangan penumpukan) adalah lapangan penumpukan yang berisi muatan FCL (*Full Container Loaded*) dan petikemas kosong yang akan dikapalkan. Lapangan ini berada di daratan dan permukaannya harus diberi perkerasan untuk bias mendukung peralatan pengangkat dan beban petikemas. Beban tersebut bias cukup besar terutama bila petikemas ditumpuk,
5. *Container Freight Station* (CFS) adalah gudang yang disediakan untuk barang-barang yang diangkut secara LCL. Di CFS pelabuhan pemuatan barang dari beberapa pengirim dimasukkan menjadi satu dalam petikemas. Di pelabuhan tujuan petikemas bermuatan LCL diangkut ke CFS dan kemudian muatan tersebut dikeluarkan dan ditimbun dalam gudang perusahaan pelayaran,
6. *Crane/ alat bongkar muat (B/M)* petikemas. Alat B/M digunakan untuk memindahkan petikemas dari kapal ke apron dermaga atau sebaliknya dan dari apron ke lapangan penumpukan atau sebaliknya.

3. Sistem Penanganan Petikemas Di Pelabuhan

Beberapa meode dalam pengoperasian petikemas yang umum digunakan anatar lain *trailer storage system*, *the havy duty forklift truck system*, *straddle carrier system* dan *the gantry crane system* (JICA dan Dirjen Perhubungan Laut, 2000).

- 1) *Trailer Storage System*, yaitu sistem dimana petikemas dibongkar dari kapal dengan *crane* dan diletakkan pada *road trailer* yang ditarik menuju posisi yang telah ditetapkan dalam areal penumpukan untuk selanjutnya ditarik dengan *road tractor*. *Trailer* yang membawa petikemas untuk dimuat ditempatkan pada *storage area* dengan *road tractor* dan ditari ke kapal dengan peralatan pelabuhan. Sistem ini sangat efisien karena petikemas dapat segera dipindahkan, tetapi membutuhkan lahan yang luas dan *trailer* yang banyak,
- 2) *Forklift Truck System*, *forklift* 42 ton dan *top lift spreader* dapat digunakan untuk menumpuk petikemas 40 feet bermuatan penuh dengan ketinggian susun dua atau tiga petikemas, *side spreader* dapat dipakai untuk petikemas ukuran 20 feet dalam keadaan penuh maupun kosong. Sistem ini menyebabkan beban tekan yang berat sehingga butuh perkuatan/perbaikan tanah maupun pengerasan,
- 3) *Straddle Carrier System*, *straddle carrier* dapat menimbun petikemas dua atau tiga susun, juga memindahkan petikemas dari sisi kapal ke area penyimpanan dan pemuatan atau pembongkaran ke atau dari transport darat. Variasi dari sistem ini adalah menggunakan traktor trailer untuk memindahkan petikemas dari sisi dermaga ke daerah penyimpanan dan *straddle carrier* digunakan dalam daeah penyimpanan untuk menimbun dan menyeleksi petikemas,

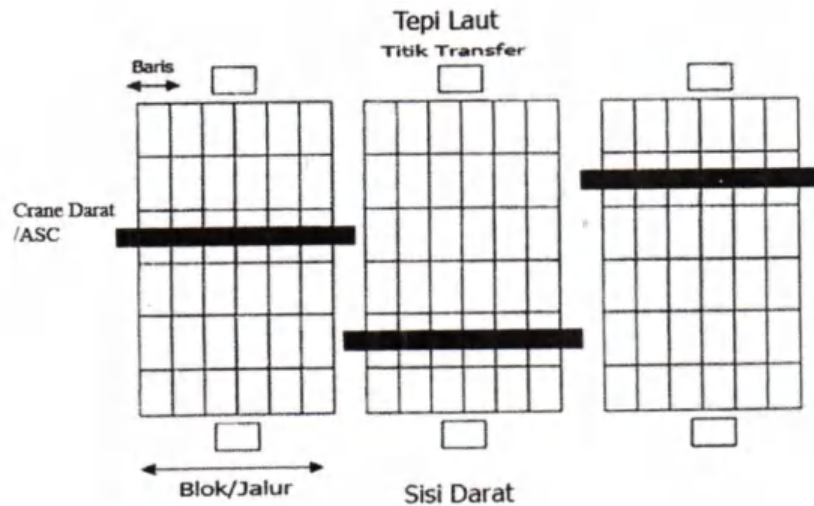


- 4) *Gantry Crane Sytem*, pada sistem ini petikemas pada daerah penyimpanan ditumpuk oleh *gantry crane* dan alat ini dapat menyusun petikemas hingga lima tingkat (walaupun normalnya petikemas sebaiknya ditumpuk tidak lebih dari empat tingkat). *Gantry crane* yang menggunakan roda ban (bukan rel), normalnya dapat menumpuk petikemas setinggi dua atau tiga tingkat. *Gantry crane* memiliki tingkat keamanan yang baik, biaya perawatan yang rendah dibandingkan dengan *straddle carrier*,
- 5) *Mixed System*, sistem ini menggunakan peralatan yang paling baik untuk operasi yang istimewa, meskipun demikian setiap sisten harus menjalankan tugasnya masing-masing. Sistem ini mensyaratkan sistem informasi yang komprehensif dan kebijakan operasi yang baik, disamping manajemen yang baik pula. Sebagai contoh *straddle carrier* digunakan untuk menangani petikemas-petikemas import dan menyerahkannya ke kendaraan/angkutan, *gantry crane* digunakan untuk membawa petikemas yang akan diekspor ke kapal. Contoh sistem campuran lain adalah penggunaan *straddle carrier* untuk menumpuk petikemas yang berisi penuh sedangkan *forklift* untuk menumpuk petikemas kosong.

Untuk penanganan petikemas di lapangan penumpukan bisa dilakukan dengan dua cara yaitu meletakkan di atas *chassis* atau menumpuk langsung di atas tanah (*stacking on the ground*). Sistem *chassis* dapat dengan mudah diakses akan tetapi butuh tempat yang luas. Sistem *stacking on the ground* tidak bisa langsung diakses namun ruang yang dibutuhkan tidak banyak karena petikemas dapat disusun, karena tempat untuk menumpuk/lapangan penumpukan yang terbatas sehingga menumpuk langsung di atas lapangan penumpukan (*stacking on the ground*) yang umum dilakukan (Iris F.A. Vis, Rene de Koster, 2002).

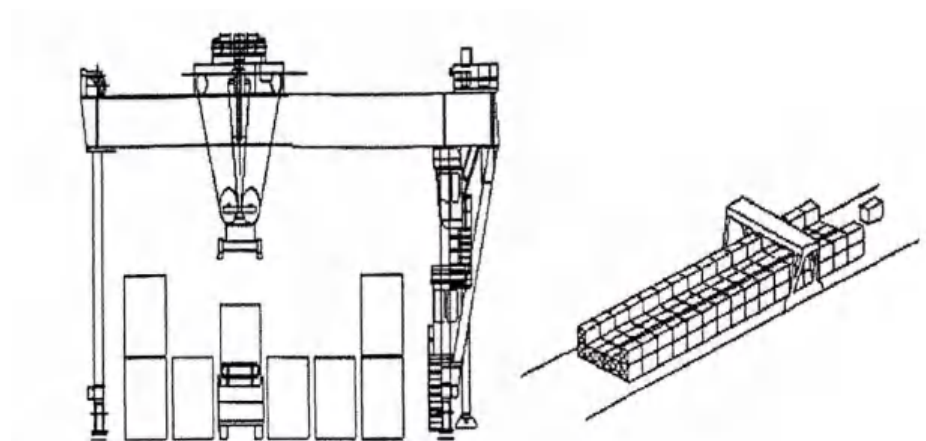
Lapangan penumpukan (*stacking on the ground*) merupakan tempat penyimpanan petikemas impor dan ekspor untuk periode tertentu. Lapangan ini dibagi atas beberapa *block lanes*. Setiap *block* terdiri atas beberapa *rows*. Tinggi penumpukan bervariasi untuk setiap terminal antara dua sampai dengan delapan susun petikemas. Pada ujung *lane* ditempatkan *crane* untuk memindahkan/mengatur petikemas.





Gambar 2.3. Skema tampak atas penumpukan petikemas (Iris F.A. Vis, and Rene de Koster, 2002).

Sistem penanganan bongkar muat petikemas yang dipilih tergantung pada alat penanganan yang tersedia seperti *forklift*, *reach stacker*, *yard crane* dan *straddle carrier*. Salah satu jenis alat B/M yang sering digunakan pada lapangan penumpukan petikemas adalah *yard crane* (Gambar 2.4)



Gambar 2.4. Alat B/M petikemas *Yard Crane* (Iris F.A. Vis, and Rene de Koster, 2002).

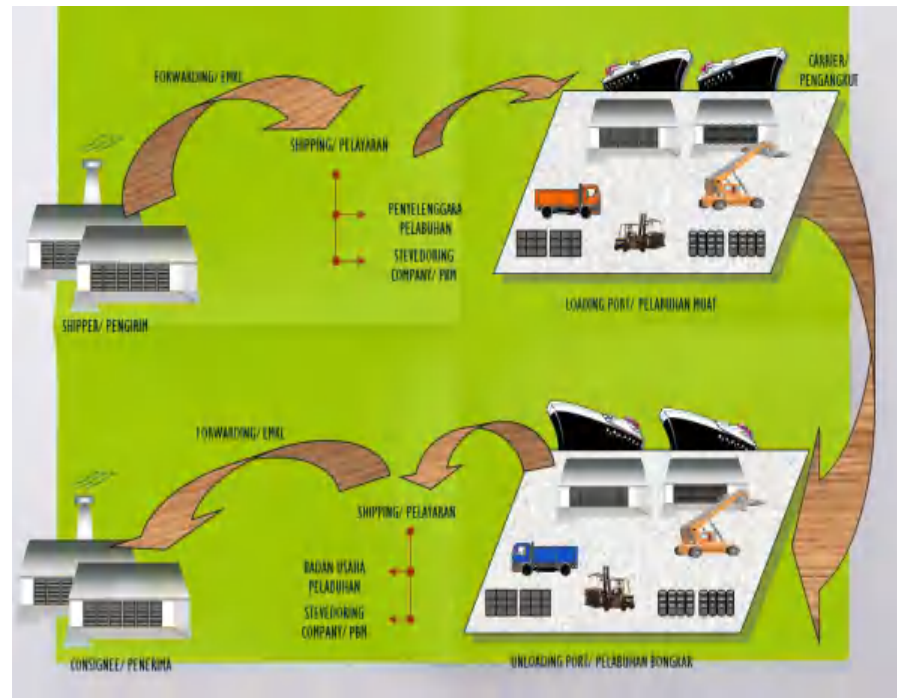
4. Alur/Proses Pergerakan Petikemas

Sebagaimana fungsi pelabuhan petikemas dalam mendistribusikan barang ke hinterland nya, berikut akan dibahas alur pendistribusian petikemas mulai dari pengirim hingga kepada penerima melalui kegiatan kepelabuhanan. Adapun proses pendistribusian barang adalah sebagai berikut :



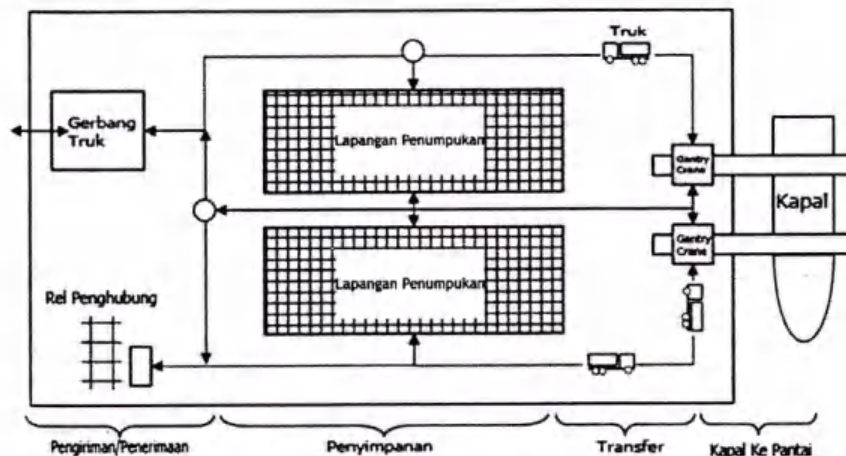
1. *Shipper*/pengirim mengirimkan barangnya melalui pihak ekspedisi. Pihak ekspedisi di sini dapat berupa EMKL (Ekspedisi Muatan Kala Laut) ataupun *Freight Forwarder*. Adapun perbedaannya adalah,
 - a. EMKL adalah usaha pengurusan dokumen dan muatan yang diangkut melalui kapal atau pengurusan dokumen dan muatan yang berasal dari kapal yang bertugas untuk mengurus barang dari pemilik yang secara tertulis mendapat kuasa dari pemilik. Fungsi EMKL yaitu :
 - Membukukan muatan pada agen pelayaran,
 - Mengurus dokumen dengan bea cukai dan instansi terkait lainnya,
 - Membawa barang dari gudang ke CY atau dari CY ke gudang.
 - b. *Freight Forwarder* adalah badan usaha yang bertujuan untuk memberikan jasa pelayanan pengurusan atas seluruh kegiatan yang diperlukan bagi terlaksananya pengiriman, pengangkutan dan penerimaan baik laut, udara dan darat.
2. Setelah EMKL/*Freight Forwarder* melaksanakan tugasnya membawa barang dari gudang *shipper*, barang tersebut diserahkan kepada agen pelayaran/*shipping* untuk dibawa ke pelabuhan tujuan,
3. Di pelabuhan muat, agen pelayaran/*shipping company* harus mendapat izin berlayar oleh penyelenggaraan pelabuhan, dalam hal ini adalah Otorita Pelabuhan maupun KSOP setempat,
4. Barang di dermaga kemudian dimuat ke kapal oleh *stevedoring company* maupun PBM (Perusahaan Bongkar Muat). PBM ini sendiri biasanya bias dari agen pelayaran maupun dari pihak Badan Usaha Pelabuhan setempat. Setelah dimuat ke kapal, barang tersebut kemudian dikirim ke pelabuhan bongkar,
5. Barang yang telah tiba di pelabuhan bongkar akan memasuki proses bongkar yang dilaksanakan oleh *stevedoring company* maupun PBM pelabuhan tersebut yang kemudian dibawa ke CY atau gudang untuk disimpan sementara,
6. Badan Usaha Pelabuhan berperan dalam menyediakan CY atau gudang sementara bagi pihak EMKL/*Freight Forwarder* sebelum diantarkan kepada *consignee*/penerima,
7. Barang dari CY maupun gudang kemudian dibawa oleh pihak EMKL/*Freight Forwarder* kepada *consignee*/penerima,





Gambar 2.5. Alur Pendistribusian Barang

Sistem pelabuhan petikemas lainnya terdiri dari beberapa sub sistem (Parham Azimi, Mohammad Reza Ghanbari, 2011) yaitu : 1) *Ship to shore* adalah sub sistem pemindahan petikemas dari kapal ke dermaga dan sebaliknya, 2) *Transfer* yaitu pemindahan petikemas dari dermaga ke lapangan penumpukan atau sebaliknya, 3) *Storage*, penanganan muatan di lapangan penumpukan, 4) *Delivery/receipt* yaitu pengiriman dan penerimaan petikemas dari pelanggan (*customer*).



Gambar 2.6 Sub sistem pelabuhan petikemas (Parham Azimi, 2011)



2.5. Kinerja Operasional Lapangan Penumpukan Petikemas

Fungsi utama pelabuhan adalah pendistribusian dari angkutan laut ke angkutan darat atau sebaliknya dengan cepat dan efisien mungkin, sehingga mengapa kinerja operasional pelabuhan harus diukur (PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero), 2012) antara lain :

1. Untuk mengetahui utilisasi fasilitas dan peralatan, sehingga lebih optimal;
2. Meminimalkan biaya kapal dan barang di pelabuhan;
3. Pendistribusian barang ke *hinterland* pelabuhan lebih lancar;
4. Pengaruh biaya pelabuhan terhadap harga jual tidak besar;
5. Untuk merencanakan investasi.

a. Tingkat Pemanfaatan Lapangan Penumpukan

Tingkat pemanfaatan fasilitas pelabuhan merupakan salah satu jenis kinerja pelabuhan yang berfungsi sebagai alat analisis penting bagi manajemen didalam mengelola pelabuhan, menentukan perencanaan dan pengembangan serta menetapkan kebijakan-kebijakan (Mislih, 2012).

Rumusan dan standar perhitungan untuk pemanfaatan lapangan penumpukan (Kepmen No KM 53, 2002).

- a. Waktu siap operasi, adalah sama dengan waktu tersedia (*possible time*) waktu 24 jam dikali jumlah hari kalender pada periode bersangkutan,
- b. Luas efektif, adalah luas lantai keseluruhan dikurangi luas lantai yang digunakan untuk lalu lintas peralatan dan orang, kantor dan batas pengaman, luas efektif $\pm 60\%$ dari luas seluruhnya,
- c. Kapasitas penumpukan, adalah jumlah maksimal daya tampung barang dalam gudang/lapangan baik dalam satuan berat (ton) maupun volume (m³) dari luasan dikali jumlah dalam hari kalender,
- d. Rata-rata waktu barang ditumpuk (*dwelling time*), adalah jumlah hari rata-rata tiap ton atau m³ barang yang ditampung selama satu bulan dengan rumus :

Dwelling Time dalam satuan Ton

$$D_T = \frac{\sum T_{pb} \times T}{\sum T_t} \quad (2.3)$$

Dimana :

D_T : Dwelling time

T_{pb} : Ton tiap party barang

T : Lama hari penumpukan tiap party

T_t : Ton barang yang ditumpuk pada period bersangkutan



Dwelling Time dalam satuan M³

$$D_T = \frac{\sum M_{pb} \times T}{\sum M_t} \quad (2.4)$$

Dimana :

D_T : Dwelling time

M_{pb} : M³ tiap party barang

T : Lama hari penumpukan tiap party

M_t : M³ barang yang ditumpuk pada period bersangkutan

- e. Kapasitas tersedia lapangan petikemas per satuan waktu, dihitung dengan rumus

$$\frac{Luas\ Efektif \times Periode \times Tinggi\ Tumpukan}{Luas\ Petikemas \times Dwelling\ Time} \quad (2.5)$$

- f. Tingkat pemakaian lapangan (*Yard Occupancy Ratio (YOR)*), adalah perbandingan antara jumlah pemakaian ruang penumpukan yang dihitung dalam satuan ton hari atau satuan M³ hari dengan kapasitas penumpukan tersedia.

Yard Occupancy Ratio (YOR) dalam satuan Ton/Unit/TEUs

$$YOR = \frac{\sum T_b \times D_T}{K_{ET}} \times 100 \% \quad (2.6)$$

Dimana :

T_b : Ton barang atau Unit/TEUs Petikemas

D_T : *Dwelling time*

K_{ET} : Kapasitas efektif penumpukan dalam ton atau Unit/TEUs

b. Optimasi Lapangan Penumpukan

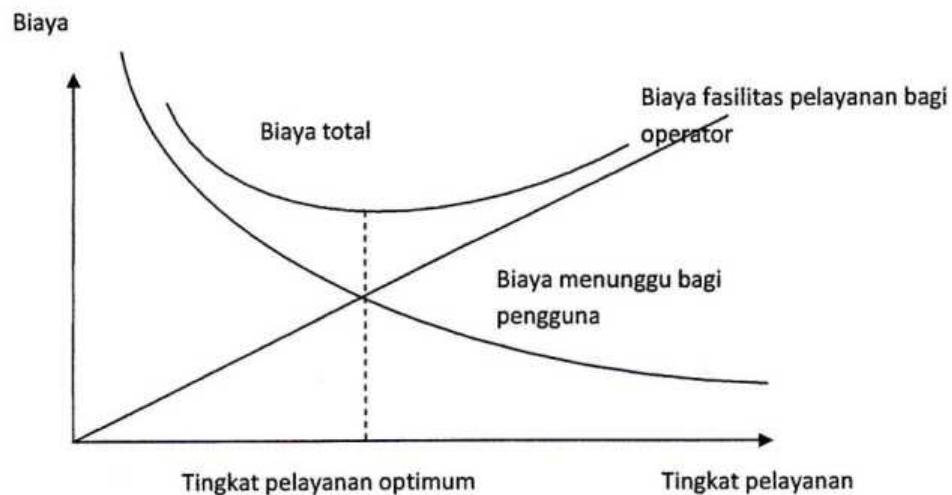
Optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat dicapai). Optimasi dapat diartikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal (Wikipedia, 2014). Optimasi digunakan untuk menemukan satu kondisi yang diperlukan untuk mencapai hasil terbaik dari situasi yang ada. Untuk memecahkan masalah-masalah praktis di lapangan dikembangkan teknik-teknik optimasi. Secara umum ada banyak jawaban bagi sebuah persoalan, tetapi yang dipilih tentu saja yang terbaik. Caranya dengan menentukan tujuan terlebih dahulu. Tujuan ini beragam tetapi pada umumnya berkisar pada teknik atau ekonomis. Dari segi ekonomis bentuk tujuan ini dapat bersifat maksimasi atau minimasi (Mislih, 2013).

Salah satu ciri masalah-masalah optimasi adalah adanya akibat yang berlawanan satu sama lain, misalnya pengadaan prasarana transport dapat meningkatkan pelayanan dengan mengurangi/meniadakan waktu tunggu bagi sarana transportasi (yang merupakan biaya bagi sarana) akan tetapi akan menjadi biaya bagi prasarana transport. Fungsi biaya total yang



merupakan kombinasi dari kedua biaya yang berlawanan ini pada satu titik akan mencapai harga minimumnya.

Model optimasi biaya dari antrian digunakan untuk mendapatkan tingkat pelayanan dengan hasil optimal ditinjau baik dari nilai pelayanan maupun jumlah pelayannya. Hal ini dicapai dengan menyeimbangkan antara biaya pelayanan yang ada dengan biaya tunggu yang diakibatkan oleh pelayanan yang ada (Taha, 1987).



Gambar 2.7 Hubungan antara tingkat pelayanan pelabuhan dengan biaya (Taha 1987, Nam-Kyu Park dkk, 2009)

Biaya pelayanan tergabung dalam pengoperasian fasilitas sedang biaya tunggu menyatakan biaya menunggu bagi pelanggan. Menambah atau meningkatkan pelayanan berarti mengurangi waktu tunggu pelanggan. Optimasi tingkat pelayanan dengan meminimalkan total biaya yang terjadi antara biaya pelayanan dan biaya tunggu akibat pelayanan yang terbatas dengan formula (Nam-Kyu Park dkk, 2009). :

$$Z = C_q + C_w \quad (2.7)$$

Dimana :

Z : Biaya total

C_q : biaya pelayanan

C_w : biaya tunggu muatan

2.6. Teori Antrian

Sejarah Teori Antrian

Antrian yang sangat panjang dan terlalu lama untuk memperoleh giliran pelayanan sangatlah menjengkelkan. Rata – rata lamanya waktu menunggu (waiting time) sangat tergantung kepada rata – rata tingkat



kecepatan pelayanan (rate of services). Teori tentang antrian ditemukan dan dikembangkan oleh A. K. Erlang, seorang insinyur dari Denmark yang bekerja pada perusahaan telepon di Kopenhagen pada tahun 1910. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan automatic dialing equipment, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Dalam waktu – waktu yang sibuk operator sangat kewalahan untuk melayani para penelepon secepatnya, sehingga para penelepon harus antri menunggu giliran, mungkin cukup lama. Persoalan aslinya Erlang hanya memperlakukan perhitungan keterlambatan (delay) dari seorang operator, kemudian pada tahun 1917 penelitian dilanjutkan untuk menghitung kesibukan beberapa operator. Dalam periode ini Erlang menerbitkan bukunya yang terkenal berjudul *Solution of some problems in the theory of probabilities of significance in Automatic Telephone Exchange*. Baru setelah perang dunia kedua, hasil penelitian Erlang diperluas penggunaannya antara lain dalam teori antrian (Supranto, 1987).

2. Pengertian Antrian

Menurut Suagian (1987), antrian ialah suatu garis tunggu dari nasabah (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Pada umumnya, sistem antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda-beda dimana teori antrian dan simulasi sering diterapkan secara luas. Klasifikasi menurut Hil Ier dan Lieberman adalah sebagai berikut :

- a. Sistem pelayanan komersial,
- b. Sistem pelayanan bisnis – industry,
- c. Sistem pelayanan transportasi,
- d. Sistem pelayanan social.

Kejadian garis tunggu disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas pelayanan, sehingga nasabah yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan oleh kesibukan pelayanan. Sistem antrian terdiri atas antrian yang memuat langganan dan fasilitas yang memuat pelayan (Taha, 1987 dan Jinca, 2011).

3. Komponen Antrian

Komponen dasar proses antrian adalah (Mukminin, 2017) :

a. Kedatangan

Setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain – lain. Unsur ini sering dinamakan proses input. Proses input meliputi sumber kedatangan atau biasa dinamakan calling population, dan cara terjadinya kedatangan yang umumnya merupakan variable acak.



Menurut Levin, dkk (2002), variabel acak adalah suatu variabel yang nilainya bisa berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. Variabel acak dapat berupa diskrit atau kontinu. Bila variabel acak hanya dimungkinkan memiliki beberapa nilai saja, maka ia merupakan variabel acak diskrit. Sebaliknya bila nilainya dimungkinkan bervariasi pada rentang tertentu, ia dikenal sebagai variabel acak kontinu.

b. Pelayan

Pelayan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih pelayan, atau satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap – tiap fasilitas pelayanan kadang – kadang disebut sebagai saluran (channel) (Schroeder, 1997). Contohnya, jalan tol dapat memiliki beberapa pintu tol. Mekanisme pelayanan dapat hanya terdiri dari satu pelayan dalam satu fasilitas pelayanan yang ditemui pada loket seperti pada penjualan tiket di gedung bioskop.

c. Antri

Inti dari analisa antrian adalah antri itu sendiri. Timbulnya antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Jika tak ada antrian berarti terdapat pelayan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, 1991).

4. Model Antrian

Model antrian mempunyai bentuk yang sangat banyak variasinya, namun berdasar pengalaman dan penelitian dari banyak ahli tentang teori antrian maka mayoritas model antrian yang sering digunakan adalah (Mislih, 2012) :

a. Model antrian dengan kedatangan berdistribusi poisson dan waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, terdiri atas model :

- Pelayanan tunggal, sumber kedatangan dan antrian tidak terbatas;
- Pelayanan banyak, sumber kedatangan dan antrian tidak terbatas;
- Pelayanan tunggal, sumber kedatangan tidak terbatas dan antrian terbatas;
- Pelayanan banyak, sumber kedatangan tidak terbatas dan antrian terbatas;
- Pelayanan banyak, sumber kedatangan terbatas.

b. Model antrian dengan kedatangan berdistribusi poisson dan waktu pelayanan tidak berdistribusi eksponensial, terdiri atas :

- Model dengan waktu pelayanan konstan;
- Model dengan waktu pelayanan berdistribusi erlang;
- Model dengan waktu pelayanan berdistribusi tidak tentu.



Metode Regresi Dalam Pemodelan

Teknik-teknik peramalan yang menggunakan analisis regresi pada pokoknya sangat berbeda dengan teknik-teknik analisis model berkala (*times series*), yaitu pemulusan (*smoothing*) dan dekomposisi dalam hal konsep dan teori yang mendasarinya. Teknik regresi umumnya membahas pendekatan sebab-akibat (*causal*) atau yang bersifat menjelaskan (*explanatory*) untuk peramalan. Teknik-teknik ini mencoba memperkirakan keadaan dimasa yang akan datang dengan menemukan dan mengukur beberapa faktor bebas (*independent*) yang penting beserta pengaruh mereka terhadap variabel tidak bebas yang akan diramalkan.

Suatu ramalan akan dinyatakan sebagai fungsi dari sejumlah faktor yang menentukan hasil ramalan tersebut. Ramalan ini tidak harus bergantung pada waktu. Di samping itu, pengembangan suatu model sebab-akibat atau model eksplanatoris akan memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai keadaan dan memungkinkan percobaan-percobaan dengan menggunakan kombinasi berbagai input yang berlainan untuk meneliti pengaruhnya terhadap ramalan. Dengan cara ini model sebab-akibat dengan formulasi dasarnya dapat disesuaikan untuk intervensi, yaitu mempengaruhi masa depan melalui keputusan yang dibuat pada hari ini.

1. Koefisien Korelasi

Seringkali terjadi bahwa dua variable dikaitkan satu sama lain, walaupun mungkin tidak selalu benar bahwa suatu variable bergantung pada, atau disebabkan oleh perubahan nilai variable yang lain. Pada setiap kejadian, suatu hubungan dapat dinyatakan dengan perhitungan korelasi antara dua variabel. Koefisien korelasi r adalah suatu ukuran asosiasi (linear) relative antara dua variabel. Ia dapat bervariasi dari 0 (yang menunjukkan tidak ada korelasi) hingga ± 1 (yang menunjukkan korelasi sempurna). Jika korelasi lebih besar dari 0, dua variabel dikatakan berkorelasi positif dan jika kurang dari 0 dikatakan berkorelasi negatif.

Rumusan umum untuk menghitung koefisien korelasi adalah sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (2.8)$$

Dimana X dan Y adalah dua variabel.

2. Pertimbangan-Pertimbangan Perhitungan Regresi

a. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) akan selalu positif dan pengertiannya secara intuitif dapat dinyatakan sebagai berikut : R^2 menyatakan proporsi varians pada Y yang dapat diterangkan oleh X. Variabel bebas Y mempunyai sejumlah variabilitas tertentu, yang didefinisikan sebagai variannya. Nilai-nilai taksiran $\hat{Y}$ juga



mempunyai sejumlah varians tertentu. Secara umum R^2 dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - Y)^2}{\sum(Y_i - Y)^2} \text{ atau } R^2 = \frac{\text{Data Aktual}}{\text{Permodelan}} \quad (2.9)$$

b. Mean Square Error (MSE)

Tujuan utama optimasi statistic adalah untuk memilih agar MSE minimum. Hal ini merupakan ukuran yang menunjukkan pencocokan (*fitting*) suatu model dengan data historis. Rumusan umum MSE adalah :

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{e_i^2}{n} \quad (2.10)$$

Dimana : $e_i = X_i - F_i$

X_i = data aktual untuk periode i

F_i = Ramalan (atau kecocokan/*fitted value*) untuk periode yang sama

