



**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**MODEL ALOKASI LAPANGAN PENUMPUKAN PETI KEMAS  
EKSPOR PADA SUATU PELABUHAN: STUDI KASUS  
TERMINAL PETI KEMAS BANJARMASIN**

Dwi Wahyu Baskara  
N.R.P. 0441144000035

Dosen Pembimbing  
Dr.-Ing. Setyo Nugroho  
Achmad Mustakim , S.T., M.T., MBA

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018



---

**TUGAS AKHIR – MS 141501**

**MODEL ALOKASI LAPANGAN PENUMPUKAN  
PETI KEMAS EKSPOR PADA SUATU  
PELABUHAN: STUDI KASUS TERMINAL PETI  
KEMAS BANJARMASIN**

Dwi Wahyu Baskara  
N.R.P. 04411440000035

Dosen Pembimbing  
Dr.-Ing. Setyo Nugroho  
Achmad Mustakim , S.T., M.T., MBA.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018



**FINAL PROJECT – MS 141501**

**OPTIMIZATION APPROACH OF YARD  
ALLOCATION FOR EXPORT CONTAINER AT  
PORT : CASE STUDY OF BANJARMASIN  
CONTAINER TERMINAL**

Dwi Wahyu Baskara  
N.R.P. 04411440000035

Supervisor  
Dr.-Ing. Setyo Nugroho  
Achmad Mustakim , S.T., M.T., MBA.

DEPARTEMEN OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2018

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**MODEL ALOKASI LAPANGAN PENUMPUKAN**  
**PETIKEMAS EKSPOR PADA SUATU**  
**PELABUHAN: STUDI KASUS TERMINAL PETI**  
**KEMAS BANJARMASIN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DWI WAHYU BASKARA**

NRP. 0441144 000 035

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Dr. -Ing Setyo Nugroho

NIP. 19651020 199601 1 001

  
Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

NIP. 19880605 201504 1 003

SURABAYA, JULI 2018

## LEMBAR REVISI

# MODEL ALOKASI LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS EKSPOR PADA SUATU PELABUHAN STUDI KASUS: TERMINAL PETI KEMAS BANJARMASIN

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 18 Juli 2018

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DWI WAHYU BASKARA**

N.R.P. 04411440000035

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D
2. Irwan Tri Yunianto , S.T., M.T.
3. Hasan Iqbal Nur, S.T.,M.T.
4. Eka Wahyu Ardhi, S.T.,M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ing. Setyo Nugroho
2. Achmad Mustakim S.T.,M.T.,MBA

SURABAYA, JULI 2018

**MODEL ALOKASI LAPANGAN PENUMPUKAN PETIKEMAS EKSPOR  
PADA SUATU PELABUHAN:  
STUDI KASUS TERMINAL PETI KEMAS BANJARMASIN**

Nama Mahasiswa : Dwi Wahyu Baskara  
NRP : 04411440000035  
Departemen / Fakultas : Teknik transportasi Laut / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Dr. -Ing. Setyo Nugroho  
Achmad Mustakim, S.T., M.T

**ABSTRAK**

Permasalahan alokasi lapangan penumpukan peti kemas merupakan salah satu permasalahan dalam perencanaan operasional terminal, dimana perencanaan alokasi penumpukan peti kemas memiliki pengaruh yang besar untuk meminimalkan waktu sandar kapal. Permasalahan ini terjadi di pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin. Dalam upaya penyelesaian permasalahan tersebut, diusulkan evaluasi dalam perencanaan alokasi lapangan penumpukan peti kemas ekspor menggunakan model alokasi lapangan penumpukan yang bertujuan mengurangi jarak tempuh truk dalam kegiatan muat dan menyeimbangkan jumlah pada setiap blok. Dengan adanya hasil optimasi tersebut maka dilakukan simulasi untuk mengetahui waktu muat kapal. Hasil optimasi menunjukkan bahwa pada Bulan Februari 2018, jarak tempuh truk dapat berkurang hingga 4% (539 Km dari 13.941 Km), Total selisih peti kemas suatu kapal pada blok sebesar 74% (4.863 box dari 6.546 box), selisih peti kemas pada seluruh blok sebesar 55% (2.452 box dari 4.446 box), waktu kegiatan muat sebesar 13% (4.749 menit dari 36.129 menit), dan dari hasil optimasi tersebut didapatkan penghematan biaya bahan bakar keseluruhan (truk, RTG, dan CC) sebesar 16% (Rp 236.723.498 dari Rp 1.508.369.508)

*Kata kunci: Evaluasi, Perencanaan Alokasi Peti Kemas, Optimasi, Simulasi.*

**OPTIMIZATION APPROACH OF YARD ALLOCATION FOR EXPORT  
CONTAINER AT PORT :  
CASE STUDY OF BANJARMASIN CONTAINER TERMINAL**

Author : Dwi Wahyu Baskara  
ID No. : 04411440000035  
DEPT / Faculty : Marine Transportation / Marine Technology  
Supervisors : Dr. -Ing. Setyo Nugroho  
Achmad Mustakim, S.T., M.T.

**ABSTRACT**

The problem of yard allocation is one of the problems in the terminal operational planning, where the allocation of container cargo is the most important part to minimize the berth time. This problem occurs at Banjarmasin Container Terminal. To solve the problem, it is proposed an evaluation in the allocation container storage of export container using optimization approach of yard allocation to reduce truck mileage in the activities used and to balance the number on each block. The optimization results show that in February 2018, the truck's distance could be reduced to 4% (539 Km from 13,941 Km), the number of container gap in the block by 74% (4,863 boxes from 6,546 boxes), the difference of the container up to the entire block of 55 % (2,452 boxes from 4,446 boxes), the activity time placed by 13% (4,749 minutes from 36,129 minutes), and the optimization results obtained total fuel cost (truck, RTG, and CC) of 16% (Rp 236.723.498 from Rp 1,508,369,508).

*Keywords: Evaluation, Yard Allocation Problem, Optimization*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala karunia yang diberikan tugas akhir penulis yang berjudul **“Model Alokasi Lapangan Penumpukan Petikemas Ekspor di Pelabuhan: Studi Kasus Terminal Peti Kemas Banjarmasin”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. -Ing. Setyo Nugroho dan Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis, yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga, terimakasih atas dukungan dan do'a yang selalu mengalir tiada henti.
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Transportasi Laut yang telah banyak memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.
3. Seluruh dosen Departemen Teknik Transportasi Laut yang telah memberikan ilmu bagi penulis selama masa perkuliahan.
4. Teman-teman Seatrans 2014 (P54 T12) yang senantiasa berjuang bersama dan memberikan dukungan dan doa selama masa perkuliahan.
5. Mahasiswa Departemen Teknik Transportasi Laut baik senior maupun junior yang telah memberikan warna selama masa perkuliahan.
6. Serta pihak Pelindo III Cabang Banjarmasin khususnya Terminal Peti kemas Banjarmasin atas kerjasama dan keterbukaan dalam memberikan ilmu dan arahan terkait Tugas Akhir penulis.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR REVISI .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Manfaat .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	3
1.6. Hipotesis Awal .....	3
1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1. Pelabuhan .....	7
2.2. Peran dan Fungsi Pelabuhan .....	7
2.3. Penyelenggaraan Pelabuhan .....	7
2.3.1. Pelabuhan Umum .....	8
2.3.2. Pelabuhan Khusus .....	8
2.4. Terminal Peti Kemas .....	8
2.4.1. Fasilitas pada Terminal Peti Kemas .....	10
2.4.2. Penanganan Peti kemas .....	11

2.4.3.	Sistem Penanganan Peti Kemas di Lapangan Penumpukan .....	12
2.4.4.	Alat Bongkar Muat Peti Kemas .....	14
2.4.5.	Kinerja Peralatan Penangan Peti Kemas .....	19
2.5.	Indikator Pelayanan Pelabuhan .....	20
2.6.	Indikator Kinerja Pelabuhan.....	22
2.7.	<i>Yard Allocation Problem</i> .....	24
2.8.	Teori Optimasi.....	25
2.9.	Simulasi .....	27
2.9.1.	Verifikasi dan Validasi Model .....	28
2.10.	Penelitian Terkait .....	29
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>31</b>
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	31
3.1.1.	Tahap Identifikasi Permasalahan .....	32
3.1.2.	Tahap Studi Literatur .....	32
3.1.3.	Tahap Rumusan Masalah dan Tujuan .....	32
3.1.4.	Tahap Analisis Kondisi Saat Ini.....	32
3.1.5.	Tahap Analisis Data Awal .....	33
3.1.6.	Optimasi .....	33
3.1.7.	Analisis Data Optimasi .....	33
3.1.8.	Kesimpulan dan Saran.....	33
3.2.	Model Matematis Optimasi .....	33
3.2.1.	Sets .....	33
3.2.2.	Parameter.....	34
3.2.3.	Variabel Keputusan.....	34
3.2.4.	Fungsi Tujuan .....	34
3.2.5.	Batasan .....	35
<b>BAB 4. GAMBARAN UMUM.....</b>		<b>37</b>

4.1.	Gambaran Umum Penelitian .....	37
4.2.	Tinjauan Objek Penelitian .....	37
4.3.	Fasilitas Terminal Peti Kemas Banjarmasin .....	38
4.3.1.	Fasilitas Perairan dan Dermaga.....	38
4.3.2.	Peralatan Bongkar Muat Dermaga.....	39
4.3.3.	Peralatan Bongkar Muat Lapangan Penumpukan .....	40
4.3.4.	Kapasitas Lapangan Penumpukan.....	43
4.3.5.	Jarak Lapangan Penumpukan Terhadap Dermaga.....	45
4.3.6.	Kondisi Alokasi Peti Kemas Ekspor Saat ini.....	47
4.4.	Jumlah Kapal dan Muatan Terlayani.....	48
4.4.1.	Jumlah Kunjungan Kapal.....	48
4.5.	Kegiatan Bongkar Muat .....	49
4.5.1.	Arus Muatan Peti Kemas .....	49
4.5.2.	Kecepatan Bongkar Muat Terminal Peti Kemas Banjarmasin .....	51
4.5.3.	Waktu Bongkar Muat Terminal Peti Kemas Banjarmasin.....	53
4.6.	Utilitas Fasilitas Pelabuhan .....	53
4.6.1.	<i>Berth Occupancy Ratio</i> .....	53
4.6.2.	<i>Yard Ocuupancy Ratio</i> .....	54
BAB 5.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	57
5.1.	Gambaran Optimasi Alokasi Penumpukan Peti Kemas Ekspor.....	58
5.2.	Penentuan Evaluasi Alokasi Penumpukan Peti Kemas Ekspor.....	59
5.3.	Evaluasi Penentuan Alokasi Penumpukan Peti Kemas Ekspor.....	61
5.3.1.	Evaluasi Penentuan Alokasi Peti Kemas Bulan Februari 2018 .....	62
5.4.	Hasil Optimasi .....	65
5.4.1.	Jarak Tempuh Truk dalam Kegiatan Muat.....	65
5.4.2.	Selisih Peti Kemas Pada Blok Penumpukan Dalam Satu Periode .....	68
5.4.3.	Selisih Peti Kemas Suatu Kapal Pada Blok Penumpukan .....	69

5.5.	Simulasi Kegiatan Muat .....	72
5.5.1.	Data Awal Model Simulasi .....	72
5.5.2.	Pembuatan Model Simulasi.....	74
5.5.3.	Verifikasi Model .....	78
5.5.4.	Validasi .....	79
5.5.5.	Hasil Simulasi .....	81
5.5.6.	Analisis Sensitivitas .....	83
5.6.	Rangkuman Hasil Perencanaan Alokasi Lapangan Penumpukan .....	86
5.6.1.	Waktu Pada Kegiatan Muat .....	87
5.6.2.	Biaya .....	88
BAB 6.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	91
6.1.	Kesimpulan.....	91
6.2.	Saran .....	92
DAFTAR PUSTAKA	.....	93
LAMPIRAN	.....	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Arus Peti Kemas Terminal Peti Kemas Banjarmasin .....	1
Gambar 2-1 Lalu-lintas Peti Kemas di Indonesia .....	9
Gambar 2-2 Quay Container Crane.....	14
Gambar 2-3 Container Spreader.....	15
Gambar 2-4 Straddle Carrier .....	15
Gambar 2-5 Rubber Tyred Gantry .....	16
Gambar 2-6 Container Side Loader .....	17
Gambar 2-7 Container Fork Lift .....	17
Gambar 2-8 Mobile Crane .....	18
Gambar 2-9 Reach Stacker.....	19
Gambar 2-10 Indikator Waktu Pelabuhan.....	20
Gambar 2-11 Contoh Alokasi Peti Kemas Pada Pelabuhan.....	24
Gambar 2-12 Jenis Optimasi .....	26
Gambar 2-13 Relasi Verifikasi, Validasi, dan Pembentukan Model .....	29
Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 4-1 Lokasi Pelabuhan Trisakti.....	37
Gambar 4-2 Terminal Peti Kemas Banjarmasin .....	38
Gambar 4-3 Pembagian Dermaga TPKS .....	39
Gambar 4-4 Container Crane TPKB .....	39
Gambar 4-5 Kegiatan haulage.....	40
Gambar 4-6 RTG pada lapangan penumpukan TPKB.....	41
Gambar 4-7 Forklift pada lapangan penumpukan TPKB .....	42
Gambar 4-8 Side loader pada lapangan penumpukan TKPB.....	42
Gambar 4-9 Reach stacker pada lapangan penumpukan TPKB .....	43
Gambar 4-10 Lapangan penumpukan peti kemas di TPKB.....	45
Gambar 4-11 Layout lapangan penumpukan TPKB .....	45
Gambar 4-12 Prosedur Open Stack.....	47
Gambar 4-13 Grafik jumlah kedatangan kapal .....	49
Gambar 4-14 Throughput TPKB .....	50
Gambar 4-15 Muatan bongkar dan muat .....	50
Gambar 4-16 Perbandingan peti kemas berdasarkan ukuran.....	51

Gambar 4-17 Produktivitas box/crane/hour .....	51
Gambar 4-18 Produktivitas box/ship/hour .....	52
Gambar 4-19 Pengaruh B/C/H terhadap B/S/H dan TRT .....	52
Gambar 4-20 Penggunaan waktu sandar .....	53
Gambar 4-21 Utilitas penggunaan dermaga TPKB .....	54
Gambar 4-22 Utilitas Lapangan Penumpukan .....	55
Gambar 4-23 Utilitas Lapangan Penumpukan Muat Februari 2018 .....	55
Gambar 5-1 Model Matematis LINGO (Sets, Parameter, Variabel Keputusan) .....	60
Gambar 5-2 Model Matematis dalam LINGO (Objective Function).....	61
Gambar 5-3 Model Matematis dalam LINGO (Constraint).....	61
Gambar 5-4 Jumlah Kapal Sandar Harian .....	62
Gambar 5-5 Peti Kemas Ekspor Bulan Februari 2018.....	63
Gambar 5-6 Grafik Jarak Tempuh Truk dalam Kegiatan muat .....	67
Gambar 5-7 Selisih Jumlah Peti Kemas di Blok Penumpukan Dalam Satu Periode .	69
Gambar 5-8 Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok.....	72
Gambar 5-9 Diagram Kegiatan Muat Peti Kemas .....	74
Gambar 5-10 Pengerjaan Model di Arena .....	76
Gambar 5-11 Pengerjaan simulasi pada lapangan penumpukan.....	76
Gambar 5-12 Pengerjaan simulasi pada transportasi (truk) .....	77
Gambar 5-13 Pengerjaan simulasi pada kegiatan muat ke kapal .....	78
Gambar 5-14 Error Check dalam ARENA .....	79
Gambar 5-15 Grafik keseluruhan lama waktu kegiatan muat.....	83
Gambar 5-16 Grafik sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap waktu muat.....	84
Gambar 5-17 Grafik sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap produktivitas pelabuhan dalam kegiatan muat (B/C/H).....	85
Gambar 5-18 Grafik sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap rata-rata waktu antrian truk pada CC.....	86
Gambar 5-19 Grafik perbandingan realisasi & optimasi .....	87

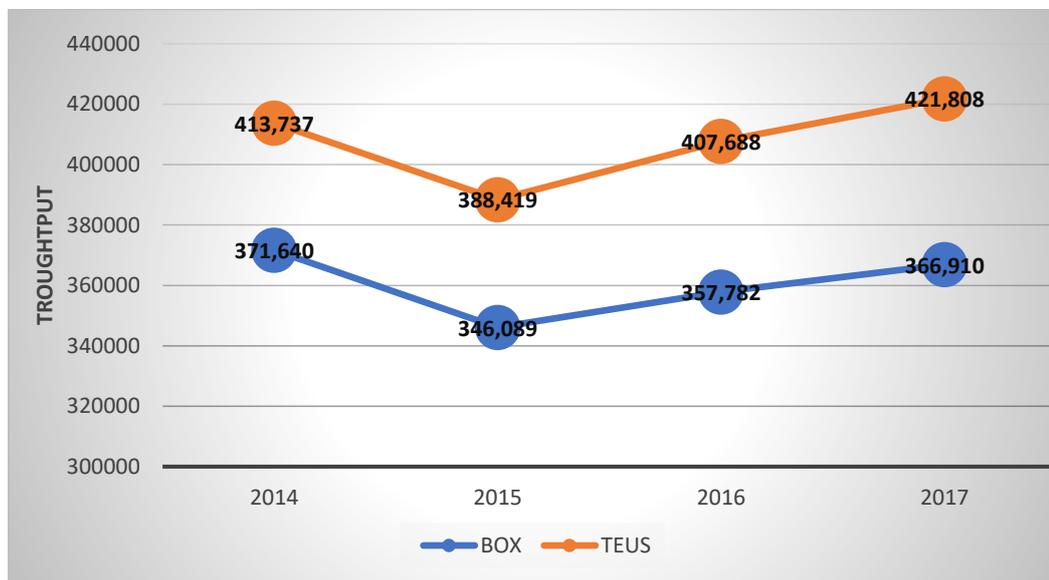
## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Hasil Jurnal “An Investigation Into Yard Allocation For Outbound Containers”.....	30
Tabel 4-1 Peralatan penanganan peti kemas di TPKB.....	41
Tabel 4-2 Kapasitas lapangan penumpukan bongkar TPKB .....	44
Tabel 4-3 Kapasitas lapangan penumpukan muat di TPKB .....	44
Tabel 4-4 Jarak lapangan penumpukan ke tambatan .....	46
Tabel 4-5 Jarak tambatan ke lapangan penumpukan .....	46
Tabel 4-6 Contoh perencanaan alokasi lapangan penumpukan oleh TPKB .....	48
Tabel 5-1 Kedatangan Kapal Tanggal 28-31 Januari 2018.....	64
Tabel 5-2 Contoh alokasi hasil optimasi.....	64
Tabel 5-3 Perbandingan Total Jarak Tempuh Truk .....	65
Tabel 5-4 Selisih Jumlah Peti Kemas di Blok Penumpukan Dalam Satu Periode.....	68
Tabel 5-5 Perbandingan Selisih Jumlah Peti Kemas Pada Setiap Kapal .....	70
Tabel 5-6 Jarak lapangan penumpukan-dermaga.....	73
Tabel 5-7 Jarak dermaga-lapangan penumpukan.....	73
Tabel 5-8 Produktivitas alat penanganan peti kemas.....	74
Tabel 5-9 Model konseptual kegiatan muat .....	75
Tabel 5-10 Validasi Model.....	80
Tabel 5-11 Hasil Simulasi ARENA .....	81
Tabel 5-12 Persentasi perbandingan hasil optimasi dibandingkan realisasi .....	87
Tabel 5-13 Biaya bahan bakar peralatan pelabuhan .....	89

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pelabuhan Banjarmasin menurut Rancangan Perpres Rencana Tata Ruang (RTR) Pulau Kalimantan, diarahkan untuk menjadi pusat pertumbuhan wilayah nasional yang berorientasi pada upaya untuk mendorong perkembangan sektor perkebunan, kehutanan, pertambangan dan agroindustri serta industri pengolahan. Dalam tiga tahun terakhir ini, arus peti kemas yang pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKB) tercatat meningkat pada setiap tahunnya.



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia 3

Gambar 1-1 Arus Peti Kemas Terminal Peti Kemas Banjarmasin

Terminal peti kemas merupakan hal terpenting dalam transportasi peti kemas, terminal peti kemas memiliki pengaruh yang besar dalam efisiensi operasional transportasi peti kemas baik kegiatan bongkar, penumpukan (*stacking*), dan muat. Lapangan penumpukan peti kemas terdiri dari beberapa blok. Setiap blok berisi sejumlah *row* dan *bay*, sedangkan setiap *row* dan *bay* terdapat *tier* (tumpukan).

Naiknya arus peti kemas tentunya menjadi suatu masalah jika pelabuhan tersebut belum siap dalam menangani peningkatan petikemas tersebut. Salah satu yang menjadi tolak ukur kinerja pelabuhan adalah waktu yang dihabiskan oleh kapal ketika berlabuh di dermaga karena hal ini merupakan persaingan utama dalam hal daya saing

pelabuhan. Lamanya waktu yang dihabiskan kapal untuk berlabuh di dermaga sebagian besar dihabiskan oleh kegiatan bongkar muat.

Operasi di Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKB) terbagi menjadi empat, yaitu penjadwalan dan alokasi sandar kapal, penjadwalan dan alokasi *container crane* (CC), pemindahan peti kemas dari lapangan penumpukan menuju kapal dan sebaliknya, serta penumpukan peti kemas dan penggunaan RTG di lapangan penumpukan. Dalam operasi tersebut penentuan lokasi peti kemas di lapangan penumpukan memegang peranan yang paling penting bagi keseluruhan kinerja operasi terminal peti kemas.

Penentuan lokasi peti kemas pada lapangan penumpukan menjadi penting dikarenakan alokasi ini berhubungan dengan semua kegiatan pada terminal peti kemas. Pada dasarnya yang menjadi acuan adalah jadwal sandar kapal dan jumlah muatan yang akan di muat. Dari jadwal tersebut sebenarnya sudah dapat diketahui blok mana yang paling dekat dengan lokasi kapal sandar, namun pada kenyataannya tidak semua petikemas dapat diletakkan dekat dengan kapal yang akan dimuat dikarenakan oleh keterbatasan lapangan penumpukan.

Selain jarak, penentuan lokasi petikemas juga mempertimbangkan beban kerja CC dan RTG. Hal ini dikarenakan CC dan RTG memiliki kemampuan kerja yang disebut produktifitas (box/jam). Dengan adanya batasan tersebut maka penentuan lokasi petikemas tidak hanya mempertimbangkan jarak dari dermaga ke CY tapi juga mempertimbangkan beban kerja dari setiap alat tersebut. Dengan menyeimbangkan beban kerja pada setiap blok lapangan penumpukan maka akan berpengaruh terhadap antrian truk pada saat kegiatan *haulage*.

Penentuan lokasi petikemas yang tepat dan menyeimbangkan beban kerja blok peti kemas dapat mempengaruhi biaya *haulage* dan waktu sandar kapal. Oleh karena itu, alokasi lapangan penumpukan untuk peti kemas ekspor menjadi penting. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan model alokasi petikemas dan diharapkan dari adanya model ini pengelolaan lapangan penumpukan petikemas dapat lebih optimal

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk model matematis yang akan digunakan untuk evaluasi alokasi penumpukan peti kemas ekspor?

2. Apa faktor yang mempengaruhi kegiatan bongkar/muat petikemas?
3. Bagaimana evaluasi perencanaan alokasi penumpukan petikemas ekspor Terminal Peti Kemas Banjarmasin?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Membuat dan menganalisa model matematis yang digunakan dalam optimasi untuk evaluasi alokasi lapangan penumpukan.
2. Menganalisis dan mengetahui faktor yang mempengaruhi perencanaan alokasi penumpukan peti kemas.
3. Menganalisis evaluasi perencanaan alokasi penumpukan peti kemas ekspor pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin.

### **1.4. Manfaat**

Manfaat yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagi penulis mengetahui perencanaan alokasi penumpukan peti kemas.
2. Bagi pembaca dan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian tentang alokasi penumpukan peti kemas (*yard allocation*).
3. Bagi perusahaan dapat menjadi masukan atau diterapkan dengan tujuan sebagai perencanaan alokasi penumpukan peti kemas ekspor.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Adapun pelabuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKS).
2. Tempat sandar kapal dan jadwal sandar kapal sudah diketahui dan tidak ada keterlamabatan kedatangan kapal.
3. Jumlah *quay crane* yang di gunakan sudah ditentukan untuk setiap kapal.
4. Jarak yang di hitung dimulai dari lokasi penumpukan peti kemas hingga tempat kapal berlabuh.

### **1.6. Hipotesis Awal**

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk dapat mengevaluasi perencanaan lokasi penumpukan peti kemas ekspor yang dirasa kurang optimal sehingga muncul beberapa masalah seperti antrean truk dan juga menurunnya

produktivitas pelabuhan. Dugaan awal penulis dengan mengevaluasi perencanaan lokasi penumpukan peti kemas ekspor menggunakan model matematis dapat menunjukkan hasil yang optimum dengan jarak tempuh truk yang lebih kecil dan jumlah peti kemas yang merata pada setiap blok penumpukan.

## **1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisikan konsep penyusunan tugas akhir yang meliputi latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh jika penelitian berhasil dilakukan, batasan masalah penelitian yang meliputi batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian dan penggunaan asumsi yang diperlukan, dugaan awal penelitian serta penyertaan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar yang kuat untuk mendukung penelitian ini. Selain itu, pembahasan teori tersebut bertujuan sebagai sarana untuk mempermudah pembaca dalam memahami konsep yang digunakan dalam penelitian. Teori-teori yang digunakan pada penelitian tugas akhir bersumber dari berbagai literatur, penelitian sebelumnya, jurnal, dan artikel. Selain itu, dipaparkan pula tentang metode atau pendekatan yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain konsep optimasi, dan penetapan alokasi sandar kapal.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas akhir yang mencerminkan kerangka berpikir yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai.

### BAB IV GAMBARAN UMUM

Berisikan penjelasan mengenai lokasi dan kondisi objek pengamatan secara umum, selain itu beberapa data yang telah diperoleh selama masa survey dan telah diolah akan dijelaskan di dalam bab ini.

### BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang tahap pengembangan model, analisa skenario yang dilakukan sehingga memperoleh layout pelabuhan curah kering yang paling optimum.

### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat di dalam tugas akhir ini.

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Pelabuhan**

Pelabuhan merupakan suatu daerah perairan yang terlindung dari gelombang dan digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal maupun kendaraan air lainnya yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan penumpang, barang maupun hewan, reparasi, pengisian bahan bakar dan lain sebagainya yang dilengkapi dengan dermaga tempat menambatkan kapal, kran-kran untuk bongkar muat barang, Gudang transito, serta tempat penyimpanan barang dalam waktu yang lebih lama, sementara menunggu penyaluran ke daerah tujuan atau pengapalan selanjutnya.

### **2.2. Peran dan Fungsi Pelabuhan**

Pengertian pelabuhan tersebut mencerminkan fungsi – fungsi pelabuhan, diantaranya :

1. *Interface* : bahwa pelabuhan merupakan tempat dua moda/sistem transportasi, yaitu transportasi laut dan transportasi darat. Dengan demikian pelabuhan harus menyediakan berbagai fasilitas dan pelayanan jasa yang dibutuhkan untuk perpindahan barang dari kapal ke angkutan darat, atau sebaliknya.
2. *Link* (mata rantai) : bahwa pelabuhan merupakan mata rantai dan sistem transportasi. Sebagai mata rantai, pelabuhan baik dilihat dari kinerjanya maupun dari segi biayanya, akan sangat mempengaruhi kegiatan transportasi keseluruhan
3. *Gateway* (pintu gerbang) : bahwa pelabuhan berfungsi sebagai pintu masuk atau pintu keluar darang dari negara atau daerah tersebut. Dalam hal ini pelabuhan memegang peranan penting bagi perekonomian negara atau suatu daerah.
4. *Industryentity* (entitas industri) : bahwa perkembangan industri yang berorientasi pada ekspor dari suatu negara, maka fungsi pelabuhan semakin penting bagi industri tersebut. (Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmojo, 2009)

### **2.3. Penyelenggaraan Pelabuhan**

Berdasarkan dari jenis pelayanan serta penyelenggaranya terdapat 2 (dua) jenis pelabuhan, yaitu:

### 2.3.1. Pelabuhan Umum

Pelabuhan umum adalah pelabuhan yang di selenggarakan untuk kepentingan masyarakat umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilaksanakan oleh pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha milik negara (BUMN) dengan tujuan untuk keperluan umum. Di Indonesia penyelenggara pelabuhan diserahkan kepada BUMN yaitu PT. Pelabuhan Indonesia 1, PT. Pelabuhan Indonesia 2, PT. Pelabuhan Indonesia 3, dan PT. Pelabuhan Indonesia 4.

### 2.3.2. Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang dikelola untuk kepentingan sendiri atau kalangan tertentu guna menunjang kegiatan khusus. Pengelolaan pelabuhan khusus bisa pemerintah, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten/kota atau Badan Usaha Indonesia yang memiliki Izin untuk mengelola pelabuhan khusus.

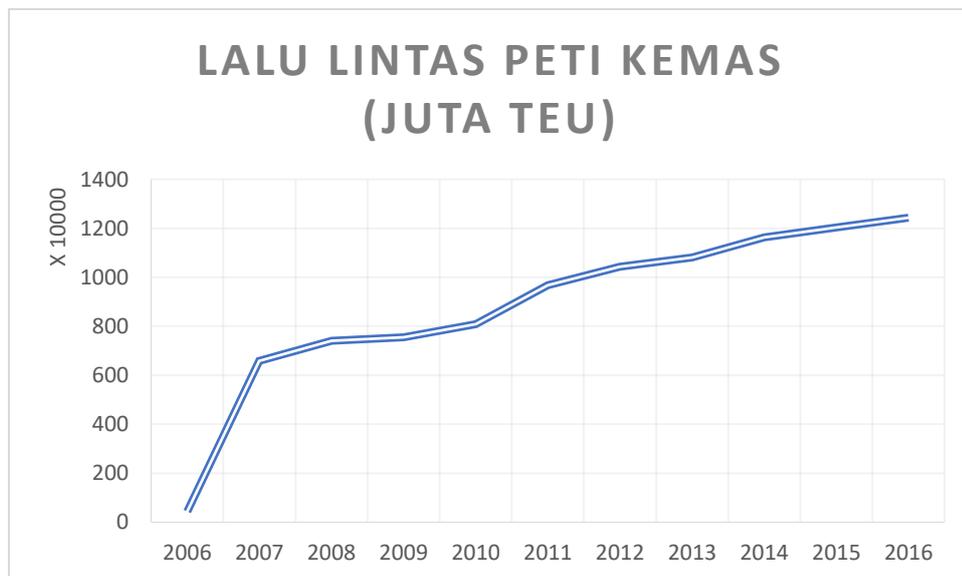
## 2.4. Terminal Peti Kemas

Pada pelabuhan barang, muatan yang diangkut oleh kapal niaga yang berlabuh dapat dibedakan menjadi barang umum (general cargo), barang curah (bulk cargo), dan peti kemas (container). Terminal merupakan tempat untuk pemindahan muatan di antara sistem pengangkutan yang berbeda yaitu dari angkutan darat ke angkutan laut dan sebaliknya. Masing-masing terminal mempunyai bentuk dan fasilitas berbeda. Terminal barang umum (general cargo terminal) harus mempunyai perlengkapan bongkar muat berbagai bentuk barang yang berbeda. Terminal barang curah biasanya direncanakan untuk satu guna; dan mempunyai peralatan bongkar muat untuk muatan curah dan demikian juga dengan peti kemas.

Terminal petikemas adalah terminal dimana dilakukan kegiatan pengumpulan peti kemas dari hinterland ataupun dari pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke pelabuhan tujuan ataupun terminal petikemas yang lebih besar lagi. Ada beberapa jenis petikemas yang tergantung pada tipe muatan yang diangkut. Dry cargo container digunakan untuk mengangkut barang yang umumnya dan tidak memerlukan perlakuan khusus. Reefer container digunakan untuk mengangkut barang yang dikapalkan dalam keadaan dingin atau beku seperti daging/ikan segar, dan lain sebagainya. Reefer container juga memerlukan aliran listrik selama berada di truck, yard, kereta maupun kapal. Sedangkan untuk mengangkut muatan curah biasanya menggunakan bulk container untuk mengangkut grain dan ore.

Pengiriman barang menggunakan petikemas dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu Full container load (FCL) dan less than container load (LCL). Dimana container FCL adalah muatan di dalam peti kemas milik satu orang sedangkan untuk container LCL muatan dalam satu petikemas milik lebih dari satu orang.

Terminal petikemas pertama di Indonesia terletak di Pelabuhan III Timur Tanjung Priok, Jakarta. Dengan semakin populernya *containerization* secara global sangat mempermudah pergerakan barang karena ukuran dari peti kemas sendiri sudah distandarisasikan secara internasional sehingga mempermudah proses bongkar-muatnya. Berikut adalah data penggunaan peti kemas pada pelabuhan di Indonesia



Sumber: worldbank.org

Gambar 2-1 Lalu-lintas Peti Kemas di Indonesia

Pada grafik di atas dapat di lihat bahwa penggunaan peti kemas bertambah sangat pesat. Hal ini dikarenakan oleh kelebihan kelebihan yang ditawarkan peti kemas antara lain adalah

- Resiko kehilangan dan kerusakan barang sangat kecil.
- Bongkar muat lebih cepat.
- Dapat digunakan *door to door*.
- Biaya pengiriman lebih murah.
- Terdapat banyak tipe peti kemas yang dapat di gunakan sesuai muatan dalam peti kemas.

#### 2.4.1. Fasilitas pada Terminal Peti Kemas

Pelabuhan saat ini telah memiliki terminal khusus peti kemas. Hal ini dikarenakan oleh kebutuhan fasilitas yang berbeda. Berikut adalah fasilitas dalam terminal peti kemas.

##### 1. Dermaga

Dermaga pada terminal peti kemas pada umumnya berbentuk wharf, dermaga ini memiliki struktur yang menyatu dengan daratan hal ini dikarenakan oleh beberapa hal berikut

- a) Dermaga pada terminal peti kemas menerima beban yang berat dikarenakan oleh alat bongkar muat maupun peti kemas itu sendiri. Pemilihan wharf diakibatkan oleh karakteristik tanah, tanah pada pinggir pantai memiliki daya dukung yang lebih kuat dibandingkan di laut.
- b) Terminal peti kemas memerlukan halaman yang luas untuk menampung peti kemas dalam jumlah banyak. Ruangan di belakang dermaga berjenis wharf akan lebih luas dibandingkan dari dermaga tipe lain.

Namun pada beberapa kondisi tipe dermaga lain juga memungkinkan untuk digunakan seperti tipe jetty yang menjorok ke laut. Tipe jetty ini biasanya digunakan untuk mendapatkan kedalaman yang cukup untuk kapal berlabuh pada dermaga atau untuk olah gerak kapal.

##### 2. Apron

Apron pada terminal peti kemas memiliki lebar yang lebih dibandingkan dengan dermaga terminal lain. Hal ini dikarenakan oleh alat bongkar muat dan jalan truk. Lebar dari apron ini biasanya mencapai 20 m hingga 50 meter.

##### 3. Lapangan penumpukan

Lapangan penumpukan pada terminal peti kemas berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menumpuk peti kemas baik itu peti kemas ekspor, impor, berisi, atau kosong.

Lapangan penumpukan ini berada di daratan yang datar dan harus diberi perkerasan untuk menanggung beban dari tumpukan peti kemas dan fasilitas pendukung dalam terminal. Beban peti kemas akan bertumpu di sudut-sudut dasar peti kemas sehingga pada sudut itulah

yang harus diberikan kekuatan lebih. Lapangan penumpukan ini harus memiliki gang-gang baik memanjang maupun melintang untuk keperluan operasional pelabuhan.

#### 4. *Container freight station*

*Container freight station* adalah Gudang yang disediakan untuk barang-barang dari beberapa pengirim dalam satu peti kemas. Dalam terminal tujuan, peti kemas bermuatan *LCL* diangkut ke *CFS* untuk kemudian muatan itu dikeluarkan untuk diletakkan di gudang milik perusahaan pelayaran.

#### 5. Menara pengawas

Menara pengawas ini memiliki fungsi untuk mengawasi di semua tempat dan mengatur semua kegiatan dalam terminal peti kemas. Tempat ini dilengkapi oleh radio dan *cctv* yang menjangkau seluruh area terminal.

#### 6. Bengkel pemeliharaan

Banyaknya peralatan mekanik yang digunakan di terminal peti kemas mengharuskan setiap terminal peti kemas memiliki bengkel untuk melakukan perawatan dan perbaikan. Selain untuk perawatan peralatan, perawatan dan perbaikan peti kemas juga dapat dilakukan di bengkel ini.

#### 7. Fasilitas lain

Dalam sebuah terminal peti kemas juga diperlukan beberapa fasilitas pendukung seperti jalan masuk, bangunan untuk kantor, tempat parkir, tempat penumpukan peti kemas berpendingin, suplai bahan bakar, suplai air tawar, penerangan untuk malam hari, dan masih banyak fasilitas pendukung lainnya yang harus di sediakan oleh terminal peti kemas.

### 2.4.2. Penanganan Peti kemas

Penanganan bongkar muat peti kemas di terminal peti kemas memiliki dua macam cara yaitu *lift on/lift off (lo/lo)* dan *roll on/roll off (ro/ro)*. Kedua hal tersebut adalah cara kapal melakukan bongkar muat. Pada metode *lo/lo* bongkar muat dilakukan dengan cara mengangkat muatannya secara vertical menggunakan *crane* baik yang dimiliki oleh kapal atau yang dimiliki oleh pelabuhan pada dermaga. Pada

metode *ro/ro* kegiatan bongkar muat dilakukan secara horizontal dengan menggunakan truk/trailer.

Pada pelabuhan-pelabuhan di Indonesia penanganan di peti kemas menggunakan metode *lo/lo* dengan menggunakan peralatan *quay gantry crane* yang terpasang di dermaga pelabuhan. Peralatan ini berupa *crane* besar yang dipasang di atas rel yang memanjang sepanjang dermaga. Penggunaan *crane* ini mulai banyak digunakan untuk mempercepat kegiatan bongkar muat.

Penanganan peti kemas pada lapangan penumpukan juga memiliki beberapa sistem sebagai berikut

1. *Forklift truck, reach stacker, dan side loader* yang dapat mengangkat peti kemas dan menumpuk pada lapangan penumpukan mencapai enam tingkat.
2. *Straddle carrier* yang dapat menumpuk peti kemas setinggi dua tingkat atau tiga tingkat.
3. *Rubber tyre gantry (RTG)* atau *crane* yang berbentuk portal beroda karet atau rel yang dapat menumpuk peti kemas mencapai lima atau enam tingkat.

#### 2.4.3. Sistem Penanganan Peti Kemas di Lapangan Penumpukan

Pemindahan peti kemas dari kapal ke lapangan penumpukan atau sebaliknya dari lapangan penumpukan ke kapal dilakukan oleh berbagai peralatan. Tata letak terminal dan lapangan penumpukan tergantung pada peralatan apa yang digunakan. Hal ini diakrenakan setiap alat memiliki karakteristik dan kebutuhan lahan yang berbeda-beda.

Berdasarkan pada peralatan yang di gunakan di lapangan penumpukan maka dapat dibedakan menjadi empat tipe berikut ini.

##### 1. Sistem chasis

Pada sistem ini peti kemas diangkut menggunakan chasis dan diletakkan di lapangan penumpukan. Pada kegiatan bongkar, peti kemas akan diletakkan di lapangan penumpukan beserta chasisnya. Pada sistem ini memungkinkan peti kemas untuk diambil kapanpun dikarenakan peti kemas tidak di tumpuk. Sistem chasis ini sangat cocok untuk pengiriman *door to door*. Selain itu kemungkinan kerusakan peti

kemas juga dapat dihindari dikarenakan oleh jarangya kegiatan mengangkat dan menurunkan peti kemas. Kekurangan dari sistem ini adalah kebutuhan lapangan penumpukan yang sangat besar mengingat peti kemas tidak ditumpuk.

## 2. Sistem *forklift*

Pada sistem ini peti kemas pada lapangan penumpukan dimuat pada *head truck* seperti biasa namun dalam penanganan di lapangan penumpukan, dalam penataanya menggunakan *forklift*, *reach stacker* dan *side loader*. Alat alat tersebut dapat mengangkat peti kemas dengan muatan hingga pada tingkat dua hingga tiga, dan pada tingkat empat untuk peti kemas kosong. Pada sistem ini diperlukan gang yang cukup lebar untuk akomodasi peralatan tersebut, lapangan penumpukan untuk petikemas ukuran 40 kaki memerlukan gang selebar 18 meter dan untuk 20 kaki memerlukan lebar 12 meter. Sistem ini merupakan sistem yang paling ekonomis untuk pelabuhan kecil. Komposisi untuk satu *quay crane* biasanya akan dilayani oleh 3-5 truk dan 2 *reach stacker*.

## 3. Sistem *straddle carrier*

Penanganan bongkar pada sistem ini adalah dengan meletakkan peti kemas di apron dan nantinya peti kemas itu akan di angkut oleh *straddle carrier* dan dibawa ke lapangan penumpukan dan di tata langsung oleh *straddle carrier*. Kelebihan sistem ini adalah tingkat maksimum yang dapat di capai hingga tiga tingkat sehingga dapat mengurangi kebutuhan lapangan penumpukan. Komposisi untuk satu *quay crane* biasanya akan dilayani oleh 3-5 *straddle carrier*.

## 4. Sistem *rubber tyred gantry crane*

Pada sistem ini *quay crane* akan menurunkan peti kemas dari kapal dan di muat pada *head truck* yang bersiap di apron. *Head truck* selanjutnya akan mengangkat peti kemas ke lapangan penumpukan dan akan di bongkar oleh RTG yang tersedia pada setiap blok penumpukan. RTG memiliki jangkauan penumpukan sebesar lima hingga enam tumpukan dan 6 sampai 9 baris peti kemas. Dengan penggunaan RTG ini maka gang tidak memerlukan lebar yang besar sehingga lapangan

penumpukan lebih efektif. Komposisi untuk satu *quay crane* biasanya akan dilayani oleh 3-5 truk dan 2 *reach stacker*.

#### 2.4.4. Alat Bongkar Muat Peti Kemas

Peti kemas merupakan muatan yang sudah di atur standarnya mulai dari ukuran hingga kualitasnya. Pada terminal peti kemas berikut adalah alat bongkar muat yang biasa di gunakan dan sesuai dengan karakteristik peti kemas:

##### a) *Container Crane*



Sumber: [www.turbosquid.com](http://www.turbosquid.com)

Gambar 2-2 *Quay Container Crane*

Cara kerja *container crane* adalah sebagai berikut: pada saat *crane* tidak beroperasi, bagian portal (*boom*) yang menghadap laut akan diangkat agar tidak menghalangi gerak kapal ketika proses sandar ke dermaga atau keluar dari dermaga, jika hendak beroperasi, bagian *boom* akan diturunkan menjadi horizontal. Saat beroperasi membongkar peti kemas, setelah mengambil petikemas dari tumpukannya di kapal dan mengangkatnya pada ketinggian yang cukup, selanjutnya mesin *crane* di gondola membawanya sepanjang portal ke belakang ke arah lantai dermaga. Kecepatan kerja bongkar muat peti kemas dengan cara tersebut, dinamakan *hook cycle* berjalan cukup cepat yaitu kurang lebih 2 sampai 3 menit per box. Dengan demikian produktivitas *hook cycle* berkisar 20 sampai 25 box tiap jam.

*Hook Cycle* adalah waktu yang diperlukan dalam proses pekerjaan muat bongkar kapal yang dihitung sejak *spreader* disangkutkan pada peti kemas, diangkat untuk dipindahkan ke tempat

yang berlawanan di dermaga atau kapal. *Hook cycle* pada pengertian di atas dapat juga diartikan menjadi produktivitas bongkar muat peti kemas.

b) *Container Spreader*



Sumber: [www.nauticexpo.com](http://www.nauticexpo.com)

Gambar 2-3 *Container Spreader*

Alat bongkar muat petikemas ini berupa kerangka baja segi empat yang dilengkapi dengan pengunci (*Twist lock*) pada keempat sudutnya yang berguna untuk mengaitkan peti kemas. *Spreader* ini terdapat di beberapa alat bongkar muat dan digantung menggunakan kabel baja dari *gantry crane*, *container crane*, *transtainer*, *straddler loader*, dan dengan konstruksi yang sedikit berbeda, juga pada *container forklift*.

c) *Straddle Carrier*



Sumber: [www.cgtrader.com](http://www.cgtrader.com)

Gambar 2-4 *Straddle Carrier*

Kendaraan *straddler carier* digunakan untuk memindahkan peti kemas ke tempat lain, berbentuk portal dengan cara kerja sebagai berikut: untuk mengangkat peti kemas dari posisi awal guna dipindahkan ke tempat lain, *straddler carrier* akan melangkahi petikemas (diantara keempat kakinya) dan setelah petikemas tepat berada di bawahnya maka *spreader* akan di turunkan dan mengunci peti kemas, setelah peti kemas terkunci akan di angkat pada ketinggian yang cukup dan selanjutnya *straddle carrier* dapat berjalan menuju lokasi yang ditentukan.

d) *Rubber Tyred Gantry*



Sumber: [www.cgtrader.com](http://www.cgtrader.com)

Gambar 2-5 *Rubber Tyred Gantry*

*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: mengambil petikemas pada tumpukan paling bawah dengan cara terlebih dahulu memindahkan petikemas yang menindihnya, memindahkan (*shifting*) petikemas dari satu tumpukan ke tumpukan yang lainnya.

e) *Side Loader*



Sumber: [www.pmh-co.com](http://www.pmh-co.com)

Gambar 2-6 *Container Side Loader*

Kendaraan ini mirip *forklift* tetapi mengangkat dan menurunkan petikemas dari samping, bukannya dari depan. *side loader* digunakan untuk menurunkan dan menaikkan petikemas dari dan ke atas trailer atau chassis di mana untuk keperluan tersebut trailer atau *chassis* 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.

f) *Container Forklift*



Sumber: [www.hystandard.com](http://www.hystandard.com)

Gambar 2-7 *Container Fork Lift*

Truk ini memiliki alat berbentuk garpu 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 tiga atau empat tier bahkan sampai lima tier. Penggunaan *forklift* petikemas cukup luwes karena dapat bergerak bebas ke mana saja sehingga dapat digunakan untuk memuat petikemas ke atas trailer, menyediakan petikemas untuk diangkat oleh *gantry*. Namun alat ini membutuhkan lahan yang luas untuk pergerakan ketika membawa peti kemas.

g) *Mobile Crane*



Sumber: [https://en.wikipedia.org/wiki/Crane\\_\(machine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Crane_(machine))

Gambar 2-8 *Mobile Crane*

*Mobile crane* adalah *crane* yang terdapat langsung pada *mobile (truck)* sehingga dapat berpindah-pindah sesuai tempat yang membutuhkan alat ini. *Crane* ini memiliki kaki (pondasi/tiang) yang dapat dipasangkan ketika beroperasi untuk menjaga *crane* tetap seimbang. Putaran dari *mobile crane* ini dapat mencapai 360 derajat.

h) *Reach Stacker*



Sumber: <http://www.sanyglobal.com>

Gambar 2-9 *Reach Stacker*

Merupakan kombinasi antara *mobile crane* dengan *forklift* yang memiliki spreader yang dapat menyesuaikan ukuran dengan peti kemas yang akan di angkut. Alat berat ini tergolong fleksibel dalam pergerakan dan dapat menjangkau petikemas hingga ketinggian 4 tier dan 2 row.

2.4.5. Kinerja Peralatan Penangan Peti Kemas

Dalam merencanakan fasilitas penangan peti kemas pada pelabuhan perlu memperhatikan beberapa faktor diantaranya adalah biaya operasi, sistem penanganan, kehandalan alat, ketersediaan suku cadang, dan teknologi yang digunakan.

Kegiatan bongkar muat di terminal peti kemas membutuhkan peralatan khusus yang berbeda dengan terminal barang lainnya. Kapasitas terpasang pada terminal peti kemas menunjukkan kemampuan peralatan untuk menangani kegiatan bongkar maupun muat

1. *Quay gantry crane*

Variabel yang berpengaruh di dalam menentukan kapasitas *quay gantry crane* adalah:

- a) Jumlah *quay gantry crane* :  $n_1$  unit
- b) Kecepatan pelayanan :  $V_1$  box/GC/jam
- c) Waktu kerja dalam satu tahun :  $t_1$  jam

Dari variable di atas dapat dihitung *throughput* alat:

a) *Throughput capacity* GC :  $T_{CGC} = V_1 t_1 \text{ box/RTG/jam}$

b) Kapasitas terpasang :  $K_{TGC} = T_{CGC} n_1 \text{ box/tahun}$

## 2. Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)

Variabel yang berpengaruh di dalam menentukan kapasitas *rubber tyred gantry crane* (RTG) adalah:

a) Jumlah RTG :  $n_2 \text{ unit}$

b) Kecepatan pelayanan :  $V_2 \text{ box/GC/jam}$

c) Waktu kerja dalam satu tahun :  $t_2 \text{ jam}$

Dari variable di atas dapat dihitung *throughput* alat:

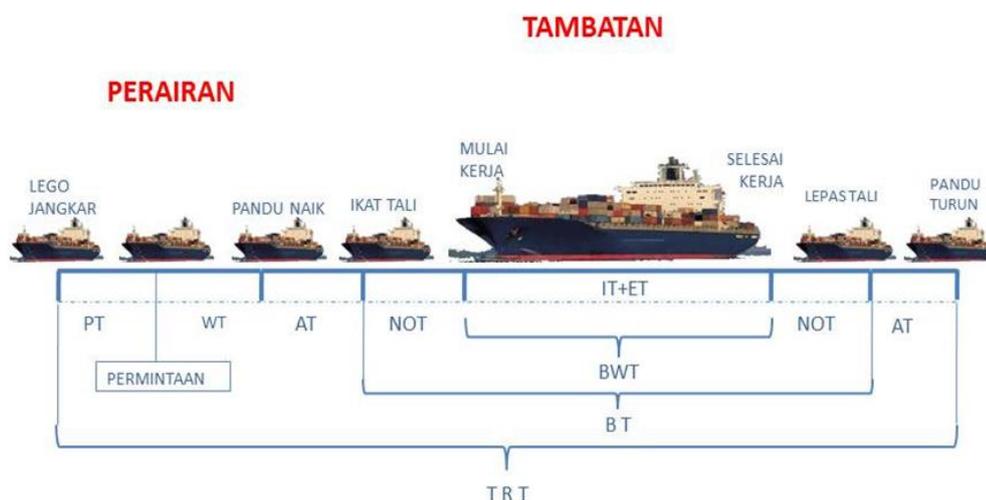
a) *Throughput capacity* GC :  $T_{CRTG} = V_2 t_2 \text{ box/RTG/jam}$

b) Kapasitas terpasang :  $K_{TRTG} = T_{CRTG} n_2 \text{ box/tahun}$

## 2.5. Indikator Pelayanan Pelabuhan

Indikator service (pelayanan) pada dasarnya merupakan indikator yang erat kaitannya dengan informasi mengenai lamanya waktu pelayanan kapal selama di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan. (Supriyono, 2009)

Diambil dari (Kamal, 2016), waktu pelayanan kapal selama berada di dalam daerah lingkungan kerja pelabuhan, terbagi atas 2 (dua) bagian yaitu waktu kapal berada di perairan dan waktu kapal berada di tambatan sebuah dermaga. Secara umum, kinerja tersebut dapat dilihat prosesnya melalui gambar di bawah ini :



Gambar 2-10 Indikator Waktu Pelabuhan

Waktu pelayanan sebuah kapal saat di perairan (masuk dari daerah penjangkaran hingga ke kolam pelabuhan untuk kemudian melakukan kegiatan sandar) dimulai dari kegiatan lego jangkar hingga ikat tali di dermaga dan sebaliknya juga saat proses kapal akan keluar dari pelabuhan setelah proses bongkar/muat di dermaga, sedangkan waktu di tambatan bermula dari kegiatan mulai kerja sebuah kapal di dermaga (bongkar/muat). Komponen waktu pada pelayanan kapal adalah:

- a) 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. Penyebab adanya postpone time:
  - Karena kapal rusak atau hal lain yang karena kesalahan kapal di lokasi perairan / rede.
  - Karena menunggu dokumen atau muatan.
  - Karena cuaca.
- b) Waiting Time (WT): waktu tunggu karena pelayanan pelabuhan sejak kapal di perairan pelabuhan. Waiting time dalam hal ini adalah dikarenakan kapal menunggu pelayanan tambatan, yaitu pelayanan pandu atau tunda. Waiting time juga disebut waiting time net dihitung dalam satuan jam.
- c) Approaching Time (AT): waktu atau jumlah jam yang dipergunakan selama pelayanan pemanduan, sejak kapal bergerak dari lego jangkar sampai ikat tali di tambatan dan sebaliknya saat proses kapal keluar pelabuhan. Apabila selama di pelabuhan ada kegiatan kapal pindah (shifting), maka jumlah jam yang terpakai untuk kapal bergerak menuju lokasi tambatan lainnya diperhitungkan juga sebagai waktu antara yang dinyatakan dalam satuan jam.

Waktu pelayanan di tambatan adalah dihitung sejak ikat tali di tambatan sampai lepas tali atau jumlah jam selama kapal berada di tambatan. Apabila kapal tersebut melakukan kegiatan pindah (shifting/geser), maka jumlah jam di hitung secara kumulatif dalam satu kunjungan yang dinyatakan dalam satuan jam. Adapun komponen komponen waktu pelayanan kapal di tambatan adalah:

- d) Not Operating Time (NOT): waktu tidak kerja adalah jumlah jam yang direncanakan kapal tidak bekerja selama berada di tambatan, termasuk

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

- e) Effective time (ET) / Operation Time (OT): waktu efektif adalah jumlah jam riil yang dipergunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat dinyatakan dalam jam.
- f) Idle Time (IT): waktu terbuang (idle time) adalah jumlah jam kerja yang tidak terpakai (terbuang) selama waktu kerja bongkar muat di tambatan tidak termasuk jam istirahat, dinyatakan dalam satuan jam.
- g) 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 yang tertinggi kerja gang buruh tiap gilir kerja (shift) tersebut tidak termasuk waktu istirahat.
- h) Berth Time (BT): waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan, sejak kapal ikat tali sampai lepas tali di tambatan.
- i) Turn Round Time (TRT): waktu pelayanan kapal di Pelabuhan adalah jumlah jam selama kapal berada di pelabuhan yang dihitung sejak kapal tiba di lokasi lego jangkar sampai kapal berangkat meninggalkan lokasi lego jangkar (batas perairan pelabuhan), dinyatakan dalam satuan jam. (PT.Pelindo, 2012)

## 2.6. Indikator Kinerja Pelabuhan

Indikator kinerja pelabuhan adalah pengukuran sejauh mana fasilitas dermaga dan sarana penunjang dimanfaatkan secara intensif. Ada beberapa indikator yang penting yang sering digunakan, antara lain:

### 1. Fasilitas Dermaga /Tambatan

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

#### a) Tambatan tunggal

Apabila dermaga hanya digunakan untuk satu tambatan, penggunaan dermaga tidak dipengaruhi oleh panjang kapal, sehingga menggunakan perhitungan pada persamaan berikut:

$$BOR = \frac{\text{Jumlah waktu terpakai}}{\text{Jumlah waktu tersedia}} * 100\%$$

Sumber: (Triatmodjo, 2009)

b) Dermaga untuk beberapa tambatan

Perhitungan tingkat pemakaian tambatan didasarkan pada panjang kapal (*Length Over All* = LOA) ditambah S meter sebagai faktor pengaman muka-belakang, sehingga perhitungan pada persamaan berikut:

$$BOR = \frac{\Sigma((LOA + allowance) * waktu tambat)}{\text{Panjang Tambatan Tersedia} * 24 * 365} * 100\%$$

Sumber: (Triatmodjo, 2009)

c) Tambatan yang digunakan untuk kapal secara susun sirih

Tambatan yang dipergunakan untuk penambatan kapal secara susun sirih adalah kapal yang tertambat tidak pada posisi lambung kapal, panjang yang diperhitungkan tidak mengikuti panjang kapal, melainkan panjang tambatan yang nyata dipakai. Sehingga perhitungannya dengan rumus persamaan berikut:

$$BOR = \frac{\Sigma(\text{Panjang Tambatan Terpakai} * \text{waktu tambat})}{\text{Panjang Tambatan Tersedia} * 24 * 365} * 100\%$$

Sumber: (Triatmodjo, 2009)

2. Fasilitas gudang dan lapangan penumpukan

a) Tingkat pemakaian gudang (*Storage Occupancy Ratio/ SOR*)

Tingkat pemakaian gudang penumpukan adalah perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan gudang penumpukan yang dihitung dalam satuan Ton hari dan m<sup>3</sup> hari dengan kapasitas penumpukan yang tersedia dalam suatu periode. Perhitungan *shed occupancy ratio* (SOR) pada berikut:

$$SOR = \frac{\text{Ton barang tercapai}}{\text{Holding Capacity}} * 100\%$$

Sumber : (Dr. D.A. Lasse, 2014)

b) Tingkat pemakaian lapangan penumpukan

Tingkat pemakaian penumpukan/*Yard Storage Occupancy Ratio* (YOR) adalah perbandingan antara jumlah pemakaian ruangan lapangan penumpukan yang dihitung dalam satuan Ton hari dan m<sup>3</sup> hari dengan kapasitas penumpukan yang tersedia dalam suatu periode. Perhitungan *yard occupancy ratio* (YOR) pada persamaan berikut.

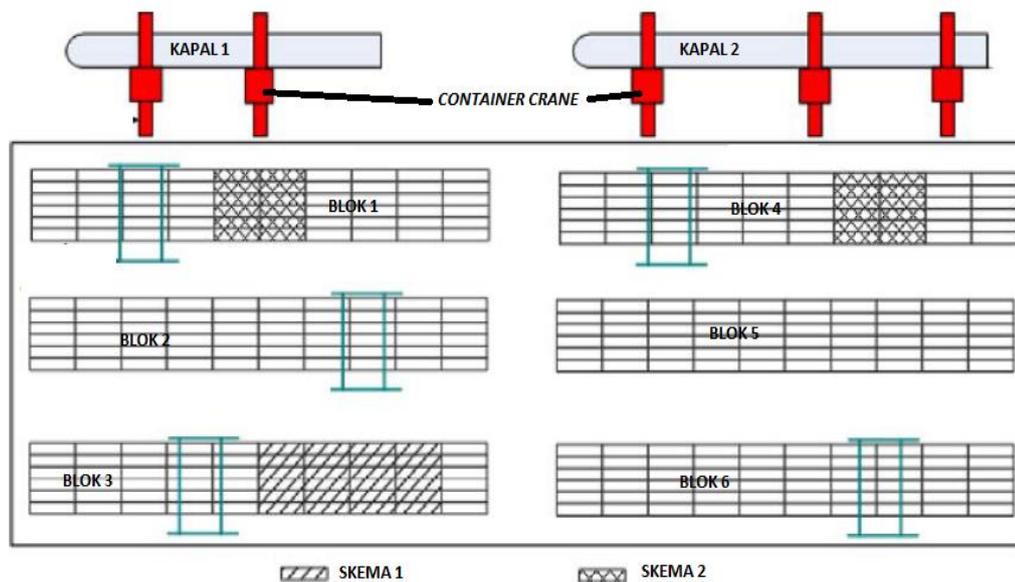
$$YOR = \frac{\text{Ton barang tercapai}}{\text{Yard Capacity}} 100\%$$

Sumber : (Dr. D.A. Lasse, 2014)

### 2.7. Yard Allocation Problem

Permasalahan alokasi lapangan penumpukan ekspor merupakan permasalahan dalam perencanaan penempatan peti kemas yang akan di ekspor pada lapangan penumpukan di terminal peti kema. Maka dari itu, keluaran dari YAP ini adalah blok tempat peti kemas akan di letakkan (*stacking*) dan jumlah peti kemas pada blok tersebut.

Secara umum, permasalahan ini memiliki dua jenis batasan yaitu : 1) batasan spasial dan 2) batasan temporal. Batasan spasial berhubungan dengan jumlah blok penumpukan dan kapasitas blok penumpukan. Batasan temporal utamanya berkaitan dengan jadwal kedatangan kapal serta jumlah peti kemas yang akan di muat.



Sumber: Emerald Insight

Gambar 2-11 Contoh Alokasi Peti Kemas Pada Pelabuhan

Gambar di atas menunjukkan terdapat 2 kapal yang sandar dengan lokasi peti kemas yang akan di muat. Peti kemas untuk kapal 1 dialokasikan pada blok 3 dan untuk kapal 2 dialokasikan pada blok 1 dan 4. Dengan jumlah peti kemas yang sama tentu saja waktu muat akan lebih cepat kapal 2. Hal ini dikarenakan oleh jarak dari

lokasi blok penumpukan dengan kapal lebih dekat. Maka dari itu jarak merupakan faktor terpenting dalam alokasi penumpukan peti kemas.

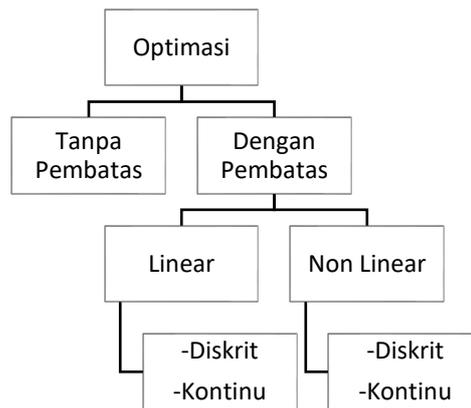
## **2.8. Teori Optimasi**

Optimasi berasal dari kata optimalisasi, namun saat ini kata optimasi lebih sering digunakan. Optimasi adalah sarana untuk mengekspresikan dalam model matematika untuk menemukan penyelesaian suatu masalah dengan cara terbaik. Optimasi saat ini dapat di aplikasikan untuk membantu pengambilan keputusan dan memecahkan masalah pada hampir semua bidang.

Secara garis besar optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau fungsi meminimalkan fungsi objektif melalui perubahan beberapa variabel dengan memperhatikan batasan batasan yang ada. Batasan tersebut bisa berupa tenaga kerja, uang, matrial dan masih banyak lagi yang bisa membatasi suatu masalah. Optimasi juga dapat disebut sebagai masalah komputasi yang bertujuan untuk menemukan yang terbaik dari semua solusi yang ada.

Saat ini sudah banyak *software* untuk mendukung permasalahan optimasi, *software* ini memiliki kemampuan untuk memecahkan suatu persoalan dengan lebih cepat dan menghasilkan solusi yang optimal. Dalam penyelesaiannya, masalah harus dijadikan dalam bentuk matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaian. Penerapan Teknik optimasi dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu kemampuan pembuatan model matematika dari permasalahan yang akan di selesaikan, pengetahuan Teknik optimasi, dan pengetahuan akan program yang digunakan dalam penyelesaian masalah.

Optimasi terdapat 2 jenis, yang pertama adalah optimasi tanpa batas (*unconstrained function*) dan optimasi dengan pembatas (*constrained optimization*).



Gambar 2-12 Jenis Optimasi

Dalam optimasi dengan pembatas juga terjadi pengembangan, yang dikategorikan berdasarkan variabel keputusan, fungsi objektif, dan batasan berikut adalah contoh dari beberapa jenisnya:

- Linear Programming (LP): baik fungsi objektif dan kostrainnya linier, variabel keputusannya bersifat kontinu. Sebagai contoh

$$\text{Minimasi } f(x) = 2x_1 + 3x_2$$

Subject to

$$x_1 + 3x_2 \geq 10$$

$$2x_2 + 5x_2 \geq 18 \leq 0$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- Nonlinear Programming (NLP): fungsi objektif dan atau kostrainnya tidak linier. Nilai variabel keputusannya kontinu. Sebagai contoh

$$\text{Minimasi } f(x) = 2x_1 + 3x_2$$

Subject to

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$2x_2 + 5x_2 \geq 18$$

- Integer Programming (IP): Variabel keputusannya bernilai integer.

$$\text{Maksimasi } f(x) = 2x_1 + 3x_2$$

Subject to

$$4x_1 + 3x_2 \leq 23$$

$$4x_1 + 10x_2 \leq 44$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ dan integer}$$

- Mixed Integer Linier Programming (MILP): fungsi objektif dan konstrain linier. Variabel keputusannya bernilai campuran integer dan riil. Sebagai contoh

$$\text{Maksimasi } f(x) = 6x_1 + 4x_2 + 7x_3 - 200y_1 - 150y_2 - 100y_3$$

Subject to

$$3x_1 + 2x_2 + 6x_3 \leq 150$$

$$4x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 160$$

$$x_1 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_2 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_3 - 500y_1 \leq 0$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0, \text{ integer } y_1, y_2, y_3 = 0 \text{ atau } 1$$

## 2.9. Simulasi

Simulasi merupakan salah satu sistem pendukung keputusan yang menawarkan pada pengambil keputusan suatu kemampuan untuk menghadapi adanya perubahan. Simulasi dapat didefinisikan sebagai teknik analisa yang mengimitasi *performance* dari sistem yang sebenarnya, dalam suatu lingkungan yang dikontrol untuk mengestimasi *performance* yang sesungguhnya dari sistem (Hiller, 1990).

Simulasi dapat digunakan sebagai alat yang dapat memberikan informasi dalam kaitannya dengan proses pengambilan keputusan. Simulasi ini sangat membantu dalam proses pengambilan keputusan, karena proses pengambilan keputusan akan memakan waktu yang sangat singkat dengan bantuan simulasi, baik secara manual maupun simulasi dengan menggunakan *software*. Simulasi juga dapat digunakan sebagai senjata terakhir dalam pemecahan suatu masalah apabila algoritma-algoritma yang sudah ada tidak bisa menyelesaikan masalah, karena simulasi merupakan gambaran secara nyata permasalahan yang ada (Law & Kelton, 2000)

Dalam melakukan studi sistem bahwa sebenarnya simulasi merupakan turunan dari model matematik dimana sistem, berdasarkan sifat perubahannya sendiri dikategorikan menjadi 2 yaitu sistem diskrit dan sistem kontinyu.

Sistem diskrit mempunyai maksud bahwa jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah seketika itu juga pada poin waktu terpisah, misalnya pada sebuah bank dimana variabelnya adalah jumlah nasabah yang akan berubah hanya ketika nasabah datang atau setelah selesai dilayani dan pergi. Sedangkan Sistem kontinyu mempunyai

arti jika keadaan variabel-variabel dalam sistem berubah secara terus menerus (kontinyu) mengikuti jalannya waktu, misalnya pesawat terbang yang bergerak diudara dimana variabelnya seperti posisi dan kecepatannya akan terus bergerak

Menurut (Banks, J. Carson II, & B. L. Nelson, 1984), klasifikasi model simulasi terdiri atas tiga dimensi yang berbeda, yaitu :

1. Menurut kejadian perubahan sistem yang berlangsung :

#### Model Simulasi Statis vs Dinamis

Model statis merupakan representasi dari sebuah sistem pada waktu tertentu sedangkan Model dinamis menggambarkan suatu sistem yang lambat laun terjadi tanpa batas waktu (contoh: Sistem konveyor).

2. Menurut kepastian dari probabilitas perubahan sistem;

#### Model Simulasi Deterministik vs Stokastik

Model simulasi dikatakan deterministik jika dalam model tersebut mengandung komponen probabilitas yang pasti. Kebalikannya Model simulasi stokastik adalah model yang kemungkinan perubahannya sangat acak.

3. Menurut sifat perubahannya ;

#### Model Simulasi Kontinyu vs Diskrit

Dalam simulasi sistem konrinyu, maka peruabahan keadaan suatu sistem akan berlangsung terus menerus seiring dengan perubahan waktu, sebagai contoh adalah perubahan debit air dalam sebuah tangki reservoir yang dilubang bagian bawahnya. Akan tetapi untuk simulasi sistem diskrit, perubahan keadaan sistem hanya akan berlangsung pada sebagian titik perubahan waktu, seperti perubahan sistem yang terjadi pada suatu sistem manufaktur dan penanganan material.

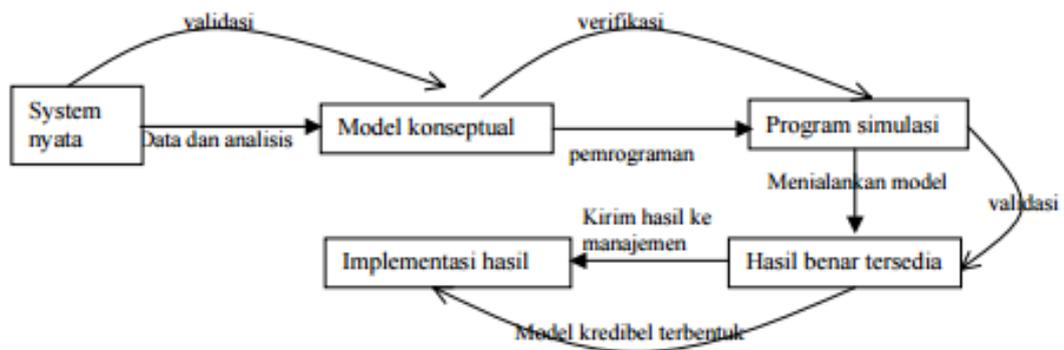
### 2.9.1. Verifikasi dan Validasi Model

Model simulasi yang dibangun harus kredibel, representasi kredibel sistem nyata oleh model simulasi ditunjukkan dengan verifikasi dan validasi model. Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhananya adalah apakah ada kesalahan (error) dalam

program? (Hoover & Ronald, 1989). Verifikasi model simulasi dapat dilakukan dengan cara memperhatikan beberapa hal, antara lain:

- Model simulasi dapat di running dan bebas error.
- Hasil output simulasi yang dihasilkan masuk akal
- Perpindahan entitas secara animasi yang terjadi selama proses simulasi sudah sesuai dengan model konseptual

Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata? (Hoover & Ronald, 1989); validasi adalah penentuan apakah mode konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan (Law & Kelton, 2000).



Sumber : Wikipedia.com

Gambar 2-13 Relasi Verifikasi, Validasi, dan Pembentukan Model

## 2.10. Penelitian Terkait

Judul penelitian: “*An Investigation Into Yard Allocation For Outbound Containers*”.

Peneliti: Weijian Mi, Wei Yan, Juliang He, dan Daofang Chang

Pada penelitian ini terdapat permasalahan terkait pengalokasian petikemas ekspor pada lapangan penumpukan. Penelitian ini melakukan optimasi dengan mencari nilai minimal jarak tempuh *head truck* pelabuhan pada saat kegiatan muat peti kemas dari lapangan penumpukan ke tempat dermaga tempat kapal berlabuh. Optimasi ini juga bertujuan untuk menyamakan beban antar blok untuk mengurangi antrian *head truck* yang terjadi di setiap blok peti kemas. Dengan adanya tujuan tersebut maka diharapkan waktu untuk muat pada kapal dapat berkurang.

Optimasi ini berjangka waktu pendek. Perencanaan ini dilakukan untuk 4 hari dengan periode 8 x 12 jam. Pelabuhan yang digunakan memiliki fasilitas 30 blok untuk peti kemas ekspor, dan pada empat hari tersebut terdapat 13 kapal yang melakukan kegiatan bongkar muat di pelabuhan tersebut.

Dari hasil optimasi meminimalkan jarak tempuh truck dan menyamakan beban setiap blok itu, peneliti membandingkan dengan data dan kondisi asli pada pelabuhan tersebut. Dari perbandingan tersebut maka didapatkan bahwa hasil jarak tempuh *head truck* melalui metode optimasi lebih kecil daripada data asli di lapangan. Begitu juga keseimbangan jumlah petikemas di setiap blok lebih merata dari kondisi asli.

Tabel 2-1 Hasil Jurnal “*An Investigation Into Yard Allocation For Outbound Containers*”

Kapal	Jarak Tempuh Truk (Km)		Ketidak Seimbangan antar Blok (Box)	
	Optimasi	Sebenarnya	Optimasi	Sebenarnya
V01	192,5	234,7	3	5
V02	406,7	486,1	5	8
V03	150,4	164,9	5	8
V04	80,9	96,4	0	5
V05	195,7	228,4	6	8
V06	108,4	128,6	7	9
V07	244,8	294,2	6	8
V08	375,3	442,9	5	8
V09	441,1	513,7	8	12
V10	920,3	1021,5	6	10
V11	511,4	570,8	6	10
V12	446,5	523,1	5	7
V13	440,7	505,1	5	7

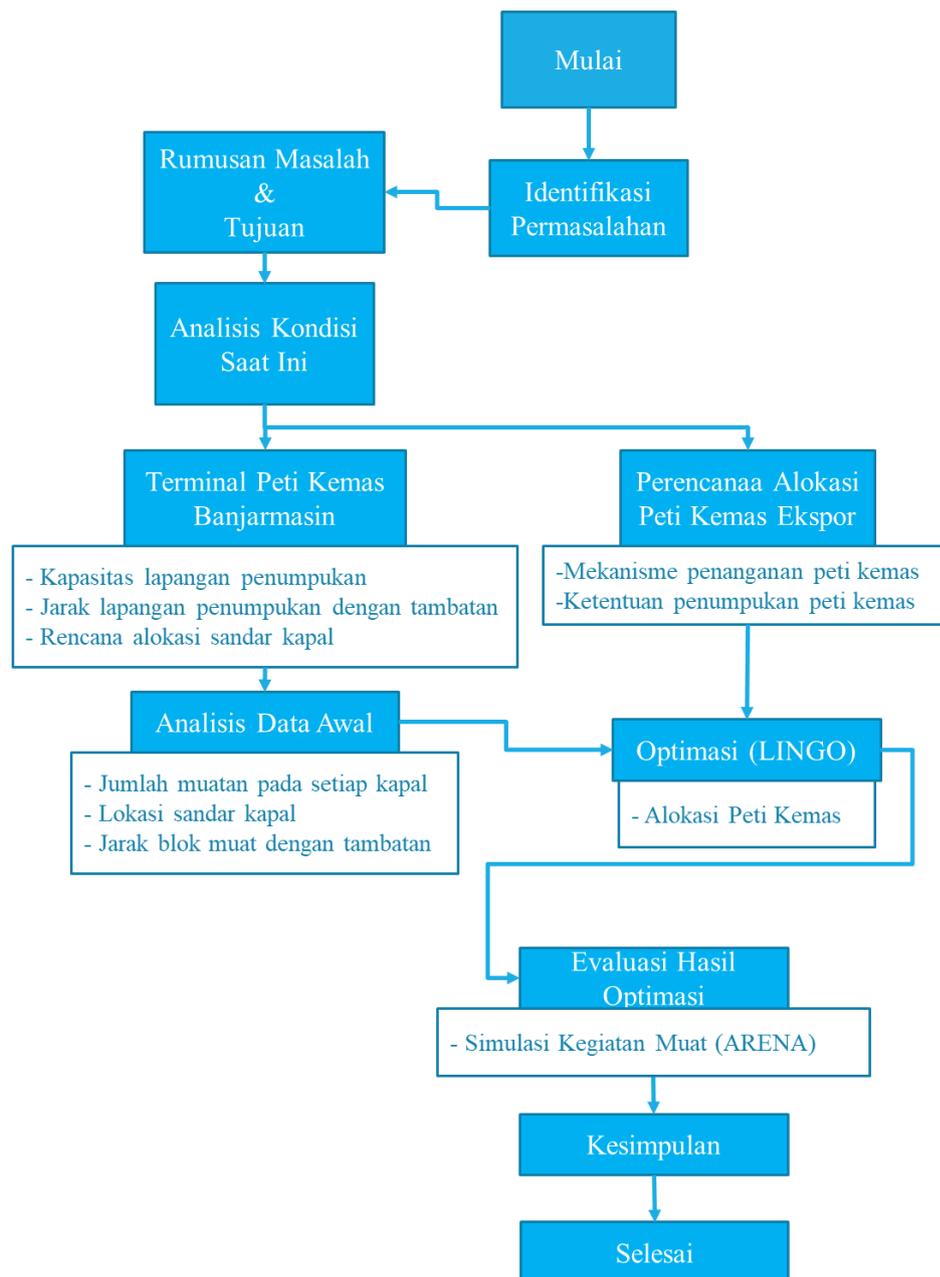
Sumber: Jurnal “*An Investigation Into Yard Allocation For Outbound Containers*”

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan pendekatan matematis, jarak tempuh truck dapat di minimalkan dan beban pada setiap blok dapat di samakan. Dengan adanya hasil tersebut maka waktu untuk kegiatan muat dapat lebih cepat.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1, sebagai berikut:



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

### 3.1.1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terkait permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat adalah mengenai pengalokasian peti kemas ekspor pada lapangan penumpukan di Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKB). Alokasi lapangan penumpukan saling berhubungan satu sama lain yang dapat menyebabkan antrean truk pada waktu tertentu yang berdampak pada Berthing Time serta BSH dan juga secara tidak langsung memengaruhi throughput dari TPKB. Hal ini perlu dievaluasi sehingga semua pihak yang terlibat dapat membenahi diri sehingga tidak merugikan satu sama lain. Untuk evaluasi tersebut perlu diadakan penelitian terkait model atau metode penentuan alokasi peti kemas ekspor yang dibuat oleh Terminal Peti Kemas Banjarmasin yang nantinya akan dilakukan perbandingan metode yang sudah ada atau sudah digunakan dengan model yang dibuat berdasarkan model matematis, evaluasi ini bertujuan untuk meminimalkan jarak tempuh truk pada saat kegiatan muat peti kemas yang harapannya dapat mengurangi waktu sandar kapal.

### 3.1.2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah pelabuhan, terminal peti kemas, penanganan muatan peti kemas, permasalahan alokasi peti kemas, teori optimasi dan studi literatur tentang *yard allocation problem* juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dapat dilakukan.

### 3.1.3. Tahap Rumusan Masalah dan Tujuan

Pada tahap ini dilakukan penentuan lingkup permasalahan yang akan menjadi fokus penelitian serta penentuan tujuan keluaran (output) pada penelitian.

### 3.1.4. Tahap Analisis Kondisi Saat Ini

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan dan juga hasil data sekunder yang diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan sebagai perhitungan untuk pengerjaan tugas akhir. Pengambilan data terkait diambil dari berbagai pihak diantaranya, Pihak perencana alokasi peti kemas ekspor (*yard planner*) dan Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKB)

### 3.1.5. Tahap Analisis Data Awal

Dalam pengolahan data akan dianalisis terhadap waktu kedatangan kapal, jarak tempat kapal sandar ke setiap blok penumpukan, kapasitas penumpukan peti kemas pada setiap blok penumpukan, jumlah peti kemas yang akan dimuat kapal.

### 3.1.6. Optimasi

Pada tahap ini dilakukan optimasi (*sets, parameter, penentuan objective function, decision variable, dan constraints*) terhadap permasalahan yang ada. Pengerjaan dilakukan dengan model matematis yang diselesaikan dengan perangkat lunak LINGO dengan hasil keluaran yang dihasilkan adalah penentuan alokasi peti kemas pada setiap blok, jarak yang di tempuh oleh truk.

### 3.1.7. Analisis Data Optimasi

Pada tahap ini data kemudian diolah dan dilakukan pemilihan data, mulai dari analisis dan pembahasan hasil optimasi yaitu rangkuman atas hasil optimasi. Pada bagian ini akan dianalisis alokasi peti kemas pada setiap blok penumpukan, beban pada setiap blok penumpukan yang terpakai, total keseluruhan jarak tempuh truk pada saat kegiatan muat. Setelah hasil optimasi di dapat maka selanjutnya akan di lakukan simulasi untuk membuktikan bahwa hasil dari simulasi memiliki waktu yang lebih singkat dari perencanaan awal.

### 3.1.8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan yang menjawab permasalahan pada penelitian ini, dan penulisan saran kepada pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang dapat dipertimbangkan oleh pihak terkait.

## **3.2. Model Matematis Optimasi**

Setelah melakukan studi literatur terkait perencanaan alokasi peti kemas ekspor pada lapangan penumpukan dan situasi perencanaan objek penelitian, pada bab ini akan dijelaskan model matematis yang digunakan untuk perencanaan alokasi peti kemas. Berikut dipaparkan lima hal yang dibutuhkan dalam optimasi penelitian:

### 3.2.1. Sets

- TS : Jumlah kapal
- TB : Jumlah blok

### 3.2.2. Parameter

- $K$  : Kapasitas blok
- $bN2$  : Jumlah peti kemas 20 kaki pada kapal  $j$
- $bN4$  : Jumlah peti kemas 40 kaki pada kapal  $j$
- $Kran$  : Jumlah kran dalam kegiatan muat kapal  $j$
- $Jarak$  : Jarak antara blok  $i$  ke kapal  $j$

### 3.2.3. Variabel Keputusan

- $A_{ijt}$  : Alokasi blok  $i$  untuk kapal  $j$ , variabel biner yang bernilai 1 jika terdapat peti kemas yang dialokasikan pada blok  $i$ , dan 0 jika tidak
- $aN2$  : Jumlah alokasi peti kemas 20 kaki
- $aN4$  : Jumlah alokasi peti kemas 40 kaki

### 3.2.4. Fungsi Tujuan

- Fungsi Utama

$$f_1 = \text{Min} \sum_{t=1}^{tp} \sum_{j \in VPt} \sum_{i=1}^{NA} (D_{ijt} \cdot A_{ijt} \cdot N2_{ijt}) + (D_{ijt} \cdot A_{ijt} \cdot N4_{ijt}) \quad (1)$$

Fungsi (1) adalah total jarak yang di tempuh truk dalam kegiatan muat yang harus diminimalkan. Jarak tersebut di dapatkan dari jumlah peti kemas pada blok  $i$  dikalikan dengan jarak blok  $i$  dengan tempat kapal  $j$  bersandar.

$$f_2 = \text{Min} \left\{ \left( \text{Max} \sum_{k=1}^{K_{jt}} (N2_{ijt} + N4_{ijt}) A_{ijt} \right) - \left( \text{Min} \sum_{k=1}^{K_{jt}} (N2_{ijt} + N4_{ijt}) A_{ijt} \right) \right\} \quad (2)$$

Fungsi (2) bertujuan untuk meminimalkan selisih total jumlah peti kemas pada blok pada setiap periode.

$$f_3 = \text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^{TP} \left( \text{Max} \sum_{j \in VPt} (N2_{ijt} + N4_{ijt}) A_{ijt} \right) - \left( \text{Min} \sum_{j \in VPt} (N2_{ijt} + N4_{ijt}) A_{ijt} \right) \right\} \quad (3)$$

Fungsi (3) bertujuan untuk meminimalkan selisih jumlah peti kemas pada blok untuk kapal  $j$ .

- Fungsi Multi-Objektif

$$\min(\omega_1 \cdot f_1, \omega_2 \cdot f_2, \omega_3 \cdot f_3) \quad (4)$$

Fungsi (4) adalah fungsi multi-objektif dari persamaan 1-3 dimana  $\omega$  adalah prioritas (pembobotan) pada setiap persamaannya.

### 3.2.5. Batasan

- $bN2_{jt} = \sum_{i=1}^B N2_{ijt}A_{ijt}$  (5)

Memastikan jumlah peti kemas 20 kaki yang akan di muat mendapatkan alokasi di lapangan penumpukan

- $bN4_{jt} = \sum_{i=1}^B N4_{ijt}A_{ijt}$  (6)

Memastikan jumlah peti kemas 40 kaki yang akan di muat mendapatkan alokasi di lapangan penumpukan

- $\sum_{i=1}^B A_{ijt} = 2 \text{ Kran}$  (7)

Memastikan bahwa satu unit kran (CC) akan di layani oleh dua blok lapangan penumpukan

- $\sum_{j=1}^K (2 \cdot N4_{ijt} + N2_{ijt})A_{ijt} < K_i$  (8)

Memastikan bahwa jumlah peti kemas yang dialokasikan pada blok tidak melebihi kapasitas blok tersebut

- $N4_{ijt} + N2_{ijt} < 1000, N4_{ijt} + N2_{ijt} \geq A_{ijt}$  (9)

Memastikan bahwa blok yang dialokasikan terdapat peti kemas

- $\sum_{i=1}^B A_{ijt} = 1$  (10)

Memastikan bahwa setiap blok hanya dialokasikan untuk satu kapal

- $A_{ijt} \in \{0,1\}$  (11)

Memastikan bahwa variabel ini berisi bilangan biner. Bernilai 1 untuk blok peti kemas yang dialokasikan untuk peti kemas, dan 0 untuk yang tidak

- $N4_{ijt} \in \{0,1,2,3, \dots, n\}, N2_{ijt} \in \{0,1,2,3, \dots, n\}$  (12)

Memastikan bahwa jumlah peti kemas ukuran 20 kaki maupun 40 kaki bernilai bilangan bulat



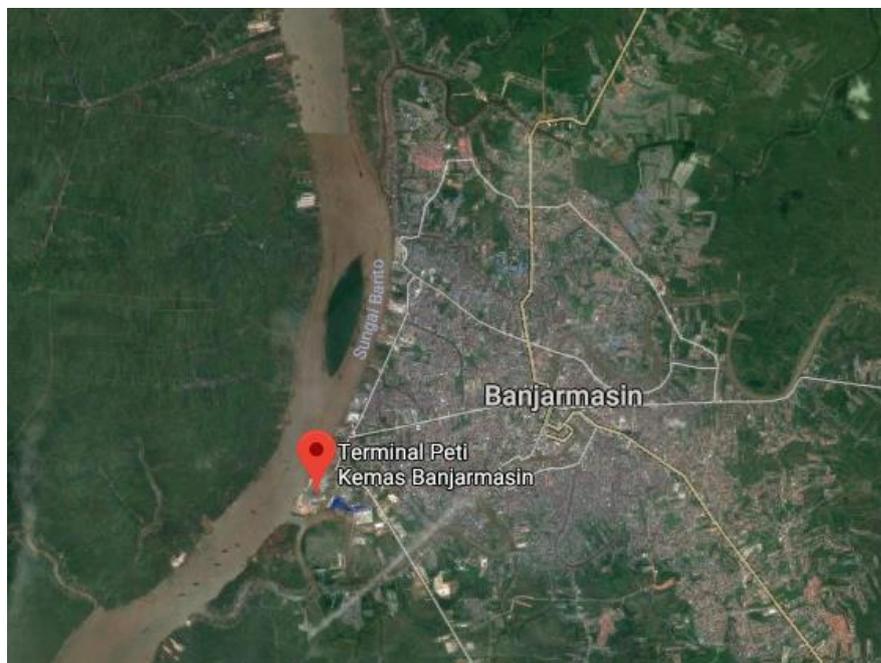
## BAB 4. GAMBARAN UMUM

### 4.1. Gambaran Umum Penelitian

Penelitian dalam tugas akhir ini adalah mengenai pengalokasian peti kemas ekspor pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKB), salah satu terminal yang dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia Cabang Banjarmasin. Pengamatan lapangan dan wawancara dilakukan terhadap pengelola Terminal Peti Kemas Banjarmasin (TPKB) khususnya pada *Planner* terkait proses pengalokasian petikemas ekspor dan pertimbangan dalam proses alokasi lapangan penumpukan TPKB.

### 4.2. Tinjauan Objek Penelitian

Lokasi yang menjadi objek penelitian dalam tugas akhir ini adalah Terminal Peti Kemas Banjarmasin yang merupakan salah satu terminal yang dimiliki oleh Pelabuhan Trisakti Banjarmasin yang dikelola oleh PT. Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin. Pelabuhan ini terletak di kompleks Pelabuhan Trisakti Jalan Barito Hilir No 6, Banjarmasin Barat, Kalimantan Selatan. Pelabuhan ini terletak pada posisi 00° 43' 00" LS dan 00° 41' 00" BT.



Sumber: Google.Earth

Gambar 4-1 Lokasi Pelabuhan Trisakti

Pelabuhan Trisakti adalah pelabuhan terbesar dan tersibuk di Kalimantan yang terletak di Banjarmasin. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pintu gerbang arus keluar masuk barang pada daerah sekitar pelabuhan yaitu Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Pelabuhan ini merupakan pelabuhan kelas IA dalam lingkungan Pelindo III dengan kapasitas sebesar 605.592 TEUs per tahun.



Sumber: Google.Earth

Gambar 4-2 Terminal Peti Kemas Banjarmasin

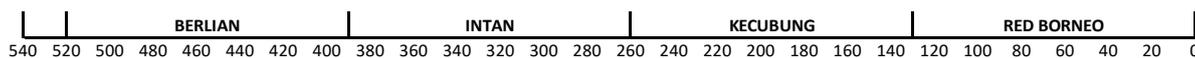
### 4.3. Fasilitas Terminal Peti Kemas Banjarmasin

#### 4.3.1. Fasilitas Perairan dan Dermaga

Adapun fasilitas Terminal Peti Kemas Banjarmasin adalah sebagai berikut:

- Alur pelayaran
  - Panjang : 20 Mil
  - Lebar : 100 M
  - Kedalaman : -5 s/d -7 MLWS
  - Pasang Tertinggi : -7 MLWS
  - Pasang Terendah : -5 MLWS

- Dermaga



Gambar 4-3 Pembagian Dermaga TPKS

- Nama : Dermaga Trisakti Peti Kemas
- Panjang : 540 M
- Kedalaman kolam : -5 s/d -7 MLWS
- Konstruksi : Beton

Dari total panjang dermaga yang dimiliki oleh Terminal Peti Kemas Banjarmasin dibagi menjadi 4 tambatan seperti pada gambar 4-2. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa tambatan red borneo dimulai dari kado 0 hingga kade 130, tambatan kecubung dimulai pada kade 130 hingga kade 260, tambatan intan dimulai pada kade 260 hingga kade 390, dan tambatan berlian dimulai pada kade 390 hingga kade 520. Pada kade 520 hingga 540 tidak menjadi salah satu bagian tambatan dikarenakan pada kade tersebut tidak ada alat bongkar muat yang dapat menjangkau daerah tersebut

#### 4.3.2. Peralatan Bongkar Muat Dermaga

Dikarenakan Terminal Peti Kemas Banjarmasin adalah pelabuhan khusus peti kemas maka kegiatan bongkar dan muat yang dilayani di terminal ini hanya peti kemas. Dalam penunjang kegiatan tersebut maka dibutuhkan peralatan untuk kegiatan stevedoring pada dermaga TPKB. Terminal Peti Kemas Banjarmasin saat ini memiliki 6 Quay Gantry Crane (CC) yang dioperasikan pada kade 0 hingga 500.



Gambar 4-4 Container Crane TPKB

*Quay Container Crane* (CC) adalah jenis dari alat bongkar muat yang berfungsi untuk kegiatan *stevedoring*. Alat berat ini bersifat permanen dan hanya dapat bergerak sepanjang rel yang terpasang sepanjang sisi dermaga. Alat berat CC pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin dapat mengangkat beban seberat 40 ton dan mampu bekerja 24 jam penuh.

#### 4.3.3. Peralatan Bongkar Muat Lapangan Penumpukan

Pada lapangan penumpukan terdapat dua kegiatan yaitu *haulage* dan penataan peti kemas. *Cargodoring* adalah kegiatan pengangkutan peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan atau sebaliknya dari lapangan penumpukan ke dermaga, sedangkan penumpukan peti kemas adalah kegiatan pengangkutan peti kemas dari truk untuk dilakukan penataan dalam blok lapangan penumpukan atau sebaliknya. Berikut adalah fasilitas yang digunakan dalam kegiatan tersebut:

➤ *Haulage*

Terminal Peti Kemas Banjarmasin menggunakan sebanyak 24 unit truk beserta chasisnya untuk membawa peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan maupun sebaliknya, untuk chasis yang digunakan dalam terminal ini adalah chasis dengan ukuran 40 kaki dan 45 kaki. Dengan adanya chasis ini, dua unit peti kemas dengan ukuran 20 kaki dapat diangkut secara bersamaan.



Gambar 4-5 Kegiatan *haulage*

➤ Penataan Peti Kemas

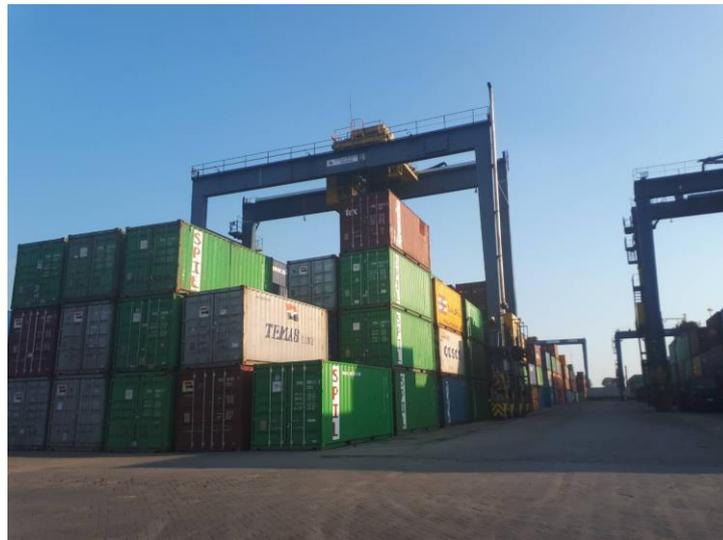
Dalam penataan peti kemas di lapangan penumpukan, Terminal Peti Kemas Banjarmasin memiliki fasilitas sebagai berikut

Tabel 4-1 Peralatan penanganan peti kemas di TPKB

No	Peralatan	Jumlah (unit)
1	<i>Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)</i>	14
2	<i>Forklift</i>	1
3	<i>Side Loader</i>	2
4	<i>Reach Stacker</i>	7

### 1. *Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)*

RTG adalah suatu alat angkat angkut yang berfungsi untuk mangangkut peti kemas dari trailer ke lapangan penumpukan (Container Yard) untuk selanjutnya dilakukan penataan pada blok penumpukan, pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin RTG yang digunakan mampu melakukan penumpukan hingga 6 row dan 4 tier. Dikarenakan keterbatasan jumlah alat, RTG pada terminal peti kemas ini sering dilakukan pemindahan RTG dari blok satu ke blok lain.



Gambar 4-6 RTG pada lapangan penumpukan TPKB

### 2. *Forklift*

Saat ini *forklift* hanya digunakan untuk menangani peti kemas kosong dengan ukuran 20 kaki. Hal ini dikarenakan keterbatasan kekuatan *forklift* yang di miliki oleh Terminal Peti Kemas Banjarmasin hanya berkapasitas 3 ton.



Gambar 4-7 *Forklift* pada lapangan penumpukan TPKB

### 3. *Side Loader*

Alat ini digunakan untuk penataan peti kemas pada blok peti kemas kosong. Alat ini dalam pergerakannya membutuhkan ruang yang lebar dikarenakan posisi peti kemas yang di angkut secara melintang. Alat berat ini hanya dapat menjangkau peti kemas yang berada di pinggir blok penumpukan.



Gambar 4-8 *Side loader* pada lapangan penumpukan TKPB

#### 4. *Reach Stacker*

Berbeda dengan RTG yang diberikan pada setiap blok, *reach stacker* pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin digunakan pada blok-blok yang membutuhkan bantuan dalam kegiatan bongkar maupun muat. Alat berat ini tergolong fleksibel dalam pergerakan dan dapat menjangkau petikemas hingga ketinggian 4 tier dan 2 row.



Gambar 4-9 *Reach stacker* pada lapangan penumpukan TPKB

#### 4.3.4. Kapasitas Lapangan Penumpukan

Lapangan penumpukan atau biasa di sebut *container yard* (CY) merupakan fasilitas wajib yang dimiliki oleh terminal peti kemas. Hingga saat ini Terminal Peti Kemas Banjarmasin memiliki kapasitas sebesar 605.592 TEUs per-tahunnya. Kapasitas ini akan segera bertambah dikarenakan oleh tingkat utilitas lapangan penumpukan saat ini sudah mencapai lebih dari 70%. Lapangan penumpukan pada terminal ini terdapat 2 jenis blok penumpukan, yaitu peti kemas ekspor dan peti kemas impor dimana pada setiap lapangan penumpukannya memiliki tinggi tumpukan maksimum 4 box. Berikut adalah kapasitas lapangan penumpukan yang dimiliki oleh Terminal Peti Kemas Banjarmasin:

Tabel 4-2 Kapasitas lapangan penumpukan bongkar TPKB

<b>Blok Impor (<i>Inbound</i>)</b>	
<b>Nama</b>	<b>Kapasitas (Teu)</b>
B	504
C	504
D	504
E	504
F	504
G	378
O	294
P	273
Q	294
<b>Total</b>	<b>3.759</b>

Tabel 4-3 Kapasitas lapangan penumpukan muat di TPKB

<b>Blok Ekspor (<i>Outbound</i>)</b>	
<b>Nama</b>	<b>Kapasitas (Teu)</b>
A	504
H	336
I	357
J	357
K	357
L	357
M	273
N	294
P1	252
P5	364
X1	263
WS	875
<b>Total</b>	<b>4.589</b>

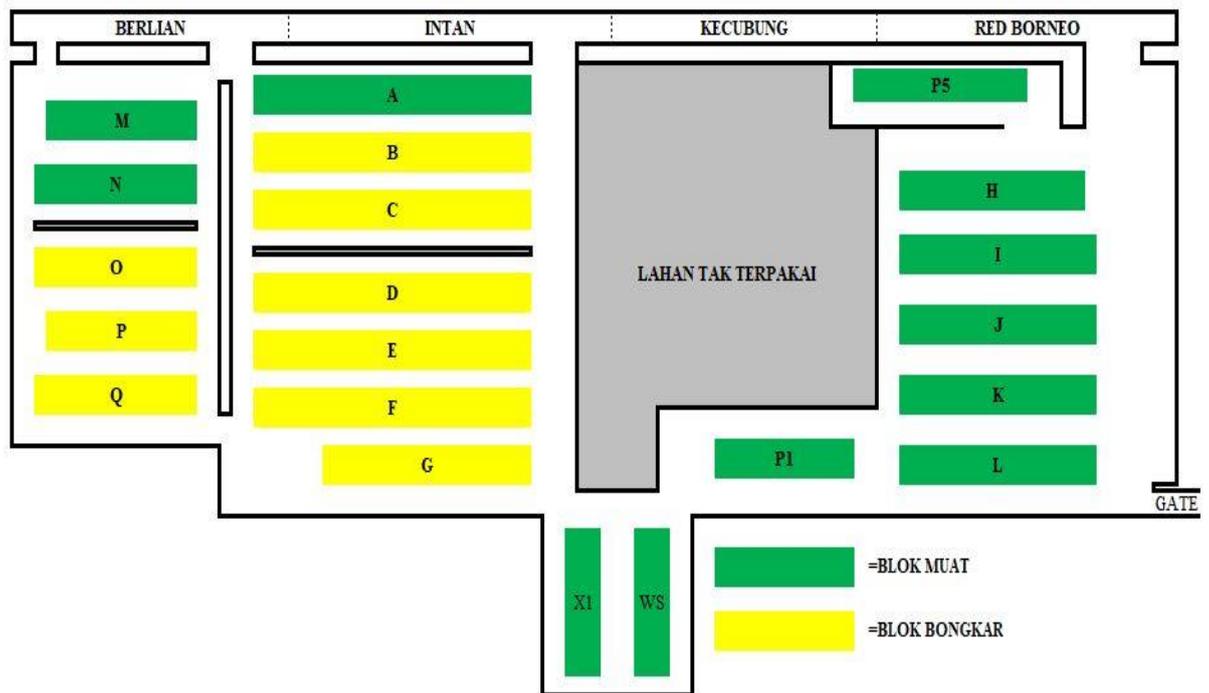
Dari table di atas dapat diketahui kapasitas untuk peti kemas ekspor sebesar 4.326 Teus, dan untuk kapasitas impor sebesar 3.759 Teus. Berikut adalah gambaran lapangan peti kemas milik Terminal Peti Kemas Banjarmasin:



Gambar 4-10 Lapangan penumpukan peti kemas di TPKB

#### 4.3.5. Jarak Lapangan Penumpukan Terhadap Dermaga

Layout pelabuhan merupakan hal terpenting yang harus di pertimbangkan dalam perencanaan lokasi penumpukan, hal ini berkaitan dengan kecepatan kegiatan *haulage*. Berikut adalah layout lapangan penumpukan pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin



Gambar 4-11 Layout lapangan penumpukan TPKB

Pada gambar tersebut blok berwarna kuning di khususkan untuk peti kemas bongkar, dan hijau untuk peti kemas ekspor. Pada setiap blok tersebut memiliki jarak yang berbeda untuk ke setiap tambatannya sehingga jarak menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi penumpukan peti kemas. Seperti pada jalanan umum, terminal

peti kemas Banjarmasin juga telah mengatur rambu rambu lalu lintas di dalam pelabuhan untuk ketertiban dan keselamatan dalam berkendara baik untuk truk milik terminal maupun truk milik pihak luar pelabuhan. Berikut adalah jarak dari setiap blok ke setiap tambatannya

Tabel 4-4 Jarak lapangan penumpukan ke tambatan

Lapangan Penumpukan - Tambatan				
Blok	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	252	243	393	543
H	855	1.005	1.040	880
I	1.105	975	1.010	850
J	1.080	950	980	820
K	1.050	920	960	800
L	1.030	900	935	775
M	197	347	497	647
N	250	400	550	700
P1	667	547	727	877
P5	790	640	490	340
WS	760	640	820	970

Jarak pada tabel 4-4 merupakan jarak truk pada saat kegiatan muat. Jalur yang digunakan oleh truk adalah jalur yang telah di tentukan oleh pelabuhan (mengikuti rambu-rambu lalu-lintas pada pelabuhan).

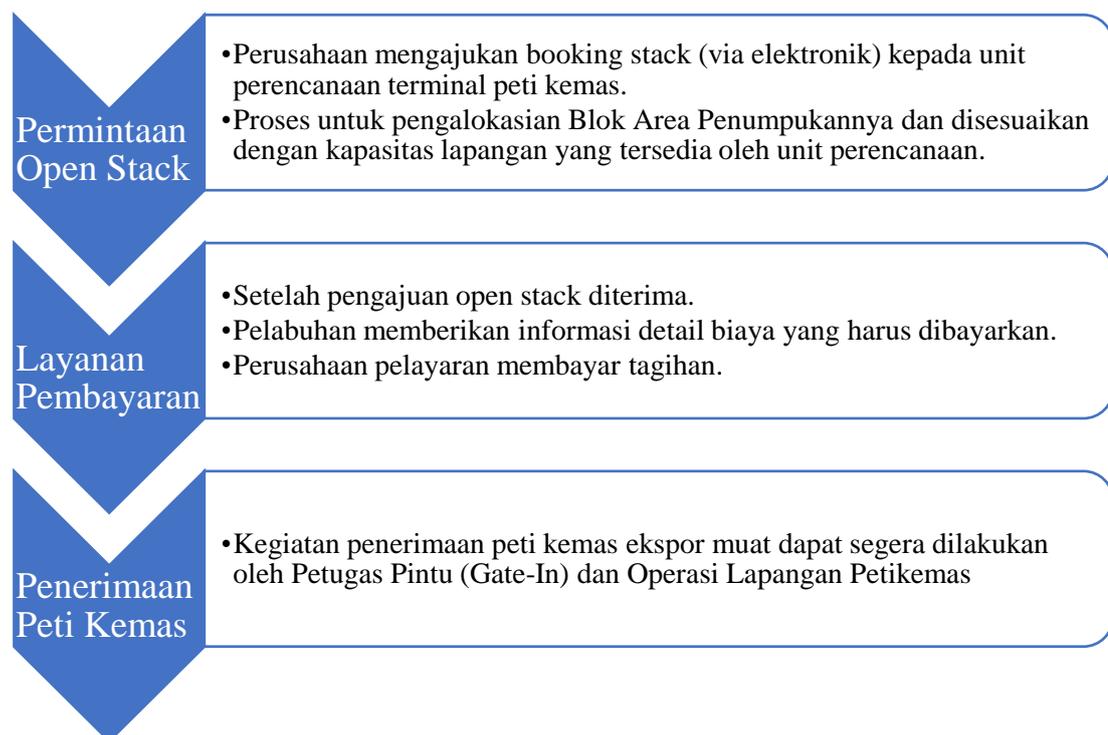
Tabel 4-5 Jarak tambatan ke lapangan penumpukan

Tambatan - Lapangan Penumpukan				
Blok	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	393	242	274	339
H	1.115	715	610	610
I	805	685	570	570
J	780	660	540	540
K	750	630	490	490
L	730	610	445	445
M	883	733	773	853
N	850	700	730	800
P1	500	380	390	533
P5	750	750	760	760
WS	650	530	540	683

Berbeda dengan tabel 4-4, pada tabel 4-5 walaupun lokasi blok dan tambatan sama jarak yang ditempuh berbeda. Jalur yang digunakan pada saat kemabali dari tambatan juga berbeda.

#### 4.3.6. Kondisi Alokasi Peti Kemas Ekspor Saat ini

Pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin, perencanaan alokasi lapangan penumpukan dilakukan oleh unit perencanaan terminal peti kemas sesuai dengan pesanan perusahaan pelayaran. Hasil alokasi peti kemas yang di buat oleh divisi perencana adalah berupa slot peti kemas setiap kapal dengan jadwal kedatangan dan keberangkatan kapal. Perencanaan ini dilakukan harian dan terus diperbarui untuk setiap harinya sehingga nantinya pihak perencana yang di lapangan dapat menempatkan peti kemas yang masuk pelabuhan sesuai dengan perencanaan. Secara umum prosedur perencanaan pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin untuk peti kemas ekspor adalah sebagai berikut:



Gambar 4-12 Prosedur *Open Stack*

Setelah perencanaan selesai dan perusahaan pelayaran sudah mendapatkan informasi terkait tanggal *open stack* maka peti kemas milik perusahaan pelayaran dapat memasuki area pelabuhan dan menunggu untuk kapal yang akan memuat. Berikut adalah prosedur *stacking* peti kemas

- *Gate*: memasukan data, penimbangan dan pemeriksaan fisik peti kemas, truk akan mendapatkan lokasi penumpukan berupa nama blok, *bay*, dan *row*.
- Peti kemas menuju lokasi *penumpukan*
- Pemeriksaan untuk peti kemas khusus

Tabel 4-6 Contoh perencanaan alokasi lapangan penumpukan oleh TPKB

No	Kapal	Voyage	Agen	Tujuan	Status	Open Stack	ETB	Jumlah Muatan (Box)	Alokasi	
1	Sinar Jepara	11	PNP	SUB	WS	5 Maret	9 Maret	20 MT	125	H(S1-4;R1-6)
								40 MT	15	L(S9-10;R1-6)
								20 FL	98	K(S9-12;R1-6)
								40 FL	11	K(S12-13;R1-6)
								Total	249	Box
2	Meratus Dili	10	MRT	SUB	-	6 Maret	10 Maret	20 MT	160	WS1(S1-5;R1-5)
								40 MT	20	WS1(6-15;R1-4)
								20 FL	40	J(S1-3;R1-6)
								40 FL	5	L(S1-4;R1-6)
								Total	225	Box

Pada tabel tersebut terdapat keterangan terkait muatan ekspor kapal yang akan sandar. Pada tabel tersebut terdapat *open stack* yang menandakan bahwa muatan kapal tersebut dapat mulai memasuki lapangan penumpukan pada tanggal tersebut, dan pada kolom alokasi terdapat lokasi untuk penumpukan peti kemas. Pada alokasi tersebut disebutkan blok beserta *slot* dan *row* untuk peti kemas berdasarkan ukuran.

Dari alokasi yang di buat oleh divisi perencanaan tersebut, berikutnya akan di masukan ke dalam sistem sehingga truk yang membawa peti kemas mengetahui lokasi untuk menumpuk peti kemas. Ketika truk memasuki terminal akan mendapatkan alokasi tersebut dari gerbang pintu masuk.

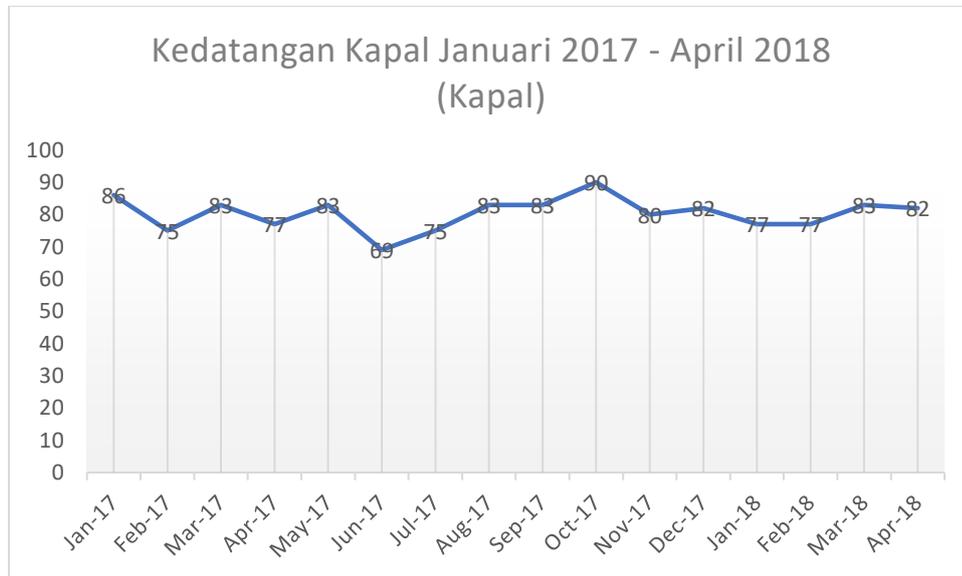
#### 4.4. Jumlah Kapal dan Muatan Terlayani

Dalam menentukan kinerja suatu pelabuhan, indicator yang digunakan adalah utilitas atau penggunaan pelabuhan tersebut. Penggunaan pelabuhan tersebut dapat dilihat dari kapal dan muatan pada pelabuhan tersebut.

##### 4.4.1. Jumlah Kunjungan Kapal

Data yang di dapat selama 16 bulan, yaitu mulai Januari 2017 sampai dengan April 2018. Pada Gambar 4-13, dapat dilihat Jumlah kapal setiap bulan di Terminal Peti Kemas Banjarmasin setiap bulan hampir merata. Hal ini dikarenakan oleh pola operasi kapal peti kemas yang memiliki jadwal tetap (*liner*) sehingga kapal yang

sandar pada terminal ini setiap bulannya tidak jauh berbeda. Jumlah kunjungan kapal terendah terdapat pada bulan Juni 2017 dan untuk jumlah kunjungan kapal tertinggi terdapat pada bulan Oktober 2017 Berikut adalah data kapal yang terlayani di Terminal Peti Kemas Banjarmasin yang di ambil dari kurun waktu Januari 2017 hingga April 2018



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

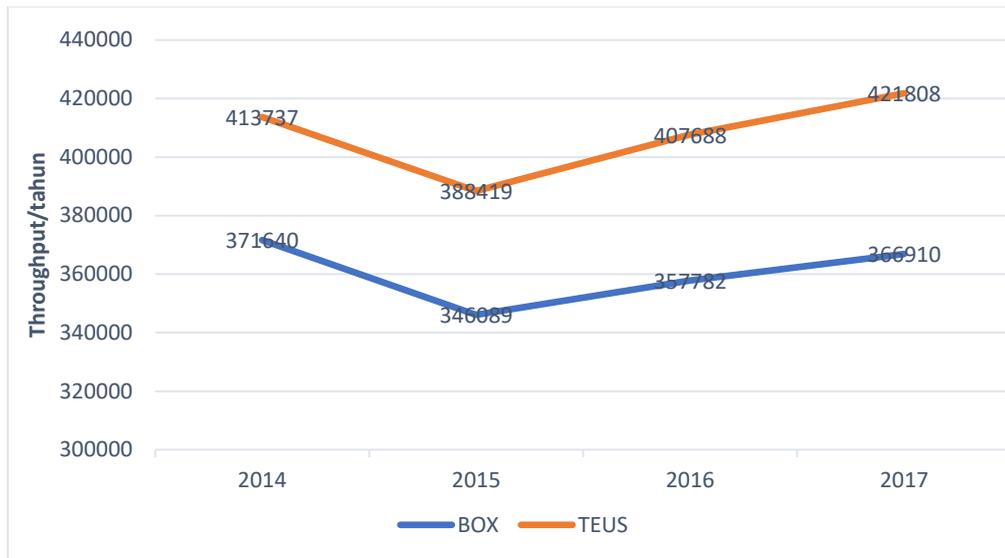
Gambar 4-13 Grafik jumlah kedatangan kapal

#### 4.5. Kegiatan Bongkar Muat

Kegiatan operasional di pelabuhan merupakan kegiatan yang memiliki peran penting dalam nilai produksi pelabuhan, tidak biasa di pungkiri bahwa penggunaan waktu untuk kegiatan bongkar muat lebih dominan di dalam waktu sandar (*berthing time*). Waktu bongkar muat sangat dipengaruhi oleh kualitas peralatan sehingga jika kualitas peralatan bongkar muat baik maka waktu bongkar muat dapat di tekan seminimal mungkin.

##### 4.5.1. Arus Muatan Peti Kemas

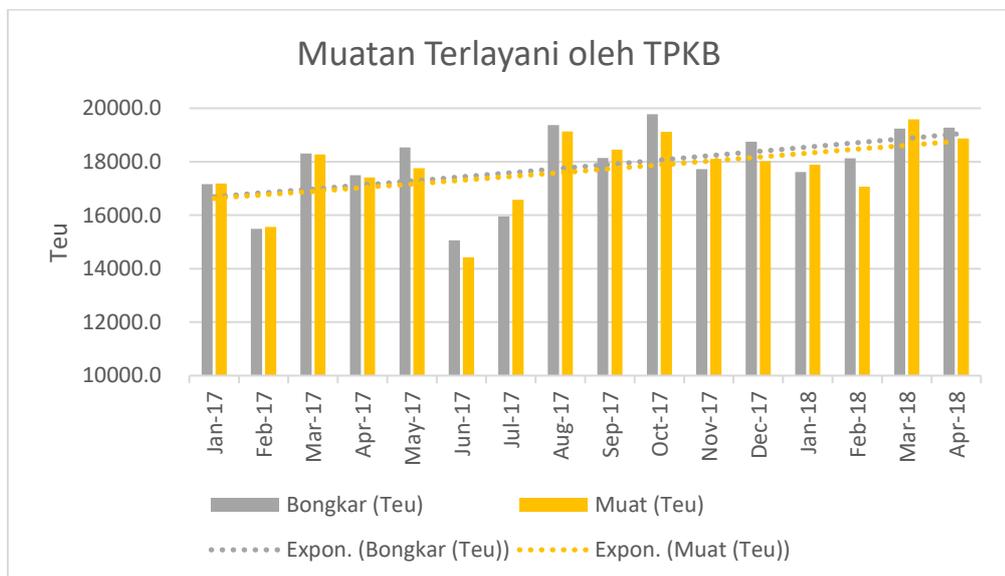
Pada gambar grafik di bawah ini dapat dilihat arus muatan peti kemas pada rentang waktu 2014 hingga 2017. Arus muatan peti kemas mengalami penurunan pada tahun 2015 sebesar 7% atau sebesar 25.318 Teus dan mengalami peningkatan kembali di tahun 2016 hingga tahun 2017 sehingga pada tahun 2017 arus muatan peti kemas di Terminal Peti Kemas Banjarmasin mencapai angka 421.808 Teus.



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-14 Throughput TPKB

Jika dilihat pada setiap bulan pada rentang waktu Januari 2017 hingga April 2018. Jumlah muatan yang ditangani oleh Terminal Peti Kemas Banjarmasin adalah sebagai berikut

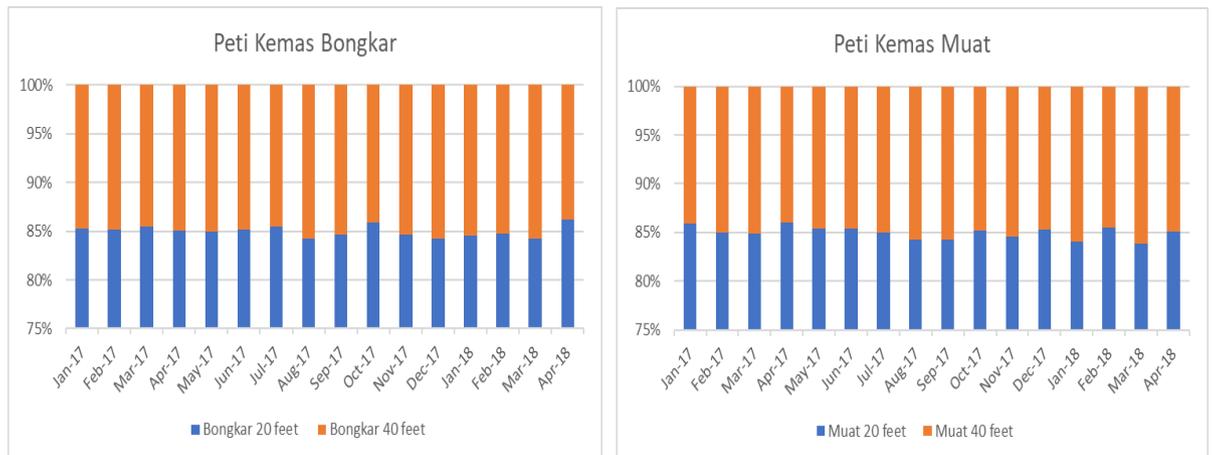


Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-15 Muatan bongkar dan muat

arus muatan peti kemas pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin tidak menentu setiap bulannya. Angka terendah untuk jumlah bongkar dan muat adalah pada bulan Juni 2017 dengan jumlah bongkar dan muat sebesar 29.496 Teus, dan untuk jumlah bongkar muat tertinggi terdapat pada bulan Oktober 2017.

Berikut adalah data bongkar dan muat peti kemas berdasarkan ukuran peti kemas yang ada pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin:

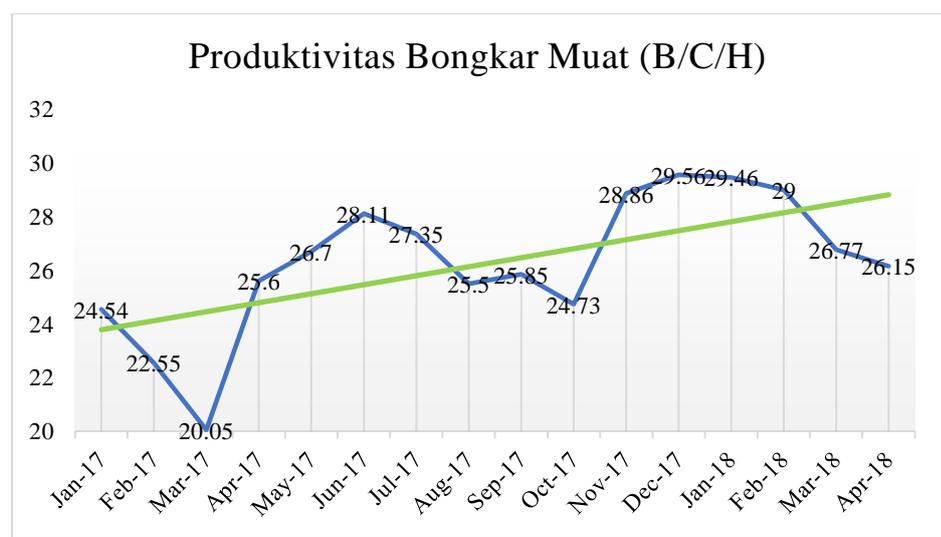


Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin  
 Gambar 4-16 Perbandingan peti kemas berdasarkan ukuran

Dari data tersebut menunjukkan bahwa peti kemas ukuran 20 kaki lebih mendominasi dari pada ukuran 40 kaki dengan persentase rata rata peti kemas ukuran 20 kaki sebesar 85%.

4.5.2. Kecepatan Bongkar Muat Terminal Peti Kemas Banjarmasin

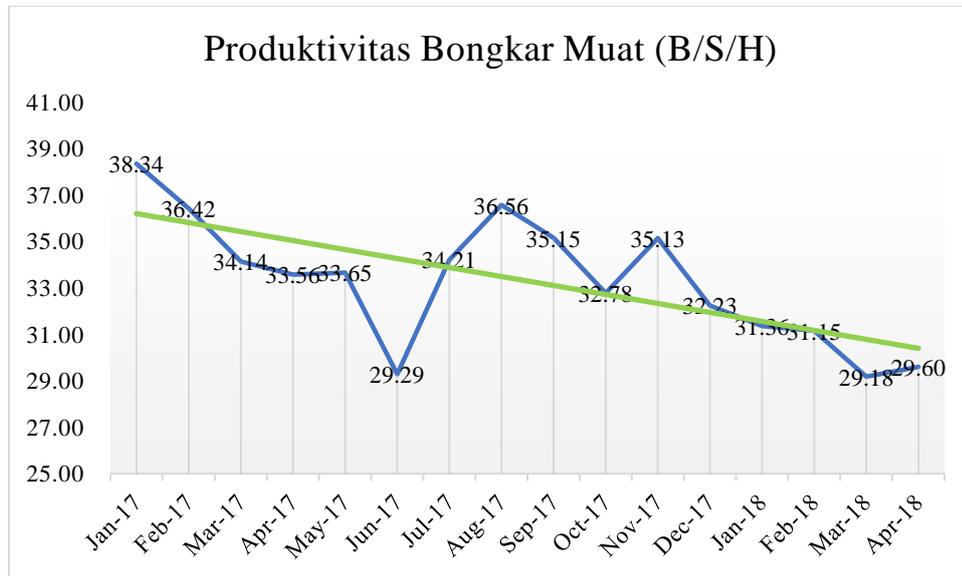
Kecepatan bongkar muat *box/crane/hour* (B/C/H) di terminal ini sudah tergolong tinggi, dengan menerapkan target 25 B/C/H Terminal Peti Kemas Banjarmasin sudah dapat mencapai terget tersebut. Berikut adalah B/C/H yang terdata oleh TPKB



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin  
 Gambar 4-17 Produktivitas *box/crane/hour*

Dari data tersebut dapat dilihat terjadi peningkatan pada bulan Maret 2017 sehingga Terminal Peti Kemas Banjarmasin dapat mencapai 25 B/C/H dan mempertahankan hingga April 2018.

Untuk *box/ship/hour* (B/S/H) pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin menerapkan target sebesar 40 B/S/H. Berikut adalah B/S/H yang terdata oleh TPKB

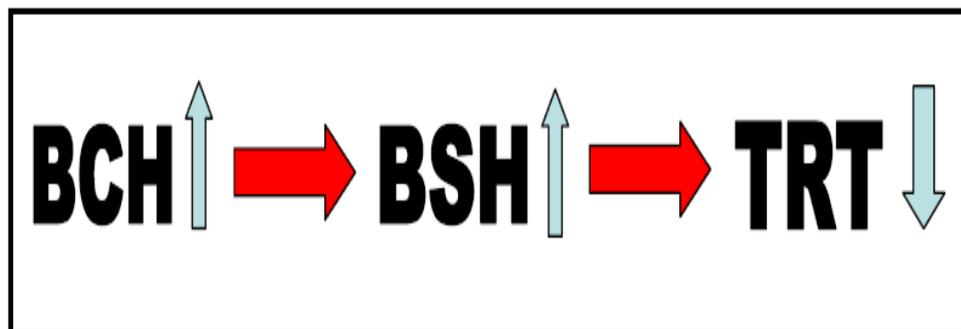


Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-18 Produktivitas *box/ship/hour*

Dari data tersebut diketahui bahwa terjadi penurunan. Hingga saat ini Terminal Peti Kemas Banjarmasin masih belum bisa untuk mencapai target tersebut.

Dari data tersebut diketahui bahwa terdapat permasalahan dimana ketika *box/crane/jam* meningkat namun *box/ship/jam* menurun, seharusnya ketika *box/crane/jam* terjadi peningkatan *box/ship/jam* juga dapat meningkat.

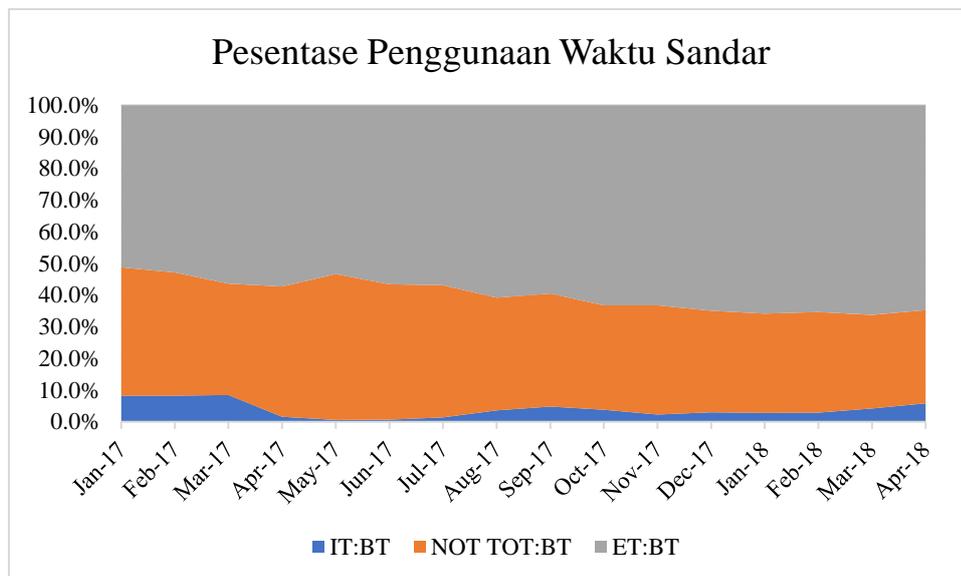


Gambar 4-19 Pengaruh B/C/H terhadap B/S/H dan TRT

Produktivitas bongkar maupun muat B/C/H akan mempengaruhi B/S/H sehingga waktu muat dapat diperkecil dan berdampak pada Turn Round Time kapal yang juga dapat diperkecil.

#### 4.5.3. Waktu Bongkar Muat Terminal Peti Kemas Banjarmasin

Kegiatan operasional di pelabuhan merupakan kegiatan yang memiliki peran penting dalam nilai produksi pelabuhan. Waktu bongkar muat dipengaruhi oleh kekuatan produksi dari kran yang ada di dermaga sebagai alat bongkar/muat (B/S/H dan B/C/h), jumlah muatan yang dibawa oleh kapal yang akan dibongkar atau dimuat, kondisi cuaca, serta beberapa hal lainnya. Berikut adalah perbandingan waktu *idle time*, *not operating time*, dan *effective time* terhadap waktu sandar (*berthing time*) dimana waktu sandar merupakan waktu yang dihitung sejak ikat tali pertama hingga lepas tali terakhir dari dermaga:



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-20 Penggunaan waktu sandar

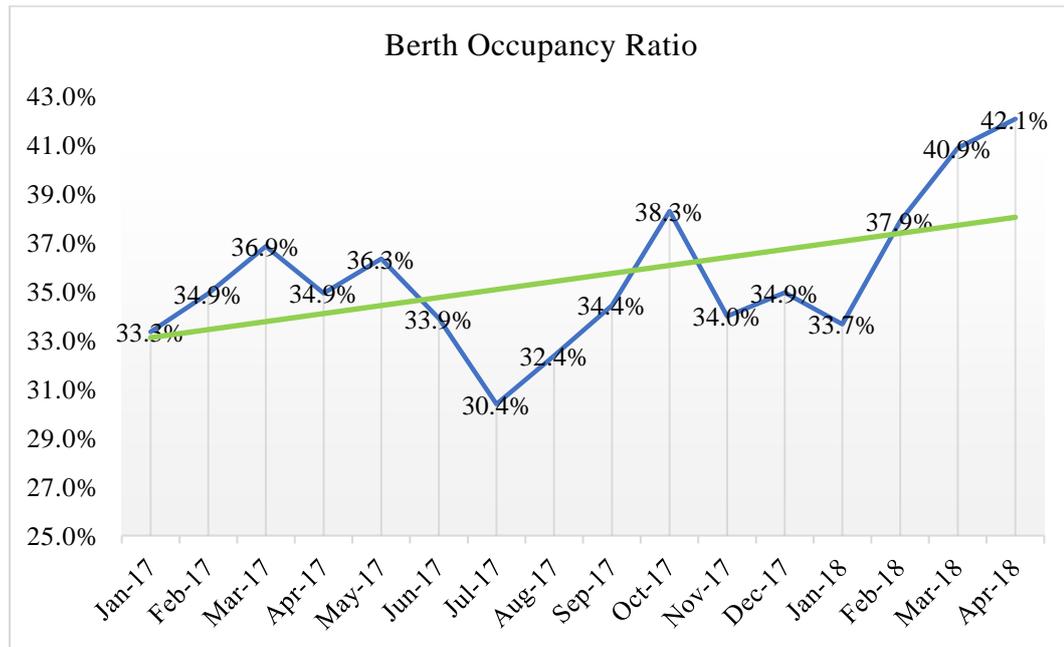
Pada grafik di atas dapat diketahui bahwa penggunaan waktu sandar (*berthing time*) lebih banyak digunakan untuk kegiatan bongkar muat (*ET*), lalu di ikuti oleh *not operating time* (*NOT*), dan yang terkecil adalah *idle time* (*IT*). Pada pembagian tiga waktu tersebut, aktifitas yang menguntungkan adalah *effective time* sehingga semakin besar *ET*, pelabuhan akan dinilai semakin baik.

#### 4.6. Utilitas Fasilitas Pelabuhan

##### 4.6.1. *Berth Occupancy Ratio*

Dengan meningkatnya arus muatan maka utilitas atau penggunaan tambatan juga ikut meningkat. Nilai BOR (*Berth Occupancy Ratio*) bulanan rentang waktu Januari 2017 hingga April 2018 Terminal Peti Kemas Banjarmasin cenderung

mengalami kenaikan. BOR sendiri merupakan jumlah waktu pemakaian tiap tambatan dibanding dengan jumlah dermaga dan waktu yang tersedia selama periode tertentu yang dinyatakan dalam prosen. Dengan adanya data berkaitan dengan jumlah kunjungan kapal dan waktu sandar kapal, maka didapatkan utilitas dermaga (berth occupancy ratio) untuk setiap bulannya rentang waktu Januari 2017 hingga April 2018. Berikut adalah utilitas penggunaan dermaga pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin:



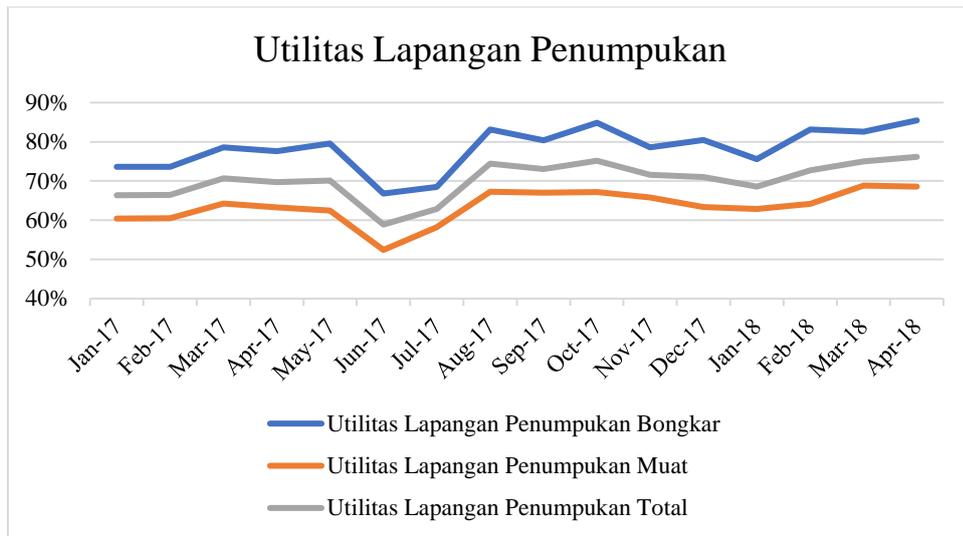
Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-21 Utilitas penggunaan dermaga TPKB

Dari grafik diatas didapatkan bahwa utilitas penggunaan tambatan yang cenderung meningkat dari Januari 2017 hingga April 2018. Namun pada bulan bulan tertentu mengalami penurunan, seperti pada bulan Mei hingga Juli terdapat penurunan sebesar 5,9% lalu mengalami peningkatan kembali bulan Juli hingga Oktober sebesar 7,9%. Dan dalam 4 bulan terakhir mengalami peningkatan dimulai pada bulan Januari 2018 yang memiliki utilitas sebesar 33,7% dan meningkat hingga April 2018 mencapai 42,1%

#### 4.6.2. Yard Ocuupancy Ratio

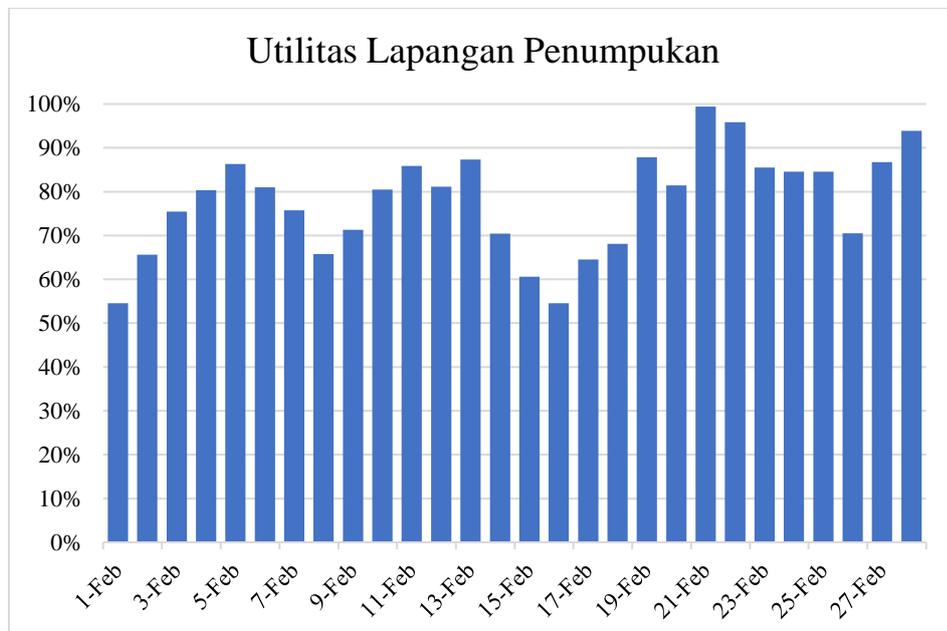
Lapangan penumpukan pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin dibagi menjadi dua yaitu blok ekspor dan blok impor . Berikut adalah utilitas penggunaan lapangan penumpukan pada TPKB pada setiap bulannya rentang waktu Januari 2017 hingga April 2018:



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-22 Utilitas Lapangan Penumpukan

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa utilitas lapangan penumpukan di Terminal Peti Kemas Banjarmasin sudah tergolong tinggi, hal ini sangat berpengaruh terhadap kinerja pelabuhan. Begitu juga dalam pemilihan atau perencanaan alokasi peti kemas muat, penuhnya lapangan penumpukan akan sangat menghambat proses perencanaan. Berikut adalah utilitas lapangan penumpukan khusus peti kemas ekspor pada bulan Februari 2018:



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Banjarmasin

Gambar 4-23 Utilitas Lapangan Penumpukan Muat Februari 2018

Pada grafik di atas, dapat dilihat bahwa utilitas lapangan penumpukan harian pada Bulan Februari 2018 memiliki rata-rata 78%. Hal ini berpengaruh terhadap perencanaan alokasi peti kemas muat, pihak perencana tidak lagi dapat memberikan tempat yang optimal untuk mengurangi waktu muat peti kemas ke kapal dikarenakan hanya sedikit sisa tempat yang tersedia.

## BAB 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pelabuhan dapat dikatakan baik jika pelabuhan tersebut dapat mempercepat waktu tambat pada pelabuhan tersebut. Dari waktu tambat tersebut terdapat beberapa komponen yang termasuk waktu tambat diantaranya *not operating time*, *idle time* dan *effective time*. Pada tiga komponen waktu tersebut yang memiliki waktu terpanjang adalah *effective time* dimana kegiatan tersebut digunakan untuk bongkar muat. Maka dari itu kinerja sebuah terminal peti kemas dapat dilihat dari kecepatan bongkar muat baik B/S/H maupun B/C/H.

Kecepatan bongkar muat mulai dipertimbangkan oleh dunia logistik karena acuan ini merupakan yang paling utama dalam menilai sebuah kinerja terminal secara keseluruhan. Beberapa faktor yang mempengaruhi B/S/H maupun B/C/H sendiri adalah sebagai berikut.

1. Kecepatan peralatan bongkar muat (fasilitas pelabuhan).
2. Jarak tempuh truk dalam mengangkut peti kemas dari lapangan penumpukan atau sebaliknya (*haulage*).
3. Waktu yang terbuang dari proses *haulage* yang mengakibatkan *container crane* menunggu.
4. NOT dan IT yang tidak dapat dikontrol sepenuhnya.

Fasilitas pelabuhan sangat berperan penting terhadap kinerja bongkar muat, mulai dari *container crane* pada dermaga hingga *rubber tyred gantry crane* namun sistem yang bekerja dalam terminal juga mempengaruhi. Sistem yang tidak tepat dapat mengakibatkan antrian pada *container crane* maupun *rubber tyred gantry crane* oleh truk yang melakukan kegiatan *haulage* dari lapangan penumpukan ke dermaga.

Pada penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan jarak tempuh truk dalam kegiatan *haulage* atau kegiatan pengangkutan peti kemas dari lapangan penumpukan ke lokasi sandar kapal dengan mempertimbangkan keseimbangan jumlah peti kemas pada antar blok peti kemas. Dengan meminimalkan jarak tersebut maka waktu tempuh dapat dipersingkat dan dengan adanya keseimbangan antar blok tersebut maka antrian truk dapat diminimalkan.

Terdapat tiga hal utama dalam penyelesaian evaluasi alokasi peti kemas ekspor yang dikerjakan dalam penelitian ini, yaitu:

- Total jarak yang ditempuh dalam kegiatan *haulage*.
- Keseimbangan jumlah petikemas pada seluruh blok di TPKB.
- Keseimbangan jumlah peti kemas dari setiap kapal pada setiap blok.

### **5.1. Gambaran Optimasi Alokasi Penumpukan Peti Kemas Ekspor**

Pada bagian ini akan dibahas mengenai penentuan alokasi peti kemas ekspor di lapangan penumpukan dengan fungsi tujuan meminimalkan jarak yang ditempuh oleh truk beserta chasis dalam kegiatan *haulage* atau pengangkutan peti kemas dari blok alokasi ke lokasi tambatan kapal dan menyeimbangkan jumlah peti kemas pada blok penumpukan.

Pada penelitian ini, digunakan metode optimasi program non linier bilangan bulat (integer non linear programming) dalam menggambarkan keadaan permasalahan penelitian. Namun terdapat beberapa batasan penelitian terkait model matematis yang diberikan, diantaranya:

- Tempat sandar kapal dan jadwal sandar kapal sudah diketahui dan tidak ada keterlambatan kedatangan kapal.
- Jumlah *quay crane* yang akan digunakan sudah ditentukan untuk setiap kapal.
- Segala kebutuhan dalam kegiatan bongkar muat sudah siap.
- Model matematis yang diusulkan bersifat hanya untuk satu keadaan yang ditentukan di awal perumusan model. Adapun jika diinginkan untuk situasi tertentu, maka model harus dimodifikasi berdasarkan kebutuhan/kondisi yang diinginkan.

Alokasi peti kemas muat pada lapangan penumpukan ini juga dikenal sebagai Yard Allocation Problem (YAP). YAP ini diselesaikan dengan rolling horizon strategy atau penyelesaian berdasarkan waktu tanggal, hal ini dikarenakan Rolling horizon adalah metode dimana model diselesaikan dalam beberapa submodels. Strategi ini dapat berguna ketika waktu komputasi dari model berbasis kalender sangat besar dan membutuhkan waktu lama dalam penyelesaiannya. Dengan menyelesaikan beberapa submodels yang lebih kecil, total waktu komputasi dapat dikurangi.

## 5.2. Penentuan Evaluasi Alokasi Penumpukan Peti Kemas Ekspor

Dalam pelaksanaan evaluasi alokasi peti kemas ekspor pada penelitian ini, evaluasi dilakukan pada bulan Februari dengan rentang waktu yang tanggal 1 Februari 2018 hingga 28 Februari 2018. Data yang digunakan dievaluasi ini adalah data terbaru yang diperoleh dari Terminal Peti Kemas Banjarmasin PT. Pelindo 3 Cabang Banjarmasin. Data yang digunakan adalah data realisasi alokasi peti kemas ekspor yang dibuat oleh divisi perencanaan (*planner*) Terminal Peti Kemas Banjarmasin.

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data alokasi muatan ekspor setiap kapal yang telah dibuat oleh divisi perencanaan. Evaluasi dilakukan dalam satu bulan untuk melihat secara keseluruhan perencanaan dan perbandingan antara realisasi dan pendekatan matematis.

Pengerjaan model matematis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak optimasi LINGO dengan mengubah model matematis yang digunakan ke dalam bahasa pemrograman yang digunakan oleh LINGO. Pada pengerjaan model matematis dalam LINGO, ada beberapa fungsi yang dipakai dalam penyelesaian sebagai berikut:

- MAX berfungsi untuk digunakan untuk memperhitungkan nilai maksimum dari sebuah pernyataan dari seluruh member set.
- MIN berfungsi untuk digunakan untuk memperhitungkan nilai minimum dari sebuah pernyataan dari seluruh member set.
- @OLE Berfungsi untuk menghubungkan LINGO dengan spreadsheet baik untuk impor data awal maupun ekspor keluaran dari LINGO.
- @FOR Berfungsi untuk menentukan setiap anggota set.
- @SUM merupakan fungsi penjumlahan ( $\Sigma$ ).
- @BIN untuk menyatakan fungsi biner.
- @GIN untuk menyatakan fungsi bilangan bulat.

Pengerjaan pada tahap awal adalah memasukan data (*input*) sebagai berikut:

- a) S : Jumlah kapal
- b) B : Jumlah blok penumpukan
- c) K : Kapasitas pada setiap blok.
- d) bN2 : Muatan berukuran 20 *kaki* pada kapal.
- e) bN4 : Muatan berukuran 40 *kaki* pada kapal.
- f) Kran : Jumlah kran yang sudah direncanakan untuk bongkar muat.
- g) Jarak : Jarak antara setiap blok dengan setiap tambatan.

- h) A : Menandakan bahwa blok tersebut telah dialokasikan.
- i) aN2 : Muatan berukuran 20 *kaki* yang dialokasikan pada blok
- j) aN4 : Muatan berukuran 40 *kaki* yang dialokasikan pada blok

Poin a hingga g merupakan masukan data (*input data*) dan pada poin h hingga j merupakan variabel keputusan (*output*). Deklarasi diharuskan agar program LINGO mengenali variabel-variabel yang digunakan pada tahap berikutnya.

Seperti yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, optimasi menggunakan LINGO memiliki lima hal yang dibutuhkan yaitu sets, parameter, variabel keputusan, fungsi tujuan, dan Batasan. Berikut adalah penulisan lima komponen tersebut dalam LINGO:

### 1. Sets, parameter, dan variabel keputusan

```

data:
S = 4;
B = 12;
enddata

sets:
blok/1..B/:K;
kapal/1..S /:bN2,bN4,kran;
alokasi(blok,kapal):jarak,A,aN2,aN4;
endsets

data:
K = @OLE('D:\Tugas Akhir\Data Kapal.xlsx','Kapasitas_1');
bN2 = @OLE('D:\Tugas Akhir\Data Kapal.xlsx','Kebutuhan20_1');
bN4 = @OLE('D:\Tugas Akhir\Data Kapal.xlsx','Kebutuhan40_1');
kran = @OLE('D:\Tugas Akhir\Data Kapal.xlsx','Kran_1');
jarak = @OLE('D:\Tugas Akhir\Data Kapal.xlsx','Jarak_1');

@OLE('D:\Tugas Akhir\Data Kapal.xlsx','Alokasi_28','Alokasi20_28','Alokasi40_28')=A,aN2,aN4;
enddata

```

Gambar 5-1 Model Matematis LINGO (Sets, Parameter, Variabel Keputusan)

Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa sets (variabel yang dideklarasikan adalah blok, kapal. Dan untuk variabel keputusan terdapat alokasi. Untuk deklarasi masukan data (*input*) terdapat K,bN2, bN4, kran, dan jarak. Pada *input* tersebut menggunakan fungsi @OLE yang menandakan data di impor dari spreadsheet. Dan pada *output* fungsi @OLE juga digunakan untuk ekspor data ke spreadsheet.

### 2. Fungsi tujuan

Dalam model alokasi peti kemas ekspor ini terdapat 3 tujuan. Tiga tujuan ini diberikan disatukan menggunakan fungsi multi objektif

dengan melakukan pembobotan pada setiap tujuan sehingga program lingo dapat membaca dan mengolah tujuan secara bersamaan.

```
f1 = (@sum(alokasi(i,j):((aN2(i,j)/2)+aN4(i,j))*A(i,j)*jarak(i,j)))/10;
f2 = @sum(blok(i):@max(kapal(j):aN2(i,j)*A(i,j))-@min(kapal(j):aN2(i,j)*A(i,j)))
    + @sum(blok(i):@max(kapal(j):aN4(i,j)*A(i,j))-@min(kapal(j):aN4(i,j)*A(i,j)));
f3 = @sum(kapal(j):@max(blok(i):aN2(i,j)*A(i,j))-@min(blok(i):aN2(i,j)*A(i,j)))
    + @sum(kapal(j):@max(blok(i):aN4(i,j)*A(i,j))-@min(blok(i):aN4(i,j)*A(i,j)));

min = 0.4*f1+0.3*f2+0.3*f3;
```

Gambar 5-2 Model Matematis dalam LINGO (*Objective Function*)

Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa pembobotan pada  $f1=0.4$  ,  $f2=0.3$ , dan  $f3=0.3$ .

### 3. Batasan

```
@for(kapal(j):@sum(alokasi(i,j):aN2(i,j)*A(i,j))=bN2(j));
@for(kapal(j):@sum(alokasi(i,j):aN4(i,j)*A(i,j))=bN4(j));

@for(blok(i):@sum(alokasi(i,j):(aN2(i,j)+2*aN4(i,j))*A(i,j))<=K(i));

@for(kapal(j):@sum(alokasi(i,j):A(i,j))=2*kran(j));

@for(blok(i):@sum(alokasi(i,j):A(i,j))<=1);

@for(alokasi(i,j):@sum(alokasi(i,j):aN2(i,j)+aN4(i,j))<=10000*A(i,j));
@for(alokasi(i,j):@sum(alokasi(i,j):aN2(i,j)+aN4(i,j))>=A(i,j));

@for(alokasi(i,j):@gin(aN2(i,j)));
@for(alokasi(i,j):@gin(aN4(i,j)));
@for(alokasi(i,j):@bin(A(i,j)));
```

Gambar 5-3 Model Matematis dalam LINGO (*Constraint*)

## 5.3. Evaluasi Penentuan Alokasi Penumpukan Peti Kemas Ekspor

Terdapat beberapa komponen awal atau data awal yang menjadi acuan dalam penentuan alokasi penumpukan peti kemas ekspor, diantaranya yaitu:

- Jadwal kedatangan kapal
- Jumlah peralatan bongkar muat yang digunakan (*Quay Container Crane*)
- Lokasi tambatan kapal
- Jarak dari blok ke tambatan

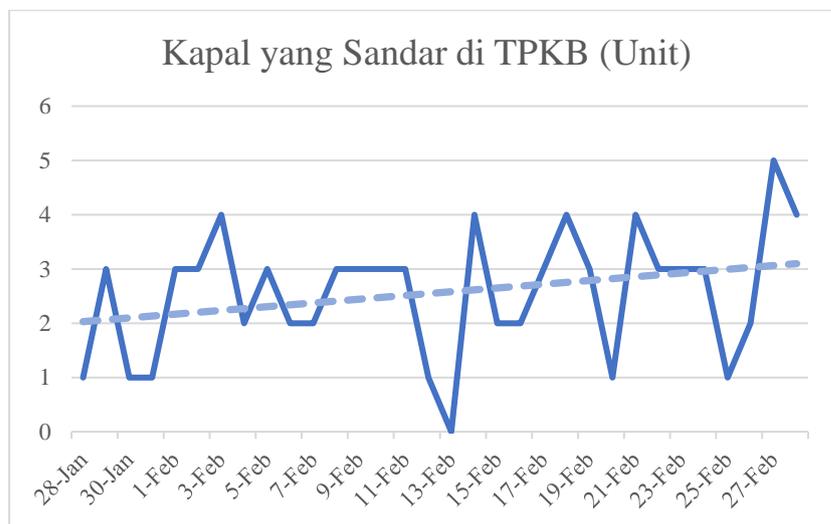
- Jumlah peti kemas yang akan dimuat (20 kaki dan 40 kaki)

Dari beberapa poin di atas, ada beberapa poin yang termasuk dalam perencanaan alokasi tambatan, hal ini dikarenakan kedua kegiatan ini (perencanaan tambatan dan perencanaan alokasi lapangan penumpukan) saling berhubungan untuk mengoptimalkan kinerja pelabuhan

### 5.3.1. Evaluasi Penentuan Alokasi Peti Kemas Bulan Februari 2018

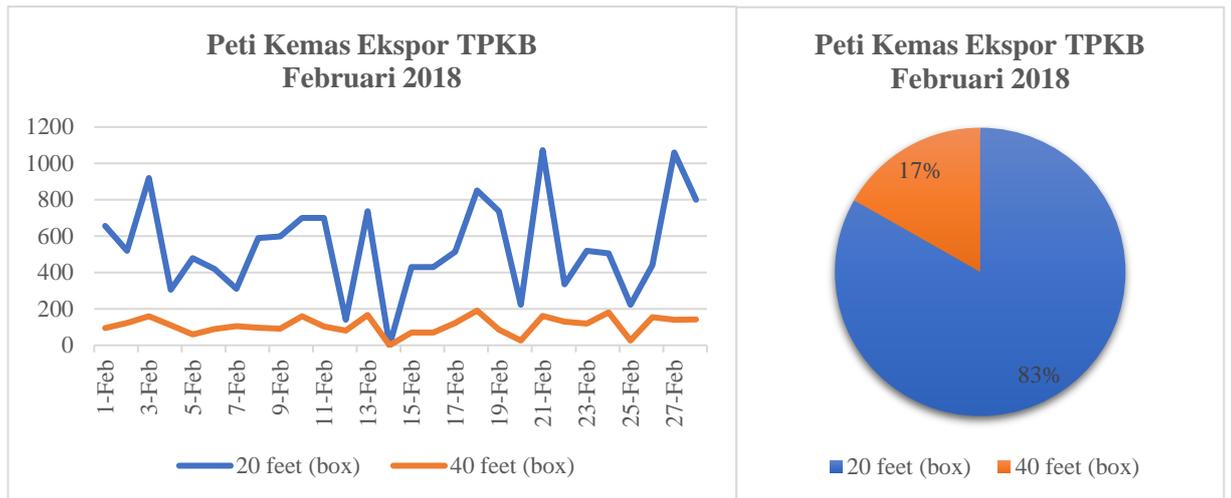
Evaluasi perencanaan alokasi peti kemas ekspor pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin dilakukan pada bulan Februari 2018. Dalam perencanaan alokasi peti kemas ekspor pada Bulan Februari, data peti kemas ekspor yang ada pada bulan sebelumnya yaitu pada tanggal 28-31 Januari juga diikuti sertakan. Hal ini dikarenakan *open stacking* peti kemas ekspor dimulai dari 5 hari sebelum kedatangan kapal, hal ini sesuai dengan kebijakan Terminal Peti Kemas Banjarmasin. Data kapal dan jumlah peti kemas ekspor pada tanggal 28-31 Januari tersebut digunakan dalam perencanaan bulan Februari untuk tanggal 1-4 Februari terkait dengan penggunaan dan ketersediaan lapangan penumpukan peti kemas ekspor.

Jumlah kapal yang sandar di Terminal Peti Kemas Banjarmasin pada tanggal 28-31 Januari 2018 sejumlah 6 kapal dan pada tanggal 1-28 Februari 2018 sejumlah 76 kapal. Berikut adalah grafik harian dari kedatangan kapal:



Gambar 5-4 Jumlah Kapal Sandar Harian

Dengan kegiatan ekspor sebanyak 18.275 box peti kemas. Peti kemas dalam kegiatan ekspor pada Terminal Peti Kemas Banjarmasin didominasi oleh peti kemas ukuran 40 kaki.



Gambar 5-5 Peti Kemas Ekspor Bulan Februari 2018

Dalam perencanaan alokasi peti kemas ekspor pada Bulan Februari, data peti kemas ekspor yang ada pada bulan sebelumnya yaitu pada tanggal 28-31 Januari juga diikuti sertakan. Hal ini dikarenakan *open stacking* peti kemas ekspor dimulai dari 5 hari sebelum kedatangan kapal, hal ini sesuai dengan kebijakan Terminal Peti Kemas Banjarmasin. Data kapal dan jumlah peti kemas ekspor pada tanggal 28-31 Januari tersebut digunakan dalam perencanaan bulan Februari untuk tanggal 1-4 Februari terkait dengan penggunaan atau ketersediaan lapangan penumpukan peti kemas ekspor.

Model dijalankan untuk mensimulasikan perencanaan alokasi peti kemas ekspor, model ini dijalankan sebanyak 28 kali mengikuti dari periode yang ada yang mana pada model ini satu periode adalah satu hari. Periode 1 dimulai pada tanggal 1 Februari, dan kapal yang termasuk dalam periode tersebut adalah kapal yang memulai kegiatan bongkar muat pada hari tersebut. Dengan adanya 28 periode maka model secara keseluruhan akan dijalankan pada pukul 00.00 tanggal 1 Februari hingga pukul 00.00 1 Maret.

Sebelumnya telah diketahui bahwa terdapat 6 kapal yang melaksanakan kegiatan bongkar muat pada tanggal 28 hingga 31 Januari 2018. Berikut adalah data 6 kapal tersebut:

Tabel 5-1 Kedatangan Kapal Tanggal 28-31 Januari 2018

No.	Nama Kapal	LOA (M)	Rencana		Jumlah Kran	Total Box	
			Sandar	Dermaga		20ft	40ft
1	Anda	98	28/1/2018 15:00	Kecubung	1	185	35
2	Teluk Flaminggo	114	29/1/2018 2:00	Red Borneo	2	190	45
3	Sinar Palaran	98	29/1/2018 18:00	Berlian	1	184	12
4	Meratus Katingan	120	29/1/2018 22:00	Red Borneo	2	206	47
5	Mentaya River	102	30/1/2018 1:00	Intan	2	140	80
6	Teluk Berau	114	31/1/2018 18:00	Red Borneo	2	230	45

Berikut adalah contoh hasil optimasi model matematis pada tanggal 1 & 2 Februari 2018. Untuk alokasi selengkapnya akan ditampilkan pada lampiran.

Tabel 5-2 Contoh alokasi hasil optimasi

Tanggal		1-Feb			2-Feb			
Nama Kapal		Sinar Ambon	Intan Daya 3	Selili Baru	Tanto Horas	Meratus Karimata	Sinar Jebara	
Blok Penumpukan (box)	A	20ft	0	0	80	0	0	110
		40ft	0	0	14	0	0	6
	H	20ft	0	0	80	85	0	0
		40ft	0	0	13	12	0	0
	I	20ft	45	0	0	0	0	0
		40ft	3	0	0	0	0	0
	J	20ft	0	39	0	85	0	0
		40ft	0	6	0	13	0	0
	K	20ft	0	0	80	0	0	0
		40ft	0	0	14	0	0	0
	L	20ft	45	0	0	0	0	0
		40ft	3	0	0	0	0	0
	M	20ft	0	39	0	0	33	0
		40ft	0	6	0	0	22	0
	N	20ft	0	39	0	0	33	0
		40ft	0	7	0	0	22	0
	P1	20ft	45	0	0	0	33	0

Tanggal			1-Feb			2-Feb		
	P5	40ft	4	0	0	0	22	0
		20ft	0	47	80	0	0	109
		40ft	0	0	14	0	0	6
	X1	20ft	0	39	0	0	31	0
		40ft	0	7	0	0	19	0
	WS	20ft	45	0	0	0	0	0
		40ft	4	0	0	0	0	0

Dari contoh hasil simulasi pada tanggal 1 dan 2 dapat diketahui bahwa peti kemas yang akan dimuat pada kapal Sinar Ambon sejumlah 194 box dengan pembagian 45 peti kemas ukuran 20 kaki diletakan pada blok I, 45 box pada blok L, 45 box pada blok P1 dan 45 box pada blok WS, dan untuk peti kemas ukuran 40 kaki diletakan pada blok I dan L masing masing 3 box dan pada P1 dan WS masing masing 4 box sehingga jumlah peti kemas 40 kaki pada kapal Sinar Ambon terdapat 14 box. Begitu juga dengan kapal lain, alokasi jumlah peti kemas terdapat pada masing masing kolom pada tabel di atas

#### 5.4. Hasil Optimasi

Dari data yang dihasilkan melalui optimasi dan data realisasi yang didapatkan dari pihak Terminal Peti Kemas Banjarmasin akan dilakukan perbandingan pada tiga fungsi tujuan dalam model matematis.

##### 5.4.1. Jarak Tempuh Truk dalam Kegiatan Muat

Hal utama yang menjadi tujuan dari optimasi adalah meminimalkan jarak truk dalam kegiatan muat, jarak yang didapatkan merupakan jarak yang dihasilkan dari perhitungan jumlah peti kemas yang akan dimuat dengan jarak dari lokasi peti muat ke dermaga. Berikut adalah Perbandingan hasil optimasi dengan realisasi yang ada pada setiap kapalnya.

Tabel 5-3 Perbandingan Total Jarak Tempuh Truk

	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)			Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Aktual			Optimasi	Aktual
1-Feb	Sinar Ambon	161,876	92,963	16-Feb	Meratus	165,020	184,520
	Intan Daya 3	141,485	113,290		Pekanbaru	181,397	229,150
	Selili Baru	255,658	254,535		Armada Setia	123,905	81,240
				Sinar Palaran			

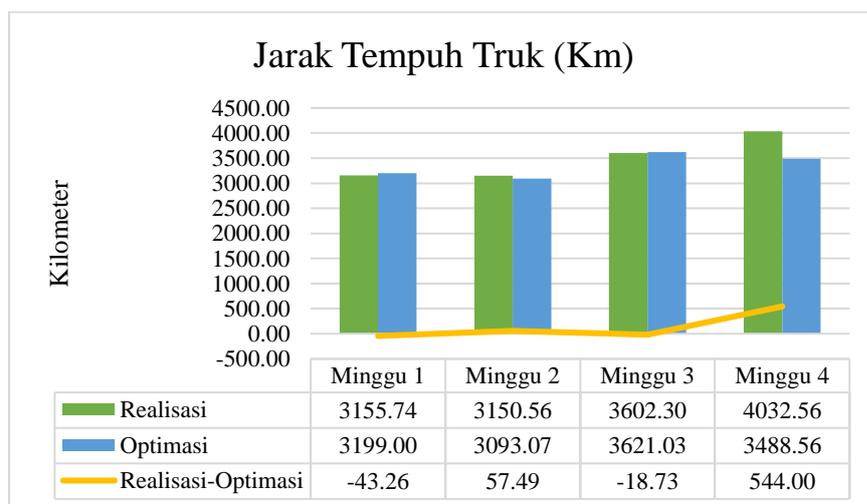
	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Aktual
2-Feb	Tanto Horas	156,685	139,650
	Meratus Karimata	177,505	181,525
	Sinar Jepara	120,352	178,690
3-Feb	Icon Bravo	137,564	94,938
	Kuala Mas	240,500	210,238
	Teluk Flaminggo	221,627	221,825
	Meratus Kahayan	198,015	194,175
4-Feb	Kanal Mas	136,170	188,250
	Mentaya River	186,729	210,200
5-Feb	Bali Kuta	91,270	95,690
	Sinar Ambon	163,605	113,210
	Bali Gianyar	174,020	174,525
6-Feb	Oriental Samudera	241,260	245,715
	Tanto Fajar I	109,260	91,500
7-Jan	Tanto Subur I	94,658	113,025
	Meratus Karimata	190,763	241,800
8-Feb	Sinar Palaran	139,640	145,059
	Teluk Flaminggo	206,945	238,850
	Anda	113,843	142,358
9-Feb	Sinar Jepara	119,855	254,850
	Meratus Katingan	180,390	191,385
	Tanto Horas	164,330	193,250
10-Feb	Lagoa Mas	314,105	211,055
	Mentaya River	201,165	223,720
	Teluk Berau	227,572	231,325

	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Aktual
17-Feb	Meratus Palembang	191,560	206,950
	Tanto Handal	153,620	175,450
18-Feb	Armada Segara	278,694	243,900
	Sinar Ambon	147,160	175,310
	Meratus Katingan	182,205	210,878
19-Feb	Meratus Ambon	196,785	200,400
	Sinar Jepara	210,725	152,053
	Lagoa Mas	173,499	169,000
20-Feb	Anda	175,915	183,565
	Bali Kuta	158,587	180,732
21-Feb	Jales Mas	220,500	262,600
	Intan Daya 3	197,625	107,045
	Oriental Pacific	284,205	228,400
22-Feb	Kawa Mas	266,047	267,985
	Tanto Subur I	126,470	134,300
	Meratus Pekanbaru	141,675	152,550
23-Feb	Teluk Berau	107,993	149,500
	Sinar Ambon	113,724	155,215
	Meratus Kahayan	171,263	200,600
24-Feb	Tanto Fajar I	156,410	203,350
	Teluk Flaminggo	228,048	209,650
	Meratus Ambon	195,108	211,850
25-Feb	Icon Bravo	101,198	192,225
	Sinar Jepara	192,025	193,460
26-Feb	Meratus Kendari 1	157,983	192,200

	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Aktual
11-Feb	Ayer Mas	161,180	165,250
	Oriental Pacific	239,938	264,760
	Sinar Ambon	157,560	69,368
12-Feb	Meratus Karimata	134,700	152,250
13-Feb	Icon Bravo	179,988	100,175
	Meratus Kahayan	202,500	218,175
	Sinar Jepara	113,610	113,730
	Tanto Fajar I	235,750	235,000
15-Feb	Tanto Subur I	146,327	203,600
	Teluk Berau	167,255	139,525

	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Aktual
	Oriental Samudera	305,730	265,815
27-Feb	Tanto Handal	153,620	184,500
	Lagoa Mas	173,477	240,630
	Anda	126,945	185,720
	Tanto Alam	191,780	201,250
28-Feb	Meratus Benoa	186,220	206,845
	Bali Kuta	75,263	124,500
	Kanal Mas	203,670	192,088
	Teluk Flaminggo	192,080	213,500
	Meratus Katingan	187,880	222,813

Pada tabel di atas menunjukkan jarak yang ditempuh oleh truk dalam kegiatan muat. Dalam kegiatan muat ini jarak digunakan adalah jarak truk dari blok penumpukan menuju ke tambatan dan kembali ke blok penumpukan, untuk peti kemas 20 kaki akan diangkut oleh truk sekali jalan dua peti kemas, dan untuk peti kemas 40 kaki akan diangkut satu persatu. Berikut adalah selisih jarak tempuh truk dalam kegiatan muat setiap harinya:



Gambar 5-6 Grafik Jarak Tempuh Truk dalam Kegiatan muat

Pada garis kuning pada grafik di atas menunjukkan selisih jarak tempuh truk antara alokasi realisasi dan alokasi melalui optimasi. Nilai pada garis tersebut terdapat nilai positif dan negatif dimana ketika garis pada nilai positif maka jarak yang dihasilkan melalui metode optimasi lebih baik, begitu juga sebaliknya jika garis kuning pada nilai negatif maka jarak tempuh yang dihasilkan melalui optimasi lebih tinggi atau lebih buruk.

Jarak total truk dari alokasi peti kemas eksisting adalah sebesar 13.941,166 Km, dan jarak total yang dihasilkan melalui optimasi sebesar 13.401,656 Km. Hal ini menandakan bahwa optimasi dapat memperkecil jarak tempuh truk pada bulan Februari 2018 sebesar 539,509 Km atau 3,9% daripada perencanaan data realisasi.

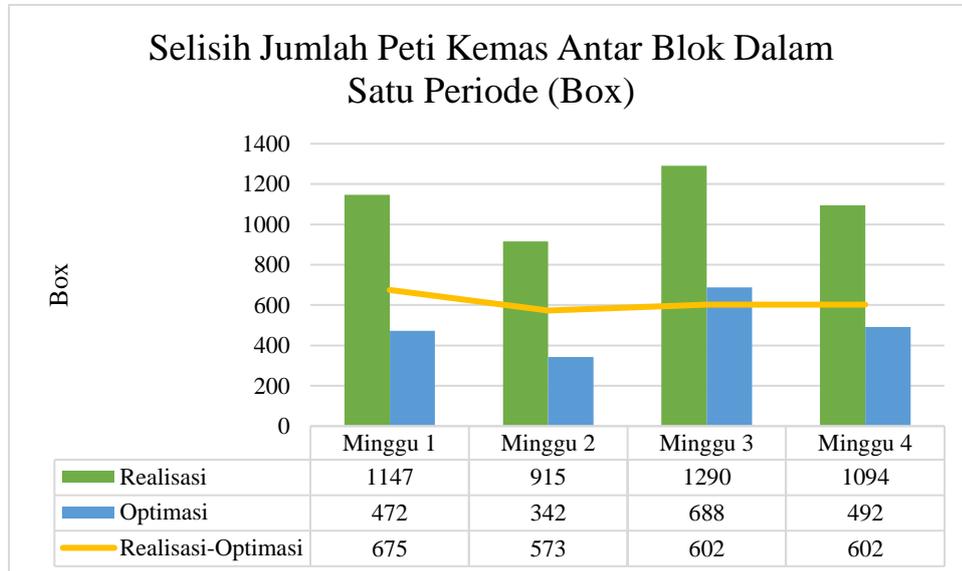
#### 5.4.2. Selisih Peti Kemas Pada Blok Penumpukan Dalam Satu Periode

Tujuan dari adanya fungsi tujuan yang ketiga adalah menyeimbangkan atau meminimalkan selisih jumlah peti kemas pada setiap blok dalam suatu periode. Hal ini memiliki tujuan untuk meratakan jumlah peti kemas pada lapangan penumpukan. Berikut perbandingan realisasi dengan hasil optimasi

Tabel 5-4 Selisih Jumlah Peti Kemas di Blok Penumpukan Dalam Satu Periode

	Selisih Antar Blok Dalam Satu Periode			Selisih Antar Blok Dalam Satu Periode	
	Optimasi	Aktual		Optimasi	Aktual
1-Feb	49	232	15-Feb	22	120
2-Feb	66	130	16-Feb	16	135
3-Feb	175	350	17-Feb	65	132
4-Feb	28	100	18-Feb	77	266
5-Feb	59	90	19-Feb	125	287
6-Feb	52	175	20-Feb	85	74
7-Feb	43	70	21-Feb	298	276
8-Feb	64	80	22-Feb	53	75
9-Feb	72	230	23-Feb	59	243
10-Feb	97	182	24-Feb	73	230
11-Feb	39	159	25-Feb	3	87
12-Feb	0	50	26-Feb	47	150
13-Feb	70	214	27-Feb	175	175
14-Feb	0	0	28-Feb	82	134

Pada tabel di atas menunjukkan perbedaan jumlah peti kemas terbanyak dengan peti kemas yang paling sedikit pada setiap harinya. Hal ini bertujuan untuk meratakan penggunaan lapangan penumpukan sehingga dapat meminimalkan antrian truk yang terjadi.



Gambar 5-7 Selisih Jumlah Peti Kemas di Blok Penumpukan Dalam Satu Periode

Pada grafik di atas menunjukkan perbandingan dari alokasi peti kemas realisasi dengan alokasi hasil optimasi. pada minggu pertama menunjukkan selisih sebesar 675 box, minggu ke 2 sebesar 573 box, minggu ke 3 sebesar 602, dan pada minggu terakhir sebesar 602 box. Berdasarkan data tersebut, hasil dari optimasi dapat meminimalkan selisih jumlah peti kemas pada Bulan Februari 2018 sebesar 2.452 box atau 55% dari perencanaan realisasi pelabuhan. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan peti kemas dapat dioptimalkan menggunakan model optimasi.

#### 5.4.3. Selisih Peti Kemas Suatu Kapal Pada Blok Penumpukan

Tujuan dari adanya fungsi tujuan yang kedua adalah menyeimbangkan atau meminimalkan selisih jumlah peti kemas milik suatu kapal pada setiap bloknya. Hal ini bertujuan untuk memindahkan antrian truk dari blok peti kemas satu ke peti kemas lainnya. Pada model matematis ini ditentukan bahwa satu CC harus dilayani oleh dua blok penumpukan sehingga antrian truk tidak menumpuk pada satu blok saja. Berikut adalah perbandingan selisih jumlah peti kemas yang terbanyak dengan yang paling sedikit.

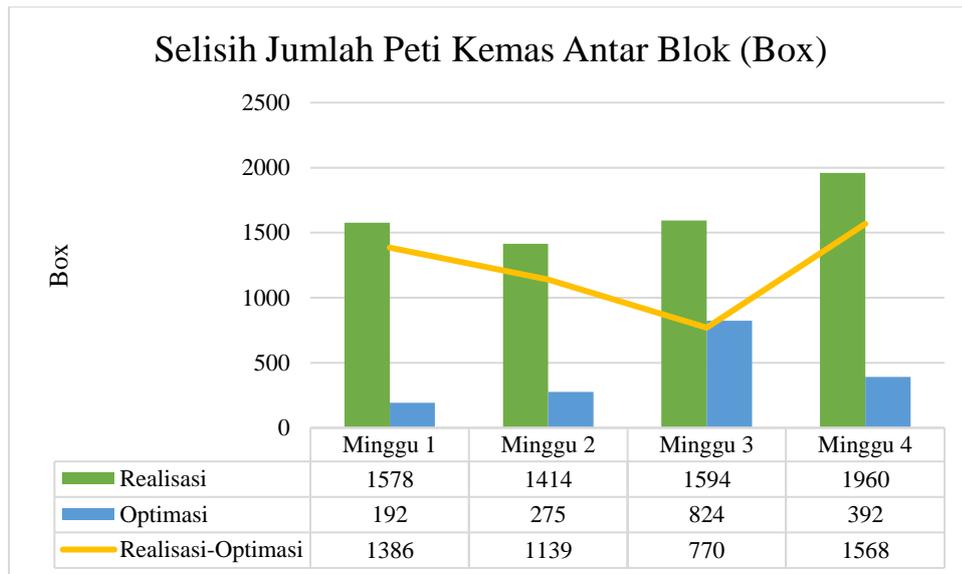
Tabel 5-5 Perbandingan Selisih Jumlah Peti Kemas Pada Setiap Kapal

	Nama Kapal	Selisih Antar Blok (Box)			Nama Kapal	Selisih Antar Blok (Box)	
		Optimal	Aktual			Optimal	Aktual
1-Feb	Sinar Ambon	1	22	16-Feb	Meratus Pekanbaru	3	55
	Intan Daya 3	1	10		Armada Setia	5	70
	Selili Baru	1	83		17-Feb	Sinar Palaran	2
2-Feb	Tanto Horas	1	130	Meratus Palembang		5	45
	Meratus Karimata	5	45	Tanto Handal		1	15
	Sinar Jepara	1	67	18-Feb	Armada Segara	4	60
3-Feb	Icon Bravo	2	140		Sinar Ambon	0	22
	Kuala Mas	0	175		Meratus Katingan	1	112
	Teluk Flaminggo	1	45		Meratus Ambon	5	45
	Meratus Kahayan	56	75	19-Feb	Sinar Jepara	79	114
4-Feb	Kanal Mas	28	130		Lagoa Mas	99	175
	Mentaya River	2	45		Anda	62	94
5-Feb	Bali Kuta	43	79	20-Feb	Bali Kuta	85	74
	Sinar Ambon	20	22	21-Feb	Jales Mas	94	15
	Bali Gianyar	9	80		Intan Daya 3	44	114
6-Feb	Oriental Samudera	3	175		Oriental Pacific	62	110
	Tanto Fajar I	17	135	Kawa Mas	257	162	
7-Jan	Tanto Subur I	1	70	22-Feb	Tanto Subur I	17	25
	Meratus Karimata	0	50		Meratus Pekanbaru	4	25
8-Feb	Sinar Palaran	4	102		Teluk Berau	16	50
	Teluk Flaminggo	2	80	23-Feb	Sinar Ambon	0	83
	Anda	0	92		Meratus Kahayan	0	75
9-Feb	Sinar Jepara	1	48		Tanto Fajar I	3	155

	Nama Kapal	Selisih Antar Blok (Box)	
		Optimasi	Aktual
	Meratus Katingan	1	85
	Tanto Horas	1	135
10-Feb	Lagoa Mas	97	132
	Mentaya River	66	45
	Teluk Berau	57	75
11-Feb	Ayer Mas	1	155
	Oriental Pacific	13	43
	Sinar Ambon	0	0
12-Feb	Meratus Karimata	0	50
13-Feb	Icon Bravo	6	125
	Meratus Kahayan	0	65
	Sinar Jepara	1	47
	Tanto Fajar I	25	135
15-Feb	Tanto Subur I	11	60
	Teluk Berau	5	120

	Nama Kapal	Selisih Antar Blok (Box)	
		Optimasi	Aktual
24-Feb	Teluk Flaminggo	44	170
	Meratus Ambon	25	45
	Icon Bravo	0	125
25-Feb	Sinar Jepara	3	87
26-Feb	Meratus Kendari 1	7	45
	Oriental Samudera	4	120
27-Feb	Tanto Handal	1	135
	Lagoa Mas	61	95
	Anda	29	131
	Tanto Alam	49	135
28-Feb	Meratus Benoa	49	95
	Bali Kuta	0	0
	Kanal Mas	35	105
	Teluk Flaminggo	18	140
	Meratus Katingan	27	119

Pada tabel di atas menunjukkan perbedaan selisih jumlah peti kemas terbanyak dan jumlah peti kemas yang paling sedikit. Dapat dilihat pada awal perencanaan selisih dapat diminimalkan hingga 1 box namun saat memasuki pertengahan akan terlihat selisih yang semakin besar. Hal ini dikarenakan oleh ketersediaan lapangan penumpukan yang terbatas sehingga jika utilitas lapangan penumpukan semakin besar maka pemilihan lapangan penumpukan juga akan semakin sulit. Berikut adalah grafik mingguan perbandingan antara alokasi milik pelabuhan dengan alokasi menggunakan optimasi.



Gambar 5-8 Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok

Pada minggu pertama dapat dilihat bahwa hasil dari realisasi-optimasi sebesar 1.380 box lalu menurun hingga pada minggu ke 3 menjadi 770 box dan naik kembali pada minggu ke empat. Nilai selisih yang besar menggambarkan bahwa hasil dari optimasi dapat lebih baik dari realisasi alokasi. Pada fungsi tujuan ini, model matematis dapat mengurangi selisih jumlah peti kemas antar blok sebesar 75% atau 4.863 box.

### 5.5. Simulasi Kegiatan Muat

Pada hasil perbandingan di sub-bab sebelumnya menunjukkan bahwa jarak tempuh truk dalam kegiatan muat hanya menurunkan jarak sebesar 3,9%, namun pada fungsi objektif ke dua dan ke tiga sangat besar yaitu 74% dan 55%. Untuk membuktikan bahwa keseimbangan jumlah peti kemas pada setiap blok pada kegiatan muat berpengaruh terhadap waktu maka diperlukan model simulasi. Dalam membuat model simulasi maka perlu mengetahui proses dan kegiatan pada saat kegiatan muat. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan model dengan kondisi nyata.

#### 5.5.1. Data Awal Model Simulasi

Sebelum membuat model simulasi, terlebih dahulu perlu diketahui inputan yang akan digunakan dalam model simulasi tersebut, data tersebut didapatkan melalui kunjungan langsung ke objek penelitian. Berikut adalah data yang digunakan pada model simulasi:

- Data jumlah muatan muat kapal (20 kaki dan 40 kaki).

Data jumlah muatan yang digunakan adalah data alokasi peti kemas ekspor yang di rencanakan oleh pihak pelabuhan dan data alokasi peti kemas dari hasil optimasi (terlampir).

- Data jarak *Haulage* dari masing-masing titik yang merupakan daerah operasional truk.

Data jarak yang digunakan adalah data jarak dari lapangan penumpukan ke dermaga dan data jarak dari dermaga kembali ke lapangan penumpukan.

Tabel 5-6 Jarak lapangan penumpukan-dermaga

Lapangan Penumpukan - Tambatan				
	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	252	243	393	543
H	855	1.005	1.040	880
I	1.105	975	1.010	850
J	1.080	950	980	820
K	1.050	920	960	800
L	1.030	900	935	775
M	197	347	497	647
N	250	400	550	700
P1	667	547	727	877
P5	790	640	490	340
WS	760	640	820	970

Tabel 5-7 Jarak dermaga-lapangan penumpukan

Tambatan - Lapangan Penumpukan				
	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	393	242	274	339
H	1.115	715	610	610
I	805	685	570	570
J	780	660	540	540
K	750	630	490	490
L	730	610	445	445
M	883	733	773	853
N	850	700	730	800
P1	500	380	390	533
P5	750	750	760	760
WS	650	530	540	683

- Jumlah truk yang digunakan dalam kegiatan muat.

Pada simulasi ini menggunakan jumlah truk yang bergantung pada jumlah *container crane* yang digunakan.

- a) 1 *container crane* menggunakan 6 truk dalam kegiatan *haulage*.
  - b) 2 *container crane* menggunakan 12 truk dalam kegiatan *haulage*.
- Data kecepatan dari masing-masing peralatan.

Data kecepatan yang digunakan pada model simulasi ini diasumsikan konstan sebagai berikut

Tabel 5-8 Produktivitas alat penanganan peti kemas

Alat	Produktivitas
Truk	30 km/jam
RTG	2,5 menit/box
CC	2,052 menit/box

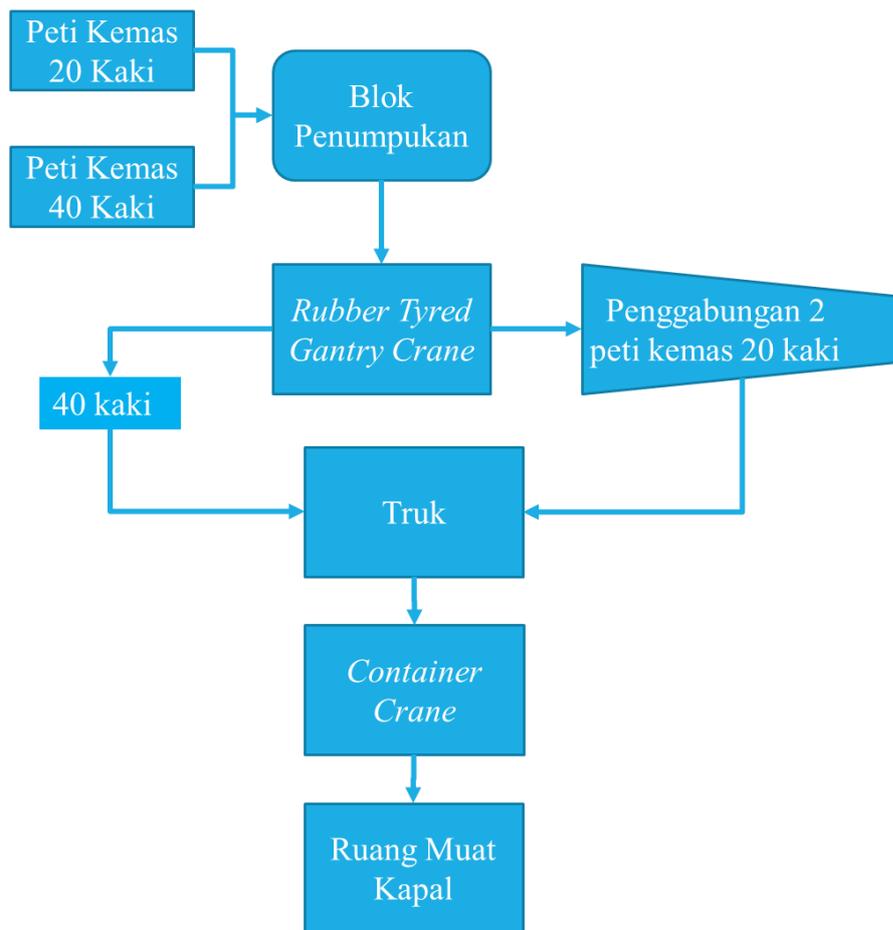
### 5.5.2. Pembuatan Model Simulasi

Dalam membuat model kegiatan muat diperlukan rancangan awal bagaimana proses kegiatan muat mulai dari lapangan penumpukan hingga dimuat pada kapal. berikut adalah proses dalam kegiatan muat peti kemas.



Gambar 5-9 Diagram Kegiatan Muat Peti Kemas

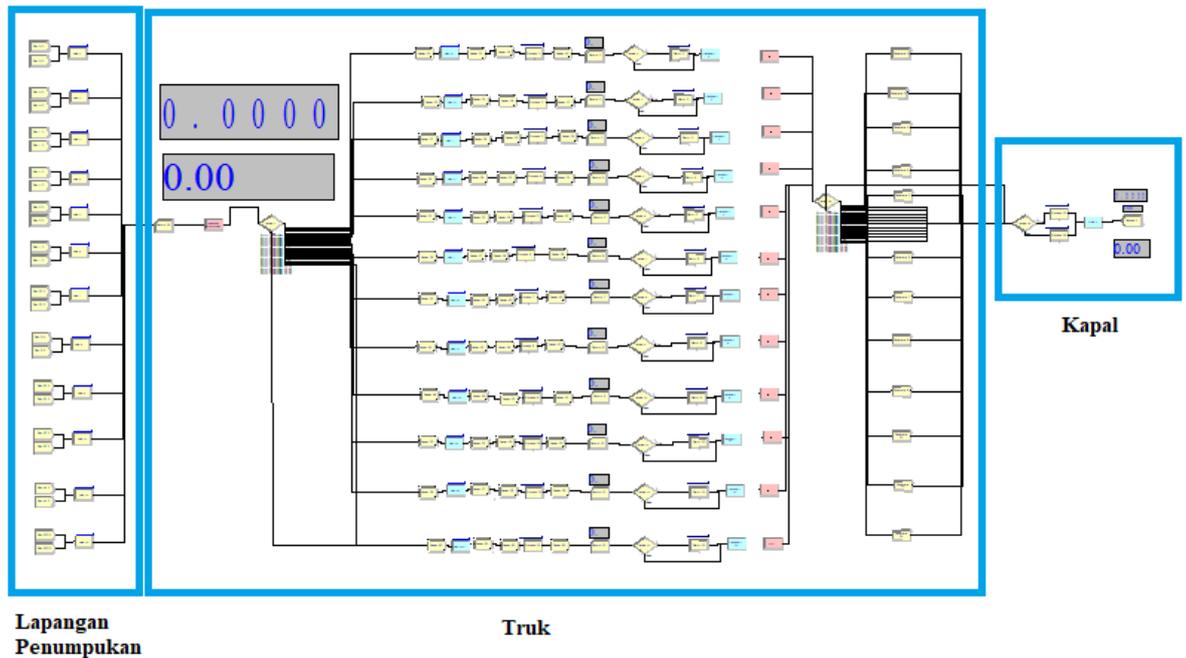
Berdasarkan diagram di atas, maka selanjutnya dapat dilakukan pembuatan model konseptual untuk menggambarkan kejadian pada kegiatan muat Berikut adalah model konseptualnya:



Tabel 5-9 Model konseptual kegiatan muat

Pada diagram di atas merupakan tahapan dalam kegiatan muat peti kemas. Peti kemas yang akan dimuat berada pada blok penumpukan sesuai dengan perencanaan, setiap blok peti kemas terdapat 1 RTG yang menangani peti kemas dari blok penumpukan hingga dimuat di chasis truk dan selanjutnya truk akan membawa peti kemas pada kapal dengan ketentuan peti kemas ukuran 20 kaki akan di bawa oleh truk 2 box sekali jalan menuju ke dermaga yang telah ditentukan dan selanjutnya peti kemas akan dimuat di kapal tersebut menggunakan *container crane*.

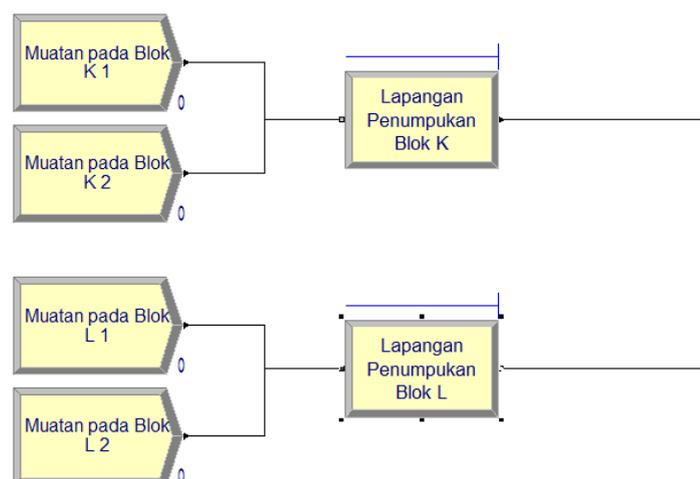
Berikut adalah gambaran model simulasi kegiatan muat melalui perangkat lunak ARENA.



Gambar 5-10 Pengerjaan Model di Arena

Dalam model tersebut terbagi menjadi 3 bagian pada proses muat dimana terdapat lapangan penumpukan, truk, dan kapal. Model ini adalah pengembangan dari model konseptual dimana model pada ARENA telah menunjukkan terdapat 12 blok dan memiliki pergerakan sendiri. Berikut adalah uraian dari 3 wilayah tersebut :

- Lapangan penumpukan

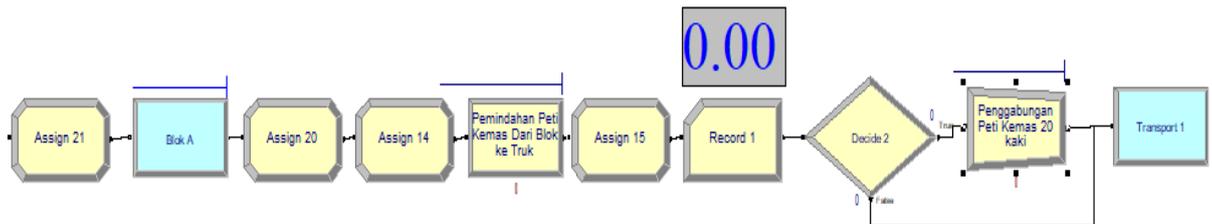


Gambar 5-11 Pengerjaan simulasi pada lapangan penumpukan

Pada bagian lapangan penumpukan terdapat modul *create* sebagai modul untuk memasukan data awal muatan pada setiap blok.

Kode 1 dan 2 menunjukkan bahwa kode 1 merupakan peti kemas berukuran 20 kaki dan kode 2 merupakan peti kemas berukuran 40 kaki. Kedua inputan data tersebut akan disimpan pada suatu blok, blok penumpukan digambarkan menggunakan modul *hold* sehingga 2 tipe peti kemas dapat menjadi satu modul.

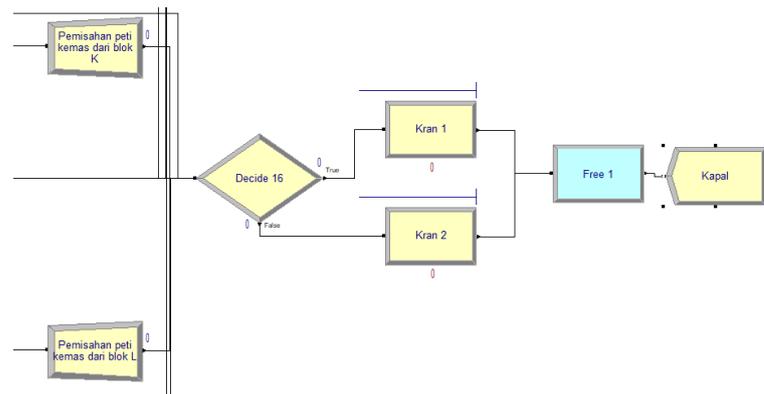
- Truk



Gambar 5-12 Pengerjaan simulasi pada transportasi (truk)

Pada proses berikutnya terdapat 4 modul penting yaitu pada “Blok A” merupakan modul untuk memesan transport (*request*) yang akan membawa peti kemas di dermaga. Setelah transport tersedia peti kemas akan memasuki modul *process* yang bernama “pemindahan peti kemas dari blok ke truk”, modul ini berisikan *resource* berupa 1 unit RTG. Pada proses muat ke truk ini, peti kemas akan diangkut 2 peti kemas dalam sekali perjalanan, penggabungan ini menggunakan modul *batch*. Setelah peti kemas siap angkut maka akan memasuki modul transport yang menandakan *transporter* beserta peti kemas dikirim menuju ke stasiun tujuan (dermaga). Pada modul (*request*) peti kemas akan menunggu satu persatu untuk kedatangan truk, jika truk sudah tersedia maka akan dilanjutkan proses muat ke chasis, jika muatan tersebut berukuran 20 kaki maka truk akan melakukan perjalanan jika sudah terdapat 2 box peti kemas ukuran 20 kaki, dan jika muatannya berukuran 40 kaki maka truk akan langsung melakukan perjalanan ke dermaga.

- Kapal



Gambar 5-13 Pengerjaan simulasi pada kegiatan muat ke kapal

Pada bagian terakhir ini, truk yang mengangkut 2 unit peti kemas 20 kaki akan memasuki modul *separate* untuk memisahkan muatannya, dan yang membawa peti kemas 40 kaki akan langsung memasuki modul *process* untuk dimuat ke kapal. Pada gambar di atas terdapat 2 modul *process* dikarenakan pada model tersebut menggunakan 2 CC dalam kegiatan muatnya. Truk pada bagian ini akan kembali ke blok yang membutuhkan alat angkut (pada modul *request* terdapat entitas yang mengantri) jika peti kemas yang di bawa sudah di muat pada kapal

### 5.5.3. Verifikasi Model

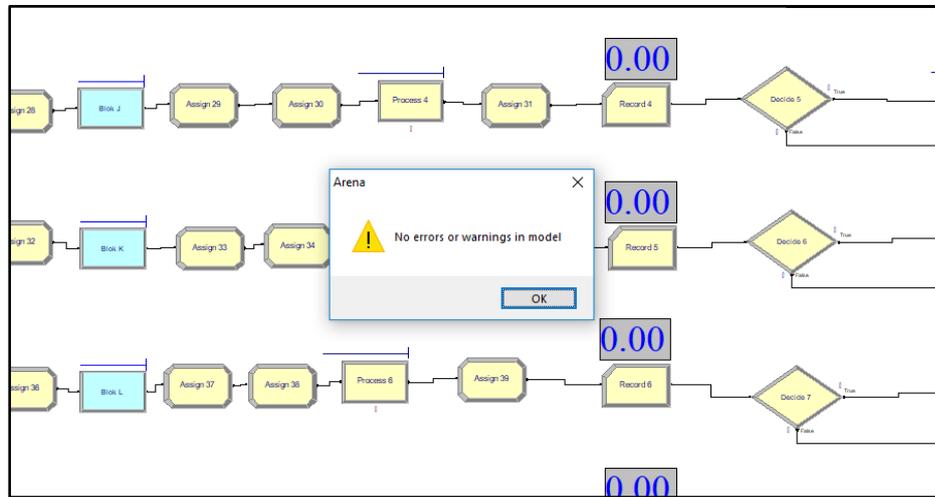
Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhananya adalah apakah ada kesalahan (error) dalam program? (Hoover dan Perry, 1989). Verifikasi model simulasi dapat dilakukan dengan cara memperhatikan beberapa hal, antara lain:

- Model simulasi dapat dijalankan dan bebas *error*.
- Hasil output simulasi yang dihasilkan masuk akal
- Perpindahan entiti secara animasi yang terjadi selama proses simulasi sudah sesuai dengan model konseptual

Pada program Arena tahap verifikasi dapat dilakukan dengan menunjukkan *message box* yang menjelaskan bahwa simulasi tersebut terbebas dari error. Selain itu

juga proses tahap per tahap operasional yang berada di model sudah sesuai dengan operasional sistem nyata yang direpresentasikan dengan menjalankan model.

Berikut adalah hasil pemeriksaan pada ARENA.



Gambar 5-14 *Error Check* dalam ARENA

#### 5.5.4. Validasi

Validasi merupakan langkah untuk membandingkan hasil model simulasi dengan hasil kondisi nyata saat ini. Hasil yang dibandingkan pada objek amatan ini adalah jumlah pesanan. Jumlah *Throughput* pada replikasi ke-*n* dibandingkan dengan *output* dalam sistem nyata saat ini. Suatu model simulasi dinyatakan valid apabila lolos uji validasi karena ini berarti data yang didapat dari model simulasi dan sistem nyata memiliki perbedaan yang sangat kecil. Banyak metode untuk uji validasi model simulasi dan sistem real. Terdapat beberapa metode untuk melakukan uji validasi, seperti *welch's t-interval* dan *paired-t interval*. Uji validasi yang dilakukan antara sistem simulasi dan eksisting menggunakan *welch's t – interval*. *Welch's t – interval* mencari tahu apakah ada perbedaan signifikan antara populasi satu dan populasi lainnya. Sedangkan pada *paired-t interval* lebih ke melihat data satu demi satu apakah populasi satu mengalami perubahan ketika diberikan suatu *treatment X*. *Running* replikasi dengan simulasi menggunakan data random, sehingga *output* yang dihasilkan tidak pasti, tergantung dari *generate random* number-nya. Oleh karena itu penggunaan *welch t- interval* dianggap lebih tepat karena melihat sama tidaknya sistem secara kumulatif, tidak sendiri – sendiri (per-data).

Berdasarkan hasil pengamatan langsung objek amatan dan *running* model simulasi, didapat data sebagai berikut.

Tabel 5-10 Validasi Model

Nama Kapal	Muat (Box)	Kapal ke	Eksisting	Arena
Icon Bravo	210	1	24,4	24,2
Tanto Fajar I	225	2	27,4	20,9
Sinar Palaran	196	3	18,4	13,5
Armada Segara	380	4	19,9	26,2
Jales Mas	265	5	16,2	17,0
Intan Daya 3	234	6	27,0	27,3
Teluk Berau	140	7	35,0	28,8
Tanto Fajar I	225	8	30,4	22,2
Sinar Jepara	249	9	31,5	21,6
Meratus Kendari 1	215	10	19,2	22,3
Lagoa Mas	355	11	25,0	19,8
<i>Average</i>			25,0	22,2
<i>Standard Deviasi</i>			6,0	4,5
<b>Var</b>			36,1	20,1

Untuk menguji apakah data tersebut lolos uji validasi, digunakan

hipotesis  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$   $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

Pertama, dihitung terlebih dahulu *degrees of freedom r*.

$$r = \frac{\left(\frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_x^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_y^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$r = 18,507$$

dengan  $r = 18,507$  dibuat menjadi bilangan *integer*. *Integer*  $r = 19$  dan  $\alpha = 0,1$  didapat  $t = 1,729$  sehingga  $h_w = 3,908$

*Confidence interval* data tersebut adalah:

$$\begin{aligned} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - h_w &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + h_w \\ (25 - 22,2) - 3,908 &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq (25 - 22,2) + 3,908 \\ -1,136 &\leq \mu_1 - \mu_2 \leq 6,680 \end{aligned}$$

Nilai  $\mu_1 - \mu_2$  merupakan nilai delta antara rata – rata *output* hasil simulasi dengan *output* eksisting, yaitu 2,8. Karena masih dalam *range*, maka  $H_0$  diterima berarti tidak ada perbedaan antara model *real* dan model simulasi.

#### 5.5.5. Hasil Simulasi

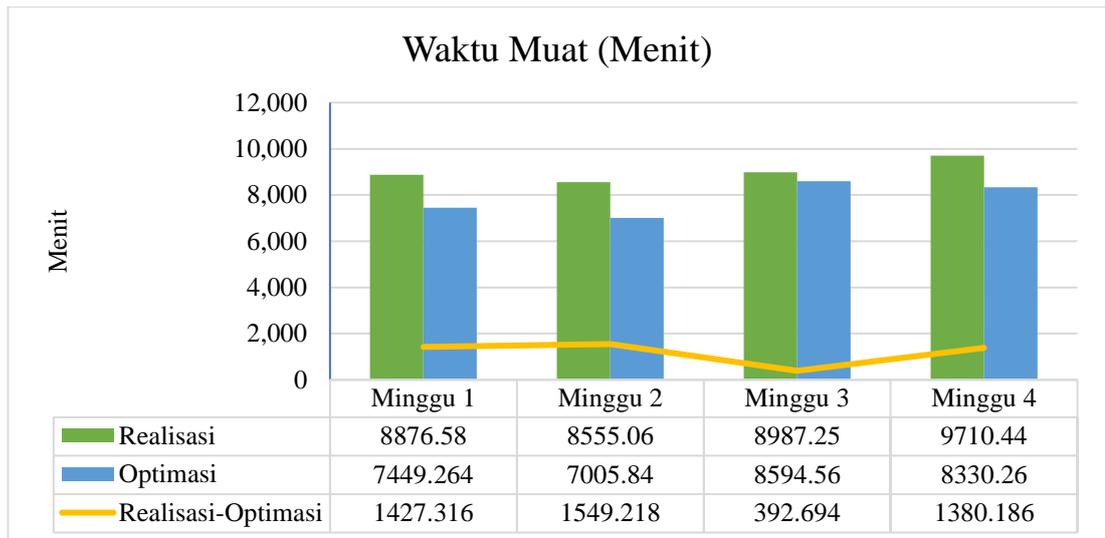
Untuk mengetahui waktu dalam kegiatan muat peti kemas maka model simulasi dijalankan untuk setiap kapalnya. Variabel yang diubah adalah jumlah peti kemas beserta jarak blok peti kemas. Dari hasil simulasi 76 kapal yang melakukan kegiatan muat pada bulan Februari 2018, berikut perbandingan waktu kegiatan muat menggunakan rencana awal dan hasil optimasi:

Tabel 5-11 Hasil Simulasi ARENA

	Nama Kapal	Waktu (Menit)			Nama Kapal	Waktu (Menit)	
		Reali- sasi	Opti- masi			Reali- sasi	Opti- masi
1- Feb	Sinar Ambon	336,0	235,9	16- Feb	Meratus Pekanbaru	409,3	278,1
	Intan Daya 3	327,0	209,9		Armada Setia	382,4	321,6
	Selili Baru	496,2	636,2		17- Feb	Sinar Palaran	435,8
2- Feb	Tanto Horas	529,8	403,4	Meratus Palembang		280,7	356,6
	Meratus Karimata	286,4	244,7	Tanto Handal		522,5	467,4
	Sinar Jepara	562,0	477,6	18- Feb	Armada Segara	434,3	454,8
3- Feb	Icon Bravo	548,3	436,3		Sinar Ambon	431,1	404,4
	Kuala Mas	824,1	785,3		Meratus Katingan	546,1	525,8
	Teluk Flaminggo	528,4	318,0		Meratus Ambon	283,5	358,2
	Meratus Kahayan	337,5	391,0	19- Feb	Sinar Jepara	514,4	607,5
4- Feb	Kanal Mas	609,7	239,6		Lagoa Mas	591,8	455,0
	Mentaya River	278,6	265,7		Anda	482,6	531,4
5- Feb	Bali Kuta	363,0	325,5	20- Feb	Bali Kuta	601,1	604,4
	Sinar Ambon	434,6	426,4	21- Feb	Jales Mas	466,5	385,2
	Bali Gianyar	459,0	434,9		Intan Daya 3	513,4	537,9

	Nama Kapal	Waktu (Menit)	
		Realisasi	Optimasi
6-Feb	Oriental Samudera	577,7	482,4
	Tanto Fajar I	557,7	484,2
7-Jan	Tanto Subur I	437,7	405,5
	Meratus Karimata	382,9	247,0
8-Feb	Sinar Palaran	598,6	234,9
	Teluk Flaminggo	563,9	458,1
	Anda	578,1	457,2
9-Feb	Sinar Jepara	607,2	516,4
	Meratus Katingan	335,9	360,9
	Tanto Horas	606,6	467,7
10-Feb	Lagoa Mas	558,2	428,1
	Mentaya River	289,4	322,3
	Teluk Berau	382,0	506,9
11-Feb	Ayer Mas	615,4	468,2
	Oriental Pacific	552,0	375,5
	Sinar Ambon	541,5	405,0
12-Feb	Meratus Karimata	271,8	260,0
13-Feb	Icon Bravo	521,2	441,0
	Meratus Kahayan	337,4	266,5
	Sinar Jepara	550,5	516,4
	Tanto Fajar I	645,2	520,6
15-Feb	Tanto Subur I	342,3	253,6
	Teluk Berau	394,3	330,4

	Nama Kapal	Waktu (Menit)	
		Realisasi	Optimasi
	Oriental Pacific	564,0	509,7
	Kawa Mas	791,2	1004,1
22-Feb	Tanto Subur I	393,1	364,3
	Meratus Pekanbaru	188,9	184,2
	Teluk Berau	291,3	317,1
23-Feb	Sinar Ambon	402,9	403,9
	Meratus Kahayan	317,1	253,9
	Tanto Fajar I	606,9	467,6
24-Feb	Teluk Flaminggo	671,0	468,8
	Meratus Ambon	276,1	245,4
	Icon Bravo	538,3	436,4
25-Feb	Sinar Jepara	345,1	305,0
26-Feb	Meratus Kendari 1	289,6	248,0
	Oriental Samudera	459,4	460,4
27-Feb	Tanto Handal	614,9	467,4
	Lagoa Mas	538,9	404,3
	Anda	545,1	414,5
	Tanto Alam	615,0	522,8
28-Feb	Meratus Benoa	524,6	519,9
	Bali Kuta	478,3	313,5
	Kanal Mas	430,0	473,4
	Teluk Flaminggo	631,0	499,4
	Meratus Katingan	553,1	560,0



Gambar 5-15 Grafik keseluruhan lama waktu kegiatan muat

Pada grafik di atas menunjukkan perbedaan lama waktu kegiatan muat peti kemas antara perencanaan dengan hasil optimasi. Bagian ini merupakan tolok ukur utama apakah model matematis berhasil mengurangi waktu dalam kegiatan muat.

Pada minggu pertama, hasil optimasi menunjukkan total keseluruhan waktu muat peti kemas ke kapal berjalan selama 7.449,264 menit, membuktikan penghematan waktu 1.427,31 menit (16%). Pada minggu ke dua membuktikan penghematan waktu sebesar 1.549,218 menit (18%). Minggu ke tiga 392,69 menit (4%), dan pada minggu ke empat menunjukkan penghematan waktu sebesar 1.380,186 Menit (14%). Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan total waktu muat pada Bulan Februari 2018 melalui metode optimasi dapat menghemat waktu sebanyak 4.749,414 menit atau 13% dari realisasi.

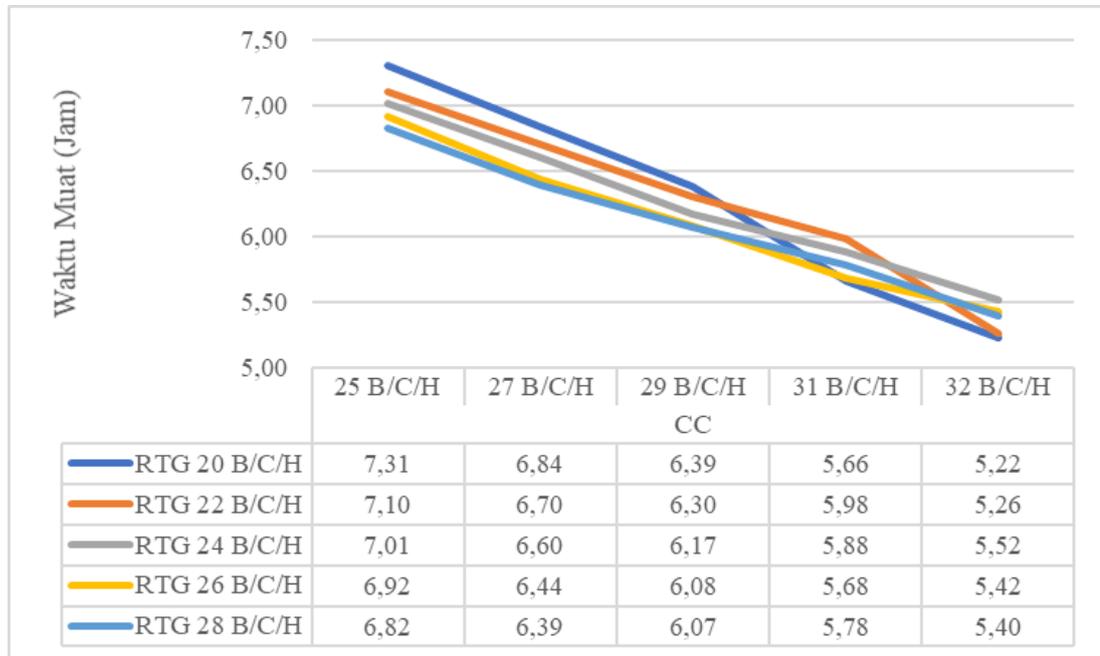
#### 5.5.6. Analisis Sensitivitas

Dalam simulasi ini dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui dampak dari perubahan pada suatu variabel. Variabel yang digunakan pada analisis sensitivitas ini adalah variabel produktivitas dari *container crane* dan *rubber tyred gantry crane*. Dengan menaikkan kedua variabel tersebut maka akan diketahui perubahannya.

##### 1. Produktivitas Alat Bongkar Muat Terhadap Waktu Muat

Pada analisis sensitivitas ini menggunakan data kapal dalam satu hari dengan perubahan produktivitas *container crane* dan *rubber tyred gantry crane* terhadap waktu muat didapatkan bahwa setiap pertambahan

produktivitas perlataan CC maupun RTG dapat mengurangi waktu dalam kegiatan muat. Berikut adalah grafik analisis sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap waktu muat:



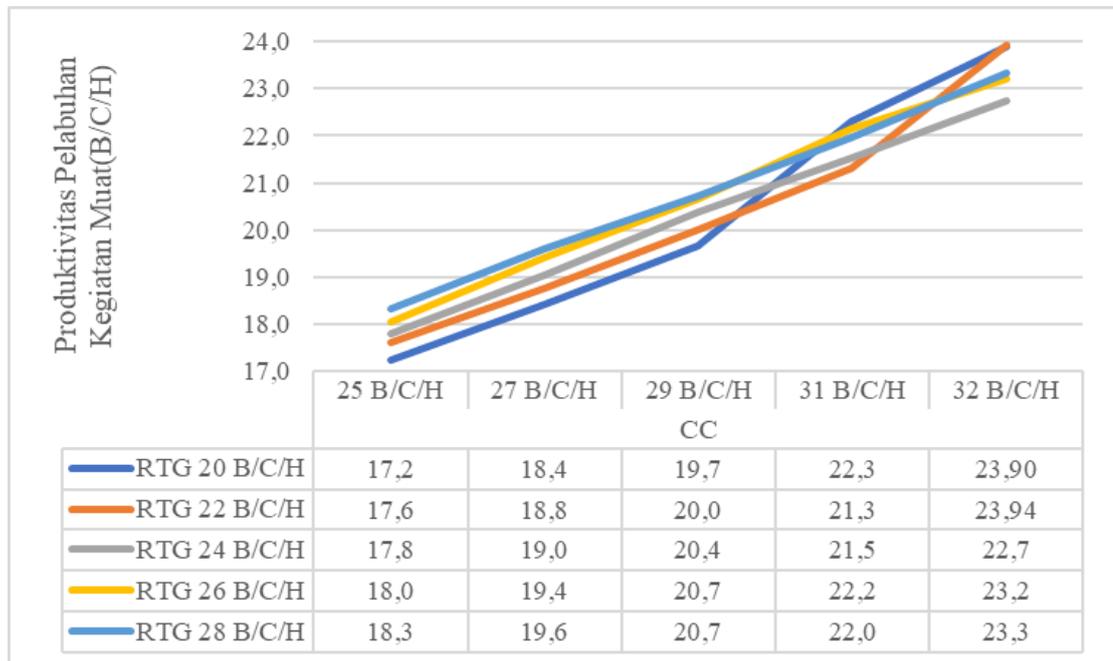
Gambar 5-16 Grafik sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap waktu muat

Pada grafik di atas diketahui bahwa terdapat pengurangan waktu muat jika produktivitas pada setiap alat RTG maupun CC ditingkatkan. Pada analisis sensitivitas perubahan produktivitas *container crane* dan produktivitas *rubber tyred gantry crane* terhadap waktu muat menunjukkan bahwa setiap terjadi peningkatan produktivitas sebesar 2 peti kemas per jam pada *Container crane* maka waktu muat menurun sebesar 7%, dan jika terjadi peningkatan produktivitas pada RTG sebesar 2 box per jam maka waktu muat menurun sebesar 1%. Dari analisis sensitivitas tersebut didapatkan waktu paling singkat ketika produktivitas CC sebesar 32 B/C/H dan RTG sebesar 20 B/C/H.

## 2. Produktivitas Alat Bongkar Muat Terhadap Indikator Kinerja Kegiatan Muat Pelabuhan (B/C/H)

Perubahan produktivitas *container crane* dan *rubber tyred gantry crane* terhadap produktivitas kinerja pelabuhan dalam kegiatan muat (B/C/H) didapatkan bahwa setiap penambahan produktivitas perlataan CC maupun RTG dapat menambah produktivitas kinerja pelabuhan pada kegiatan muat.

Berikut sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap produktivitas kinerja pelabuhan pada kegiatan muat (B/C/H):



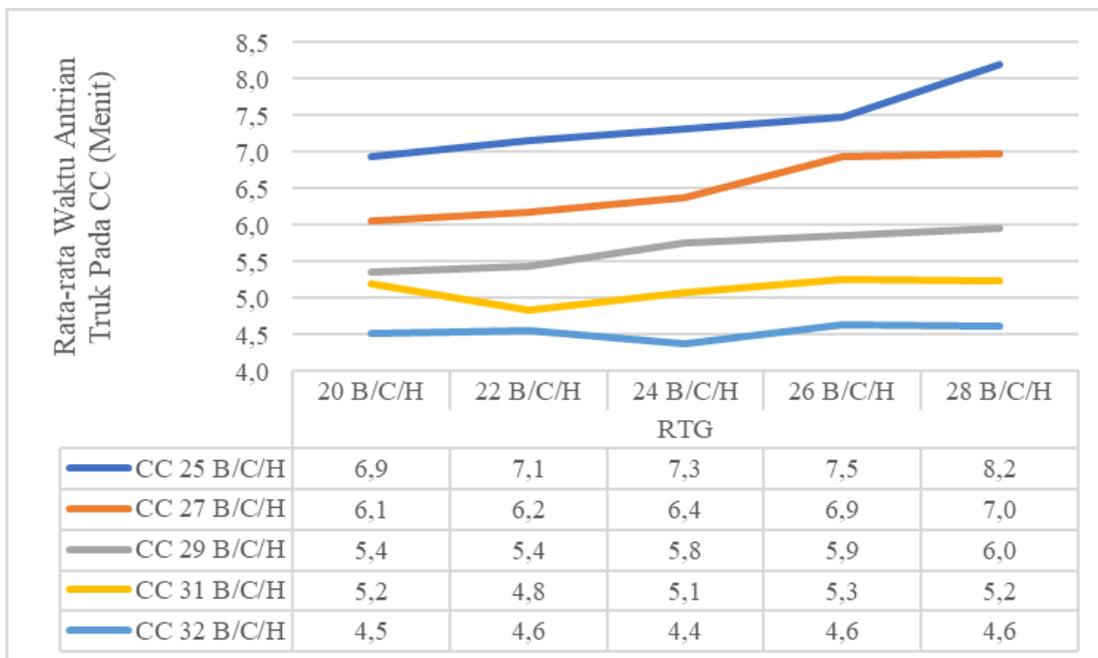
Gambar 5-17 Grafik sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap produktivitas pelabuhan dalam kegiatan muat (B/C/H)

Pada grafik di atas diketahui bahwa terdapat peningkatan kinerja pelabuhan (B/C/H) jika produktivitas pada setiap alat RTG maupun CC ditingkatkan. Pada analisis sensitivitas perubahan produktivitas *container crane* dan produktivitas *rubber tyred gantry crane* terhadap produktivitas pelabuhan dalam kegiatan muat (B/C/H) menunjukkan bahwa setiap terjadi peningkatan produktivitas sebesar 2 peti kemas per jam pada *Container crane* maka produktivitas pelabuhan pada kegiatan muat meningkat sebesar 7%, dan jika terjadi peningkatan produktivitas pada RTG sebesar 2 box per jam maka produktivitas pelabuhan pada kegiatan muat meningkat sebesar 1%. Dari analisis sensitivitas tersebut didapatkan waktu paling singkat ketika produktivitas CC sebesar 32 B/C/H dan RTG sebesar 22 B/C/H.

### 3. Produktivitas Alat Bongkar Muat Terhadap Rata-rata Waktu Antrian Truk pada *Container Crane*

Perubahan produktivitas *container crane* dan *rubber tyred gantry crane* terhadap indikator kinerja pelabuhan (B/C/H) didapatkan bahwa setiap penambahan produktivitas perlataan CC maupun RTG dapat mempengaruhi

waktu antrian truk pada *container crane*. Berikut sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap rata-rata waktu antrian truk pada *container crane*.



Gambar 5-18 Grafik sensitivitas produktivitas alat bongkar muat terhadap rata-rata waktu antrian truk pada CC

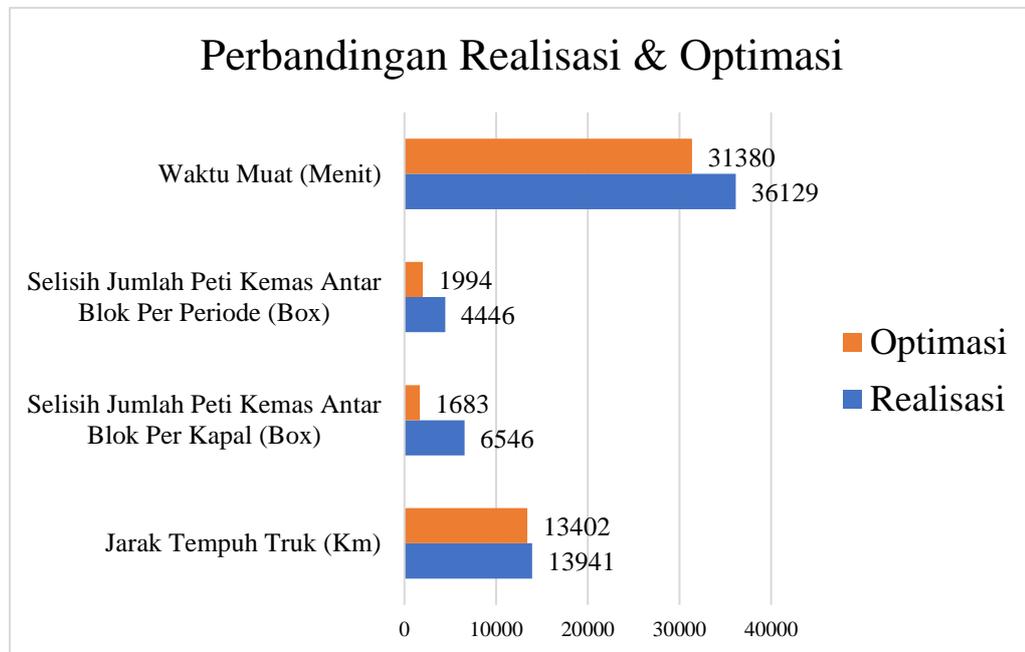
Pada grafik di atas diketahui bahwa waktu antrian truk untuk menunggu kegiatan muat juga dipengaruhi oleh produktivitas alat bongkar muat. Pada analisis sensitivitas tersebut diketahui bahwa keseimbangan produktivitas alat bongkar muat dapat mempengaruhi waktu antrian, jika produktivitas RTG tinggi namun tidak diimbangi oleh produktivitas CC yang tinggi maka akan terjadi penumpukan di CC untuk menunggu kegiatan muat peti kemas ke kapal. Rata-rata waktu antrian truk tersingkat terjadi jika produktivitas RTG sebesar 24 B/C/H dengan produktivitas CC sebesar 32 B/C/H. Pada waktu antrian truk terdapat peningkatan waktu antrian sebesar 2,1% jika produktivitas meningkat sebesar 2 B/C/H, namun jika terjadi peningkatan pada CC sebesar 2 B/C/H terjadi penurunan waktu sebesar 13%.

## 5.6. Rangkuman Hasil Perencanaan Alokasi Lapangan Penumpukan

Melalui data realisasi dan optimasi pada perencanaan alokasi peti kemas ekspor, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut

### 5.6.1. Waktu Pada Kegiatan Muat

Tujuan dalam optimasi perencanaan alokasi ini adalah meminimalkan waktu sandar kapal dengan cara meminimalkan jarak tempuh truk pada saat kegiatan muat dan meminimalkan jumlah selisih antar blok sehingga antrian truk dapat diperkecil.



Gambar 5-19 Grafik perbandingan realisasi & optimasi

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa hasil optimasi pada Bulan Februari 2018 memiliki hasil yang lebih baik pada ke empat indikator. Berikut adalah persentase perbedaan hasil optimasi dengan realisasi:

Tabel 5-12 Persentase perbandingan hasil optimasi dibandingkan realisasi

	Jarak Tempuh Truk (Km)	Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok Per Kapal (Box)	Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok Per Periode (Box)	Waktu Muat (Menit)
Realisasi	13.941	6.546	4.446	36.129
Optimasi	13.401	1.683	1.994	31.379
Selisih	539	4.863	2.452	4.749
Persentase	4%	74%	55%	13%

Persentase selisih dari hasil optimasi dibandingkan realisasi pada jarak tempuh truk didapatkan sebesar 4%, selisih jumlah peti kemas per kapal sebesar 74%, selisih jumlah peti kemas antar blok sebesar 55% dan pada waktu muat dapat diperkecil hingga 12%.

### 5.6.2. Biaya

Dalam proses muat peti kemas, terdapat beberapa biaya yang timbul antara lain adalah biaya bahan bakar truk, biaya bahan bakar RTG dan biaya bahan bakar *container crane*. Berikut adalah perbandingan biaya perencanaan alokasi realisasi dengan hasil optimasi.

- Bahan bakar truk

$$\text{Biaya bahan bakar} = \frac{\text{jarak tempuh}}{\text{rasio bahan bakar}} \times \text{harga bahan bakar}$$

Keterangan:

-Biaya bahan bakar	(Rupiah)
-Jarak tempuh	(Km)
-Rasio bahan bakar	(l/Km)
-Harga bahan bakar	(Rp/l)

- Bahan bakar RTG

$$\text{Biaya bahan bakar} = \text{SFR} \times \text{daya mesin} \times \text{waktu} \times \text{harga bahan bakar}$$

Keterangan:

-Biaya bahan bakar	(Rupiah)
-SFR	(Ton/kwh)
-Waktu	(Jam)
-Harga bahan bakar	(Rp/l)

- Bahan bakar *container crane*

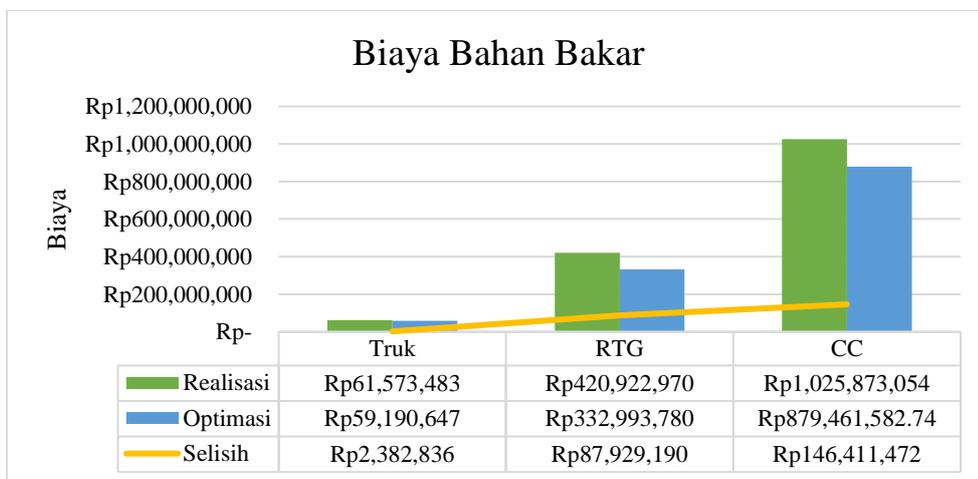
$$\text{Biaya bahan bakar} = \text{SFR} \times \text{daya mesin} \times \text{waktu} \times \text{harga bahan bakar}$$

Keterangan:

-Biaya bahan bakar	(Rupiah)
-SFR	(Ton/kwh)
-Waktu	(Jam)
-Harga bahan bakar	(Rp/l)

Untuk mengetahui biaya bahan bakar tersebut maka dapat dilakukan perhitungan sesuai dengan spesifikasi setiap alat sebagai berikut:

- Truk
  - Kapasitas truk (GRT) : 45 Ton
  - Rasio penggunaan bahan bakar : 1 liter : 1.8 Km
- *Rubber tyred gantry crane*
  - Daya mesin : 190 Kwh
  - Specific Fuel Consumption* : 0.000178 Ton/Kwh
- *Container Crane*
  - Daya mesin : 1.000 Kwh
  - Specific Fuel Consumption* : 0.000178 Ton/Kwh



Tabel 5-13 Biaya bahan bakar peralatan pelabuhan

Biaya bahan bakar yang diperlukan dalam kegiatan muat dengan perencanaan alokasi lapangan penumpukan realisasi adalah Rp 1.508.369.508 dan dengan menggunakan perencanaan alokasi dari hasil simulasi sebesar Rp 1.27.646.010 . Dengan adanya biaya tersebut maka didapatkan penghematan biaya sebesar Rp 236.723.498 atau sebesar 16%.



## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

1. Model matematis yang diusulkan pada penelitian ini dapat menjadi alternatif dalam perencanaan alokasi penumpukan peti kemas ekspor, dengan fungsi tujuan minimal jarak tempuh truk, minimal selisih jumlah peti kemas suatu kapal pada blok penumpukan, minimal selisih jumlah peti kemas pada seluruh blok yang disatukan dalam fungsi multi objektif. Dengan batasan setiap peti kemas mendapatkan alokasi lapangan penumpukan dan alokasi lapangan penumpukan tidak melebihi kapasitas lapangan penumpukan yang ada. Berikut adalah persamaannya:

$$\min(\omega_1 \cdot f_1, \omega_2 \cdot f_2, \omega_3 \cdot f_3)$$

Fungsi multi objektif untuk menyatukan beberapa fungsi objektif.

$$f_1 = \text{Min} \sum_{t=1}^{tp} \sum_{j \in VPt} \sum_{i=1}^{NA} (D_{ijt} \cdot A_{ijt} \cdot N2_{ijt}) + (D_{ijt} \cdot A_{ijt} \cdot N4_{ijt})$$

Fungsi (1) bertujuan untuk meminimalkan selisih total jumlah peti kemas pada blok pada setiap periode.

$$f_2 = \text{Min} \left\{ \left( \text{Max} \sum_{k=1}^{K_{jt}} (N2_{ijt} + N4_{ijt})^{A_{ijt}} \right) - \left( \text{Min} \sum_{k=1}^{K_{jt}} (N2_{ijt} + N4_{ijt})^{A_{ijt}} \right) \right\}$$

Fungsi (2) bertujuan untuk meminimalkan selisih total jumlah peti kemas pada blok pada setiap periode.

$$f_3 = \text{Min} \left\{ \sum_{t=1}^{TP} \left( \text{Max} \sum_{j \in VPt} (N2_{ijt} + N4_{ijt})^{A_{ijt}} \right) - \left( \text{Min} \sum_{j \in VPt} (N2_{ijt} + N4_{ijt})^{A_{ijt}} \right) \right\}$$

Fungsi (3) bertujuan untuk meminimalkan selisih jumlah peti kemas pada blok untuk kapal j.

2. Penelitian ini membuktikan bahwa terdapat peran penting dalam penentuan lokasi penumpukan peti kemas ekspor dalam waktu sandar kapal. Faktor yang menentukan perencanaan tambatan adalah produktivitas setiap peralatan bongkar muat seperti *container crane* dan *ruber tyred gantry crane*. Setiap penambahan 2 B/C/H produktivitas RTG , waktu muat akan berkurang sebesar 1%,

produktivitas pelabuhan bertambah sebesar 1% dan untuk antrian truk pada CC bertambah 2,1%. Untuk pertambahan produktivitas CC sebesar 2 B/C/H maka waktu muat akan berkurang sebesar 7%, produktivitas pelabuhan bertambah sebesar 7% dan untuk antrian truk pada CC berkurang 13%.

3. Model alokasi lapangan penumpukan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki hasil yang lebih baik sehingga waktu sandar kapal dapat berkurang. Berikut adalah selisih perencanaan realisasi dengan optimasi:

- Jarak tempuh truk berkurang hingga 4% (539 Km dari 13.941 Km)
- Total selisih peti kemas suatu kapal pada blok penumpukan berkurang sebesar 74% (4.863 box dari 6.546 box)
- Total selisih peti kemas pada seluruh blok berkurang sebesar 55% (2.452 box dari 4.446 box)
- waktu kegiatan muat sebesar berkurang sebesar 13% (4.749 menit dari 36.129 menit)
- Penghematan biaya bahan bakar truk, *rubber tyred gantry crane* (RTG), dan *container crane* sebesar 16% (Rp 236.723.498 dari Rp 1.508.369.508) dengan rincian bahan bakar truk berkurang 4% (Rp 2.382.836 dari Rp 61.573.483), bahan bakar RTG berkurang 21% (Rp 87.929.190 dari Rp 420.922.970) dan bahan bakar CC berkurang sebesar 14% (Rp 146.411.472 dari Rp 1.025.873.054)

## 6.2. Saran

Pada penelitian ini berfokus pada evaluasi dari kegiatan perencanaan lokasi penumpukan peti kemas ekspor, untuk mengetahui waktu secara tepat maka perlu adanya simulasi masukan (input) data yang bersifat stokastik (belum pasti) dikarenakan pada tugas akhir ini masih menggunakan data yang bersifat konstan. Di samping itu, model optimasi ini dapat menjadi alternative dalam penentuan alokasi lapangan penumpukan pada terminal peti kemas dan kedepannya agar dapat dikembangkan untuk perencanaan alokasi lapangan penumpukan secara detail *row*, *bay*, *tier* dan adanya pertimbangan ketersediaan dan kondisi alat bongkar muat pada pelabuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A, G. A.-N. (2015). An Intelligent Optimization Approach for Storage Space Allocation at Seaports. *2015 IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems*.
- Banks, J., J. Carson II, & B. L. Nelson. (1984). *Discrete-Event System Simulation*. London: Prentice-Hall International, Inc.
- Eboyie, F. (2015). Optimization of Container Processes. *Jamk.fi*.
- Ek Peng Chew, L. H. (2011). *Advance in Maritime Logistics and Supply Chaik System*. Singapore: World Scientific.
- Hiller, F. (1990). *Pengantar Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga.
- Hoover, S., & Ronald, F. (1989). *Simulation: A Problem-Solving Approach*. Bolton: AddisonWesley Longman Publishing Co., Inc.
- Kamal, M. S. (2016). *Analisis Daya Saing Terminal Peti Kemas di Indonesia*. Surabaya: ITS.
- Law, A., & Kelton, W. (2000). *Simulation Modeling and Analysis*,. Singapore: McGraw-Hill.
- Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmojo, D. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- PT.Pelindo, I. (2012). *Laporan Tahunan*. Jakarta.
- R.Stahlbock, S. (2008). Operations research at container terminals: a literature update. *OR-Spektrum 30(1)*, 1-52.
- Supriyono. (2009). Analisa Kinerja Terminal Petikemas di Tanjung Perak Surabaya.
- Türsel Eliiyi, B. Ö. (2013). *Storage Optimization for Export Containers in the Port of Izmir*. Turkey: Izmir University of Economics.
- Velsink, H., & Ligteringen, H. (2012). *Ports and Terminals*. Faculty of Civil Engineering and Geosciences Delft University of Technology.
- Zhen, L. (2013). *A Review on Yard Management*. Singapore.



## LAMPIRAN

- Hasil Fungsi 1

	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Realisasi
1-Feb	Sinar Ambon	161,876	92,963
	Intan Daya 3	141,485	113,290
	Selili Baru	255,658	254,535
2-Feb	Tanto Horas	156,685	139,650
	Meratus Karimata	177,505	181,525
	Sinar Jepara	120,352	178,690
3-Feb	Icon Bravo	137,564	94,938
	Kuala Mas	240,500	210,238
	Teluk Flaminggo	221,627	221,825
	Meratus Kahayan	198,015	194,175
4-Feb	Kanal Mas	136,170	188,250
	Mentaya River	186,729	210,200
5-Feb	Bali Kuta	91,270	95,690
	Sinar Ambon	163,605	113,210
	Bali Gianyar	174,020	174,525
6-Feb	Oriental Samudera	241,260	245,715
	Tanto Fajar I	109,260	91,500
7-Jan	Tanto Subur I	94,658	113,025
	Meratus Karimata	190,763	241,800
8-Feb	Sinar Palaran	139,640	145,059
	Teluk Flaminggo	206,945	238,850
	Anda	113,843	142,358
9-Feb	Sinar Jepara	119,855	254,850
	Meratus Katingan	180,390	191,385
	Tanto Horas	164,330	193,250
10-Feb	Lagoa Mas	314,105	211,055
	Mentaya River	201,165	223,720
	Teluk Berau	227,572	231,325
11-Feb	Ayer Mas	161,180	165,250
	Oriental Pacific	239,938	264,760
	Sinar Ambon	157,560	69,368
12-Feb	Meratus Karimata	134,700	152,250
13-Feb	Icon Bravo	179,988	100,175
	Meratus Kahayan	202,500	218,175
	Sinar Jepara	113,610	113,730
	Tanto Fajar I	235,750	235,000
15-Feb	Tanto Subur I	146,327	203,600
	Teluk Berau	167,255	139,525
16-Feb	Meratus Pekanbaru	165,020	184,520
	Armada Setia	181,397	229,150
17-Feb	Sinar Palaran	123,905	81,240
	Meratus Palembang	191,560	206,950
	Tanto Handal	153,620	175,450
18-Feb	Armada Segara	278,694	243,900
	Sinar Ambon	147,160	175,310
	Meratus Katingan	182,205	210,878

	Nama Kapal	Jarak Tempuh Truck (Km)	
		Optimasi	Realisasi
	Meratus Ambon	196,785	200,400
19-Feb	Sinar Jebara	210,725	152,053
	Lagoa Mas	173,499	169,000
	Anda	175,915	183,565
20-Feb	Bali Kuta	158,587	180,732
21-Feb	Jales Mas	220,500	262,600
	Intan Daya 3	197,625	107,045
	Oriental Pacific	284,205	228,400
	Kawa Mas	266,047	267,985
22-Feb	Tanto Subur I	126,470	134,300
	Meratus Pekanbaru	141,675	152,550
	Teluk Berau	107,993	149,500
23-Feb	Sinar Ambon	113,724	155,215
	Meratus Kahayan	171,263	200,600
	Tanto Fajar I	156,410	203,350
24-Feb	Teluk Flaminggo	228,048	209,650
	Meratus Ambon	195,108	211,850
	Icon Bravo	101,198	192,225
25-Feb	Sinar Jebara	192,025	193,460
26-Feb	Meratus Kendari 1	157,983	192,200
	Oriental Samudera	305,730	265,815
27-Feb	Tanto Handal	153,620	184,500
	Lagoa Mas	173,477	240,630
	Anda	126,945	185,720
	Tanto Alam	191,780	201,250
	Meratus Benua	186,220	206,845
28-Feb	Bali Kuta	75,263	124,500
	Kanal Mas	203,670	192,088
	Teluk Flaminggo	192,080	213,500
	Meratus Katingan	187,880	222,813
Total		13.401,656	13.941,166
Selisih		539,510	

Tanggal	Jarak Tempuh Truk (Km)	
	Realisasi	Optimasi
1-Feb	460,79	559,02
2-Feb	499,87	454,54
3-Feb	721,18	797,71
4-Feb	398,45	322,90
5-Feb	383,43	428,90
6-Feb	337,22	350,52
7-Feb	354,83	285,42
8-Feb	526,27	460,43
9-Feb	639,49	464,57
10-Feb	666,10	742,84
11-Feb	499,38	558,68
12-Feb	152,25	134,70
13-Feb	667,08	731,85
14-Feb	0,00	0,00
15-Feb	343,13	313,58
16-Feb	413,67	346,42
17-Feb	463,64	469,08
18-Feb	830,49	804,84
19-Feb	504,62	560,14
20-Feb	180,73	158,59
21-Feb	866,03	968,38
22-Feb	436,35	376,14
23-Feb	559,17	441,40
24-Feb	613,73	524,35
25-Feb	193,46	192,03
26-Feb	458,02	463,71
27-Feb	1.018,95	832,04
28-Feb	752,90	658,89
Total	13.941,17	13.401,66
Selisih	539,51	

- Hasil Fungsi 2

	Selisih Antar Blok Dalam Satu Periode (Box)	
	Optimasi	Aktual
1-Feb	49	232
2-Feb	66	130
3-Feb	175	350
4-Feb	28	100
5-Feb	59	90
6-Feb	52	175
7-Feb	43	70
8-Feb	64	80
9-Feb	72	230
10-Feb	97	182
11-Feb	39	159
12-Feb	0	50
13-Feb	70	214
14-Feb	0	0
15-Feb	22	120
16-Feb	16	135
17-Feb	65	132
18-Feb	77	266
19-Feb	125	287
20-Feb	85	74
21-Feb	298	276
22-Feb	53	75
23-Feb	59	243
24-Feb	73	230
25-Feb	3	87
26-Feb	47	150
27-Feb	175	175
28-Feb	82	134
Total	1.994	4.446
Selisih	2.452	

• Hasil Fungsi 3

	Nama Kapal	Selisih Antar Blok (Box)	
		Optimasi	Aktual
1-Feb	Sinar Ambon	1	22
	Intan Daya 3	1	10
	Selili Baru	1	83
2-Feb	Tanto Horas	1	130
	Meratus Karimata	5	45
	Sinar Jepara	1	67
3-Feb	Icon Bravo	2	140
	Kuala Mas	0	175
	Teluk Flaminggo	1	45
	Meratus Kahayan	56	75
4-Feb	Kanal Mas	28	130
	Mentaya River	2	45
5-Feb	Bali Kuta	43	79
	Sinar Ambon	20	22
	Bali Gianyar	9	80
6-Feb	Oriental Samudera	3	175
	Tanto Fajar I	17	135
7-Jan	Tanto Subur I	1	70
	Meratus Karimata	0	50
8-Feb	Sinar Palaran	4	102
	Teluk Flaminggo	2	80
	Anda	0	92
9-Feb	Sinar Jepara	1	48
	Meratus Katingan	1	85
	Tanto Horas	1	135
10-Feb	Lagoa Mas	97	132
	Mentaya River	66	45
	Teluk Berau	57	75
11-Feb	Ayer Mas	1	155
	Oriental Pacific	13	43
	Sinar Ambon	0	0
12-Feb	Meratus Karimata	0	50
13-Feb	Icon Bravo	6	125
	Meratus Kahayan	0	65
	Sinar Jepara	1	47
	Tanto Fajar I	25	135
15-Feb	Tanto Subur I	11	60
	Teluk Berau	5	120
16-Feb	Meratus Pekanbaru	3	55
	Armada Setia	5	70
17-Feb	Sinar Palaran	2	132
	Meratus Palembang	5	45
	Tanto Handal	1	15
18-Feb	Armada Segara	4	60
	Sinar Ambon	0	22
	Meratus Katingan	1	112
	Meratus Ambon	5	45
19-Feb	Sinar Jepara	79	114
	Lagoa Mas	99	175
	Anda	62	94
20-Feb	Bali Kuta	85	74
21-Feb	Jales Mas	94	15

	Nama Kapal	Selisih Antar Blok (Box)	
		Optimasi	Aktual
	Intan Daya 3	44	114
	Oriental Pacific	62	110
	Kawa Mas	257	162
22-Feb	Tanto Subur I	17	25
	Meratus Pekanbaru	4	25
	Teluk Berau	16	50
23-Feb	Sinar Ambon	0	83
	Meratus Kahayan	0	75
	Tanto Fajar I	3	155
24-Feb	Teluk Flaminggo	44	170
	Meratus Ambon	25	45
	Icon Bravo	0	125
25-Feb	Sinar Jepara	3	87
26-Feb	Meratus Kendari 1	7	45
	Oriental Samudera	4	120
27-Feb	Tanto Handal	1	135
	Lagoa Mas	61	95
	Anda	29	131
	Tanto Alam	49	135
	Meratus Benoa	49	95
28-Feb	Bali Kuta	0	0
	Kanal Mas	35	105
	Teluk Flaminggo	18	140
	Meratus Katingan	27	119
Total		1.683	6.546
Selisih		4.863	

	Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok (Box)	
	Optimasi	Aktual
1-Feb	3	115
2-Feb	7	242
3-Feb	59	435
4-Feb	30	175
5-Feb	72	181
6-Feb	20	310
7-Feb	1	120
8-Feb	6	274
9-Feb	3	268
10-Feb	220	252
11-Feb	14	198
12-Feb	0	50
13-Feb	32	372
14-Feb	0	0
15-Feb	16	180
16-Feb	8	125
17-Feb	8	192
18-Feb	10	239
19-Feb	240	383
20-Feb	85	74
21-Feb	457	401
22-Feb	37	100
23-Feb	3	313
24-Feb	69	340
25-Feb	3	87
26-Feb	11	165
27-Feb	189	591
28-Feb	80	364
Total	1.683	6.546
Selisih		4.863

- Hasil Simulasi

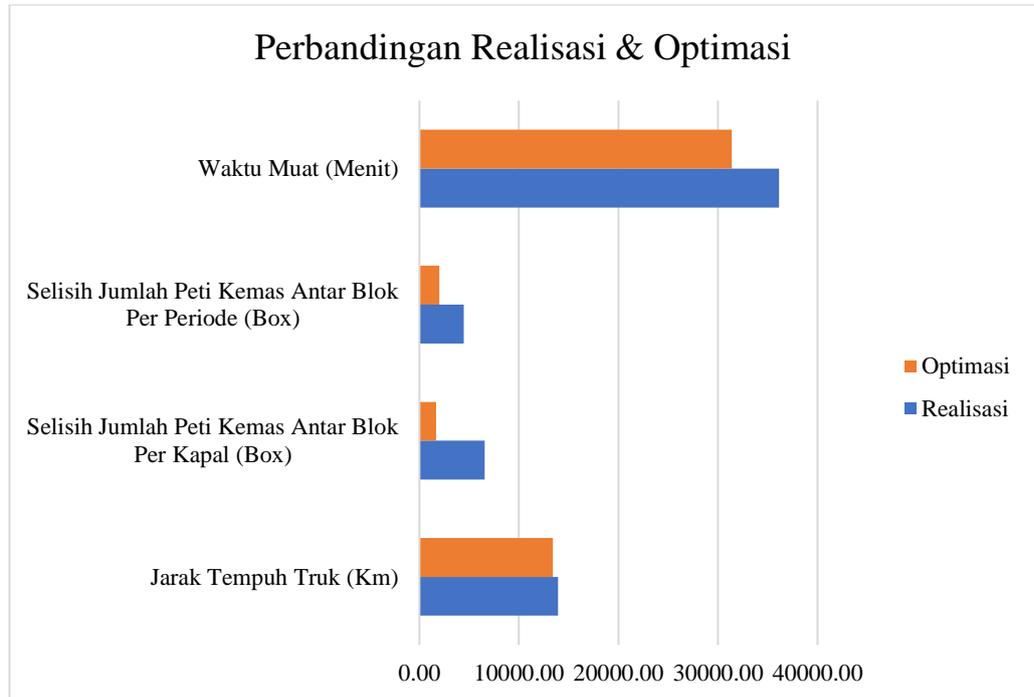
Tanggal	Nama Kapal	Waktu Muat (Menit)	
		Realisasi	Optimasi
1-Feb	Sinar Ambon	336,04	235,89
	Intan Daya 3	327,00	209,88
	Selili Baru	496,19	636,19
2-Feb	Tanto Horas	529,84	403,40
	Meratus Karimata	286,37	244,72
	Sinar Jepara	561,97	477,64
3-Feb	Icon Bravo	548,25	436,31
	Kuala Mas	824,06	785,26
	Teluk Flaminggo	528,35	317,97
	Meratus Kahayan	337,50	390,95
4-Feb	Kanal Mas	609,70	239,58
	Mentaya River	278,62	265,73
5-Feb	Bali Kuta	363,04	325,45
	Sinar Ambon	434,64	426,38
	Bali Gianyar	459,01	434,90
6-Feb	Oriental Samudera	577,69	482,36
	Tanto Fajar I	557,67	484,16
7-Jan	Tanto Subur I	437,70	405,53
	Meratus Karimata	382,93	246,96
8-Feb	Sinar Palaran	598,61	234,94
	Teluk Flaminggo	563,87	458,09
	Anda	578,11	457,22
9-Feb	Sinar Jepara	607,24	516,44
	Meratus Katingan	335,89	360,92
	Tanto Horas	606,64	467,69
10-Feb	Lagoa Mas	558,24	428,06
	Mentaya River	289,39	322,30
	Teluk Berau	382,00	506,86
11-Feb	Ayer Mas	615,42	468,25
	Oriental Pacific	552,04	375,47
	Sinar Ambon	541,54	405,01
12-Feb	Meratus Karimata	271,80	260,00
13-Feb	Icon Bravo	521,23	441,01
	Meratus Kahayan	337,38	266,53
	Sinar Jepara	550,51	516,43
	Tanto Fajar I	645,16	520,63
15-Feb	Tanto Subur I	342,28	253,61
	Teluk Berau	394,28	330,37
16-Feb	Meratus Pekanbaru	409,31	278,07
	Armada Setia	382,44	321,62
17-Feb	Sinar Palaran	435,81	208,51
	Meratus Palembang	280,73	356,61
	Tanto Handal	522,50	467,38
18-Feb	Armada Segara	434,30	454,79
	Sinar Ambon	431,06	404,36
	Meratus Katingan	546,14	525,75
	Meratus Ambon	283,46	358,20
19-Feb	Sinar Jepara	514,44	607,53
	Lagoa Mas	591,83	455,04
	Anda	482,56	531,43
20-Feb	Bali Kuta	601,10	604,42
21-Feb	Jales Mas	466,47	385,23

Tanggal	Nama Kapal	Waktu Muat (Menit)	
		Realisasi	Optimasi
	Intan Daya 3	513,37	537,86
	Oriental Pacific	563,97	509,68
	Kawa Mas	791,17	1004,10
22-Feb	Tanto Subur I	393,06	364,28
	Meratus Pekanbaru	188,86	184,21
	Teluk Berau	291,30	317,13
23-Feb	Sinar Ambon	402,90	403,87
	Meratus Kahayan	317,14	253,93
	Tanto Fajar I	606,91	467,65
24-Feb	Teluk Flaminggo	670,97	468,82
	Meratus Ambon	276,09	245,40
	Icon Bravo	538,31	436,40
25-Feb	Sinar Jepara	345,11	304,96
26-Feb	Meratus Kendari 1	289,61	248,01
	Oriental Samudera	459,40	460,45
27-Feb	Tanto Handal	614,91	467,38
	Lagoa Mas	538,87	404,33
	Anda	545,07	414,49
	Tanto Alam	614,97	522,82
	Meratus Benua	524,63	519,91
28-Feb	Bali Kuta	478,33	313,49
	Kanal Mas	429,97	473,40
	Teluk Flaminggo	630,98	499,37
	Meratus Katingan	553,06	559,96
Total		36.129,33	31.379,92
Selisih		4.749,41	

	Waktu Muat (Menit)	
	OPTIMASI	AKTUAL
1-Feb	1.159,24	1.081,96
2-Feb	1.378,18	1.125,76
3-Feb	2.238,17	1.930,49
4-Feb	888,32	505,31
5-Feb	1.256,69	1.186,73
6-Feb	1.135,36	966,53
7-Feb	820,63	652,49
8-Feb	1.740,58	1.150,26
9-Feb	1.549,77	1.345,05
10-Feb	1.229,63	1.257,21
11-Feb	1.709,00	1.248,73
12-Feb	271,80	260,00
13-Feb	2.054,28	1.744,60
14-Feb	0,00	0,00
15-Feb	736,57	583,98
16-Feb	791,75	599,69
17-Feb	1.239,04	1.032,50
18-Feb	1.694,96	1.743,10
19-Feb	1.588,84	1.594,00
20-Feb	601,10	604,42
21-Feb	2.334,98	2.436,86
22-Feb	873,22	865,62
23-Feb	1.326,94	1.125,44
24-Feb	1.485,38	1.150,62
25-Feb	345,11	304,96
26-Feb	749,00	708,46
27-Feb	2.838,45	2.328,93
28-Feb	2.092,33	1.846,23
Total	36.129,33	31.379,92
Selisih	4.749,41	

- **Rangkuman Hasil Optimasi & Simulasi**

	Jarak Tempuh Truk	Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok Per Kapal	Selisih Jumlah Peti Kemas Antar Blok Per Periode	Waktu Muat
	(Km)	(Box)	(Box)	(Menit)
Realisasi	13.941,17	6.546	4.446	36.129,33
Optimasi	13.401,66	1.683	1.994	31.379,92
Selisih	539,51	4.863	2.452	4.749,41
Persentase	4%	74%	55%	13%



• **Lama Waktu Penggunaan CC dan RTG**

Tanggal	Nama Kapal	Waktu penggunaan CC (menit)		Waktu penggunaan RTG (menit)	
		Realisasi	Optimasi	Realisasi	Optimasi
1-Feb	Sinar Ambon	672,08	471,78	672,084	943,56
	Intan Daya 3	654,00	419,76	654	839,52
	Selili Baru	992,39	1.272,38	1.984,776	2.544,768
2-Feb	Tanto Horas	529,84	403,40	1.589,53	806,81
	Meratus Karimata	572,75	489,44	1.145,496	978,888
	Sinar Jepara	561,97	477,64	1.123,93	955,27
3-Feb	Icon Bravo	548,25	436,31	1.096,50	872,62
	Kuala Mas	824,06	785,26	3.296,26	1.570,51
	Teluk Flaminggo	1.056,71	635,94	1.585,062	1.271,88
4-Feb	Meratus Kahayan	675,00	781,91	1.687,5	1.563,816
	Kanal Mas	1.219,40	479,16	1.829,106	958,32
	Mentaya River	557,23	531,46	1.114,464	1.062,912
5-Feb	Bali Kuta	363,04	325,45	726,07	650,90
	Sinar Ambon	434,64	426,38	869,28	852,76
	Bali Gianyar	459,01	434,90	1.377,04	869,80
6-Feb	Oriental Samudera	1.155,37	964,73	1.733,058	1.929,456
	Tanto Fajar I	557,67	484,16	1.115,34	968,33
7-Jan	Tanto Subur I	437,70	405,53	1.313,10	811,06
	Meratus Karimata	765,86	493,92	1.531,728	987,84
8-Feb	Sinar Palaran	1.197,22	469,88	1.197,216	939,768
	Teluk Flaminggo	1.127,74	916,19	1.127,736	1.832,376
	Anda	578,11	457,22	1.156,21	914,45
9-Feb	Sinar Jepara	607,24	516,44	1.821,73	1.032,89
	Meratus Katingan	671,78	721,84	1.343,568	1.443,672
	Tanto Horas	606,64	467,69	1.213,27	935,38
10-Feb	Lagoa Mas	1.116,48	856,12	2.232,96	1.712,232
	Mentaya River	578,77	644,59	1.157,544	966,888
	Teluk Berau	764,00	1.013,71	1.528,008	2.027,424
11-Feb	Ayer Mas	615,42	468,25	1.230,84	936,49
	Oriental Pacific	1.104,07	750,95	1.656,108	1.501,896
	Sinar Ambon	541,54	405,01	541,54	810,01
12-Feb	Meratus Karimata	543,60	520,00	1.087,2	1.039,992
13-Feb	Icon Bravo	521,23	441,01	1.563,70	882,02
	Meratus Kahayan	674,76	533,05	1.349,52	1.066,104
	Sinar Jepara	550,51	516,43	1.651,54	1.032,86
	Tanto Fajar I	645,16	520,63	1.290,31	1.041,25
15-Feb	Tanto Subur I	684,56	507,23	1.369,128	1.014,456
	Teluk Berau	788,57	660,73	1.577,136	1.321,464
16-Feb	Meratus Pekanbaru	818,63	556,14	1.637,256	1.112,28
	Armada Setia	764,88	643,25	1.529,76	1.286,496
17-Feb	Sinar Palaran	871,62	417,02	1.307,43	834,048
	Meratus Palembang	561,46	713,22	1.122,912	1.426,44
	Tanto Handal	522,50	467,38	1.567,51	934,75
18-Feb	Armada Segara	868,61	909,58	1.737,216	1.819,152
	Sinar Ambon	431,06	404,36	862,13	808,73
	Meratus Katingan	546,14	525,75	2.730,69	1.051,50
	Meratus Ambon	566,92	716,40	1.133,832	1.432,8

Tanggal	Nama Kapal	Waktu penggunaan CC (menit)		Waktu penggunaan RTG (menit)	
		Realisasi	Optimasi	Realisasi	Optimasi
19-Feb	Sinar Jepara	514,44	607,53	2.057,76	1.215,06
	Lagoa Mas	1.183,67	910,08	2.367,336	1.820,16
	Anda	482,56	531,43	1.447,69	1.062,85
20-Feb	Bali Kuta	601,10	604,42	2.404,42	1.208,84
21-Feb	Jales Mas	932,94	770,46	932,94	1.540,92
	Intan Daya 3	513,37	537,86	1.540,12	1.075,72
	Oriental Pacific	1.127,94	1.019,35	2.255,88	2.038,704
	Kawa Mas	791,17	1.004,10	3.955,86	2.008,20
22-Feb	Tanto Subur I	393,06	364,28	1.179,18	728,57
	Meratus Pekanbaru	377,72	368,41	755,448	736,824
	Teluk Berau	291,30	317,13	1.165,20	634,26
23-Feb	Sinar Ambon	402,90	403,87	1.208,70	807,74
	Meratus Kahayan	634,27	507,85	1.268,544	1.015,704
	Tanto Fajar I	606,91	467,65	2.427,62	935,29
24-Feb	Teluk Flaminggo	1.341,95	937,63	1.341,948	1.875,264
	Meratus Ambon	552,18	490,80	1.104,36	981,6
	Icon Bravo	538,31	436,40	1.614,94	872,81
25-Feb	Sinar Jepara	690,23	609,91	1.725,57	1.219,824
26-Feb	Meratus Kendari 1	579,22	496,02	1.158,432	992,04
	Oriental Samudera	918,79	920,89	2.296,98	1.841,784
27-Feb	Tanto Handal	614,91	467,38	1.229,82	934,75
	Lagoa Mas	1.077,74	808,66	2.155,488	1.617,312
	Anda	545,07	414,49	1.090,14	828,98
	Tanto Alam	614,97	522,82	1.229,94	1.045,64
	Meratus Benoa	524,63	519,91	1.573,88	1.039,82
28-Feb	Bali Kuta	478,33	313,49	478,33	626,99
	Kanal Mas	859,94	946,80	1.289,916	1.893,6
	Teluk Flaminggo	630,98	499,37	1.261,96	998,75
	Meratus Katingan	553,06	559,96	2.212,22	1.119,92
Total		52.279,86	44.818,54	112.898,93	89.314,78
Selisih		7.461,32		23.584,15	

- **Penggunaan Bahan Bakar Peralatan**

Bahan bakar /liter	Rp 7.950	pada 24 Februari 2018
--------------------	----------	-----------------------

Berat jenis solar	0,832	kg/l
-------------------	-------	------

Truk Kapasitas 45 ton	Rasio BBM (l/Km)	1:1,8
-----------------------	------------------	-------

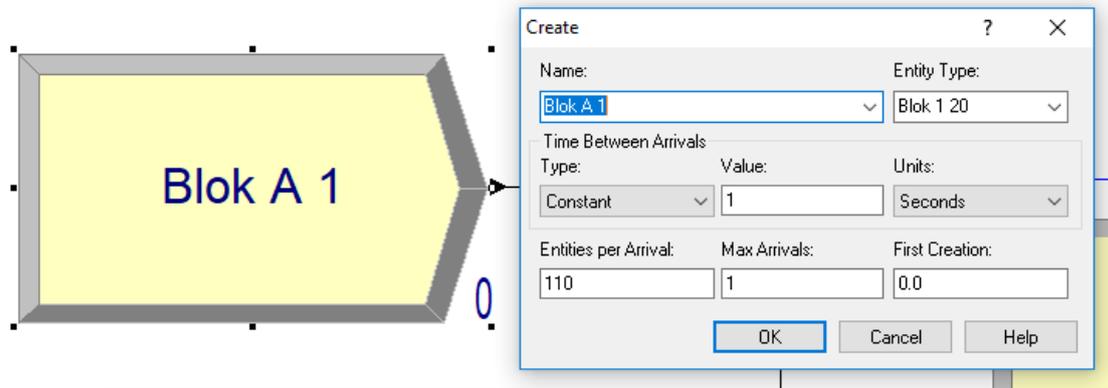
Container Crane		
Daya	1.000	kwh
SFR	0,000178	Ton/kwh

RTG		
Daya	190	kwh
SFR	0,000178	Ton/kwh

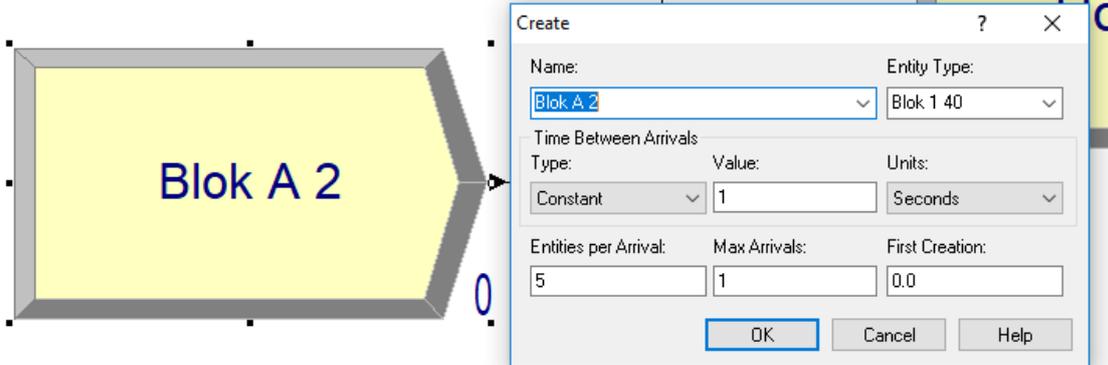
	Truk	RTG	CC	Total
Realisasi	Rp 61.573.483	Rp 420.922.970	Rp 1.025.873.054	Rp 1.508.369.508
Optimasi	Rp 59.190.647	Rp 332.993.780	Rp 879.461.582	Rp 1.271.646.010
Selisih	Rp 2.382.836	Rp 87.929.190	Rp 146.411.472	Rp 236.723.498
Persentase	4%	21%	14%	16%

- Lapangan Penumpukan Pada ARENA

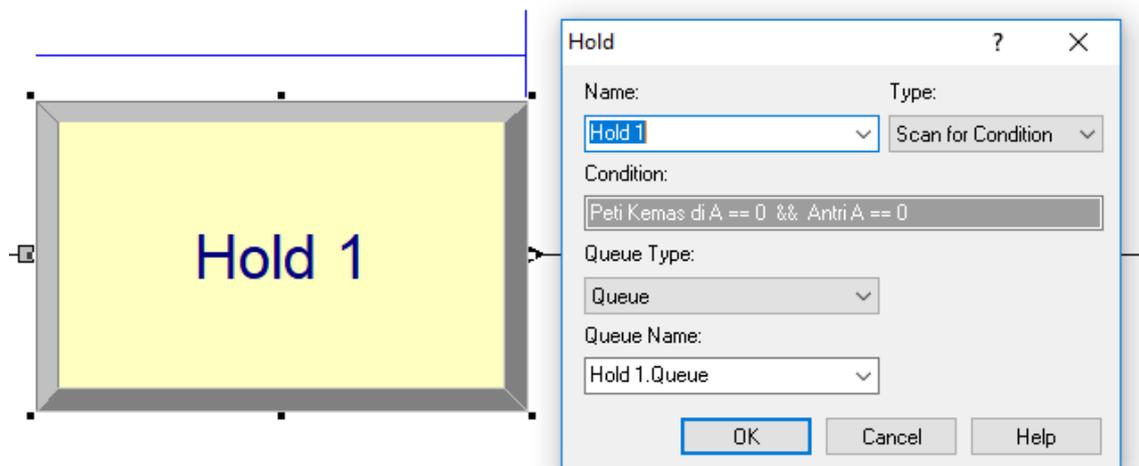
- Blok A 1 (Data Peti Kemas 20 Kaki pada Blok A)



- Blok A 2 (Data Peti Kemas 40 Kaki pada Blok B)

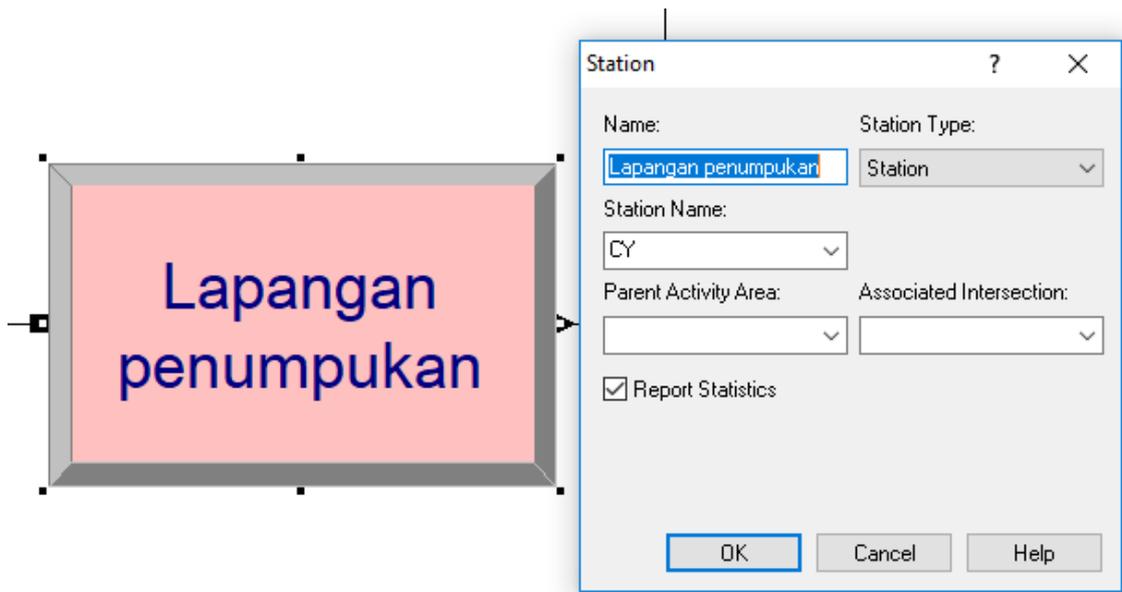


- Lapangan Penumpukan A (Mengumpulkan Peti Kemas 20 Kaki dan 40 Kaki pada Blok)

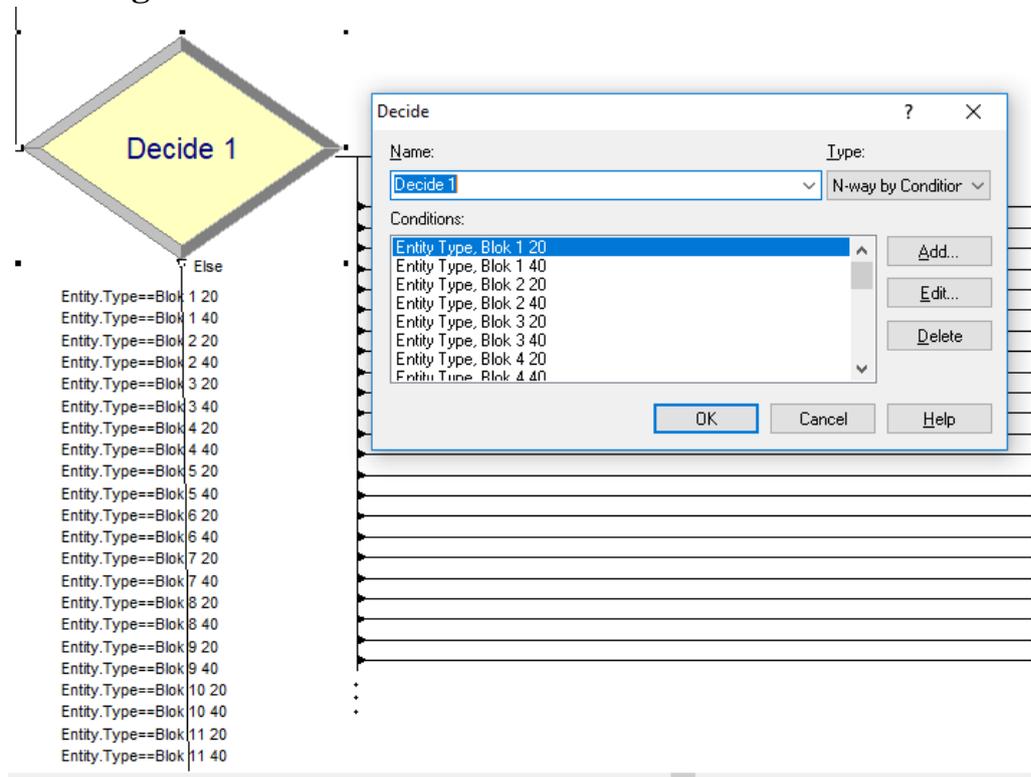


- Transportasi (Truk)

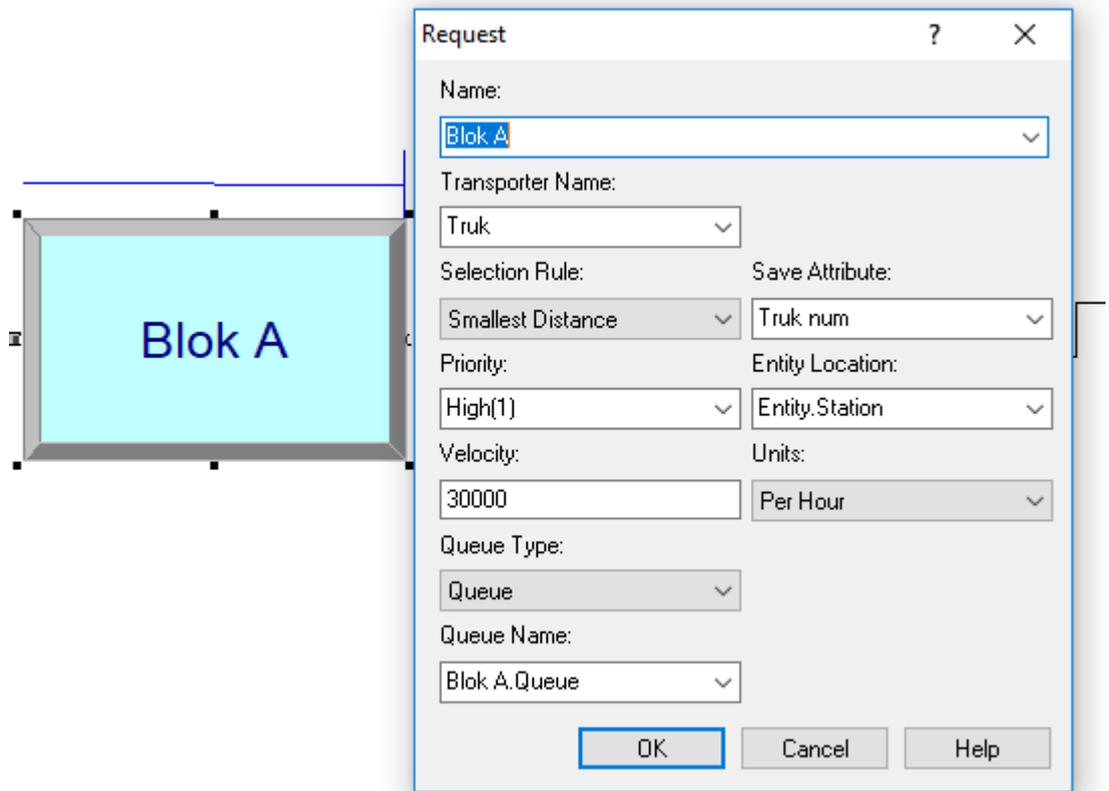
- Mendeklarasikan Pemberhentian truk (Stasiun Lapangan Penumpukan)



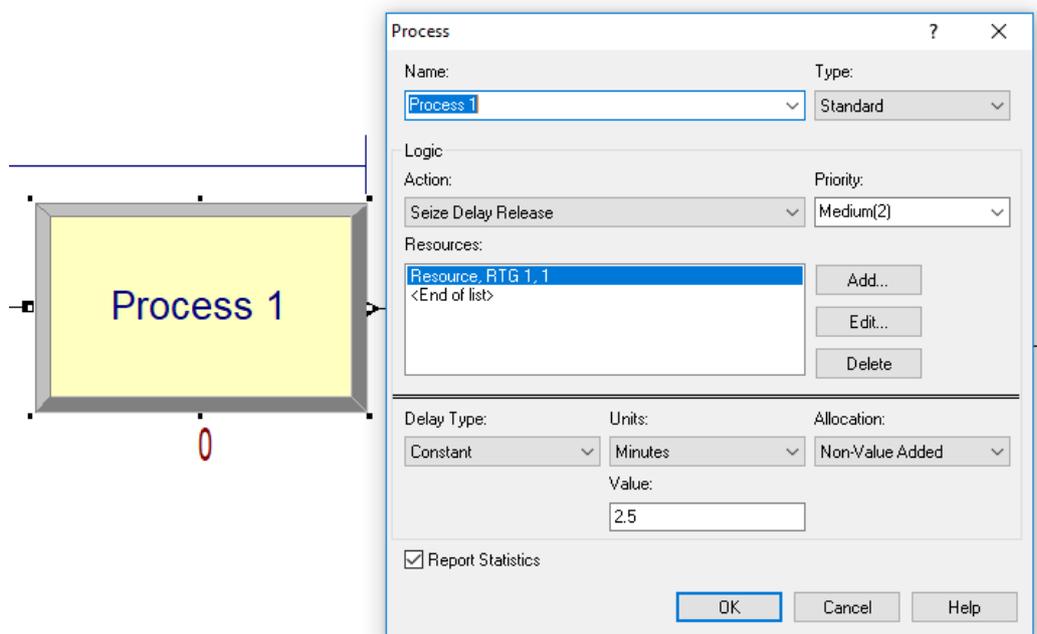
➤ **Membagi Muatan Berdasarkan Asal Blok**



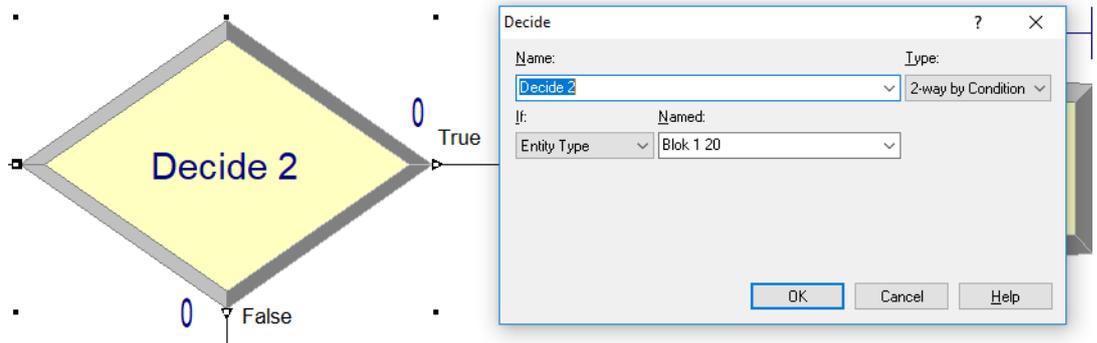
➤ **Memesan transportasi pada blok**



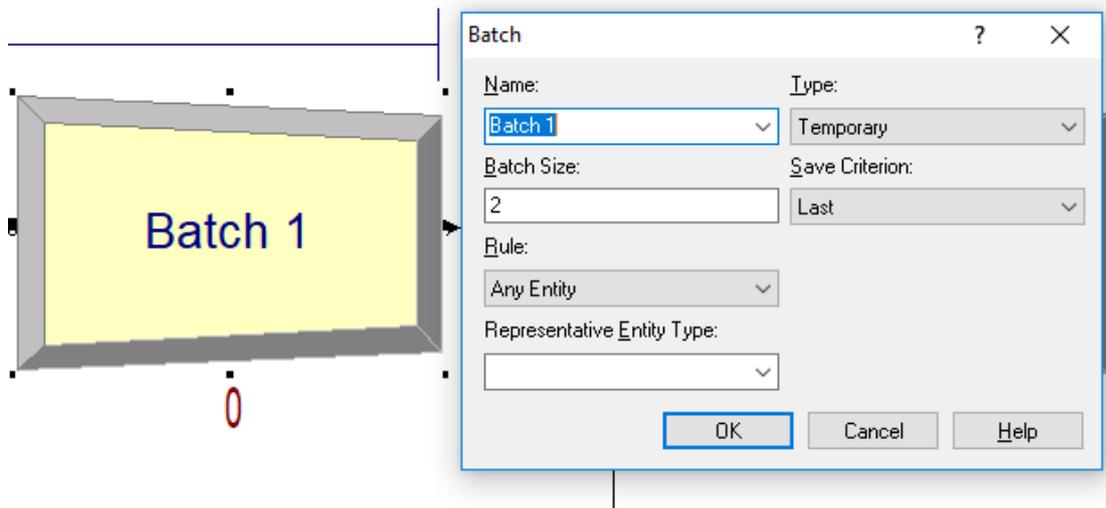
➤ **Proses muat peti kemas dari blok penumpukan ke chasis truk (RTG)**



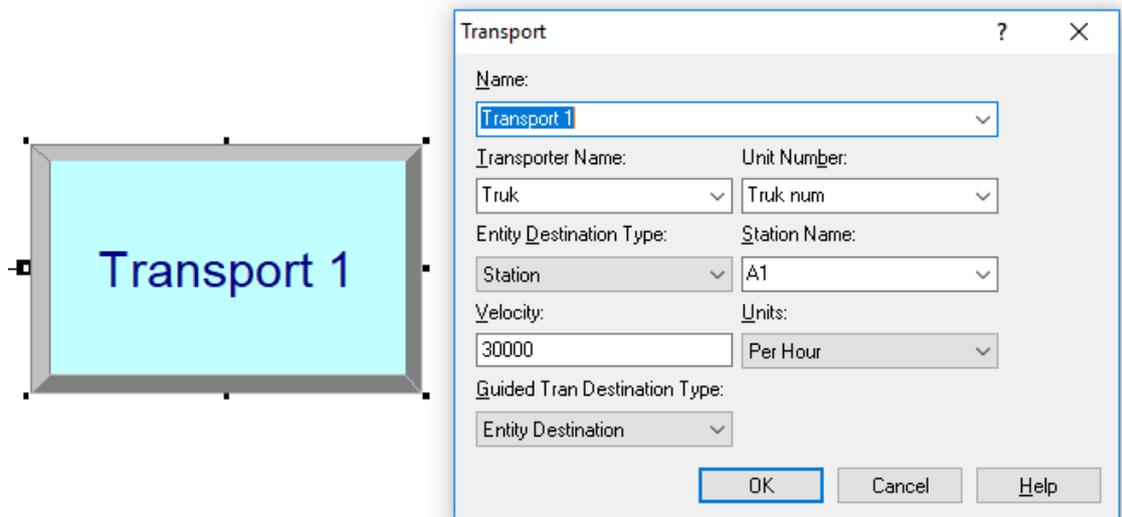
- Memisahkan peti kemas 20 kaki dan 40 kaki



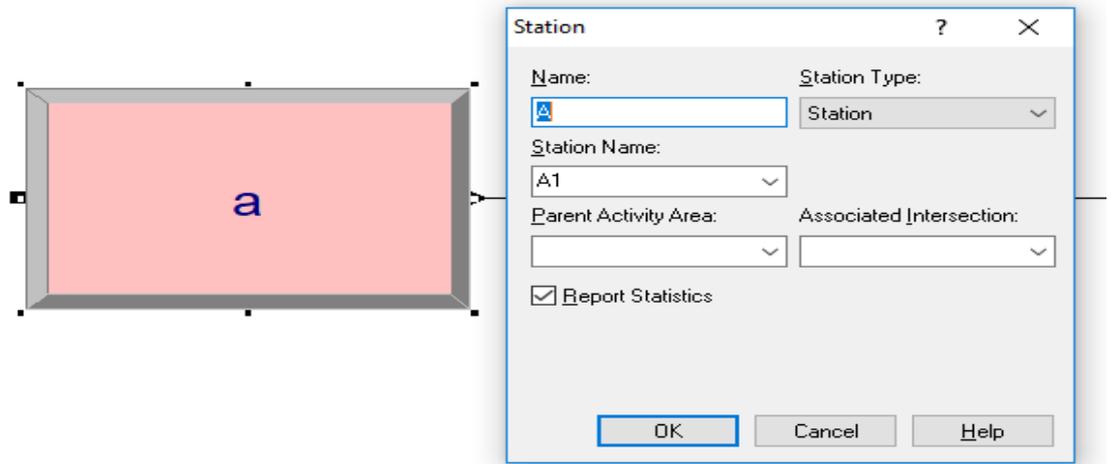
- Menggabungkan dua peti kemas 20 kaki dalam satu truk



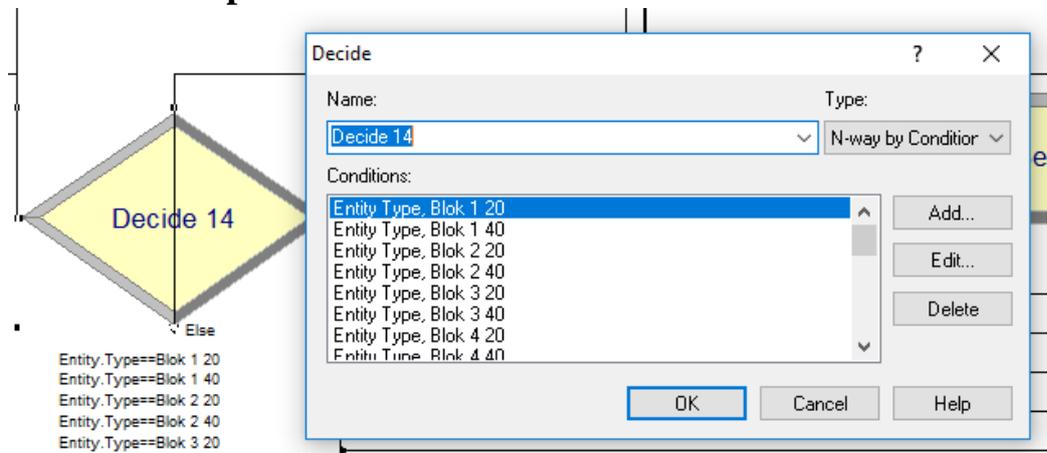
- Truk bergerak ke stasiun tujuan



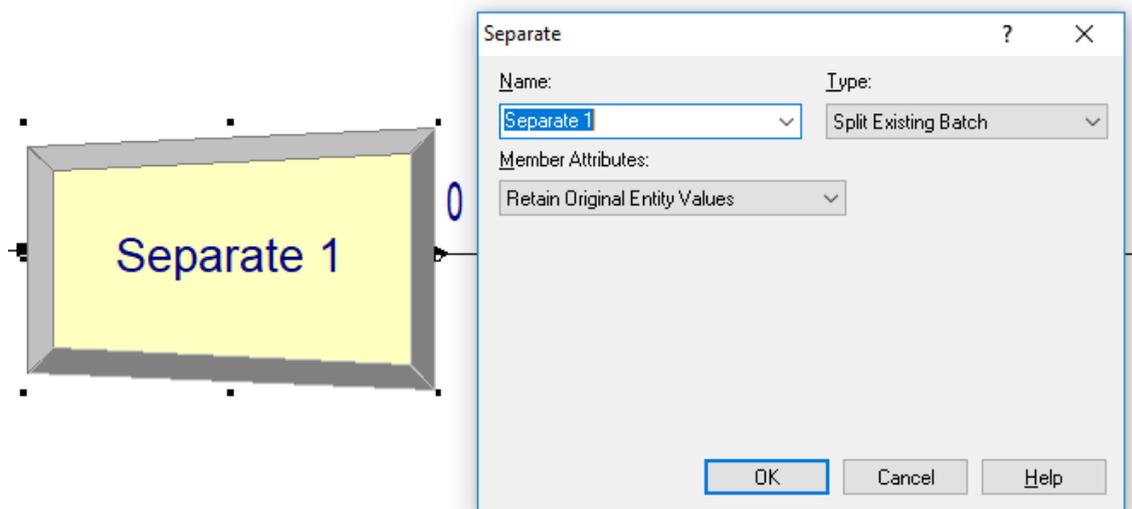
- Deklarasi stasiun tujuan Dermaga dari blok A



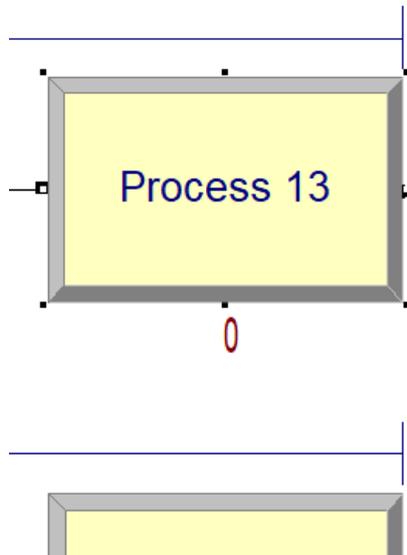
- **Memisahkan peti kemas 20 kaki dan 40 kaki**



- **Memisahkan peti kemas 20 kaki dari truk**



- **Bongkar peti kemas dari truk selanjutnya di muat ke kapal (CC)**



**Process** ? X

Name:  Type:

Logic

Action:  Priority:

Resources:

<input type="text" value="Resource, CC, 1"/>	<input type="button" value="Add..."/>
<End of list>	<input type="button" value="Edit..."/>
	<input type="button" value="Delete"/>

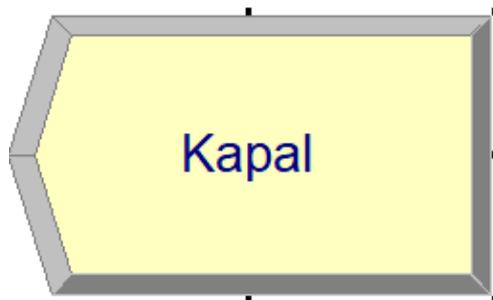
---

Delay Type:  Units:  Allocation:

Value:

Report Statistics

➤ **Kapal**



**Dispose** ? X

Name:

Record Entity Statistics

• **Alokasi Hasil Optimasi Februari 2018**

	Nama Kapal	Blok Penumpukan (Box)																							
		A		H		I		J		K		L		M		N		P1		P5		X1		WS	
		20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
1-Feb	Sinar Ambon	0	0	0	0	45	3	0	0	0	0	45	3	0	0	0	0	45	4	0	0	0	0	45	4
	Intan Daya 3	0	0	0	0	0	0	39	6	0	0	0	0	39	6	39	7	0	0	0	0	39	7	0	0
	Selili Baru	80	14	80	13	0	0	0	0	80	14	0	0	0	0	0	0	0	0	80	14	0	0	0	0
2-Feb	Tanto Horas	0	0	85	12	0	0	85	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Meratus Karimata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	22	33	22	33	22	0	0	31	19	0	0
	Sinar Jepara	110	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	6	0	0	0	0	
3-Feb	Icon Bravo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	18	0	0	87	17	0	0	0	0	0	0
	Kuala Mas	180	10	0	0	0	0	0	0	0	0	180	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Teluk Flaminggo	0	0	0	0	55	13	55	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	12	0	0	55	13	
4-Feb	Meratus Kahayan	0	0	53	10	0	0	0	0	56	15	0	0	0	0	56	15	0	0	0	0	0	15	0	0
	Kanal Mas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	48	3	48	11	48	11
	Mentaya River	32	21	0	0	33	20	0	0	32	22	0	0	0	0	33	22	0	0	0	0	0	0	0	0
5-Feb	Bali Kuta	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sinar Ambon	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	14
	Bali Gianyar	0	0	0	0	80	27	80	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-Feb	Oriental Samudera	0	0	55	17	0	0	0	0	55	17	0	0	0	0	0	0	0	55	17	55	14	0	0	0
	Tanto Fajar I	100	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	21	
7-Jan	Tanto Subur I	85	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Meratus Karimata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	20	35	20	0	0	35	20	35	20	
8-Feb	Sinar Palaran	0	0	0	0	0	0	0	0	46	4	0	0	46	0	46	4	0	0	0	0	0	46	4	
	Teluk Flaminggo	0	0	55	13	0	0	55	13	0	0	55	11	0	0	0	0	0	55	13	0	0	0	0	0
	Anda	93	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	18	0	0	0	0	0	0	0
9-Feb	Sinar Jepara	112	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Meratus Katingan	0	0	44	10	44	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	10	43	10	43	10	0	0
	Tanto Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	13	0	0	0	0	0	0	0	100	12	0
10-Feb	Lagoa Mas	20	0	0	0	106	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	10	0	0	107	10	0	0
	Mentaya River	0	0	0	0	0	0	51	42	51	43	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Teluk Berau	0	0	69	16	0	0	0	0	0	0	70	29	0	0	49	0	0	0	42	0	0	0	0	0
11-Feb	Ayer Mas	0	0	0	0	0	0	100	12	0	0	100	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oriental Pacific	65	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	13	65	9	65	22	0	0
	Sinar Ambon	0	0	0	0	90	7	0	0	90	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-Feb	Meratus Karimata	35	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	20	35	20	35	20	0	0	0	0	0	0	0

	Nama Kapal	Blok Penumpukan (Box)																								
		A		H		I		J		K		L		M		N		P1		P5		X1		WS		
		20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	
13-Feb	Icon Bravo	0	0	0	0	0	0	0	0	87	15	0	0	0	0	0	0	88	20	0	0	0	0	0	0	
	Meratus Kahayan	0	0	0	0	0	0	35	20	0	0	0	0	35	20	0	0	0	0	35	20	35	20	0	0	
	Sinar Jepara	112	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	13	
	Tanto Fajar I	0	0	100	25	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15-Feb	Tanto Subur I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	8	51	8	51	8	47	1	0	0	0	0	0	0	
	Teluk Berau	58	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	9	58	12	58	12	
16-Feb	Meratus Pekanbaru	0	0	0	0	50	4	50	7	50	7	50	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Armada Setia	58	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	12	0	0	58	12	56	9	0	0	
17-Feb	Sinar Palaran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	4	46	2	46	2	0	0	0	0	46	4	
	Meratus Palembang	33	22	31	19	0	0	0	0	33	22	33	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tanto Handal	0	0	0	0	0	0	100	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	13	0	0	0	0	
18-Feb	Armada Segara	78	18	0	0	0	0	0	0	0	0	76	16	0	0	0	0	78	18	0	0	0	0	78	18	
	Sinar Ambon	0	0	0	0	90	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	7	0	0
	Meratus Katingan	0	0	0	0	0	0	116	11	115	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Meratus Ambon	0	0	31	19	0	0	0	0	0	0	0	0	33	22	33	22	0	0	33	22	0	0	0	0	
19-Feb	Sinar Jepara	0	0	138	26	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lagoa Mas	125	12	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	125	13	
	Anda	0	0	0	0	106	35	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20-Feb	Bali Kuta	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	26		
21-Feb	Jales Mas	76	3	8	0	75	1	0	0	0	0	76	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Intan Daya 3	0	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	16	0	0	
	Oriental Pacific	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	67	0	90	35	0	0	90	35	0	0	0	0	
	Kawa Mas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	261	45	
22-Feb	Tanto Subur I	0	0	0	0	0	0	70	21	70	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Meratus Pekanbaru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	16	22	16	0	0	26	12	0	0	0	0	26	16	
	Teluk Berau	47	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	30	0	0	0	0	0	
23-Feb	Sinar Ambon	90	7	0	0	0	0	90	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Meratus Kahayan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	20	0	0	35	20	35	20	35	20	0	0	
	Tanto Fajar I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	14	0	0	0	0	0	0	100	11	
24-Feb	Teluk Flaminggo	0	0	56	20	56	20	0	0	56	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	
	Meratus Ambon	0	0	0	0	0	0	29	8	0	0	34	28	33	27	0	0	34	22	0	0	0	0	0	0	
	Icon Bravo	87	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	17		
25-Feb	Sinar Jepara	56	7	0	0	0	0	0	0	55	5	56	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	7		
26-Feb	Meratus Kendari 1	33	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	18	33	23	0	0	0	0	33	21	0	0	

	Nama Kapal	Blok Penumpukan (Box)																							
		A		H		I		J		K		L		M		N		P1		P5		X1		WS	
		20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
	Oriental Samudera	0	0	0	0	0	0	0	0	76	16	78	18	0	0	0	0	0	0	78	18	0	0	78	18
27-Feb	Tanto Handal	0	0	0	0	0	0	100	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	13	0	0	0	0	
	Lagoa Mas	110	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	87	0	99	0	0	0	0	0	0	
	Anda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	4	73	32	
	Tanto Alam	0	0	0	0	112	25	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Meratus Benoa	0	0	82	50	0	0	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28-Feb	Bali Kuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	
	Kanal Mas	74	19	58	0	73	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	3	0	0		
	Teluk Flaminggo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	22	0	0	0	0	0	0	86	38	
	Meratus Katingan	0	0	0	0	0	0	104	36	0	0	0	0	0	0	0	0	102	11	0	0	0	0		

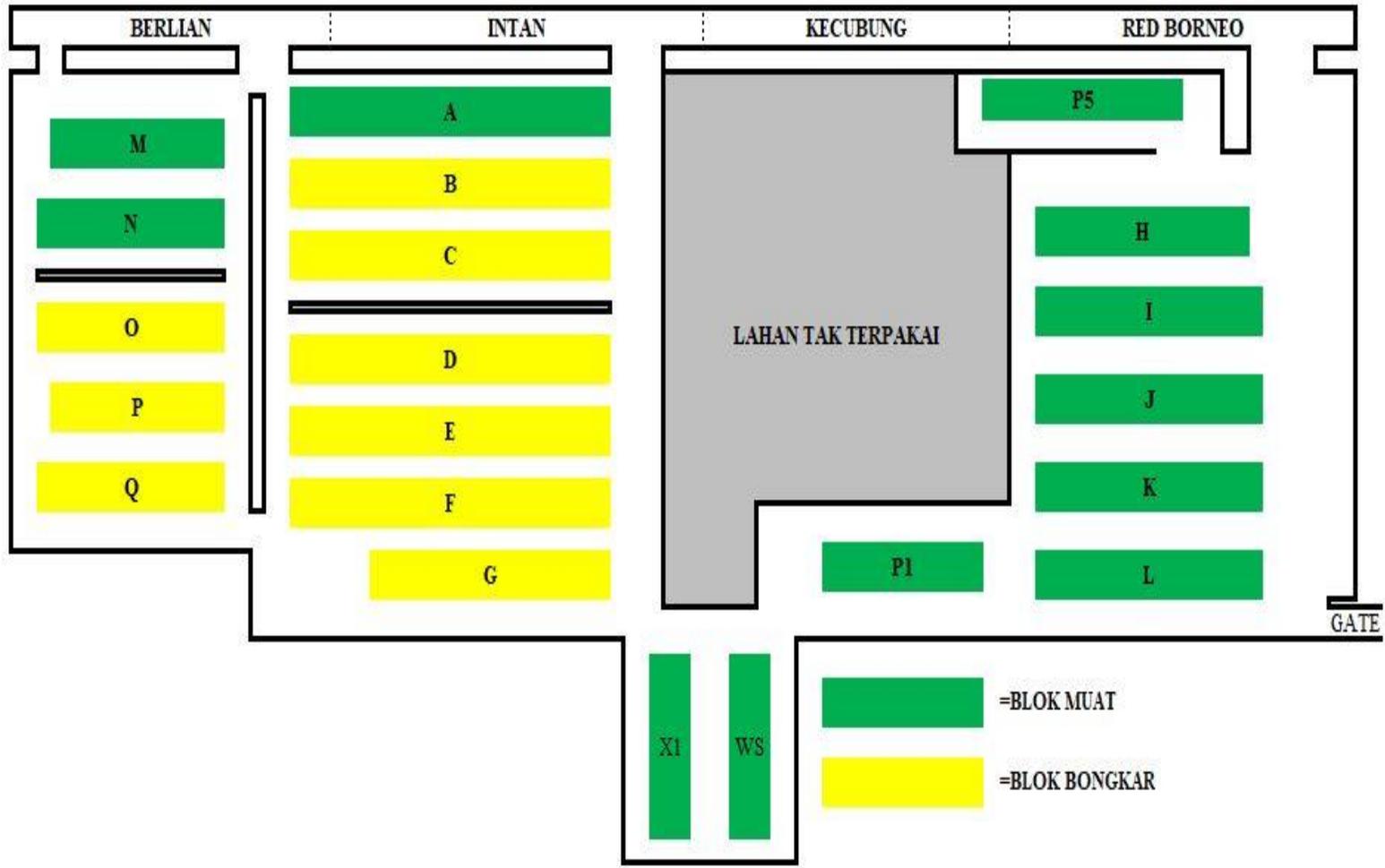
• **Alokasi Realisasi Februari 2018**

	Nama Kapal	Blok Penumpukan (Box)																							
		A		H		I		J		K		L		M		N		P1		P5		X1		WS	
		20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
1-Feb	Sinar Ambon	83	3											97	11										
	Intan Daya 3													81	15	75	11								
	Selili Baru	85	55			93		57						85											
2-Feb	Tanto Horas			20	5					20	150														
	Meratus Karimata	50														35						50	80		
	Sinar Jepara					75	7							144	5										
3-Feb	Icon Bravo	175														35									
	Kuala Mas	195								100				20	65										
	Teluk Flaminggo			90	5			65	45	65														50	95
4-Feb	Meratus Kahayan			15	5	30						25												50	95
	Kanal Mas			150		25	5						20												
	Mentaya River					50							35											50	80
5-Feb	Bali Kuta					109						30													
	Sinar Ambon													97	11	83	3								
	Bali Gianyar							120		40														40	5
6-Feb	Oriental Samudera									120	60													5	100
	Tanto Fajar I	160	20	40	5																				
7-Jan	Tanto Subur I	20	5											75	20	75									
	Meratus Karimata			60				30																50	80
8-Feb	Sinar Palaran	40	7	144	5																				
	Teluk Flaminggo					130	45																	90	5
	Anda	60	4													125	31								
9-Feb	Sinar Jepara					98	15	65				60	11												
	Meratus Katingan					15	18			60	7													15	100
	Tanto Horas			40	5			160	20																
10-Feb	Lagoa Mas	140	25							100				72		28	5								
	Mentaya River									50			35											50	80
	Teluk Berau				35					65		65												100	10
11-Feb	Ayer Mas			30	5					170	20														
	Oriental Pacific													110	12	110	43							100	10
	Sinar Ambon	180	14																						
12-Feb	Meratus Karimata	60												30										50	80

	Nama Kapal	Blok Penumpukan (Box)																							
		A		H		I		J		K		L		M		N		P1		P5		X1		WS	
		20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40		
13-Feb	Icon Bravo	150												25	10		25								
	Meratus Kahayan			15	30	30																50	95		
	Sinar Jebara	98	11											62		63	15								
	Tanto Fajar I					160	20					40	5												
15-Feb	Tanto Subur I			40	5	80			20	80															
	Teluk Berau	130													35							10	100		
16-Feb	Meratus Pekanbaru			70					25	50														80	
	Armada Setia			40						110		80											45		
17-Feb	Sinar Palaran	144												40			12								
	Meratus Palembang									50			35									50	80		
	Tanto Handal			40	25	80				80															
18-Feb	Armada Segara	100												100			60						110	10	
	Sinar Ambon			83	3	97	11																		
	Meratus Katingan					35		80							4								18	116	
	Meratus Ambon								35	50													50	80	
19-Feb	Sinar Jebara	98													11								15	125	
	Lagoa Mas	200								50		25				80									
	Anda			125		60	4		31																
20-Feb	Bali Kuta		26	50						100														73	
21-Feb	Jales Mas									100	25	135	5												
	Intan Daya 3	130													88		16								
	Oriental Pacific	80													80		55						150	15	
	Kawa Mas								40	30					113		167						5		
22-Feb	Tanto Subur I			60		40		40	25																
	Meratus Pekanbaru									50			35										25	50	
	Teluk Berau									35			35										10	60	
23-Feb	Sinar Ambon					83				97		14													
	Meratus Kahayan					30	25	15	5														50	95	
	Tanto Fajar I	40			20					160													5		
24-Feb	Teluk Flaminggo					40	5			160	55														
	Meratus Ambon								35	50													50	80	
	Icon Bravo			150								25	10										25		
25-Feb	Sinar Jebara	98		29		96			11														15		
26-Feb	Meratus Kendari 1														35	50							50	80	

	Nama Kapal	Blok Penumpukan (Box)																							
		A		H		I		J		K		L		M		N		P1		P5		X1		WS	
		20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
	Oriental Samudera	90												60	90								10	130	
27-Feb	Tanto Handal			160	20	40	5																		
	Lagoa Mas	50	5					150						72		78									
	Anda			125	31	20	5																		
	Tanto Alam			160	20					40	5														
	Meratus Benoa					50				35														80	50
28-Feb	Bali Kuta					150																			
	Kanal Mas	135								30	5	110	30												
	Teluk Flaminggo					40	5			130	55														
	Meratus Katingan	15	2			75					25													116	20

- Layout Terminal Peti Kemas Banjarmasin



-

- **Jarak Lapangan Penumpukan ke Dermaga (m)**

Lapangan Penumpukan - Tambatan - Lapangan Penumpukan				
Blok	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	645	485	667	882
H	1.970	1.720	1.650	1.490
I	1.910	1.660	1.580	1.420
J	1.860	1.610	1.520	1.360
K	1.800	1.550	1.450	1.290
L	1.760	1.510	1.380	1.220
M	1.080	1.080	1.270	1.500
N	1.100	1.100	1.280	1.500
P1	1.167	927	1.117	1.410
P5	1.540	1.390	1.250	1.100
X1	1.410	1.170	1.360	1.653
WS	1.410	1.170	1.360	1.653

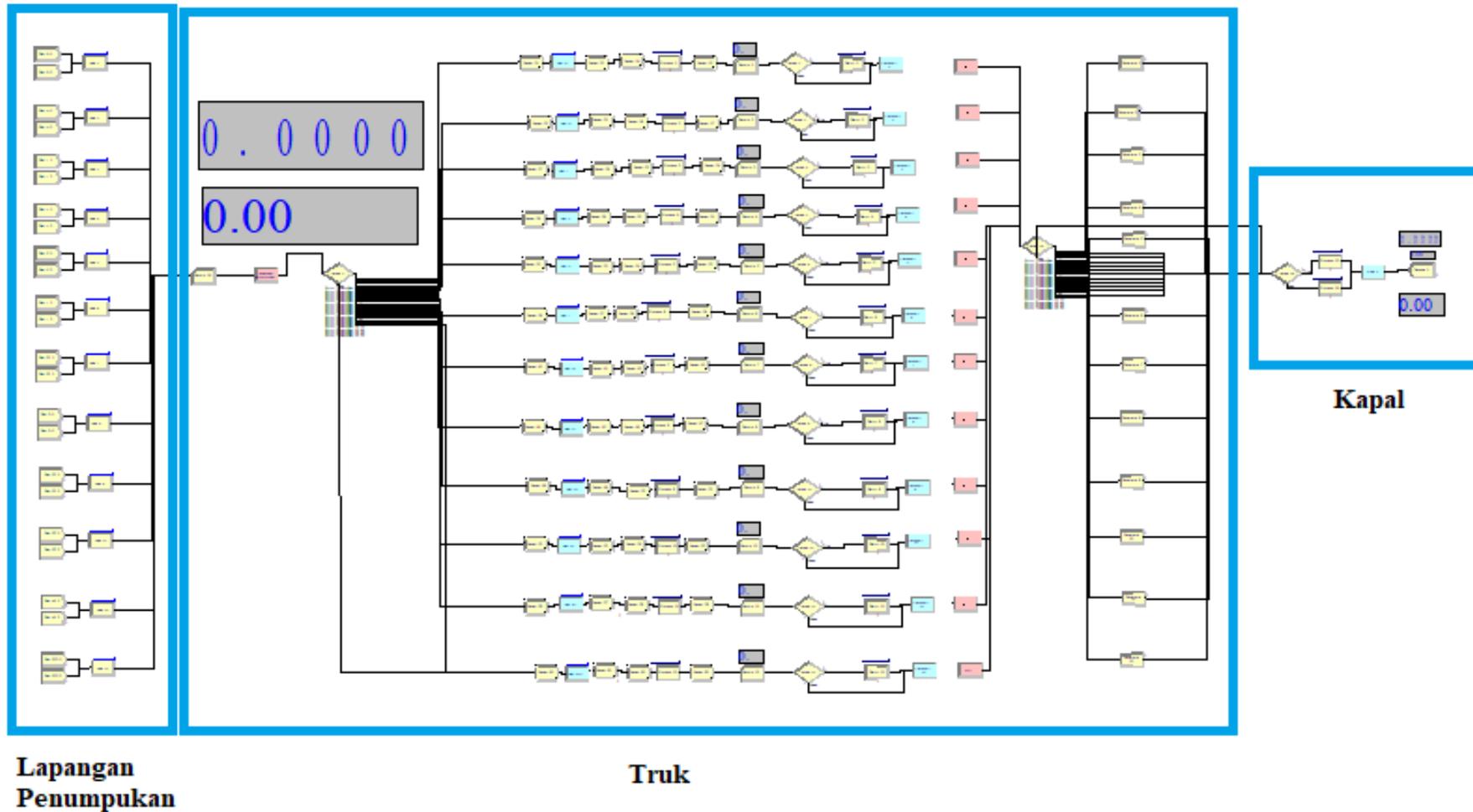
Lapangan Penumpukan - Tambatan				
Blok	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	252	243	393	543
H	855	1.005	1.040	880
I	1.105	975	1.010	850
J	1.080	950	980	820
K	1.050	920	960	800
L	1.030	900	935	775
M	197	347	497	647
N	250	400	550	700
P1	667	547	727	877
P5	790	640	490	340
X1	760	640	820	970
WS	760	640	820	970

Tambatan - Lapangan Penumpukan				
Blok	Berlian	Intan	Kecubung	Red Borneo
A	393	242	274	339
H	1.115	715	610	610
I	805	685	570	570
J	780	660	540	540
K	750	630	490	490
L	730	610	445	445
M	883	733	773	853
N	850	700	730	800
P1	500	380	390	533
P5	750	750	760	760
X1	650	530	540	683
WS	650	530	540	683

• **Utilitas Lapangan Penumpukan**

Tanggal	Untuk Kapal Tanggal	Jumlah Teus Per Hari											YOR	
		A	H	I	J	K	L	M	N	P1	P5	X1		WS
28-Jan	1-Feb	108	106	51	51	108	51	51	53	53	108	53	53	55%
29-Jan	2-Feb	122	109	0	111	0	0	77	77	77	121	69	0	66%
30-Jan	3-Feb	200	73	81	79	86	200	124	86	121	79	30	81	75%
31-Jan	4-Feb	74	0	73	0	76	0	31	77	0	54	70	70	80%
1-Feb	5-Feb	0	48	134	116	87	91	0	0	0	0	0	121	86%
2-Feb	6-Feb	108	89	0	0	89	0	0	0	0	89	83	142	81%
3-Feb	7-Feb	111	0	0	0	0	0	109	75	75	0	75	75	76%
4-Feb	8-Feb	127	81	0	81	54	77	46	54	128	81	0	54	66%
5-Feb	9-Feb	138	64	64	0	0	0	126	137	0	64	63	124	71%
6-Feb	10-Feb	20	101	126	135	137	128	0	28	49	127	42	127	81%
7-Feb	11-Feb	107	0	104	124	104	126	0	0	0	91	83	109	86%
8-Feb	12-Feb	75	0	0	0	0	0	75	75	75	0	0	0	81%
9-Feb	13-Feb	138	150	0	75	117	100	75	0	128	75	75	137	87%
10-Feb	14-Feb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70%
11-Feb	15-Feb	82	0	0	0	0	67	67	67	49	74	82	82	61%
12-Feb	16-Feb	82	0	58	64	64	64	0	82	0	82	74	0	55%
13-Feb	17-Feb	77	69	0	124	77	77	54	50	50	126	0	54	65%
14-Feb	18-Feb	114	69	104	138	137	108	77	77	114	77	104	114	68%
15-Feb	19-Feb	149	190	176	0	79	41	85	0	39	0	0	151	88%
16-Feb	20-Feb	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	81%
17-Feb	21-Feb	82	8	77	95	63	128	67	160	49	160	155	351	99%
18-Feb	22-Feb	77	0	0	112	78	58	54	0	50	108	0	58	96%
19-Feb	23-Feb	104	0	0	104	0	0	75	128	75	75	75	122	86%
20-Feb	24-Feb	123	96	96	45	96	90	87	0	78	0	32	122	85%
21-Feb	25-Feb	70	0	0	0	65	70	0	0	0	0	0	70	85%
22-Feb	26-Feb	79	0	0	0	108	114	67	79	0	114	75	114	71%
23-Feb	27-Feb	120	182	162	124	88	83	54	87	99	126	80	137	87%
24-Feb	28-Feb	112	58	99	176	0	0	75	128	75	124	76	162	94%

- Model Simulasi pada Arena



## BIODATA PENULIS



Dwi Wahyu Baskara adalah nama penulis Tugas Akhir ini, Penulis lahir dari orang tua Hari Widodo Suprantiyo dan Estiningsih sebagai anak ke-dua dari dua bersaudara, Penulis dilahirkan di Kota Blitar pada tanggal 23 Juli 1996, Penulis menempuh Pendidikan dimulai dari SDN Madyopuro III Malang (2002-2008), melanjutkan ke SMPN 5 Malang (2008-2011), dan berikutnya melanjutkan di SMAN 5 Malang (2011-2014), hingga akhirnya menempuh masa perkuliahan di Departemen Teknik Transportasi Laut,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember,

Selama perkuliahan penulis pernah melakukan kerja prakter di Samudera Shipping Line Ltd, Distrik Navigasi Kelas 1 Surabaya, dan Terminal Peti Kemas Banjarmasin, Penulis juga terlibat aktif dalam unit kegiatan mahasiswa “Maritime Challenge” dan pada organisasi kemahasiswaan “HIMASEATRANS”, Penulis juga aktif dalam beberapa kepanitiaan seperti “Pelayaran Iptek FTK ITS 2016”, “Indonesia Maritime Challenge” 2015 hingga 2017,