



TUGAS AKHIR - MS184801

**SINKRONISASI PENATAAN MUATAN PADA KAPAL
DAN LAPANGAN PENUMPUKAN : STUDI KASUS
TERMINAL TELUK LAMONG**

Joevanie Michel Fillaromansyah
NRP. 0441154 000 0034

Dosen Pembimbing
Dr.-Ing.Ir Setyo Nugroho
Christino Boyke SP.S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS AKHIR - MS 184801

**SINKRONISASI PENATAAN MUATAN PADA KAPAL
DAN LAPANGAN PENUMPUKAN : STUDI KASUS
TERMINAL TELUK LAMONG**

Joevanie Michel Fillaromansyah
NRP. 0441154 000 0034

Dosen Pembimbing
Dr.-Ing.Ir Setyo Nugroho
Christino Boyke SP.S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



FINAL PROJECT - MS 184801

**CARGO ARRANGEMENT SYNCHRONIZATION ON
CONTAINER YARD AND SHIP : CASE STUDY TELUK
LAMONG TERMINAL**

Joevanie Michel Fillaromansyah
NRP. 0441154 000 0034

Supervisors
Dr.-Ing.Ir Setyo Nugroho
Christino Boyke SP.S.T., M.T

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

SINKRONISASI PENATAAN MUATAN PADA KAPAL DAN LAPANGAN PENUMPUKAN : STUDI KASUS TERMINAL TELUK LAMONG

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

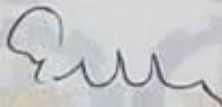
Oleh:

JOEVANIE MICHEL FILLAROMANSYAH
NRP. 0441154 000 0034

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr.-Ing.Ir Setyo Nugroho
NIP. 196510201996011001



Christino Boyke SP.S.T., M.T.
NIP. 198310302015041001

SURABAYA, JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

SINKRONISASI PENATAAN MUATAN PADA KAPAL DAN LAPANGAN PENUMPUKAN : STUDI KASUS TERMINAL TELUK LAMONG

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 21 Januari 2020

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

JOEVANIE MICHEL FILLAROMANSYAH

N.R.P 04411540000034

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D.
2. Hasan Iqbal Nur, S.T.,M.T.
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T.,MT.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

4. Dr.-Ing.Ir Setyo Nugroho
5. Christino Boyke, S.T.,M.T



SURABAYA, JANUARI 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Sinkronisasi Penataan Muatan pada Kapal dan Lapangan Penumpukan : Studi Kasus Terminal Teluk Lamong”** ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan kali ini, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk :

1. Allah Subhanahu Wata'ala, yang selalu ada, membatu, mendengarkan serta mengabulkan doa-doa yang selalu panjatkan oleh penulis.
2. Keluarga besar tersayang yang tidak pernah berhenti untuk mendoakan penulis dalam menjalankan kuliahnya.
3. Dr.-Ing Setyo Nugroho selaku dosen pembimbing I serta Christino Boyke, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Dosen Departemen Teknik Transportasi Laut, atas bantuan dan arahan selama proses perkuliahan.
5. Teman-teman Kosan Cak Habibie, yang selalu jadi penghibur dan kocak didalam dan diluar rumah
6. Teman-teman D3TEKTRO ITS, yang selalu memberikan dukungan baik saat masa perkuliahan maupun pengerjaan penelitian ini.
7. Teman-teman UKM MUSIK ITS yang telah memberikan saya pengalaman berorganisasi.
8. Kakak -kakak dan adik adik angkatan 2014,2016 dan 2017 yang telah memberikan semangat.
9. Saudara Mubdi, yang telah membantu saya dalam penulisan abstrak berbahasa inggris.
10. Saudara Kamalul Mubarak, yang telah membantu saya dalam survey penelitian ini.
11. Semua pihak yang telah membantu didalam penyelesaian Penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

SINKRONISASI PENATAAN MUATAN PADA KAPAL DAN LAPANGAN PENUMPUKAN : STUDI KASUS TERMINAL TELUK LAMONG

Nama Mahasiswa : Joesvanie Michel Fillaromansyah
NRP : 0441154000034
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Dr.-Ing Setyo Nugroho
2. Christino Boyke, S.T.,M.T

ABSTRAK

Sinkronisasi penataan muatan merupakan salah satu upaya dalam merencanakan operasional terminal, dimana penataan muatan pada kapal dan lapangan penumpukan merupakan bagian terpenting untuk meminimalkan waktu sandar kapal dengan cara mensinkronisasi penataan muatan di lapangan penumpukan yang disesuaikan dengan penataan muatan di kapal sehingga kegiatan muat menjadi lebih optimal. Permasalahan ini terjadi di Terminal Teluk Lamong Surabaya. Dalam upaya penyelesaian permasalahan tersebut, diusulkan evaluasi sinkronisasi penataan muatan menggunakan model simulasi dengan 3 skenario dan 4 alternatif untuk membandingkan waktu kegiatan muat dan biaya bahan bakar. Hasil simulasi tersebut digunakan untuk usulan sinkronisasi yang bisa diterapkan untuk penataan penumpukan di lapangan penumpukan dan kapal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa untuk skenario 1 dan 3 (kapal belum terisi muatan di dalam dek maupun di atas dek), alternatif 4 (menggabungkan golongan muatan menjadi 2 dan meminimalkan selisih peti kemas antar blok) memiliki waktu sandar dan biaya yang lebih kecil. Alternatif 4 menghasilkan pengurangan waktu sandar sebesar 10% (10.9 jam dari 114.2 jam) dan biaya bahan bakar sebesar 10% (Rp. 9,586,109 dari Rp. 100.246.684). Untuk skenario 2 (kapal yang sudah terisi penuh di bagian dalam dek), alternatif 4 (menggabungkan golongan muatan menjadi 2 dan meminimalkan selisih peti kemas antar blok) memiliki waktu sandar dan biaya yang lebih rendah. Alternatif 4 menghasilkan pengurangan waktu sandar sebesar 13% (14.9 jam dari 114.2 jam) dan biaya bahan bakar sebesar 13% (Rp. 13,056,936 dari Rp. 100.246.684).

Kata Kunci : Evaluasi,,Sinkronisasi penataan muatan,Simulasi

CARGO ARRANGEMENT SYNCHRONIZATION ON CONTAINER YARD AND SHIP : CASE STUDY TELUK LAMONG TERMINAL

Author : Joesvanie Michel Fillaromansyah
ID No. : 04411540000034
Dept. / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Dr.-Ing Setyo Nugroho
2. Christino Boyke, S.T.,M.T

ABSTRACT

Cargo arrangement synchronization is one of the synchronization in planning a terminal operation, where cargo arrangement aboard the ship and on the container yard is the most important factor to minimize the berthing time of a ship by determining the cargo arrangement on the container yard which is adjusted to the cargo arrangement aboard the ship so that loading the cargo into the ship could become faster. This problem occurs at Surabaya's Teluk Lamong Terminal. In an effort to resolve this problem, it is proposed to evaluate the synchronization of the cargo arrangement using a simulation model with 2 scenarios and 2 alternatives to compare the loading time and fuel cost. The result of this simulation model is used to prove that cargo arrangement synchronization could reduce the berthing time of a ship by applying one or more of the available alternatives. Simulation results show that scenario 1 and 3 (empty cargo on ship) obtained alternative 4 reduces the berthing time up to 10% (10.9 hour from 114.2 hour), reduces fuel cost 10% (Rp. 9,586,109 dari Rp. 100.246.684). Whereas scenario 2 (empty cargo on deck) obtained alternative 4 reduces the berthing time up to 13% (14.9 hour from 114.2 hour), reduces fuel cost 13% (Rp. 13,056,936 from Rp. 100.246.684).

Keywords : Cargo Arrangement Synchronization, Evaluation Simulation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR REVISI.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Hipotesis Awal.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Terminal Peti Kemas.....	5
2.1.1 Fasilitas pada Terminal Peti Kemas.....	5
2.1.2 Penanganan Peti Kemas.....	8
2.1.3 Sistem Penanganan Peti Kemas di Lapangan Penumpukan	8
2.1.4 Alat Bongkar Muat Peti Kemas	10
2.1.5 Pelayanan dan Operasional Terminal Peti Kemas	14
2.2 Peti Kemas	15
2.2.1 Jenis Peti Kemas	16
2.2.2 Ukuran Peti Kemas	17
2.3 Indikator Pelayanan Pelabuhan	17
2.4 Simulasi.....	20
2.4.1 Verifikasi dan Validasi Model.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir	23
3.2 Tahap Identifikasi Permasalahan	24

3.3	Tahap Studi Literatur	24
3.4	Tahap Rumusan Masalah dan Tujuan	24
3.5	Tahap Analisis Kondisi Saat ini	24
3.6	Tahap Sinkronisasi Penataan Penumpukan	25
3.7	Simulasi	25
3.8	Analisis Data Simulasi	25
3.9	Kesimpulan dan Saran	25
BAB 4	GAMBARAN UMUM	26
4.1	Gambaran Umum Penelitian	27
4.2	Tinjauan Obyek Penelitian	27
4.3	Fasilitas Terminal Teluk Lamong Surabaya	28
4.3.1	Fasilitas Terminal dan Dermaga	28
4.3.2	Peralatan Bongkar Muat Dermaga	29
4.3.3	Peralatan Bongkar Muat Lapangan Penumpukan	29
4.3.4	Kapasitas Lapangan Penumpukan	32
4.3.5	Alokasi Peti Kemas Internasional Saat ini	33
4.3.6	Prosedur Muat di TTL	34
4.4	Penataan Penumpukan Terminal Teluk Lamong	35
4.4.1	Golongan Berat Muatan	35
4.4.2	Penataan Penumpukan di Lapangan Penumpukan	35
4.4.3	Penataan Penumpukan di Kapal	36
4.5	Kegiatan Bongkar Muat	36
4.5.1	Kecepatan Bongkar Muat Terminal Teluk Lamong Surabaya	36
4.5.2	Waktu Bongkar Muat Terminal Peti Kemas Terminal Teluk Lamong	37
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
5.1	Gambaran Penataan Penumpukan	39
5.1.1	Penataan Penumpukan di Lapangan Penumpukan Kondisi Saat ini	39
5.1.2	Penataan Penumpukan di Kapal	40
5.1.3	Sinkronisasi Penataan Penumpukan	41
5.1.4	Skenario dan Alternatif Penataan di Lapangan Penumpukan	41
5.2	Simulasi Kegiatan Muat	45
5.2.1	Kegiatan <i>Haulage</i> dan Lo-lo pada Simulasi	45
5.2.2	Data awal model simulasi	46

5.2.3	Pembuatan model simulasi	47
5.2.4	Model Simulasi	48
5.3	Verifikasi dan Validasi Model	56
5.3.1	Verifikasi Model	56
5.3.2	Validasi	56
5.4	Rangkuman Hasil Sinkronisasi	58
5.4.1	Hasil Simulasi	58
5.4.2	Perhitungan Biaya	59
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1	Kesimpulan	63
6.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		66
BIODATA PENULIS		76

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Peralatan penanganan peti kemas di TTL.....	30
Tabel 4.2. Kapasitas Lapangan Penumpukan Domestik.....	32
Tabel 4.3. Kapasitas Lapangan Penumpukan Internasional.....	33
Tabel 5.1. Data Produktivitas Alat.....	46
Tabel 5.2 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Kondisi Saat Ini	57
Tabel 5.3 Hasil Uji <i>t-Test</i> untuk Waktu Muat.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tata Letak Terminal Peti Kemas	7
Gambar 2.2 Quay Container Crane.....	10
Gambar 2.3 <i>Container Spreader</i>	11
Gambar 2.4 <i>Straddle Carrier</i>	11
Gambar 2.5 Rubber Tyred Gantry	12
Gambar 2.6 <i>Container Side Loader</i>	12
Gambar 2.7 <i>Container Fork Lift</i>	13
Gambar 2.8 <i>Mobile Crane</i>	13
Gambar 2.9 <i>Reach Stacker</i>	14
Gambar 2.10 Alur Proses Bisnis Terminal Peti Kemas.....	14
Gambar 2.11 Indikator Waktu Pelabuhan.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Lokasi Terminal Teluk Lamong	27
Gambar 4.2 <i>Layout</i> Terminal Teluk Lamong	28
Gambar 4.3 Kegiatan Haulage.....	30
Gambar 4.4 <i>Automated Stacking Crane (ASC)</i>	31
Gambar 4.5 <i>Straddle Carrier</i>	31
Gambar 4.6 <i>Combined Terminal Trailer</i>	31
Gambar 4.7 <i>Reach Stacker</i>	32
Gambar 4.8 Lapangan Penumpukan Terminal Teluk Lamong.....	33
Gambar 4.9 Alokasi Kegiatan Bongkar	33
Gambar 4.10 Alokasi Kegiatan Muat	34
Gambar 4.11 Alokasi Penumpukan Tetap Kegiatan Bongkar	34
Gambar 4.12 Grafik Produktivitas Bongkar Muat (B/C/H) Internasional.....	36
Gambar 4.13 Grafik Produktivitas Bongkar Muat (B/S/H) Internasional	37
Gambar 4.14 Grafik Penggunaan Waktu Sandar (Internasional)	37
Gambar 5.1 Penataan Penumpukan di Lapangan Penumpukan	39
Gambar 5.2 Penataan Penumpukan di Kapal.....	40
Gambar 5.3 Sinkronisasi Penataan Penumpukan	41
Gambar 5.4 Skenario 1	41
Gambar 5.5 Skenario 2	42
Gambar 5.6 Skenario 3	42

Gambar 5.7 Alternatif 1	43
Gambar 5.8 Alternatif 2	43
Gambar 5.9 Alternatif 3	44
Gambar 5.10 Alternatif 4	44
Gambar 5.11 Kegiatan <i>Haulage</i> pada Simulasi (1)	45
Gambar 5.12 Kegiatan <i>Haulage</i> Pada Simulasi (2)	45
Gambar 5.13 Diagram Alur Model Simulasi	47
Gambar 5.14 Keseluruhan Model ARENA Alternatif 1	48
Gambar 5.15 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (1)	48
Gambar 5.16 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (2)	49
Gambar 5.17 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (3)	49
Gambar 5.18 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (4)	50
Gambar 5.19 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (5)	50
Gambar 5.20 Modul Truk Alternatif 1	51
Gambar 5.21 Modul Kapal Alternatif 1	51
Gambar 5.22 Keseluruhan Model ARENA Alternatif 2	52
Gambar 5.23 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (1)	52
Gambar 5.24 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (2)	53
Gambar 5.25 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (3)	53
Gambar 5.26 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (4)	54
Gambar 5.27 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (5)	54
Gambar 5.28 Modul Truk Alternatif 2	55
Gambar 5.29 Modul Kapal Alternatif 2	55
Gambar 5.30 Verifikasi Model ARENA	56
Gambar 5.31 Grafik Waktu Muat Skenario 1	58
Gambar 5.32 Grafik Waktu Muat Skenario 2	58
Gambar 5.33 Grafik Waktu Muat Skenario 3	59
Gambar 5.34 Biaya bahan bakar dan energi peralatan pelabuhan skenario 1	60
Gambar 5.35 Biaya bahan bakar dan energi peralatan pelabuhan skenario 2	61
Gambar 5.36 Biaya bahan bakar dan energi peralatan pelabuhan skenario 3	61

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terminal Teluk Lamong Surabaya (TTL) adalah salah satu terminal terbesar dan terancang di daerah Indonesia timur, dengan melayani bongkar-muat petikemas domestik maupun internasional (ekspor-impor) dan bongkar-muat curah kering khusus untuk komoditi pakan dan pangan. Dalam 2 tahun terakhir ini, arus petikemas Terminal Teluk Lamong tercatat meningkat setiap tahunnya.

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

Sinkronisasi penataan penumpukan pada kapal dan lapangan penumpukan menjadi penting dikarenakan perencanaan 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 bagaimana perencanaan penataan penumpukan yang akan digunakan, namun pada kenyataannya perencanaan penataan penumpukan menjadi fleksibel dikarenakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut.

Salah satu faktor yang mempengaruhi sinkronisasi penataan penumpukan petikemas dengan melakukan penumpukan peti kemas berdasarkan kategori berat yang dimiliki muatan tersebut Dengan mensinkronisasi penumpukan berdasarkan kategori berat pada setiap blok lapangan penumpukan maka akan berpengaruh penataan penumpukan petikemas di kapal yang sedang sandar.

Pada kondisi saat ini memerlukan perencanaan penataan penumpukan yang tepat dikarenakan Blok lapangan penumpukan yang menggunakan sistem ASC melayani berbagai kegiatan seperti bongkar, muat, *receiving* dan *delivery*. Dengan adanya sinkronisasi penataan penumpukan diharapkan perencanaan penataan penumpukan di lapangan penumpukan dapat dimanfaatkan dengan maksimal sehingga dapat mempengaruhi penataan penumpukan di kapal yang sedang sandar serta mempengaruhi biaya haulage dan waktu sandar kapal.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut :

1. Apa faktor yang mempengaruhi sinkronisasi penataan muatan di lapangan penumpukan dan kapal?
2. Bagaimana evaluasi kondisi eksisting sinkronisasi penataan penumpukan di lapangan penumpukan dan kapal?
3. Bagaimana usulan sinkronisasi yang bisa diterapkan untuk penataan penumpukan di lapangan penumpukan guna membantu penataan penumpukan di kapal?

1.3 Tujuan

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

1. Menganalisis dan mengetahui faktor yang mempengaruhi sinkronisasi penataan penumpukan di lapangan penumpukan dan kapal.
2. Menganalisis evaluasi kondisi eksisting sinkronisasi penataan penumpukan di lapangan penumpukan dan kapal.
3. Membuat usulan sinkronisasi yang bisa diterapkan untuk penataan penumpukan di lapangan penumpukan guna membantu penataan penumpukan di kapal.

1.4 Manfaat

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

1. Bagi penulis mengetahui bagaimana sinkronisasi penataan penumpukan pada kapal dan lapangan penumpukan.
2. Bagi pembaca dan mahasiswa dapat dijadikan referensi dalam penelitian tentang alokasi penumpukan peti kemas (*yard allocation*).

3. Bagi perusahaan dapat menjadi masukan atau usulan sebagai sinkronisasi penataan penumpukan pada kapal dan lapangan penumpukan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut :

1. Adapun terminal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Terminal Teluk Lamong Surabaya (TTL).
2. Tempat sandar kapal dan jadwal sandar kapal sudah diketahui dan tidak ada keterlambatan kedatangan kapal.
3. Jarak yang dihitung dimulai dari lokasi blok penumpukan ASC hingga tempat berlabuh kapal.
4. Muatan yang dihitung adalah muatan yang hanya berada di blok penumpukan ASC.
5. Muatan yang dihitung adalah untuk muatan untuk proses muat kapal internasional.
6. Kapal yang sandar dianggap hanya memiliki 1 tujuan pengiriman.

1.6 Hipotesis Awal

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk dapat mensinkronisasi penataan muatan di lapangan penumpukan dan kapal yang dirasa kurang optimal. Dugaan awal penulis dengan mengevaluasi sinkronisasi penataan penumpukan di lapangan penumpukan yang dibuktikan menggunakan model simulasi dapat menunjukkan hasil yang optimum dengan pola penataan penumpukan di lapangan penumpukan yang mempunyai kesesuaian dengan penataan penumpukan di kapal.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 truk, lapangan penumpukan, 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.

2.1.1 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

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.

Terminal peti kemas memerlukan halaman yang luas untuk menampung peti kemas dalam jumlah banyak. Ruang 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

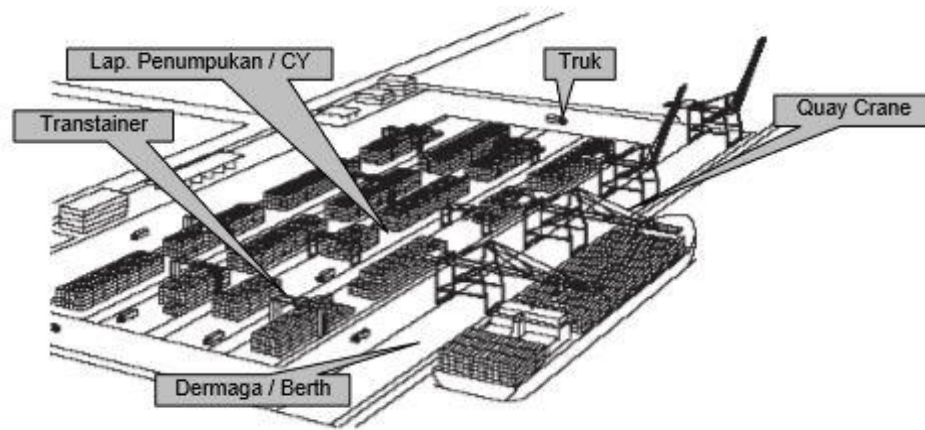
Lapangan penumpukan pada terminal peti kemas berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menumpuk peti kemas baik itu peti kemas ekspor, impor, berisi, atau kosong.

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.



Gambar 2.1 Tata Letak Terminal Peti Kemas

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.

8. Transtainer atau Rubber Tyre Gantry Crane (RTG)

Merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan petikemas dari truk dan menumpuknya di lapangan penumpukan atau sebaliknya.

2.1.2 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.

2.1.3 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 ditumpuk. Sistem chasis ini sangat cocok untuk pengiriman *door to door*. Selain itu kemungkinan kerusakan peti kemas juga dapat dihindari dikarenakan oleh jarangnyanya 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 mengangkut peti kemas dengan muatan hingga pada tingkat dua hingga tiga, dan pada tingkat empat untuk peti kemas kosong. Pada sistem ini dipelukan 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 mengangkut 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*.

2.1.4 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:

1. Container Crane



Sumber: 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.

2. Container Spreader



Sumber: 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.

3. Straddle Carrier



Sumber: 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 straddler carrier dapat berjalan menuju lokasi yang ditentukan.

4. Rubber Tyred Gantry



Sumber: 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 menindahnya, memindahkan (shifting) petikemas dari satu tumpukan ke tumpukan yang lainnya.

5. Side Loader



Sumber: 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 chasis 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.

6. Container Forklift



Sumber: 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.

7. 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.

8. Reach Stacker

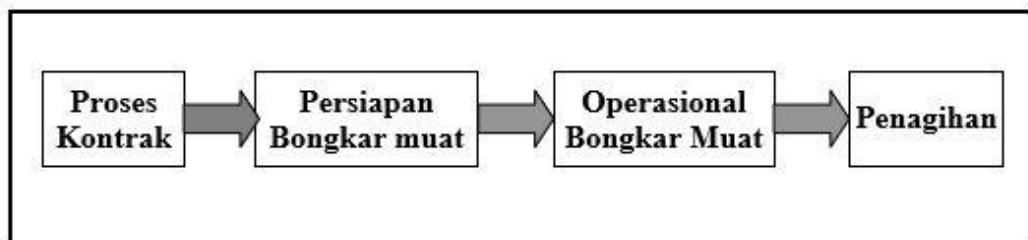


Sumber: <http://www.sanyglobal.com>

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.

2.1.5 Pelayanan dan Operasional Terminal Peti Kemas



Gambar 2.10 Alur Proses Bisnis Terminal Peti Kemas

Proses bisnis bongkar muat di terminal peti kemas secara umum digambarkan seperti ditunjukkan pada gambar diatas ini. Proses bisnis dimulai dengan proses kontrak , lalu dilanjutkan dengan persiapan bongkar muat , operasional bongkar muat dan terakhir penagihan.

Untuk melaksanakan proses bisnis tersebut, maka terminal peti kemas memiliki berbagai jenis pelayanan yaitu :

1. Penyandaran kapal (*berthing service*)
2. Pengeluaran peti kemas (*container delivery*)
3. Pemasukan peti kemas (*container entry*)
4. Over brengen (OB)

5. Pemeriksaan Bea dan Cukai (*behandle*)
6. Ubah status peti kemas (*status charging*)
7. Alih kapal (*transshipment*)
8. Penumpukan awal (*entry stacking*)

Untuk melaksanakan berbagai pelayanan tersebut, terminal peti kemas memerlukan pengelolaan terminal yang dilaksanakan oleh bagian pelayanan yang terdiri atas :

1. Account service
2. Front service
3. Rencana dan pengendalian (*planning & controlling*)
4. Pintu (*gate*)
5. Pelayanan fiat bea cukai (*custom approval*)
6. Pelayanan di lapangan (*yard service*)
7. Pelayanan klaim

2.2 Peti Kemas

Peti kemas adalah alat untuk mengangkat barang dengan syarat :

- Seluruh bagian/sebagian tertutup sehingga berbentuk peti atau kertas dan dimasukkan untuk diisi barang yang diangkut.
- Berbentuk permanen dan kokoh sehingga dapat dipakai berulang kali untuk mengangkat barang
- Dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan dari kendaraan satu ke kendaraan lainnya.
- Mudah diisi dan dikosongkan
- Mempunyai isi (bagian dalam) minimal 1m (meter)

Dapat disimpulkan bahwa peti kemas adalah sebuah peti yang digunakan untuk mengangkat barang dan merupakan penunjang untuk mempermudah transaksi pengiriman barang dan proses perdagangan.

2.2.1 Jenis Peti Kemas

Peti kemas mempunyai jenis yang berbagai bergantung kepada muatan yang diangkut didalamnya. Berikut adalah jenis jenis peti kemas :

1. *Dry cargo container*

Jenis peti kemas ini di gunakan untuk mengangkut muatan umum atau bisa disebut general cargo yang terdiri dari berbagai jenis barang dagangannya kering yang sudah dikemas yang tidak memerlukan penanganan khusus.

2. *Reefer container*

Jenis peti kemas ini digunakan untuk mengangkut barang yang harus diangkut dalam keadaan beku seperti ikan segar, daging hewan.

3. *Bulk container*

Jenis peti kemas ini digunakan untuk mengangkut muatan curahseperti, beras, gandum yang tidak dikemas. Konstruksinya tidak menggunakan pintu biasa melainkan hanya bukaan kecil dibagian bawah belakang untuk membongkar muatan curah tersebut. Sedangkan untuk pemuatan barang di curahkan melalui bukaan yang pada atap peti kemas.

4. *Open side container*

Peti kemas jenis ini mempunyai pintu yang berada di bagian samping memanjang sepanjang peti kemas tidak diberi pintu sebagaimana jenis lainnya melainkan hanya terpal saja guna melindungi muatan dari pengaruh cuaca,kegunaan peti kemas ini seperti mesin dan alat berat lainnya.

5. *Soft top container*

Peti kemas jenis ini terbuka bagian atasnya dari bagian itulah biasanya muatan di letakkan dan di ambil. Bagian atasnya biasanya di tutup dengan terpal untuk melindungi pengaruh cuaca, Container ini biasanya digunakan untuk barang – barang yang tingginya melebihi ketinggian peti kemas tersebut.

6. *Open top – Open side container*

Peti kemas ini hanya berupa geladak dengan empat tinggi sudut dan empat set lubang untuk memasukkan *locking pin*. Peti kemas ini di gunakan untuk pengepalan barang berat yang tidak memerlukan perlindungan terhadap pengaruh cuaca.

7. *Tank container*

Jenis peti kemas ini berupa tanki baja berkapasitas 4000 galon (kl. 15. 140 liter) yang di bangun di dalam kerangka peti kemas jenis *open side container* ini di gunakan untuk mengapalkan bahan kimia atau bahan cair lainnya.

2.2.2 **Ukuran Peti Kemas**

Berikut adalah ukuran peti kemas yang sudah ditetapkan oleh International Standart Organization (ISO) :

1. Peti kemas 20 kaki

- Panjang : 6,058 meter
- Lebar : 2,438 meter
- Tinggi : 2,380 meter
- Berat kosong : 2,250 ton
- Berat muat : 22,1 ton

2. Peti kemas 40 kaki

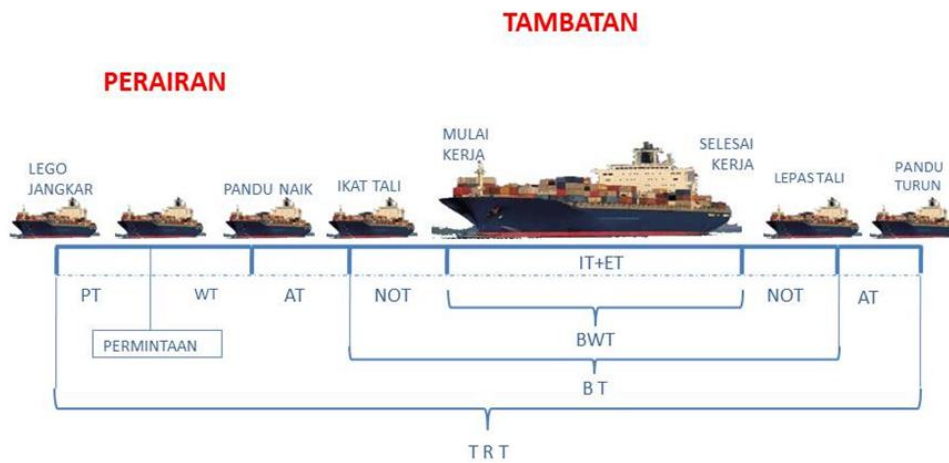
- Panjang : 12,045 meter
- Lebar : 2,309 meter
- Tinggi : 2,379 meter
- Berat kosong : 3,801 ton
- Berat muat : 26,681 ton

2.3 **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 2.11 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:

1. 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:
 - a. Karena kapal rusak atau hal lain yang karena kesalahan kapal di lokasi perairan / rede.
 - b. Karena menunggu dokumen atau muatan.
 - c. Karena cuaca.
2. 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.
3. 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:

1. 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.
2. Effective time (ET) / Operation Time (OT): waktu efektif adalah jumlah jam riil yang dipergunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat dinyatakan dalam jam.
3. 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.
4. 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.
5. Berth Time (BT): waktu tambat adalah jumlah jam selama kapal berada di tambatan, sejak kapal ikat tali sampai lepas tali di tambatan.
6. 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).

2.4 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 variabelvariabel 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 perubahan 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.

2.4.1 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:

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

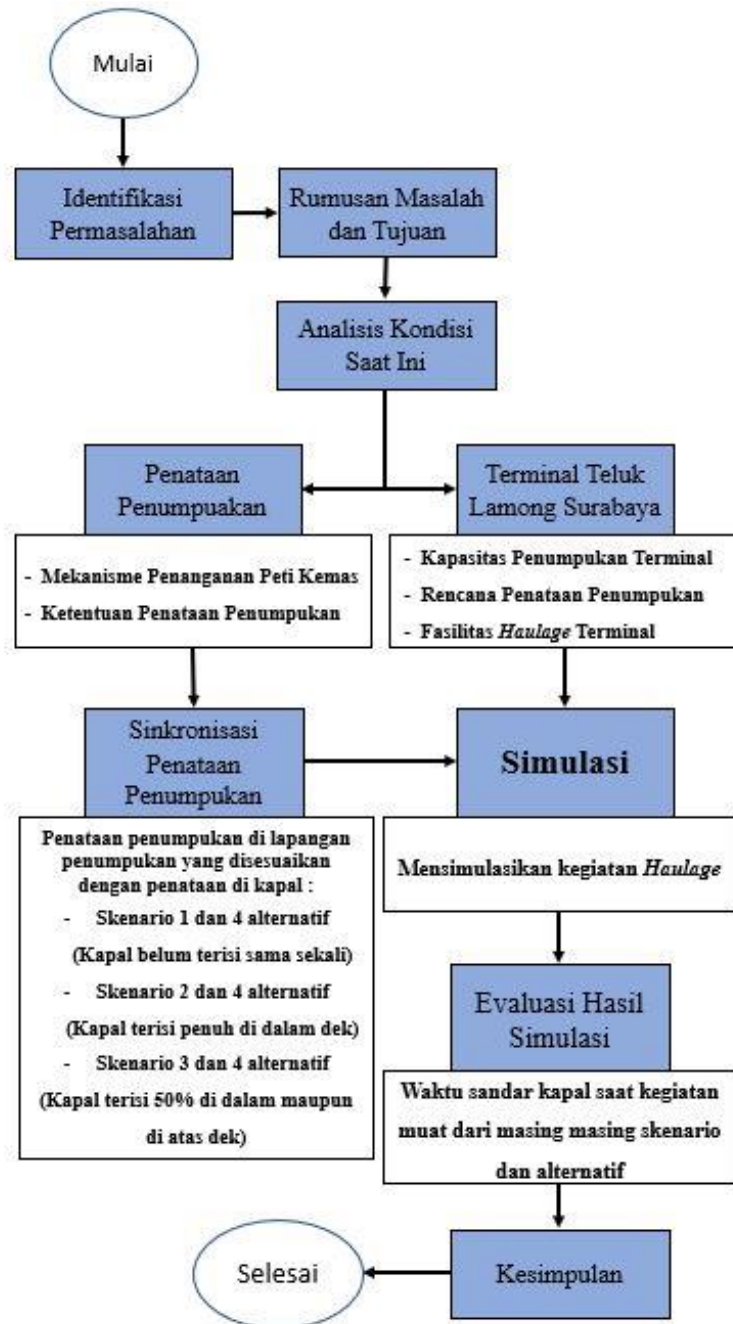
Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata? validasi adalah penentuan apakah mode konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan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

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

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:

3.2 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terkait permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat adalah mengenai sinkronisasi penataan penumpukan di lapangan penumpukan dan kapal di Terminal Teluk Lamong Surabaya (TTL). Sinkronisasi penataan penumpukan saling berhubungan satu sama lain yang dapat menyebabkan antrian truk pada waktu tertentu yang berdampak pada *Berthing Time* serta BSH dan juga secara tidak langsung mempengaruhi *throughput* dari TTL. 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 penentuan penataan penumpukan yang dibuat oleh Terminal Teluk Lamong yang nantinya akan dilakukan perbandingan metoder yang sudah ada atau sudah digunakan dengan skenario yang dibuat berdasarkan sinkronisasi penataan penumpukan, evaluasi ini bertujuan untuk meminimalkan selisih peti kemas antar blok yang harapannya dapat mengurangi waktu sandar kapal.

3.3 Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas akhir ini. Metari yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah pelabuhan, terminal peti kemas, penanganan muatan peti kemas, permasalahan penataan penumpukan di lapangan penumpukan, teori simulasi dan studi literatur *yard allocation problem* juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dapat dilakukan.

3.4 Tahap Rumusan Masalah dan Tujuan

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

3.5 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 penataan penumpukan peti kemas internasional (*yard planner*) dan Terminal Teluk Lamong Surabaya (TTL).

3.6 Tahap Sinkronisasi Penataan Penumpukan

Pada tahap ini dilakukan sinkronisasi mengenai penataan penumpukan di lapangan penumpukan dan kapal. Tahap sinkronisasi ini adalah mengalokasikan penataan penumpukan di lapangan penumpukan yang disesuaikan dengan penataan penumpukan di kapal. Pada tahap ini menghasilkan 2 skenario penataan penumpukan di lapangan penumpukan.

3.7 Simulasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi terhadap permasalahan yang ada. Pengerjaan dilakukan menggunakan perangkat lunak ARENA dengan hasil keluaran yang dihasilkan adalah waktu kegiatan muat yang berawal dari lapangan penumpukan hingga peti kemas berada di kapal.

3.8 Analisis Data Simulasi

Pada tahap ini data kemudian diolah dan dilakukan pemilihan data, mulai dari analisis dan pembahasan hasil simulasi yaitu rangkuman atas hasil simulasi. Pada bagian ini akan dianalisis skenario penataan penumpukan pada setiap blok penumpukan, beban pada setiap blok penumpukan yang terpakai, dan waktu kegiatan muat. Simulasi ini dilakukan untuk membandingkan hasil alternatif dari masing-masing skenario yang dapat dijadikan saran untuk (*yard planner*) Terminal Teluk Lamog.

3.9 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.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian dalam tugas akhir ini adalah mengenai sinkronisasi penataan muatan di lapangan penumpukan dan di kapal pada Terminal Teluk Lamong Surabaya (TTL) ,salah satu terminal yang dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia Cabang Surabaya. Pengamatan lapangan dan wawancara dilakukan terhadap pengelola Terminal Teluk Lamong Surabaya (TTL) khususnya pada *Planner* terkait proses pengalokasian peti kemas di Blok penumpukan dan pertimbangan dalam proses alokasi lapangan penumpukan guna menunjang alokasi di atas kapal yang sedang sandar di TTL.

4.2 Tinjauan Obyek Penelitian

Lokasi yang menjadi obyek penelitian dalam tugas akhir ini adalah Terminal Teluk Lamong Surabaya yang merupakan salah satu terminal yang dimiliki oleh Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang dikelola oleh PT. Pelabuhan Indonesia III Cabang Surabaya. Terminal ini terletak di Jl. Raya Tambak Osowilangun KM 12, Surabaya , Jawa Timur.



Sumber: Google.Earth

Gambar 4.1 Lokasi Terminal Teluk Lamong

Terminal Teluk Lamong merupakan terminal berkonsep ramah lingkungan dan berteknologi semi-otomatis pertama di Indonesia. Terminal Teluk Lamong memiliki 2 dermaga yaitu dermaga peti kemas dan dermaga curah kering.



Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Surabaya

Gambar 4.2 *Layout Terminal Teluk Lamong*

4.3 Fasilitas Terminal Teluk Lamong Surabaya

4.3.1 Fasilitas Terminal dan Dermaga

Adapun fasilitas Terminal Teluk Lamong Surabaya sebagai berikut :

- Alur Perairan :
 - Panjang : 20 Mil
 - Lebar : 100 m
 - Kedalaman (Internasional) : -14 m LWS
 - Kedalaman (Domestik) : -10 m LWS
- Dermaga Internasional :
 - Panjang : 500 m
 - Lebar : 50 m
 - Kedalaman : - 14 m LWS
 - Konstruksi : Beton
- Dermaga Domestik :
 - Panjang : 450 m
 - Lebar : 30 m
 - Kedalaman : - 10 m LWS
 - Konstruksi : Beton

4.3.2 Peralatan Bongkar Muat Dermaga

Terminal Teluk Lamong adalah Terminal yang khusus melayani kegiatan bongkar muat peti kemas dan curah kering. Dalam penunjang kegiatan tersebut dibutuhkan peralatan untuk kegiatan stevedoring pada dermaga TTL. Terminal Teluk Lamong saat ini memiliki 10 *Ship to Shore (STS) Crane*, 5 *Crane* untuk kegiatan domestik dan 5 (*Twin lift*) *Crane* untuk kegiatan internasional.



Gambar 4.3 Ship to Shore (STS) Crane

Ship to Shore (STS) Crane 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. Penggerak *STS Crane* sudah menggunakan tenaga listrik yang sebelumnya menggunakan tenaga solar. *STS Crane* di Teluk Lamong dapat mengangkat 20 *Box/Crane/Hour* dan 30 *Box/Crane/Hour* untuk *twin lift*.

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 Teluk Lamong Surabaya menggunakan sebanyak 50 unit (Hanya 20 yang dapat beroperasi) truk beserta chasisnya untuk membawa peti kemas dari dermaga ke lapangan penumpukan maupun sebaliknya, untuk chasis yang digunakan dalam

terminal ini adalah chassis dengan ukuran 40 kaki dan 45 kaki. Dengan adanya chassis ini, dua unit peti kemas dengan ukuran 20 kaki dapat diangkut secara bersamaan.



Gambar 4.3 Kegiatan Haulage

- Penataan Peti kemas

Dalam penataan peti kemas di lapangan penumpukan, Terminal Teluk Lamong memiliki fasilitas sebagai berikut :

Tabel 4.1 Peralatan penanganan peti kemas di TTL

No	Peralatan	Jumlah (unit)
1	<i>Automated Stacking Crane (ASC)</i>	10
2	<i>Straddle Carrier</i>	5
3	<i>Combined Terminal Trailer (CTT)</i>	50
4	<i>Reach Stacker</i>	7

Sumber: PT Pelabuhan Indonesia III Cabang Surabaya

1. *Automated Stacking Crane (ASC)*

Automated Stacking Crane (ASC) adalah alat angkut otomatis yang berfungsi untuk mengangkut peti kemas dari truk ke lapangan penumpukan (*Container yard*) untuk selanjutnya dilakukan penataan pada blok penumpukan dan berfungsi untuk mengangkut peti kemas dari lapangan penumpukan ke truk. ASC mampu melakukan penumpukan hingga 9 row dan 5 tier. ASC bekerja secara otomatis, hal tersebut dapat meminimalkan kesalahan yang biasanya dilakukan oleh manusia.



Gambar 4.4 Automated Stacking Crane (ASC)

2. *Straddle Carrier*

Straddle Carrier adalah peralatan yang digunakan untuk mengangkut peti kemas untuk berbagai variasi intermoda dari lapangan penumpukan. *Straddle carrier* sangat baik digunakan di lapangan penumpukan untuk penumpukan (*stacking*), pembongkaran (*unstacking*) dari dan ke *chassis*.



Gambar 4.5 Straddle Carrier

3. *Combined Terminal Trailer (CTT)*

Combined Terminal Trailer adalah truk khusus yang dirancang untuk mengangkut peti kemas dari lapangan penumpukan menuju ke dermaga. *Combined Terminal Trailer* memiliki keunikan yaitu chassis dari CTT bisa terangkat mengikuti tempat peti kemas yang telah dirancang khusus dan CTT bisa mengangkut 2 peti kemas 20 Feet bersamaan.



Gambar 4.6 Combined Terminal Trailer

4. Reach Stacker

Berbeda dengan ASC yang digunakan pada setiap blok, *reach stacker* pada Terminal Teluk Lamong 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 4.7 Reach Stacker

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 Teluk Lamong memiliki kapasitas keseluruhan sebesar 18.400 TEUs. Normalnya lapangan penumpukan peti kemas di bagi menjadi dua, yaitu peti kemas internasional dan peti kemas domestik. Berikut adalah kapasitas lapangan penumpukan yang dimiliki oleh Terminal Teluk Lamong pada setiap blok:

Tabel 4.2. Kapasitas Lapangan Penumpukan Domestik

Nama	Slot	Row	Tier	Kapasitas
Block006	39	9	5	1580
Block007	39	9	5	1580
Block008	39	9	5	1580
Block009	39	9	5	1580
Block010	39	9	5	1580
TR 1	27	7	4	616
TR 3	31	7	4	812
TR 4	10	15	4	600
WA 2	4	20	2	160
Total				9928

Tabel 4.3. Kapasitas Lapangan Penumpukan Internasional

Nama	Slot	Row	Tier	Kapasitas
Block001	39	9	5	1580
Block002	39	9	5	1580
Block003	39	9	5	1580
Block004	39	9	5	1580
Block005	39	9	5	1580
WA1	13	16	2	416
Total				8316

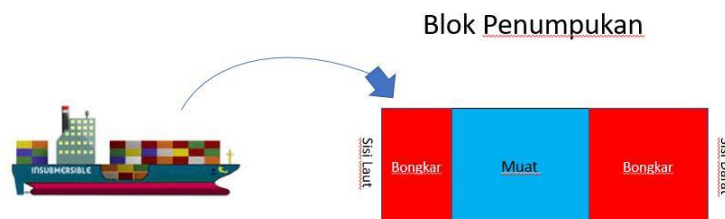
Dari tabel di atas dapat diketahui kapasitas untuk peti kemas internasional sebesar 8316 Teu, dan untuk kapasitas domestik sebesar 9928 Teu. Berikut adalah gambaran lapangan penumpukan peti kemas milik Terminal Teluk Lamong :



Gambar 4.8 Lapangan Penumpukan Terminal Teluk Lamong

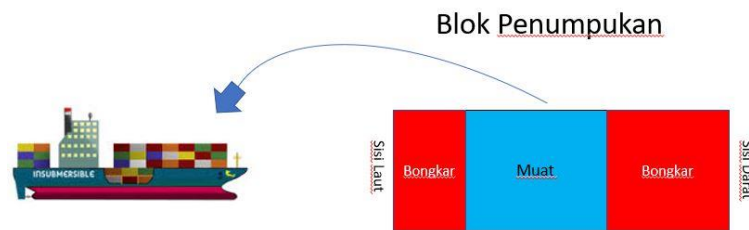
4.3.5 Alokasi Peti Kemas Internasional Saat ini

Hasil alokasi peti kemas yang di buat oleh divisi perencana adalah berupa slot peti kemas setiap kapal dengan jadwal kedatangan dan keberangkatan kapal. Secara umum perencanaan pada Terminal Teluk Lamong untuk peti kemas ekspor adalah sebagai berikut:



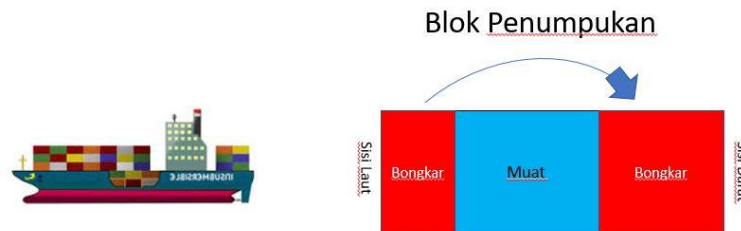
Gambar 4.9 Alokasi Kegiatan Bongkar

Gambar di atas adalah alokasi yang ditentukan oleh TTL untuk muatan bongkar yaitu di Slot 65 – 75 dan alokasi ini bersifat sementara.



Gambar 4.10 Alokasi Kegiatan Muat

Gambar di atas adalah proses muat ketika proses bongkar sudah selesai. Peti kemas untuk muat dialokasikan di Slot 41 – 65.



Gambar 4.11 Alokasi Penumpukan Tetap Kegiatan Bongkar

Gambar di atas adalah proses pemindahan (ketika kapal sudah meninggalkan dermaga) peti kemas dari alokasi sementara (Slot 65 – 75) ke alokasi tetap (Slot 01 – 41) yang kemudian di ambil truk keluar dari lapangan penumpukan.

4.3.6 Prosedur Muat di TTL

Secara umum prosedur perencanaan pada Terminal Teluk Lamong untuk peti kemas ekspor adalah sebagai berikut:

- Prosedur peti kemas ekspor
 - Perusahaan pelayaran mengajukan *booking slot/open stack*.
 - *Open stack*
 - *Planner* tidak membuat *stack allocation* di lapangan penumpukan. Jadi penataan penumpukannya bergantung kepada truk yang datang terlebih dahulu.
 - Beberapa saat sebelum perkiraan kapal datang (ETA) perusahaan pelayaran konfirmasi peti kemas yang akan di muat.

- *Planner* membuat *Pre-Stowge plan*
- Prosedur penerimaan
 - *Gate*: memasukan data, penimbangan dan pemeriksaan fisik peti kemas, truk akan mendapatkan lokasi penumpukan berupa nama blok, *bay*, dan *row*.
 - Peti kemas menuju lokasi *stack*
 - Pemeriksaan untuk peti kemas khusus

Alokasi dari yang dibuat oleh *planner* bukan alokasi dari masing-masing peti kemas melainkan alokasi keseluruhan dengan membedakan alokasi untuk muat dan bongkar saja. Berikut adalah contoh alokasi yang dijadikan acuan oleh *planner* di TTL.

4.4 Penataan Penumpukan Terminal Teluk Lamong

4.4.1 Golongan Berat Muatan

Terminal Teluk Lamong mempunyai pembagian golongan berat masing masing peti kemas yang berada di lapangan penumpukan. Golongan berat tersebut digunakan untuk mempermudah penataan penumpukan yang akan dijadwalkan. Golongan berat dibagi menjadi 4 yang masing masing ditumpuk 1 tumpukan yang sama. Berikut adalah kategori berat yang terdapat di Terminal Teluk Lamong :

- A = 0 – 10 Ton
- B = 11-20 Ton
- C = 21-26 Ton
- D = 26 + Ton

4.4.2 Penataan Penumpukan di Lapangan Penumpukan

Penataan penumpukan di Terminal Teluk Lamong didasari oleh ketagori berat muatan masing masing, dengan demikian peti kemas yang bergolongan berat D tidak akan ditumpuk dengan peti kemas yang bergolongan berat C. Karena di terminal teluk lamong tidak bisa men *shifting* peti kemas sesuai yang akan diangkut ke kapal.

4.4.3 Penataan Penumpukan di Kapal

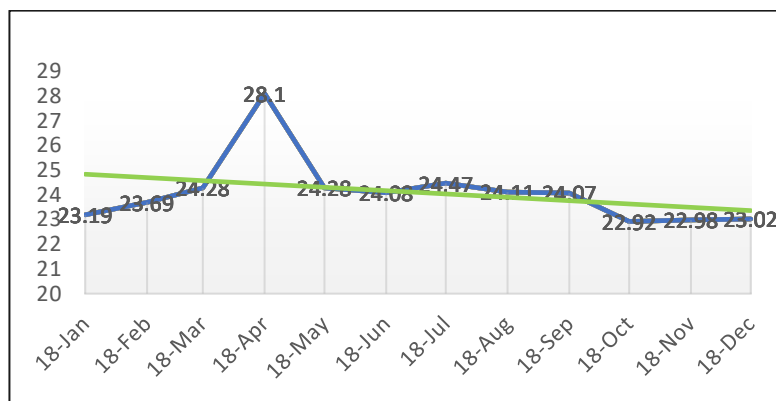
Penataan penumpukan di kapal didasari oleh stabilitas dan kapasitas angkut kapal dari kapal itu sendiri yang seringkali menggunakan software stabilitas kapal. Penataan penumpukan di kapal yang dipengaruhi kapasitas angkut menentukan peti kemas dengan golongan berat yang dimuat ke kapal terlebih dahulu. Untuk kapal yang berkapasitas angkut < 3000 TEUs peti kemas yang bergolongan D dan C akan dimuat terlebih dahulu karena terletak di dalam palkah kapal sedangkan untuk kapal yang berkapasitas angkut >3000 TEUs yang dimuat kapal terlebih dahulu adalah m peti kemas yang bergolongan B dan A.

4.5 Kegiatan Bongkar Muat

Kegiatan operasional di pelabuhan merupakan kegiatan yang memiliki peran penting dalam nilai produksi pelabuhan, tidak bisa 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 Kecepatan Bongkar Muat Terminal Teluk Lamong Surabaya

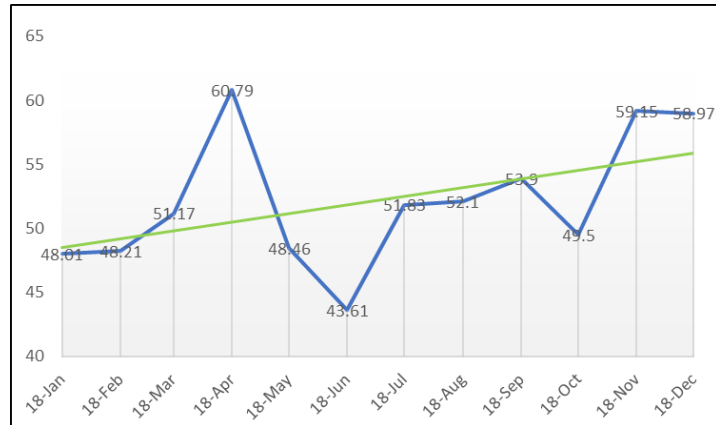
Berikut adalah B/C/H yang terdata di TTL untuk muatan internasional :



Sumber: PT Terminal Teluk Lamong Surabaya

Gambar 4.12 Grafik Produktivitas Bongkar Muat (B/C/H) Internasional

Dari grafik di atas dapat dilihat terjadi peningkatan di bulan April 2018 sehingga Terminal Teluk Lamong Surabaya dapat mencapai 28,1 B/C/H untuk muatan internasional. Berikut adalah B/S/H yang terdata di TTL muatan internasional :

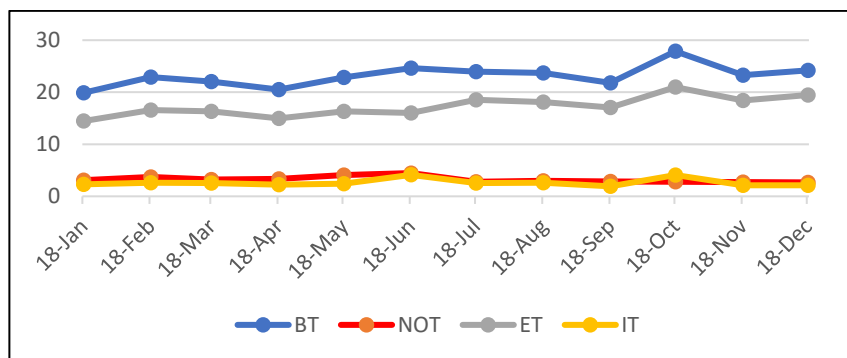


Sumber: PT Terminal Teluk Lamong Surabaya

Gambar 4.13 Grafik Produktivitas Bongkar Muat (B/S/H) Internasional

4.5.2 Waktu Bongkar Muat Terminal Peti Kemas Terminal Teluk Lamong

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, 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 terhitung sejak ikat tali pertama hingga lepas tali terakhir dari dermaga:



Sumber: PT Terminal Teluk Lamong

Gambar 4.14 Grafik Penggunaan Waktu Sandar (Internasional)

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

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

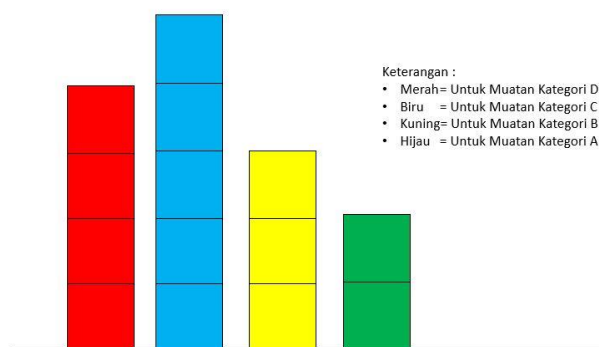
Pelabuhan dapat dikatakan baik jika pelabuhan tersebut dapat mempercepat waktu tambat serta memanfaatkan lapangan penumpukan dengan baik. Dari waktu tambat tersebut terdapat beberapa kompoen yang termasuk waktu tambat diantaranya *not operating yime* , *idle time* dan *effective time*. Pada tiga komponen waktu tersebut yang memiliki waktu terpanjang adalah *effective time* dimana kegiatan tersebut digunakan untuk bongkar muat. Untuk pemanfaatan lapangan penumpukan dapat diukur menggunakan *yard occupancy ratio* dari lapangan penumpukan tersebut.

Fasilitas pelabuhan juga berperan terhadap kinerja bongkar muat, mulai dari *Automated stacking crane (ASC)* pada blok penumpukan hingga *container crane* di dermaga. Pada penelitian ini bertujuan untuk mensinkronisasi penataan muatan di lapangan penumpukan dan kapal dengan mempertimbangkan pola penumpukan berdasarkan kapasitas angkut masing masing kapal. Dengan adanya pola penumpukan yang sesuai dengan penumpukan di kapal maka waktu sandar kapal dapat diminimalkan.

Pada penelitian ini akan dibuat 3 skenario yang masing masing skenario bergantung kepada ruang muat yang ada di kapal. Skenario 1 untuk kapal yang sama sekali belum terisi, untuk skenario 2 untuk kapal yang sudah terisi di dalam deck , dan skenario 3 untuk kapal yang sudah terisi di dalam dek maupun di atas dek.

5.1 Gambaran Penataan Penumpukan

5.1.1 Penataan Penumpukan di Lapangan Penumpukan Kondisi Saat ini

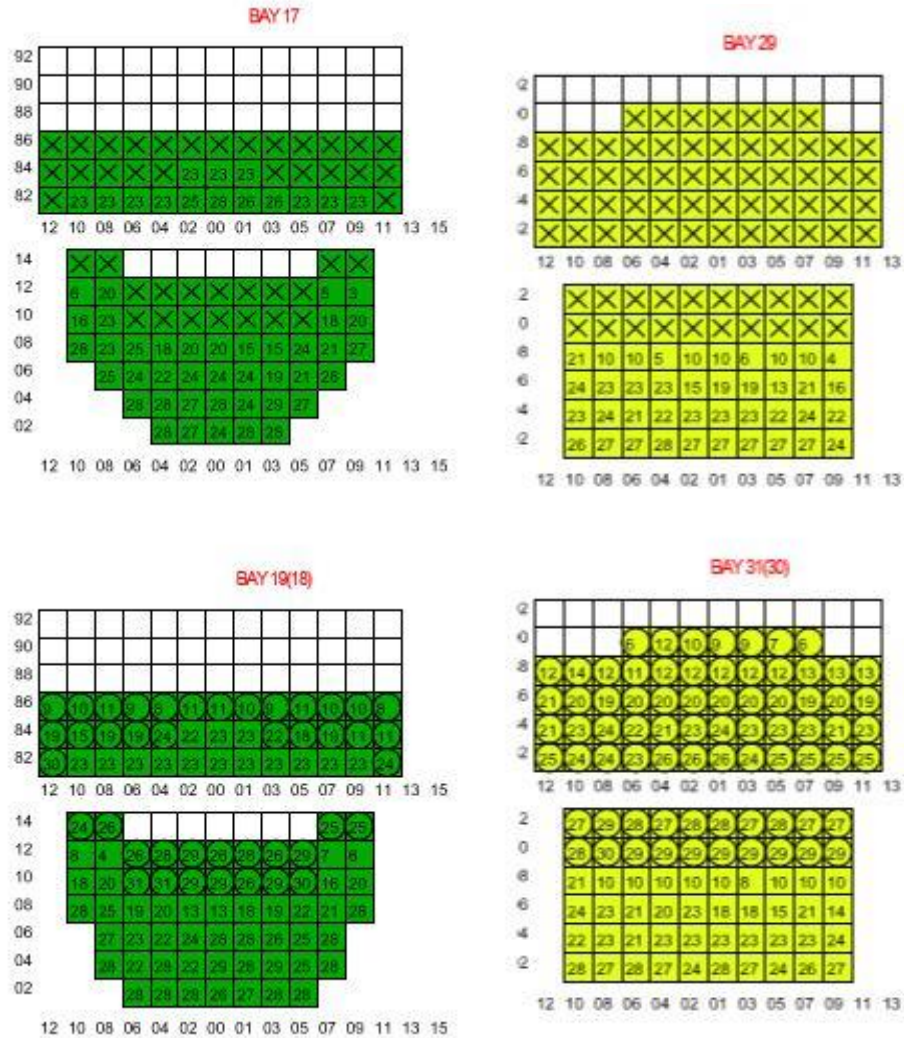


Gambar 5.1 Penataan Penumpukan di Lapangan Penumpukan

Pada kondisi saat ini penataan penumpukannya berdasarkan golongan berat yang sama. Penumpukan ini dipilih karena Terminal Teluk Lamong menggunakan blok

dengan sistem pengambilan peti kemas otomatis, dimana ASC tidak bisa memindahkan sementara peti kemas yang ada di atas untuk mengambil peti kemas yang ada dibawah.

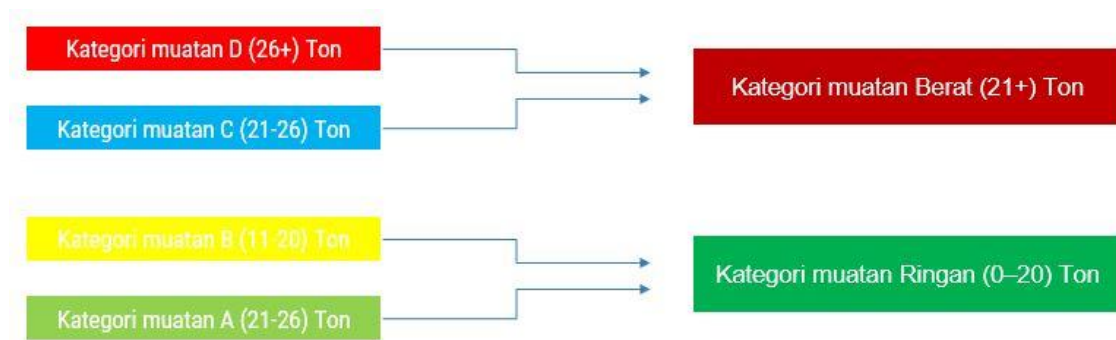
5.1.2 Penataan Penumpukan di Kapal



Gambar 5.2 Penataan Penumpukan di Kapal

Gambar diatas adalah contoh penataan penumpukan di kapal yang sesuai dengan kondisi saat ini. Penataan penumpukan di kapal umumnya muatan yang bergolongan muatan berat dibawah muatan yang bergolongan ringan. Muatan yang bergolongan berat ini adalah golongan muatan D dan C sedangkan untuk muatan bergolongan berat ringan adalah golongan muatan A dan B.

5.1.3 Sinkronisasi Penataan Penumpukan



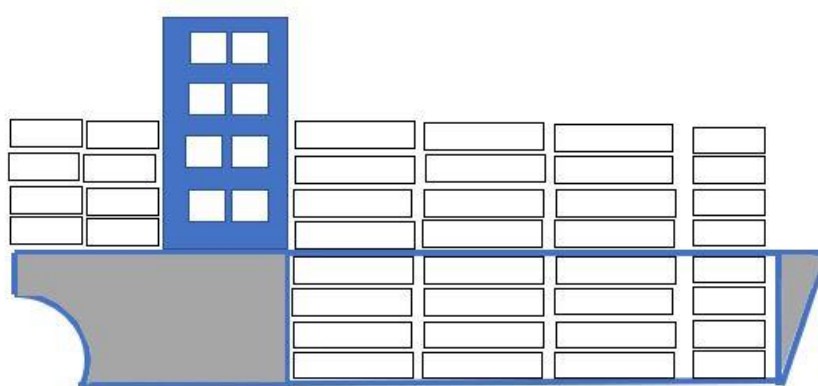
Gambar 5.3 Sinkronisasi Penataan Penumpukan

Sinkronisasi ini bertujuan untuk menyesuaikan penataan penumpukan di lapangan penumpukan dengan penataan penumpukan yang ada di kapal. Untuk muatan di kapal diasumsikan dibedakan menjadi 2 golongan yaitu golongan berat dan ringan, penggolongan ini berbeda dengan penggolongan yang ada di lapangan penumpukan. Dengan demikian dari penggolongan lapangan penumpukan akan disesuaikan dengan penggolongan yang ada di kapal, dengan cara :

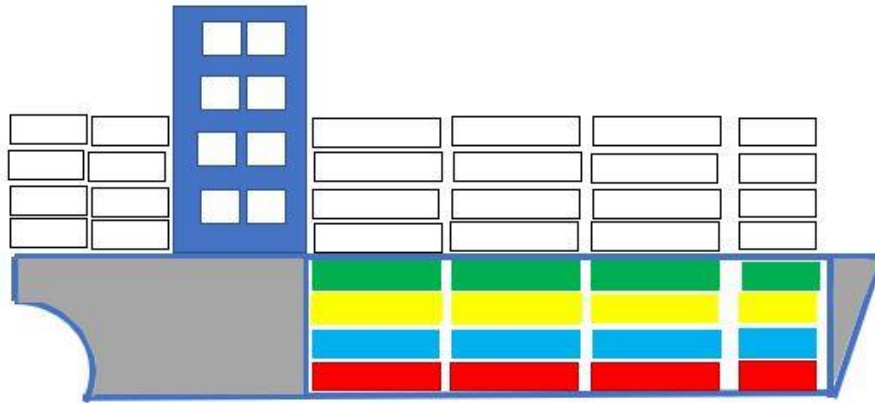
- Golongan berat di kapal = Golongan D dan C di lapangan penumpukan
- Golongan ringan di kapal = Golongan B dan A di lapangan penumpukan

5.1.4 Skenario dan Alternatif Penataan di Lapangan Penumpukan

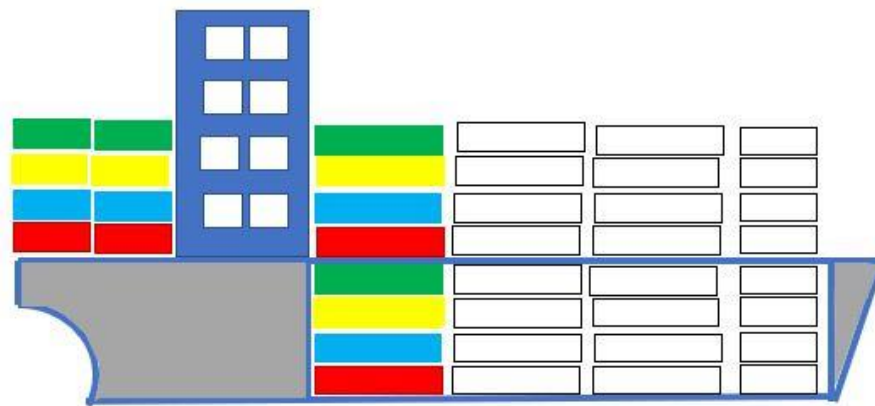
Penulis membuat 3 skenario yang dibedakan dari kondisi ruang muat kapal yang sandar di dermaga, Skenario 1 untuk kapal yang sama sekali belum terisi, untuk skenario 2 untuk kapal yang sudah terisi di dalam deck, dan skenario 3 untuk kapal yang sudah terisi di dalam dek maupun di atas dek. Berikut adalah gambaran untuk ketiga skenario :



Gambar 5.4 Skenario 1



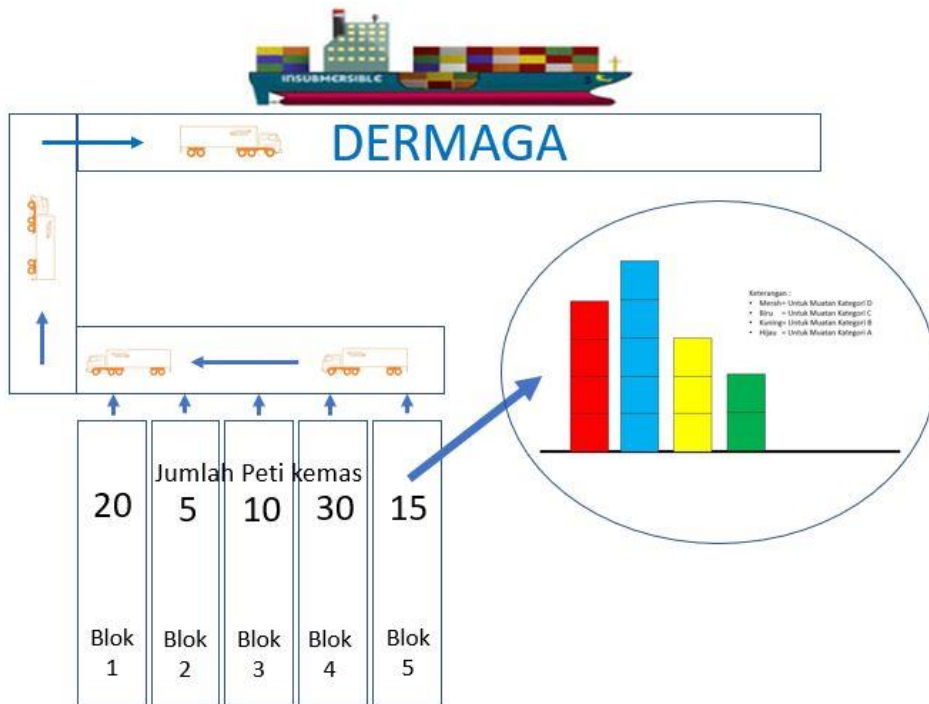
Gambar 5.5 Skenario 2



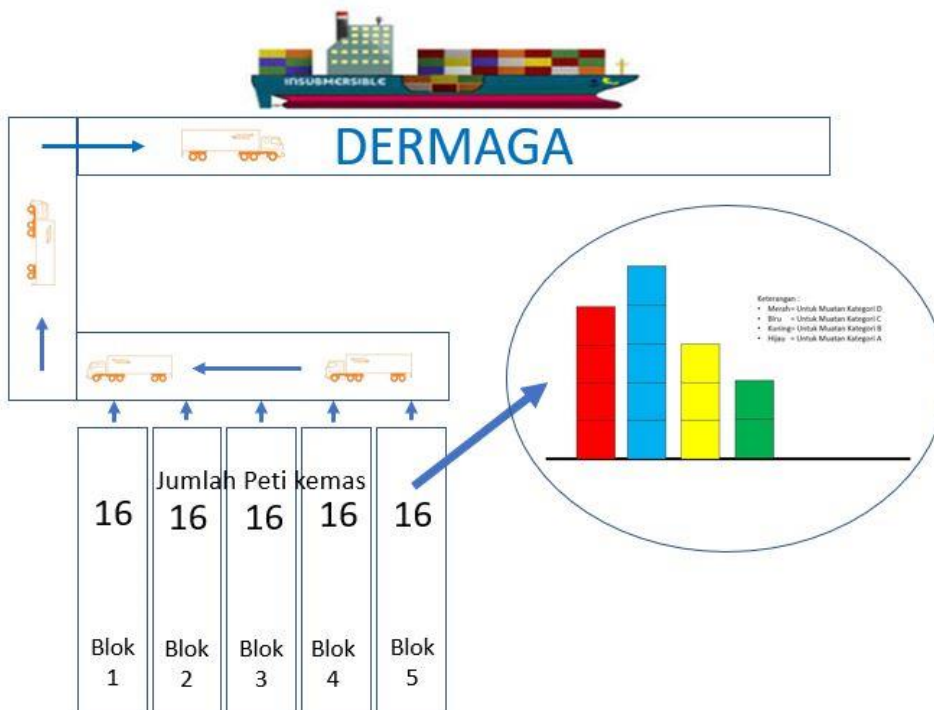
Gambar 5.6 Skenario 3

Dari ketiga skenario dibagi menjadi 4 alternatif, alternatif 1 adalah penataan penumpukan di lapangan penumpukan dengan kondisi saat ini (dengan penumpukan berdasarkan golongan berat DCBA) dan alokasi di masing masing blok penumpukan tidak merata, alternatif 2 adalah alternatif untuk penataan muatan yang sama dengan penataan kondisi saat ini tetapi mengalami pemerataan jumlah peti kemasnya di masing masing blok lapangan penumpukan, alternatif 3 adalah alternatif penataan penumpukan berdasarkan golongan muatan berat kapal (golongan muatan berat dan ringan) yang bisa ditumpuk di tumpukan yang sama tetapi alokasinya di blok sama dengan kondisi saat ini dan alternatif 4 adalah alternatif penataan penumpukan berdasarkan golongan muatan berat kapal (golongan muatan berat dan ringan) dan mengalami pemerataan jumlah peti kemasnya di masing masing blok .

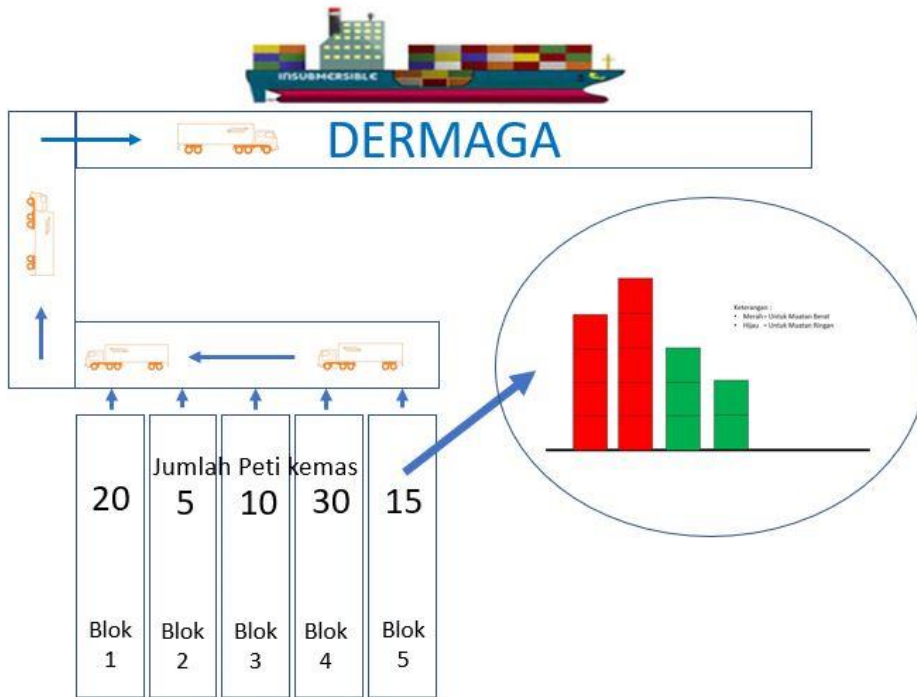
Berikut adalah gambaran alternatif yang ada pada setiap skenario :



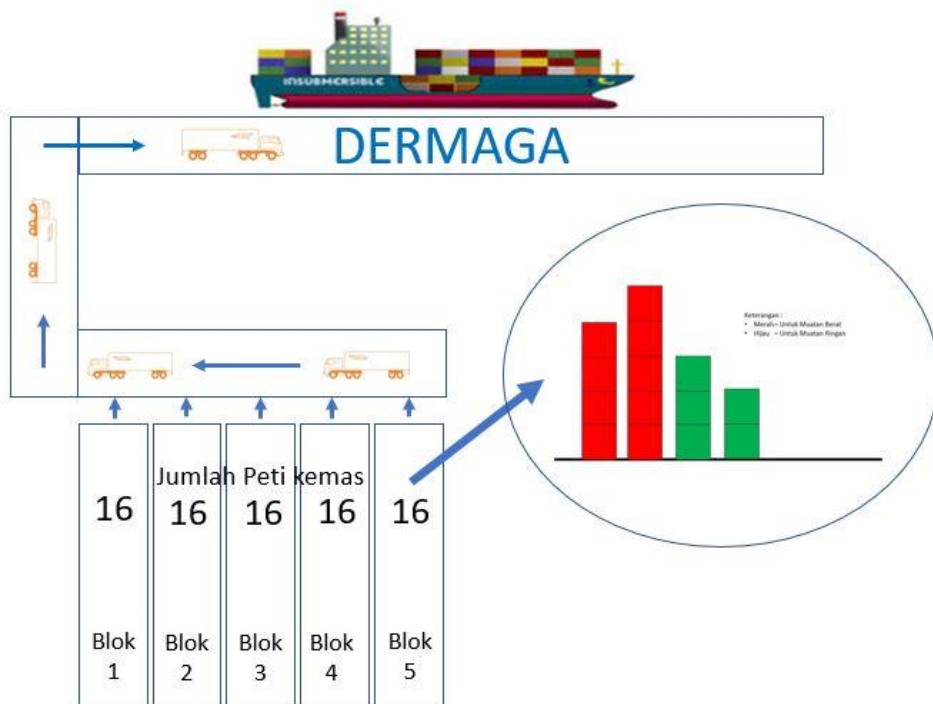
Gambar 5.7 Alternatif 1



Gambar 5.8 Alternatif 2



Gambar 5.9 Alternatif 3

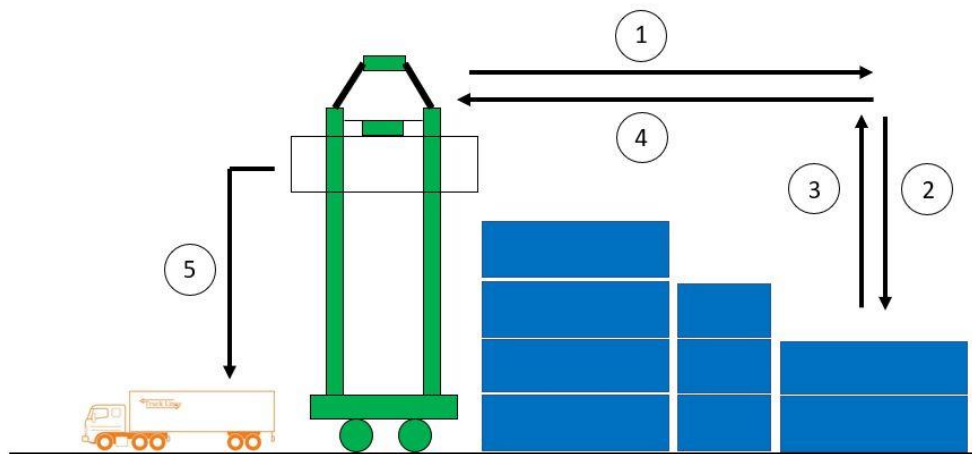


Gambar 5.10 Alternatif 4

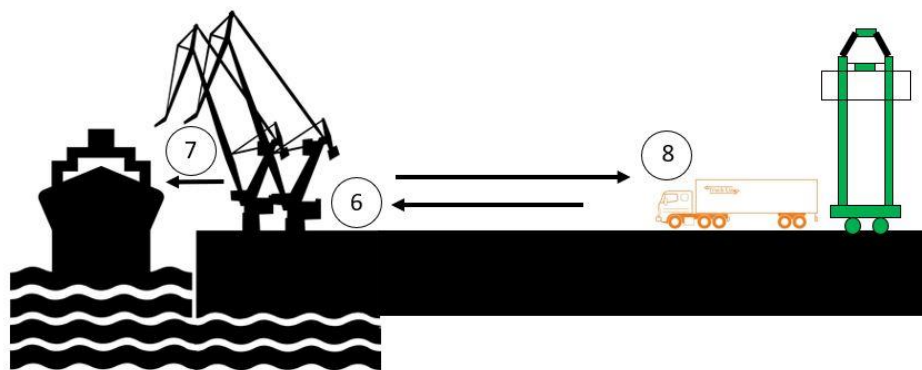
5.2 Simulasi Kegiatan Muat

5.2.1 Kegiatan *Haulage* dan Lo-lo pada Simulasi

Pada proses simulasi dibagi menjadi beberapa tahapan mulai dari pengambilan peti kemas di lapangan penumpukan hingga peti kemas di muat di kapal. Berikut adalah tahapan dari proses pemuatan peti kemas yang berada di lapangan penumpukan :



Gambar 5.11 Kegiatan *Haulage* pada Simulasi (1)



Gambar 5.12 Kegiatan *Haulage* Pada Simulasi (2)

1. *Automated stacking crane (ASC)* bergerak dari posisi awal menuju letak peti kemas yang akan dimuat
2. *Spreader* turun dari posisi teratas untuk mengambil peti kemas
3. Setelah *spreader* mengambil peti kemas, *spreader* akan naik kembali ke posisi teratas
4. *Automated stacking crane (ASC)* bergerak dari posisi peti kemas menuju posisi awal.

5. *Spreader* turun meletakkan peti kemas di *chasis* truk.
6. Perjalanan truk menuju *container crane* yang berada di dermaga.
7. *Container crane* mengambil peti kemas yang dibawa oleh truk untuk dimuat di kapal yang sedang sandar.
8. Truk yang sudah membawa peti kemas ke dermaga akan kembali lagi untuk mengambil peti kemas yang selanjutnya.

5.2.2 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.

Data jumlah muatan yang digunakan adalah data alokasi peti kemas ekspor yang di rencanakan oleh pihak pelabuhan dan data alokasi peti kemas dari masing masing skenario dan alternatif.

- 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 7 truk dalam kegiatan *haulage*.
- b) 2 *container crane* menggunakan 14 truk dalam kegiatan *haulage*.

- Data produktivitas dari masing masing peralatan.

Data kecepatan yang digunakan pada model simulasi ini di asumsikan konstan sebagai berikut :

Tabel 5.1. Data Produktivitas Alat

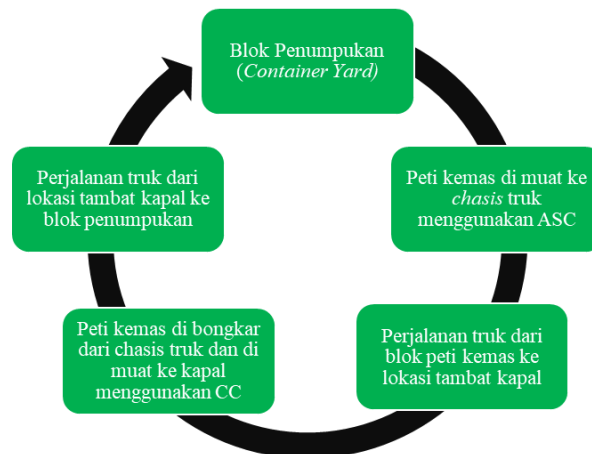
Alat	Produktivitas
Truk :	
Dengan peti kemas	15 Km/jam
Tanpa peti kemas	20 Km/jam
<i>Container Crane</i>	30 Move/jam

- Data waktu pengambilan peti kemas di lapangan penumpukan.

Data yang digunakan adalah data waktu masing masing peti kemas yang berbeda berdasarkan posisi (*Slot/Bay*) dan tumpukannya (*Tier*). Waktu dihitung dari posisi awal ASC hingga peti kemas berada di truk.

5.2.3 Pembuatan model simulasi

Berdasarkan model konseptual operasional pelabuhan, maka selanjutnya dapat dilakukan pembuatan model simulasi yang dapat menggambarkan kejadian pada kegiatan muat dengan bantuan software ARENA.. Model simulasi akan dibuat berdasarkan kegiatan kegiatan yang berhubungan dengan kegiatan muat peti kemas ke kapal. Mulai dari setiap blok yang dilayani oleh ASC hingga sampai peti kemas di muat pada kapal menggunakan CC. Berikut adalah diagram model simulasi kegiatan muat di TTL:



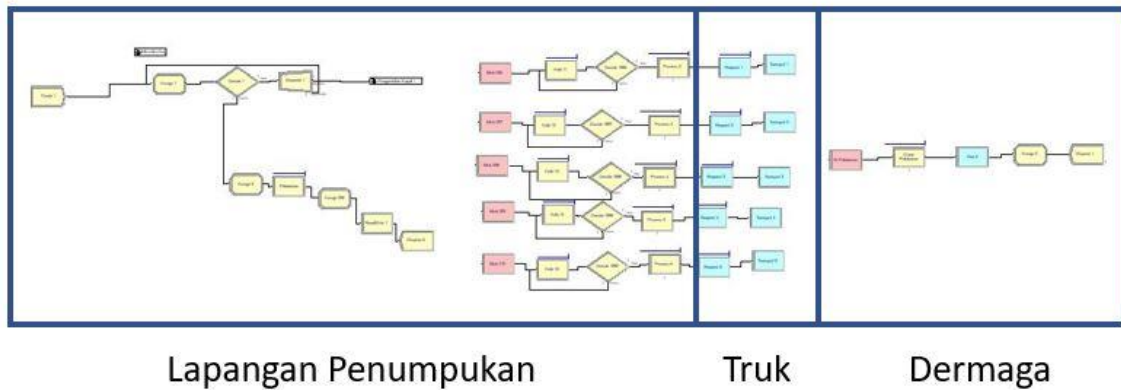
Gambar 5.13 Diagram Alur Model Simulasi

Pada diagram di atas merupakan tahapan dalam kegiatan muat peti kemas. Peti kemas yang akan di muat berada pada blok penumpukan sesuai dengan alternatif yang sudah dibuat. Setiap blok peti kemas terdapat 2 ASC tetapi yang menangani peti kemas dari blok penumpukan hingga di muat di *chasis* truk hanya 1 ASC saja dan selanjutnya truk akan membawa peti kemas pada kapal yang telah di tentukan dan di muat di kapal tersebut menggunakan *container crane*. Setelah truk mengantar peti kemas ke dermaga, truk akan kembali lagi ke blok penumpukan untuk mengambil peti kemas yang belum diangkut ke dermaga. Dan jika peti kemas yang berada di lapangan penumpukan telah dimuat ke kapal seluruhnya maka kegiatan muat dinyatakan selesai.

5.2.4 Model Simulasi

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

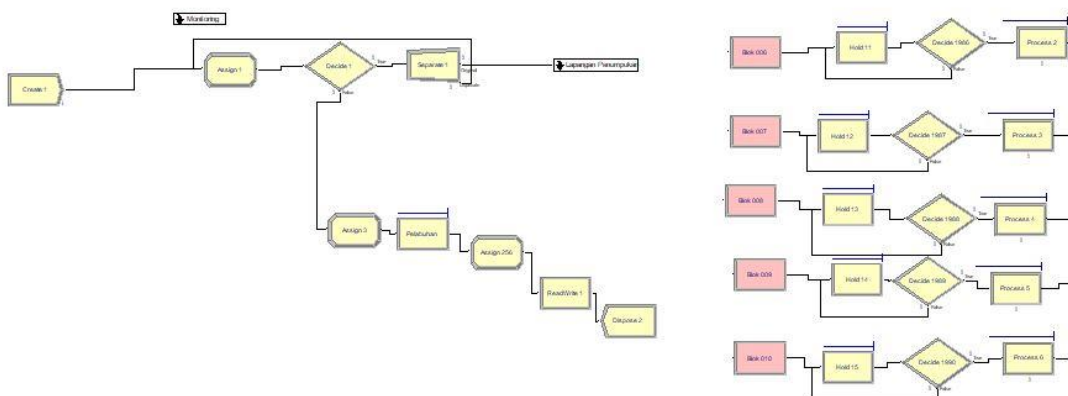
A. Alternatif 1 dan 2



Gambar 5.14 Keseluruhan Model ARENA Alternatif 1

Dalam model tersebut terbagi menjadi 3 bagian pada proses muat dimana terdapat kedatangan lapangan penumpukan, truk, dan dermaga. ketiga bagian tersebut saling berhubungan dimulai dari lapangan penumpukan tempat sementara peti kemas yang nantinya akan ada truk yang datang untuk memindahkan peti kemas tersebut ke kapal yang sandar di dermaga. Berikut adalah uraian dari 3 bagian tersebut :

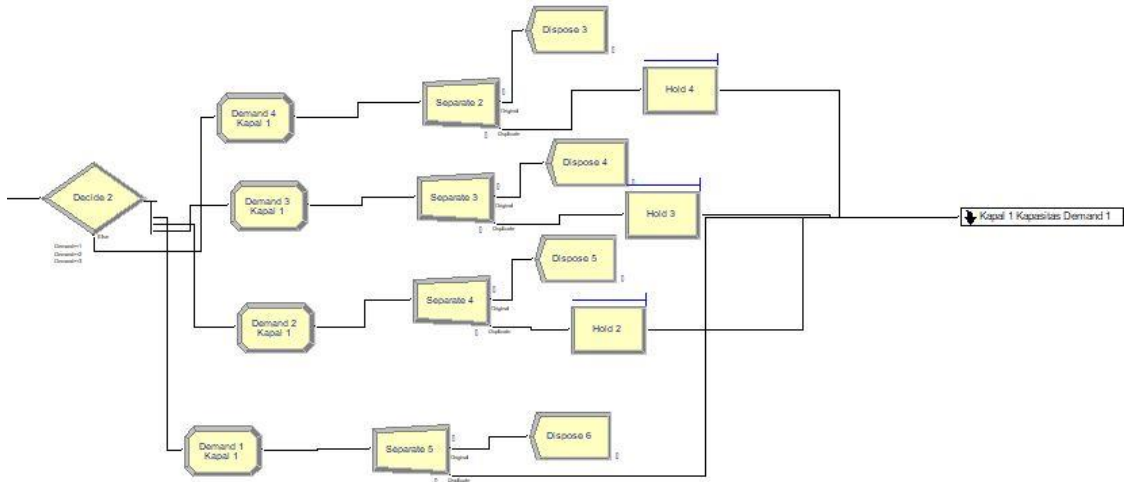
➤ Lapangan Penumpukan



Gambar 5.15 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (1)

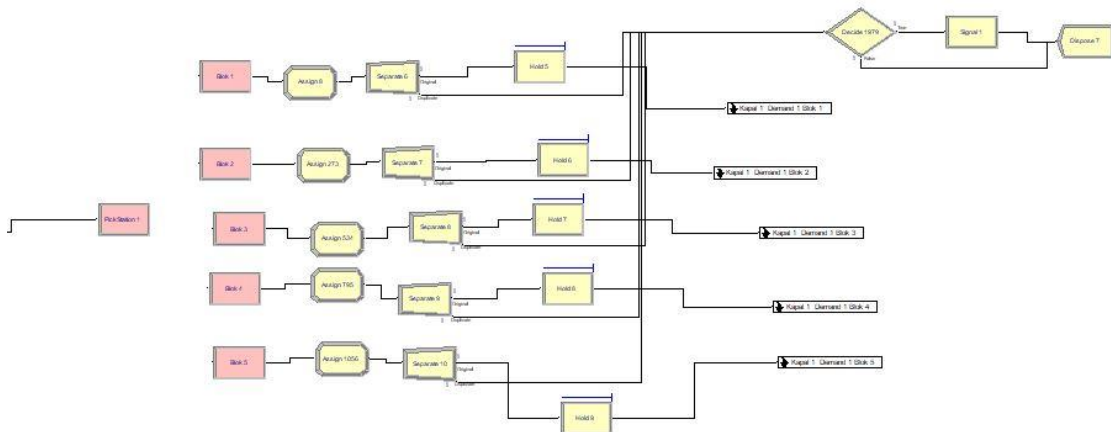
Pada kedatangan kapal terdapat modul *create* yang mengatur kedatangan kapal sesuai jadwal yang sudah ditentukan. Setelah kapal datang di dermaga untuk kegiatan muat. Jumlah muata yang akan dimuat ke kapal sebelumnya ditentukan di modul data.

Pada kondisi saat ini blok penumpukan dibagi menjadi 5 yang masing masing blok dilayani oleh 2 unit ASC.



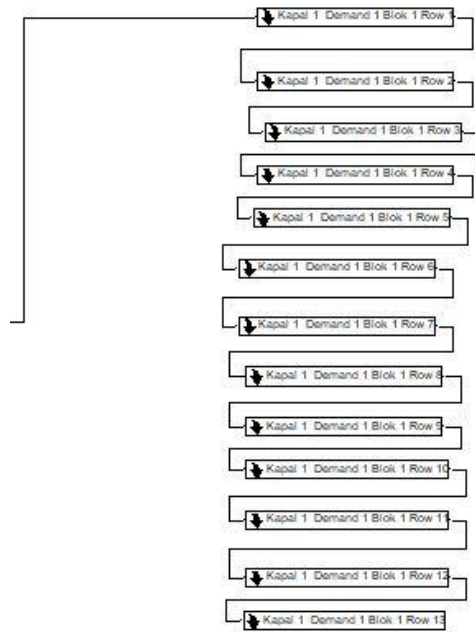
Gambar 5.16 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (2)

Setelah peti kemas masuk ke dalam modul lapangan penumpukan, model masuk ke dalam bagian yang berada di atas. Di atas adalah bagian untuk menyaring golongan berat dari peti kemas yang sudah ditentukan jumlahnya. Golongan berat untuk alternatif 1 dibagi menjadi 4 yaitu A (0-10) ton, B (11-20) ton, C (21-26) ton dan D (26+) ton.



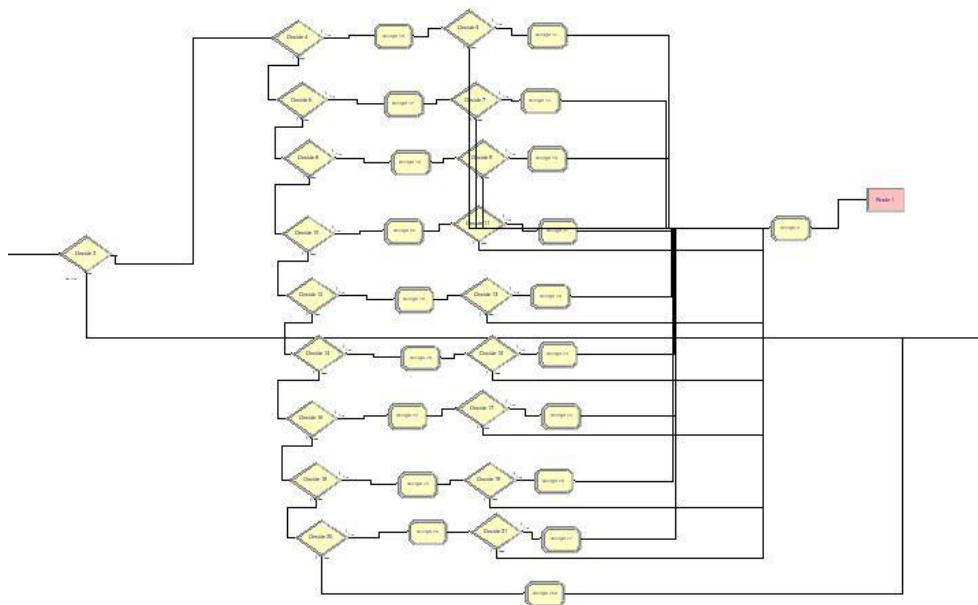
Gambar 5.17 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (3)

Setelah peti kemas masuk ke dalam golongan berat, peti kemas masuk ke dalam bagian yang ada di atas. Di atas adalah modul untuk mengalokasikan peti kemas ke masing masing blok penumpukan yang sudah ditentukan jumlahnya berdasarkan golongan berat. Pengalokasian peti kemas ini dimulai dari blok 1 hingga blok 5, tetapi pengalokasian ini diminimalkan selisih peti kemas antar bloknya.



Gambar 5.18 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (4)

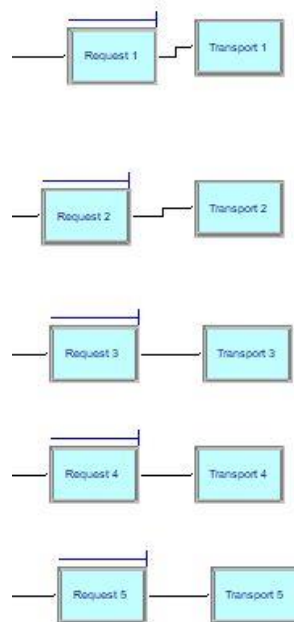
Setelah masuk kedalam masing masing blok,peti kemas akan masuk kedalam modul slot dari masing masing blok penumpukan.Setiap blok memiliki 13 slot penumpukan dengan kapasitas yang sama.



Gambar 5.19 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 1 (5)

Setelah masuk kedalam slot dari masing masing blok,peti kemas akan masuk kedalam modul *row* dan *tier*. Setiap slot memiliki 9 *row* yang masing masing *row* memiliki kapasitas yang sama.

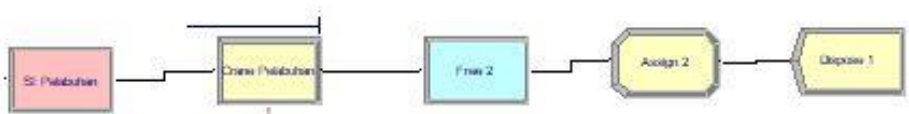
➤ Truk



Gambar 5.20 Modul Truk Alternatif 1

Diatas adalah bagian pengambilan peti kemas di lapangan penumpukan menggunakan truk. Modul (*request*) diatas adalah modul untuk memanggil truk datang ke lapangan penumpukan untuk dibawa ke dermaga. Setelah modul *request* tersedia maka masuk ke modul *transport*. Modul *transport* menandakan peti kemas perjalanan menuju dermaga untuk dimuat di kapal yang sedang sandar.

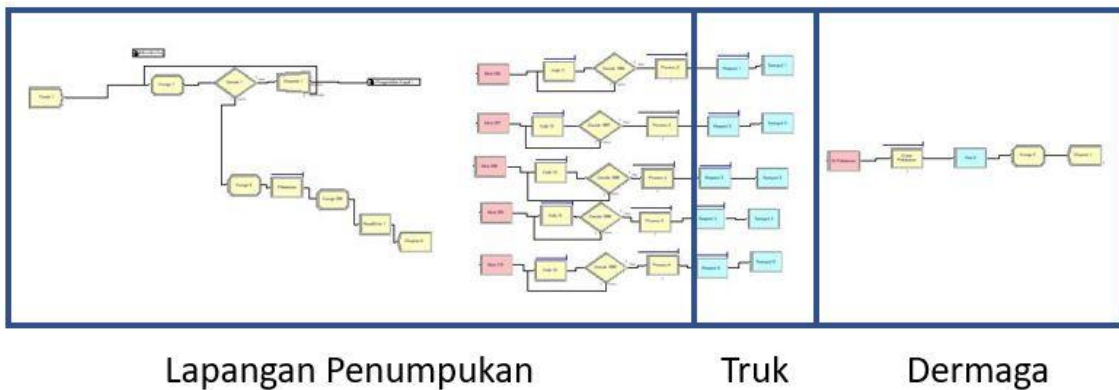
➤ Dermaga



Gambar 5.21 Modul Kapal Alternatif 1

Pada bagian terakhir ini, masing masing truk dari setiap blok akan memasuki modul *process* untuk memuat peti kemas ke kapal. Pada modul *process* juga dapat mengatur jumlah CC dan produktivitas setiap CC yang bekerja. Dan setelah peti kemas berada di kapal akan masuk ke dalam modul *dispose*.

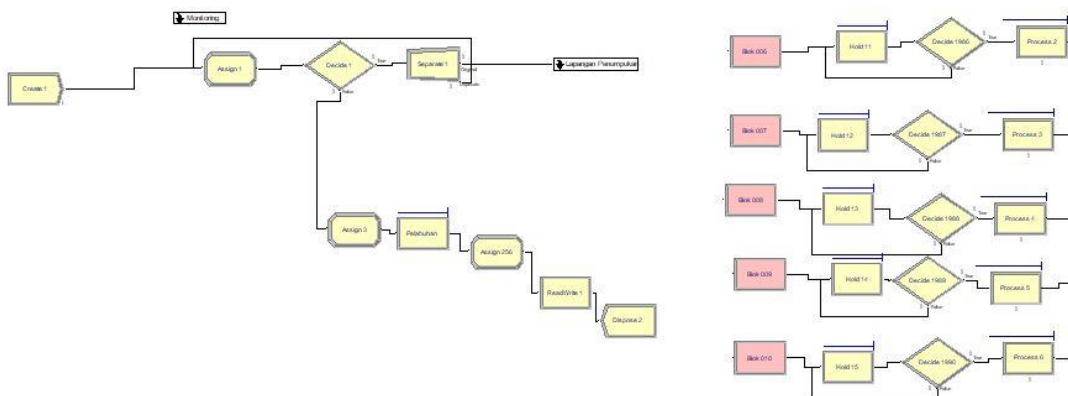
B. Alternatif 3 dan 4



Gambar 5.22 Keseluruhan Model ARENA Alternatif 2

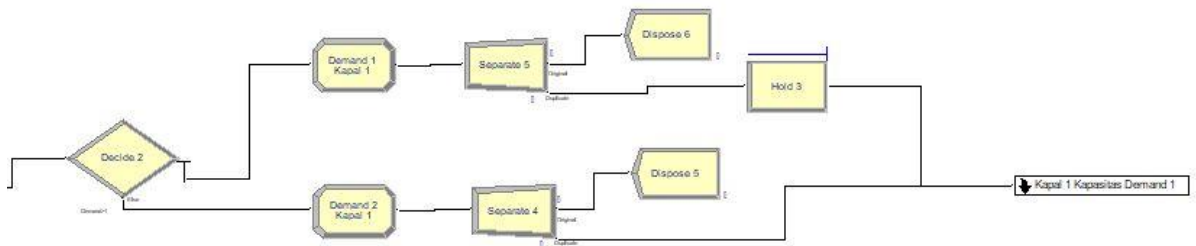
Dalam model tersebut terbagi menjadi 3 bagian pada proses muat dimana terdapat kedatangan lapangan penumpukan, truk, dan dermaga. ketiga bagian tersebut saling berhubungan dimulai dari lapangan penumpukan tempat sementara peti kemas yang nantinya akan ada truk yang datang untuk memindahkan peti kemas tersebut ke kapal yang sandar di dermaga. Berikut adalah uraian dari 3 bagian tersebut :

➤ Lapangan Penumpukan



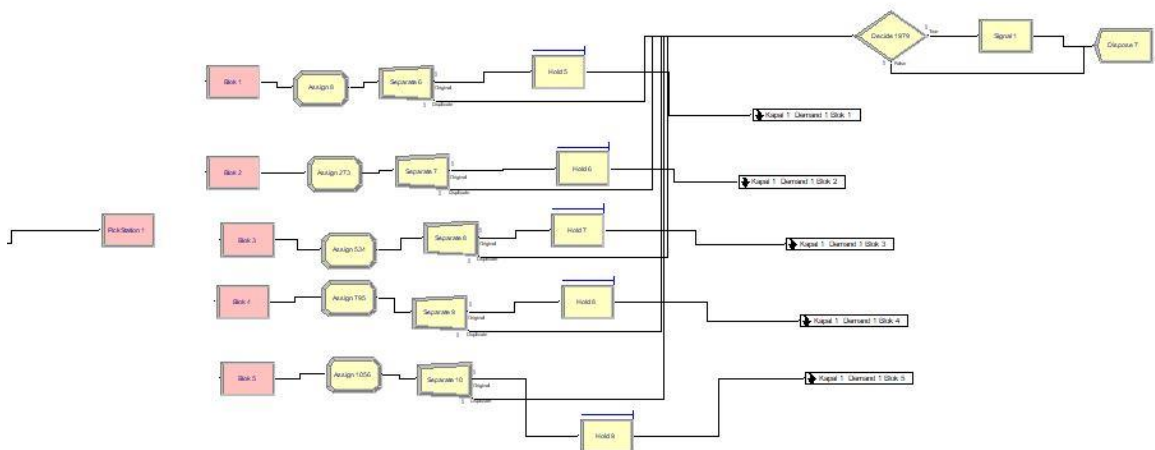
Gambar 5.23 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (1)

Pada kedatangan kapal terdapat modul *create* yang mengatur kedatangan kapal sesuai jadwal yang sudah ditentukan. Setelah kapal datang di dermaga untuk kegiatan muat. Jumlah muata yang akan dimuat ke kapal sebelumnya ditentukan di modul data. Pada kondisi saat ini blok penumpukan dibagi menjadi 5 yang masing masing blok dilayani oleh 2 unit ASC.



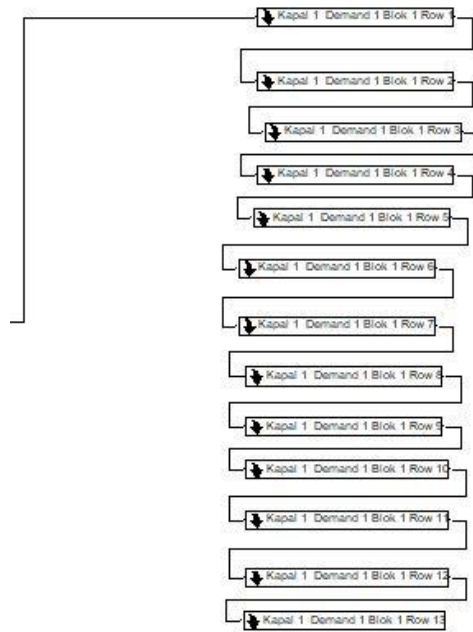
Gambar 5.24 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (2)

Setelah peti kemas masuk ke dalam modul lapangan penumpukan, model masuk ke dalam bagian yang berada di atas. Di atas adalah bagian untuk menyaring golongan berat dari peti kemas yang sudah ditentukan jumlahnya. Golongan berat untuk alternatif 2 dibagi menjadi 2 yaitu golongan berat dan golongan ringan.



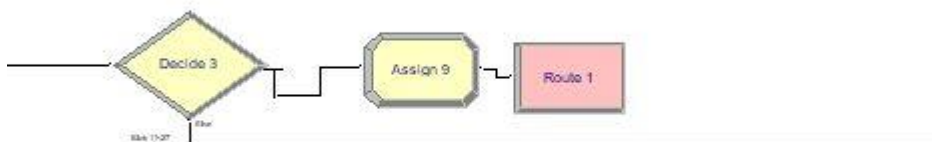
Gambar 5.25 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (3)

Setelah peti kemas masuk ke dalam golongan berat, peti kemas masuk ke dalam bagian yang ada di atas. Di atas adalah modul untuk mengalokasikan peti kemas ke masing-masing blok penumpukan yang sudah ditentukan jumlahnya berdasarkan golongan berat. Pengalokasian peti kemas ini dimulai dari blok 1 hingga blok 5, tetapi pengalokasian ini diminimalkan selisih peti kemas antar bloknya.



Gambar 5.26 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (4)

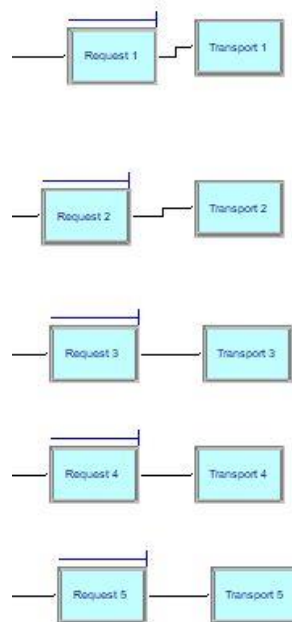
Setelah masuk kedalam masing masing blok,peti kemas akan masuk kedalam modul slot dari masing masing blok penumpukan . Setiap blok memiliki 13 slot penumpukan dengan kapasitas yang sama.



Gambar 5.27 Modul Lapangan Penumpukan Alternatif 2 (5)

Setelah masuk kedalam slot dari masing masing blok,peti kemas akan masuk kedalam modul *row* dan *tier*. Setiap slot memiliki 9 *row* yang masing masing *row* memiliki kapasitas yang sama. Tetapi pada modul ini hanya ditentukan kapasitas disetiap rownya.

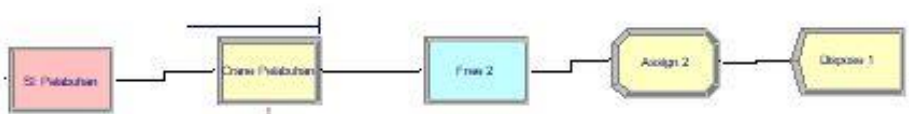
➤ Truk



Gambar 5.28 Modul Truk Alternatif 2

Diatas adalah bagian pengambilan peti kemas di lapangan penumpukan menggunakan truk. Modul (*request*) diatas adalah modul untuk memanggil truk datang ke lapangan penumpukan untuk dibawa ke dermaga. Setelah modul *request* tersedia maka masuk ke modul *transport*. Modul *transport* menandakan peti kemas perjalanan menuju dermaga untuk dimuat di kapal yang sedang sandar.

➤ Dermaga



Gambar 5.29 Modul Kapal Alternatif 2

Pada bagian terakhir ini, masing masing truk dari setiap blok akan memasuki modul *process* untuk memuat peti kemas ke kapal. Pada modul *process* juga dapat mengatur jumlah CC dan produktivitas setiap CC yang bekerja. Dan setelah peti kemas berada di kapal akan masuk ke dalam modul *dispose*.

5.3 Verifikasi dan Validasi Model

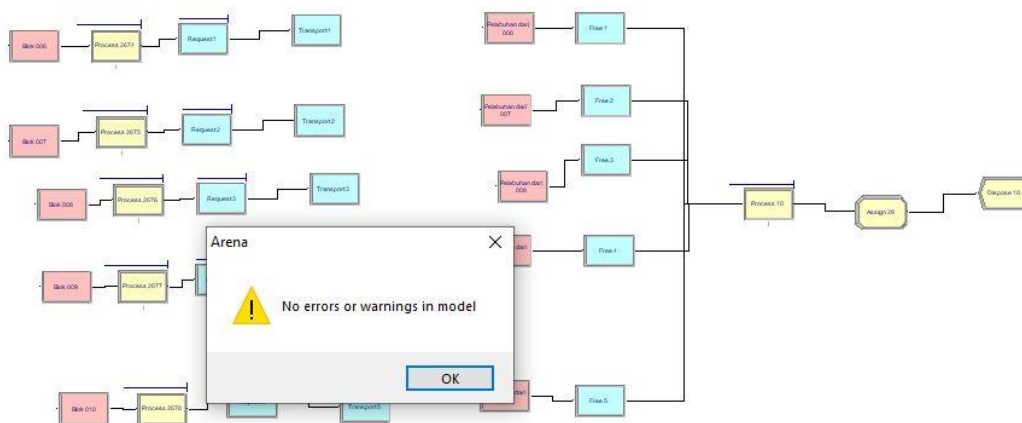
5.3.1 Verifikasi Model

Verifikasi adalah proses pemeriksaan apakah logika operasional model sesuai dengan logika diagram alur. 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 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 di representasikan dengan menjalankan model.

Berikut adalah hasil pemeriksaan pada ARENA :



Gambar 5.30 Verifikasi Model ARENA

5.3.2 Validasi

Proses validasi akan dibantu dengan uji statistik yang dimiliki oleh Ms. Excel yaitu *t-test: Two-Sample Assuming Equal Variances*. Dalam menentukan titik kritis menggunakan table titik kritis t dengan $\alpha = 10\%$. Untuk mencari titik kritis tersebut pada tabel, nilai α yang digunakan adalah nilai $\alpha/2$, sehingga dalam kasus ini, nilai yang digunakan adalah $0.1/2 = 0.05$. dari tabel distribusi t didapatkan nilai kritis adalah -2,446 dan 2,446. Apabila t hitung berada pada rentang $-2,446 \leq t\text{-hitung} \leq 2,446$ maka “Terima H_0 ” dan jika sebaliknya t hitung berada di luar rentang tersenut, maka statusnya “Tolak”.

Berikut ini merupakan perbandingan hasil simulasi dengan kondisi eksisting untuk nilai kegiatan muat :

Tabel 5.2 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Kondisi Saat Ini

Replikasi ke-	Kapal									
	1 (120 TEUs)		2 (260 TEUs)		3 (492 TEUs)		4 (740 TEUs)		5 (980 TEUs)	
	Simulasi	Saat ini	Simulasi	Saat ini	Simulasi	Saat ini	Simulasi	Saat ini	Simulasi	Saat ini
1	6.21	5	11.31	10.8	21.22	20.5	31.23	30.8	40.87	40.8
2	6.11	5	11.43	10.8	21.11	20.5	31.13	30.8	40.92	40.8
3	6.23	5	11.55	10.8	20.97	20.5	31.12	30.8	40.91	40.8
4	6.18	5	10.98	10.8	20.99	20.5	31.09	30.8	40.88	40.8
5	5.89	5	11.47	10.8	21.16	20.5	31.25	30.8	40.86	40.8
6	6.19	5	11.22	10.8	20.87	20.5	31.33	30.8	40.87	40.8
7	5.98	5	11.11	10.8	20.98	20.5	31.21	30.8	40.95	40.8
8	6.21	5	11.29	10.8	21.17	20.5	31.19	30.8	40.93	40.8
9	6.20	5	11.00	10.8	21.13	20.5	31.18	30.8	40.85	40.8
10	5.97	5	11.56	10.8	20.79	20.5	31.22	30.8	40.97	40.8
Rata-rata	6.12	5	11.29	10.8	21.04	20.5	31.20	30.8	40.9	40.8
Dalam Satuan Jam										

Setelah itu dilakukan uji *t-test: Two-Sample Assuming Equal Variances*. Uji ini digunakan untuk melakukan proses validasi hasil simulasi dibandingkan dengan kondisi saat ini. Pada dasarnya, hasil simulasi dapat dikatakan valid apabila *t Stat* berada diantara nilai $\pm t$ *Critical two-tail*. Berikut ini merupakan hasil uji statistik hasil simulasi :

Tabel 5.3 Hasil Uji *t-Test* untuk Waktu Muat

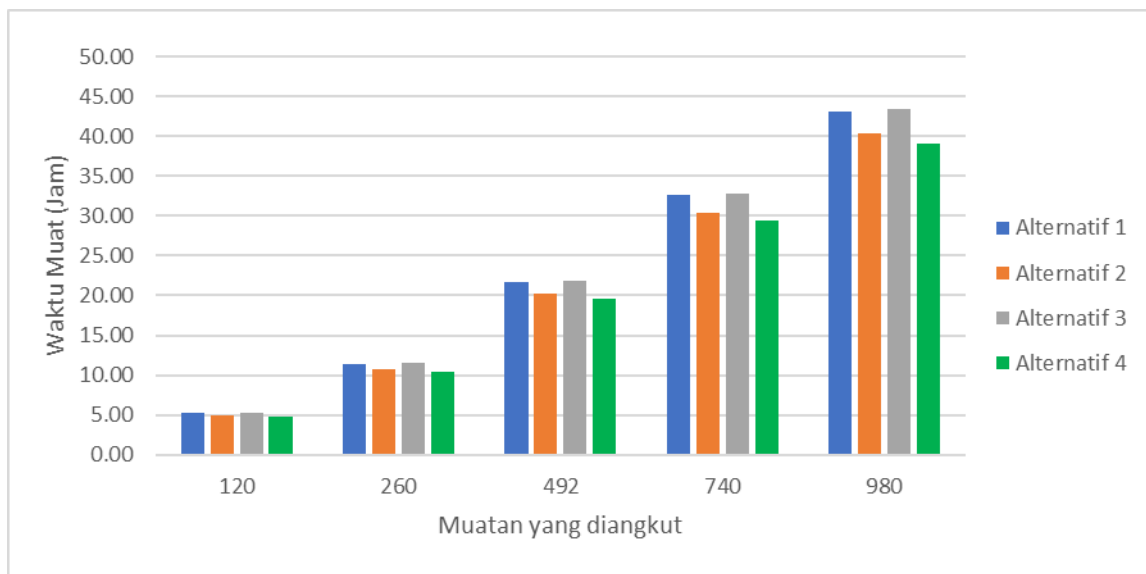
Komponen	Simulasi	Saat ini
<i>Mean</i>	25.725	26.10675
<i>Variance</i>	167.6891667	163.3063429
<i>Observations</i>	5	5
<i>Pooled Variance</i>	165.4977548	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	6	
<i>t Stat</i>	-0.04196604	
<i>P(T<=t) one-tail</i>	0.483943719	
<i>t Critical one-tail</i>	1.943180281	
<i>P(T<=t) two-tail</i>	0.967887439	
<i>t Critical two-tail</i>	2.446911851	

Dilihat dari hasil uji statistik diatas, nilai *t Stat* waktu muat kapal berada pada jangkauan antara $-2,446 \leq t \text{ stat} \leq 2,446$. Oleh karena itu, nilai dari hasil simulasi tersebut dintayakan diterima atau dapat dikatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil simulasi dengan kondisi saat ini, sehingga model dapat dikatakan valid.

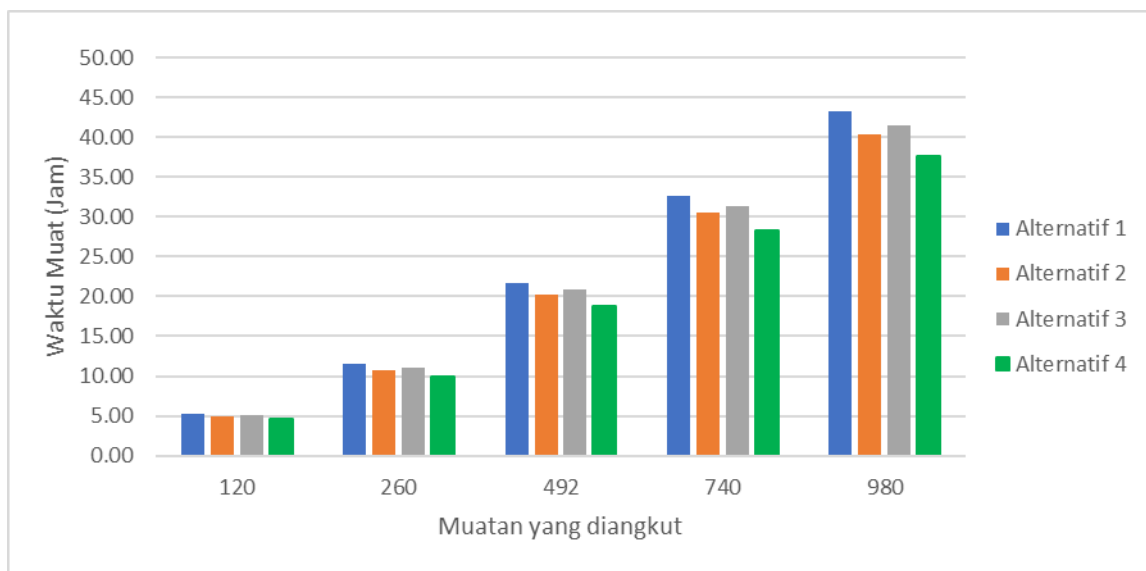
5.4 Rangkuman Hasil Sinkronisasi

5.4.1 Hasil Simulasi

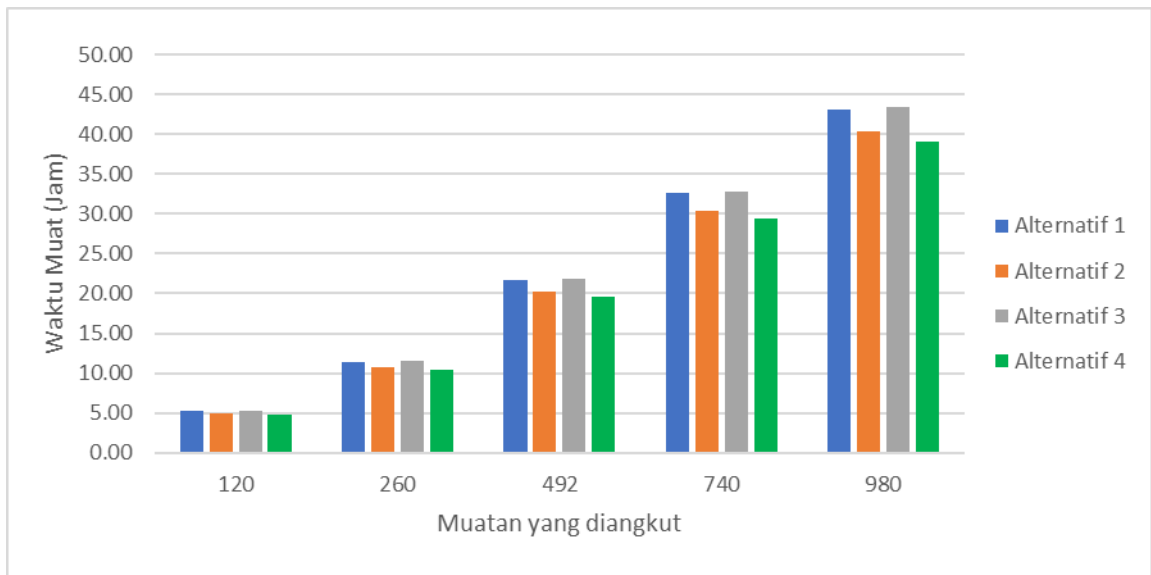
Untuk mengetahui waktu dalam kegiatan muat peti kemas maka model simulasi dijalankan untuk setiap kapalnya. Ada 2 model simulasi yaitu untuk alternatif 1 dan 3 lalu untuk alternatif 3 dan 4 . 2 model tersebut adalah model simulasi untuk 4 alternatif yang telah dibuat. Berikut adalah perbandingan waktu kegiatan muat menggunakan kondisi saat ini dan hasil sinkronisasi penataan muatan :



Gambar 5.31 Grafik Waktu Muat Skenario 1



Gambar 5.32 Grafik Waktu Muat Skenario 2



Gambar 5.33 Grafik Waktu Muat Skenario 3

Pada grafik di atas menunjukkan perbedaan lama waktu kegiatan muat peti kemas dari masing masing skenario dengan metode simulasi. Bagian ini merupakan tolok ukur apakah sinkronisasi penataan penumpukan berhasil meminimasi waktu dalam kegiatan muat. Pada ketiga (2,3 dan 4) alternatif di masing masing skenario dapat meminimasi waktu sandar kapal dengan waktu yang bervariasi setiap kapalnya.

5.4.2 Perhitungan Biaya

Melalui data rencana awal dan sinkronisasi penataan penumpukan di lapangan penumpukan, maka didapatkan biaya yang diperlukan dalam masing masing alternatif.

Dalam proses muat peti kemas, terdapat beberapa biaya yang timbul antara lain adalah biaya bahan bakar truk, biaya bahan bakar ASC dan biaya bahan bakar *container crane*. Berikut adalah perbandingan biaya penataan penumpukan realisasi dengan hasil sinkronisasi penataan penumpukan.

- Bahan bakar Truk

$$\text{Biaya bahan bakar} = \text{Ratio bahan bakar} \times \text{harga bahan bakar}$$

Keterangan:

- Biaya bahan bakar (Rupiah)
- Rasio bahan bakar (liter/jam)
- Harga bahan bakar (Rp/l)

- Konsumsi listrik ASC

$$\text{Biaya konsumsi listrik} = \text{Ratio konsumsi energi} \times \text{harga listrik}$$

Keterangan:

- Biaya konsumsi listrik (Rupiah)
- Rasio konsumsi energi (KW/jam)
- Harga listrik (Rp/KWH)

- Konsumsi listrik *container crane*

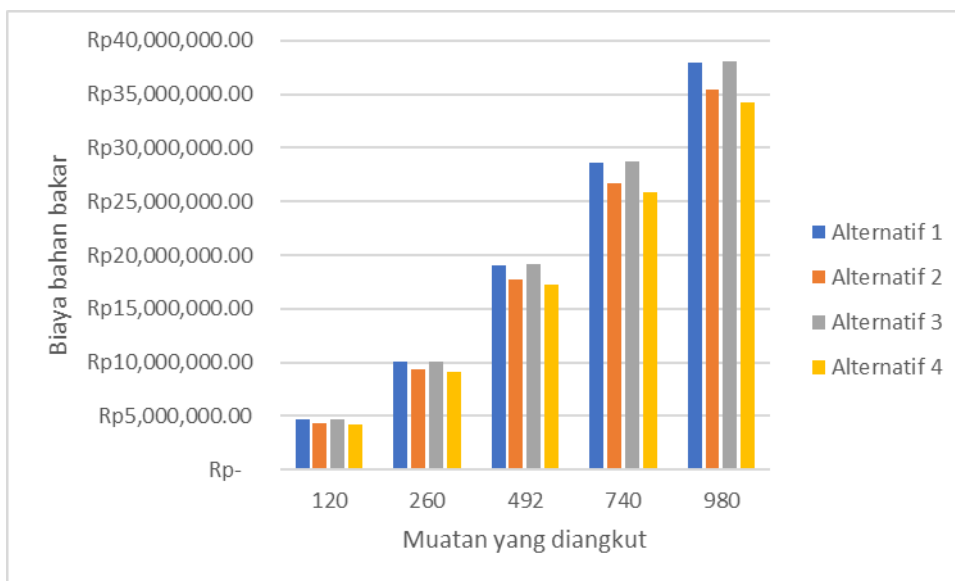
$$\text{Biaya konsumsi listrik} = \text{Ratio konsumsi energi} \times \text{harga listrik}$$

Keterangan:

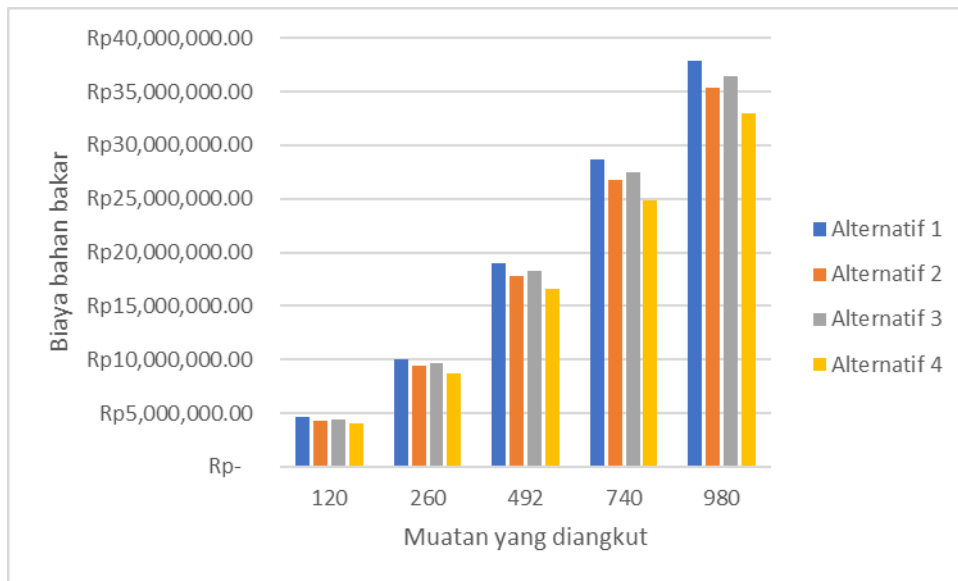
- Biaya konsumsi listrik (Rupiah)
- Rasio konsumsi energi (KW/jam)
- Harga listrik (Rp/KWH)

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

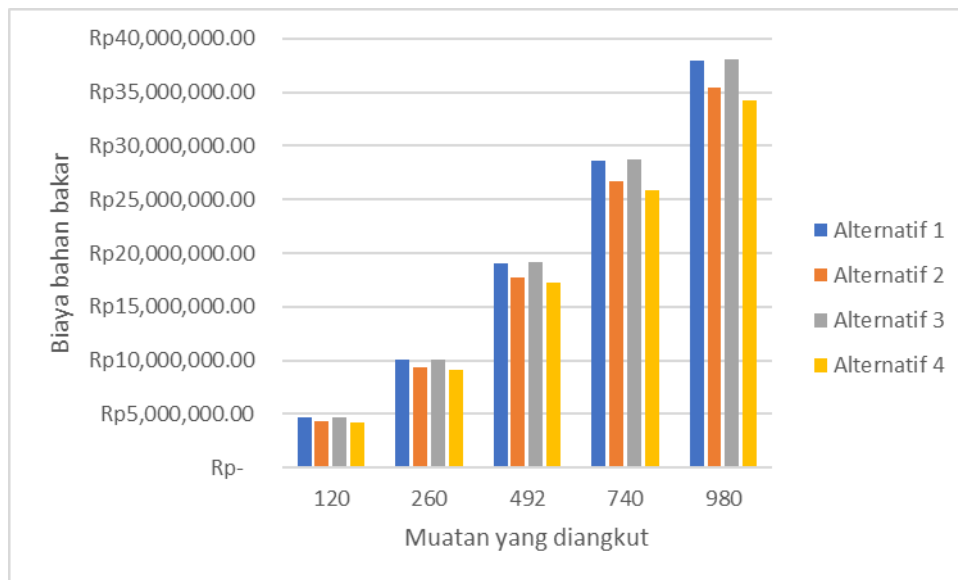
- Truk
 - Rasio bahan bakar : 3.75 liter/jam/truk
 - Harga bahan bakar : 9.900 Rp/liter
- *Automated stacking crane*
 - Rasio konsumsi energi : 66 kWh/crane
 - Harga listrik : 1467 kWh
- *Container crane*
 - Rasio konsumsi energi : 66 kWh/crane
 - Harga listrik : 1467 kWh



Gambar 5.34 Biaya bahan bakar dan energi peralatan pelabuhan skenario 1



Gambar 5.35 Biaya bahan bakar dan energi peralatan pelabuhan skenario 2



Gambar 5.36 Biaya bahan bakar dan energi peralatan pelabuhan skenario 3

Gambar di atas adalah total biaya bahan bakar dan energi untuk masing masing skenario dan alternatif. Pada ketiga alternatif (2,3 dan 4) dapat meminimasi total biaya bahan bakar dan energi dengan nilai yang berbeda tergantung dari jumlah muatan kapal yang sedang sandar.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Faktor yang mempengaruhi sinkronisasi penataan muatan adalah penataan penumpukan di lapangan penumpukan yang didasari oleh golongan muatan A (0-10) ton, B (11-20) ton, C (21-26) ton dan D (26+) ton sedangkan penataan penumpukan di kapal didasari oleh golongan muatan berat (20+) ton dan ringan (0-20) ton serta alokasi peti kemas antar blok penumpukan.
2. Pada sinkronisasi penataan muatan saat ini didapatkan waktu muat kapal sebesar 5.3 jam (120 TEUs), 11.5 jam (260 TEUs), 21.7 (492 TEUs), 32.6 (740 TEUs) dan 43.2 (980 TEUs).
3. Berikut adalah usulan sinkronisasi yang dapat direkomendasikan untuk sinkronisasi penataan muatan pada lapangan penumpukan guna membantu penataan muatan pada kapal :
 - A. Untuk skenario 1 (kapal sama sekali belum terisi muatan), alternatif 4 (menggabungkan golongan muatan menjadi 2 dan meminimalkan selisih peti kemas antar blok) memiliki waktu sandar dan biaya yang lebih kecil. Alternatif 4 menghasilkan pengurangan waktu sandar sebesar 10% (10.9 Jam dari 114.2 jam) dan biaya bahan bakar sebesar 10% (Rp. 9,586,109 dari Rp. 100.246.684).
 - B. Untuk skenario 2 (kapal yang sudah terisi penuh di bagian dalam dek), alternatif 4 (menggabungkan golongan muatan menjadi 2 dan meminimalkan selisih peti kemas antar blok) memiliki waktu sandar dan biaya yang lebih rendah. Alternatif 4 menghasilkan pengurangan waktu sandar sebesar 13% (14.9 Jam dari 114.2 jam) dan biaya bahan bakar sebesar 13% (Rp. 13,056,936 dari Rp. 100.246.684).
 - C. Untuk skenario 3 (kapal sama sekali belum terisi muatan), alternatif 4 (menggabungkan golongan muatan menjadi 2 dan meminimalkan selisih peti kemas antar blok) memiliki waktu sandar dan biaya yang lebih kecil. Alternatif 4 menghasilkan pengurangan waktu sandar sebesar 10% (10.9 Jam dari 114.2 jam) dan biaya bahan bakar sebesar 10% (Rp. 9,586,109 dari Rp. 100.246.684).

6.2 Saran

Pada penelitian ini berfokus kepada sinkronisasi penataan muatan untuk kegiatan muat kapal internasional, 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, alternatif alternatif pada skenario 1,2 dan 3 dapat dikembangkan lebih bervariasi lagi untuk menemukan hasil yang lebih optimal. Dan sinkronisasi penataan muatan ini mungkin bisa dikembangkan untuk kegiatan bongkar.

DAFTAR PUSTAKA

- Banks, J., J. Carson II, & B. L. Nelson. (1984). *Discrete-Event System Simulation*. London: Prentice-Hall International, Inc.
- Baskara, D.,W (2018). *Model Alokasi Lapangan Penumpukan Peti Kemas Ekspor Pada Suatu Pelabuhan Studi Kasus : Terminal Peti kemas Banjarmasin*. Surabaya:ITS.
- Eboyie, F. (2015). *Optimization of Container Processes*. *Jamk.fi*.
- 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.
- Supriyono. (2009). *Analisa Kinerja Terminal Petikemas di Tanjung Perak Surabaya*.
- Velsink, H., & Ligteringen, H. (2012). *Ports and Terminals*. Faculty of Civil Engineering and Geosciences Delft University of Technology.

LAMPIRAN

- Perhitungan di lapangan penumpukan untuk pengambilan peti kemas
- Model ARENA Manual (Kondisi Saat ini)
- Model ARENA Manual (Pemerataan Golongan Muatan)

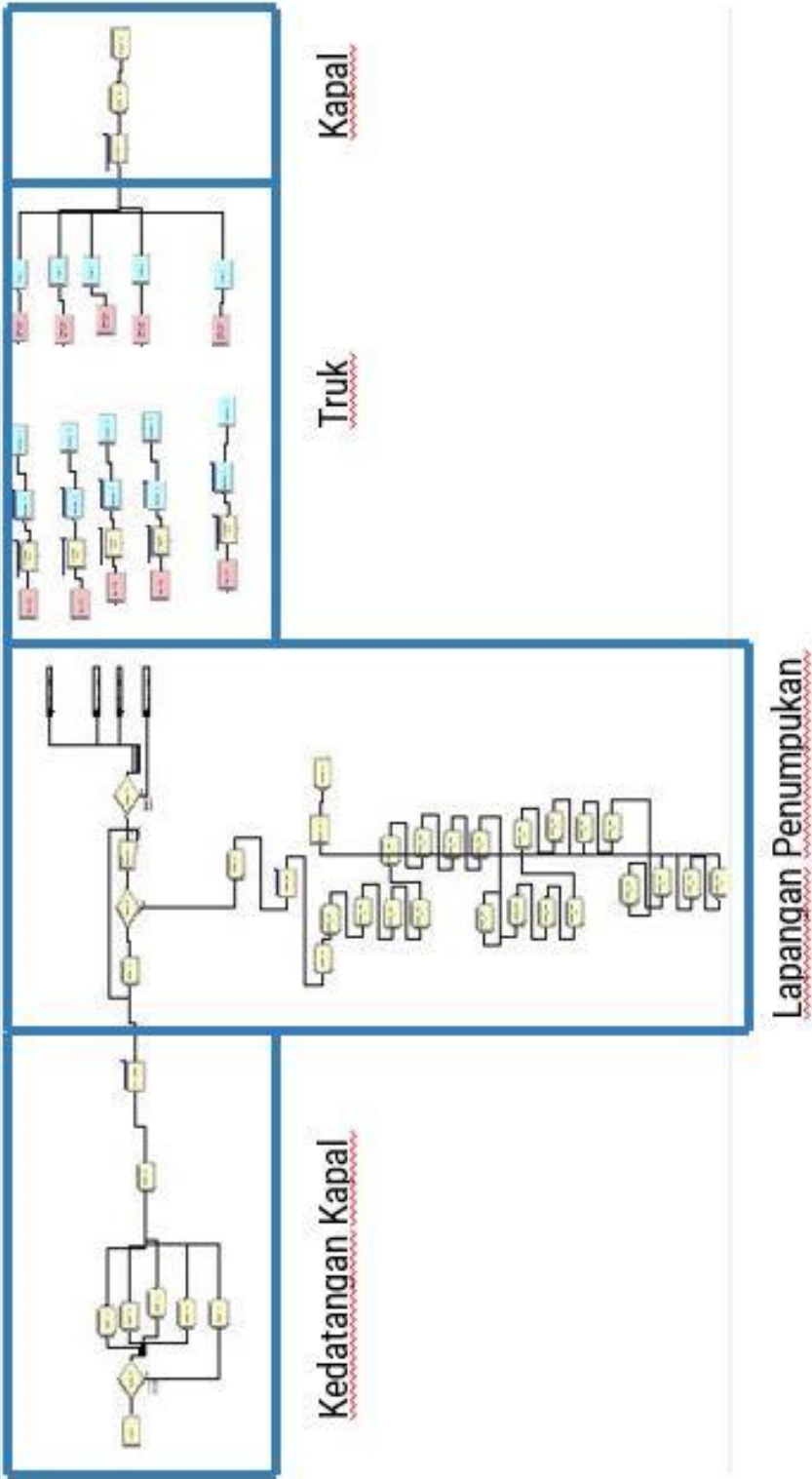
- Perhitungan di lapangan penumpukan untuk pengambilam peti kemas

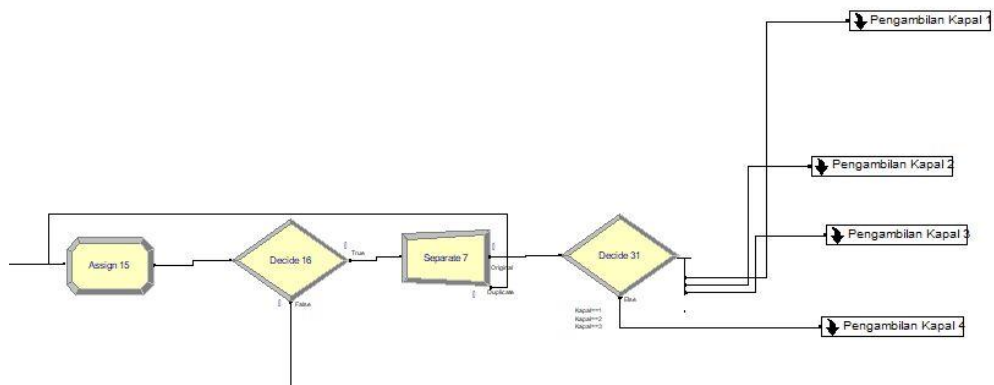
Slot	Jarak (Meter)	Waktu (Sekon)
65	45.5	18.2
63	52	20.8
61	58.5	23.4
59	65	26.0
57	71.5	28.6
55	78	31.2
53	84.5	33.8
51	91	36.4
49	97.5	39.0
47	104	41.6
45	110.5	44.2
43	117	46.8
41	123.5	49.4

Tier	Jarak (Meter)	Waktu (Sekon)
5	7.8	26
4	10.4	35
3	13	43
2	15.6	52
1	18.2	61

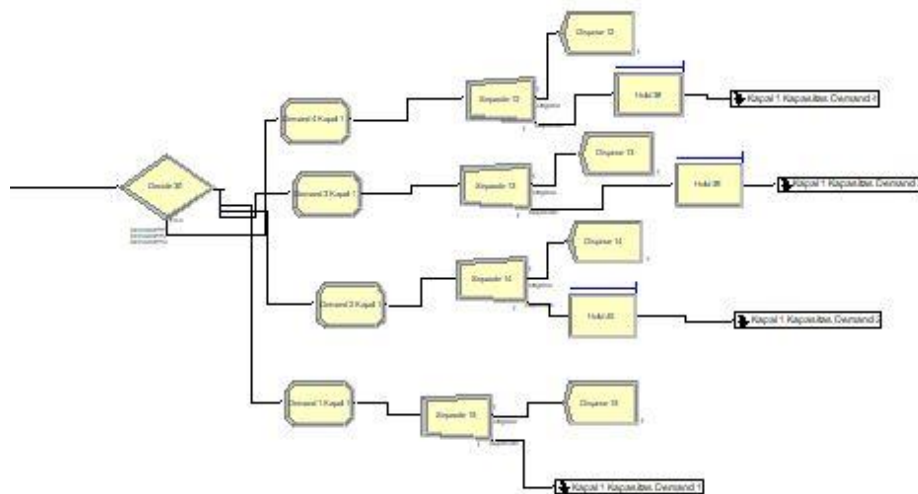
Slot	Tier				
	1	2	3	4	5
65	2.8	2.7	2.5	2.4	2.2
63	2.9	2.8	2.6	2.5	2.3
61	3.0	2.9	2.7	2.6	2.4
59	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6
57	3.2	3.1	3.0	2.8	2.7
55	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8
53	3.5	3.3	3.2	3.0	2.9
51	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0
49	3.7	3.5	3.4	3.3	3.1
47	3.8	3.7	3.5	3.4	3.2
45	3.9	3.8	3.6	3.5	3.3
43	4.0	3.9	3.7	3.6	3.4
41	4.1	4.0	3.8	3.7	3.6

- Model ARENA Kondisi Saat ini

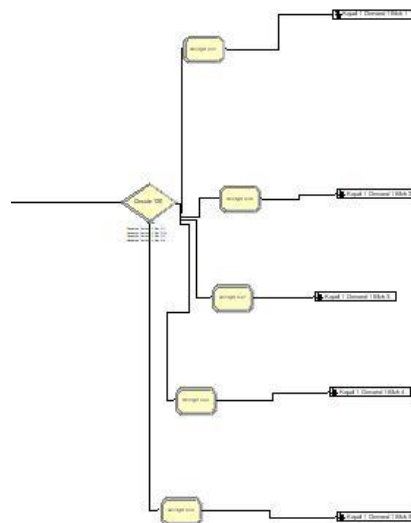




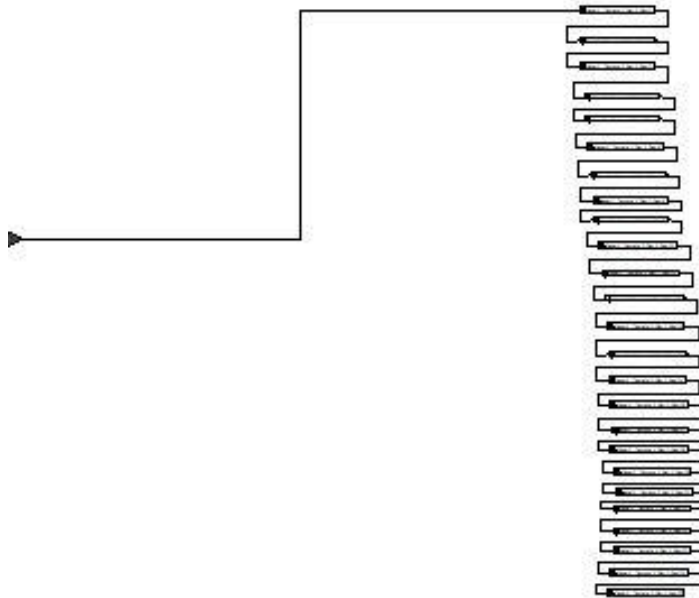
Modul Pemilihan kapal



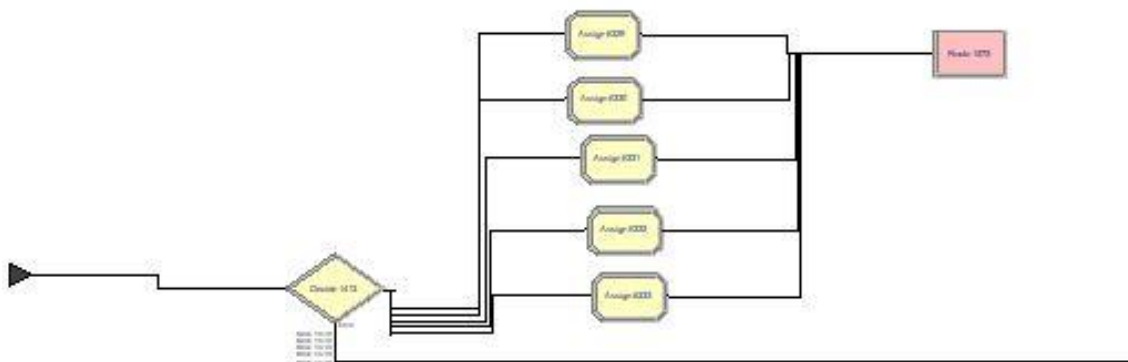
Modul Pemilihan Golongan Muatan



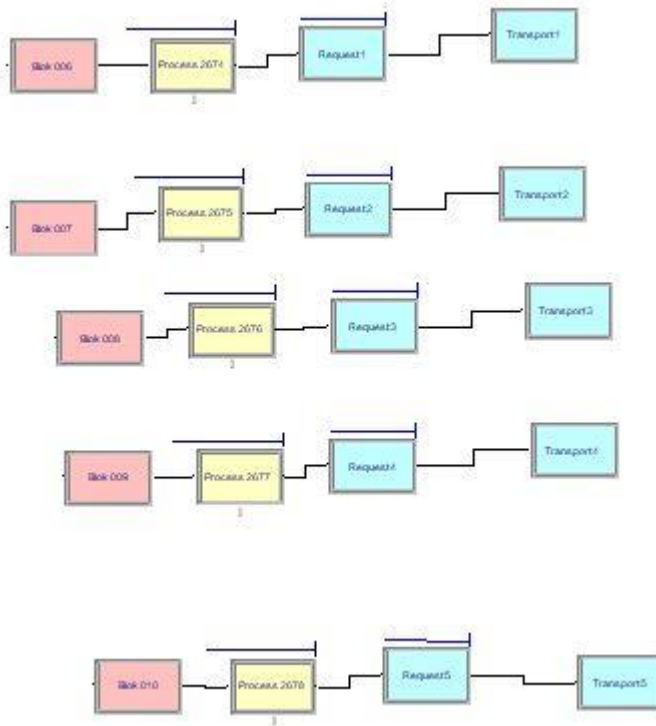
Modul Pemilihan Blok



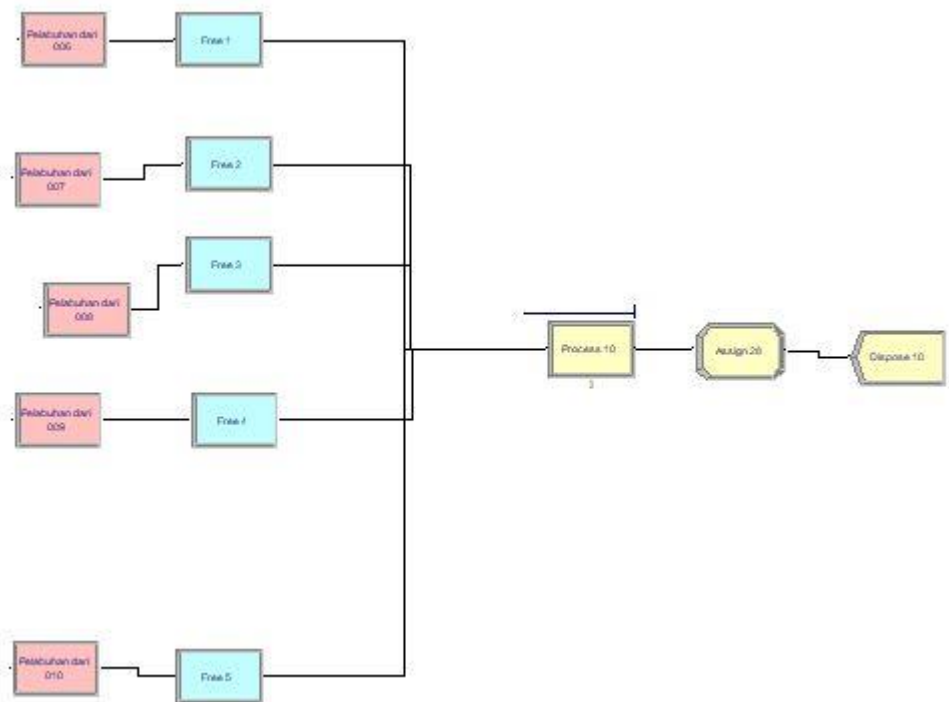
Modul Pemilihan Slot



Modul Pemilihan Tier

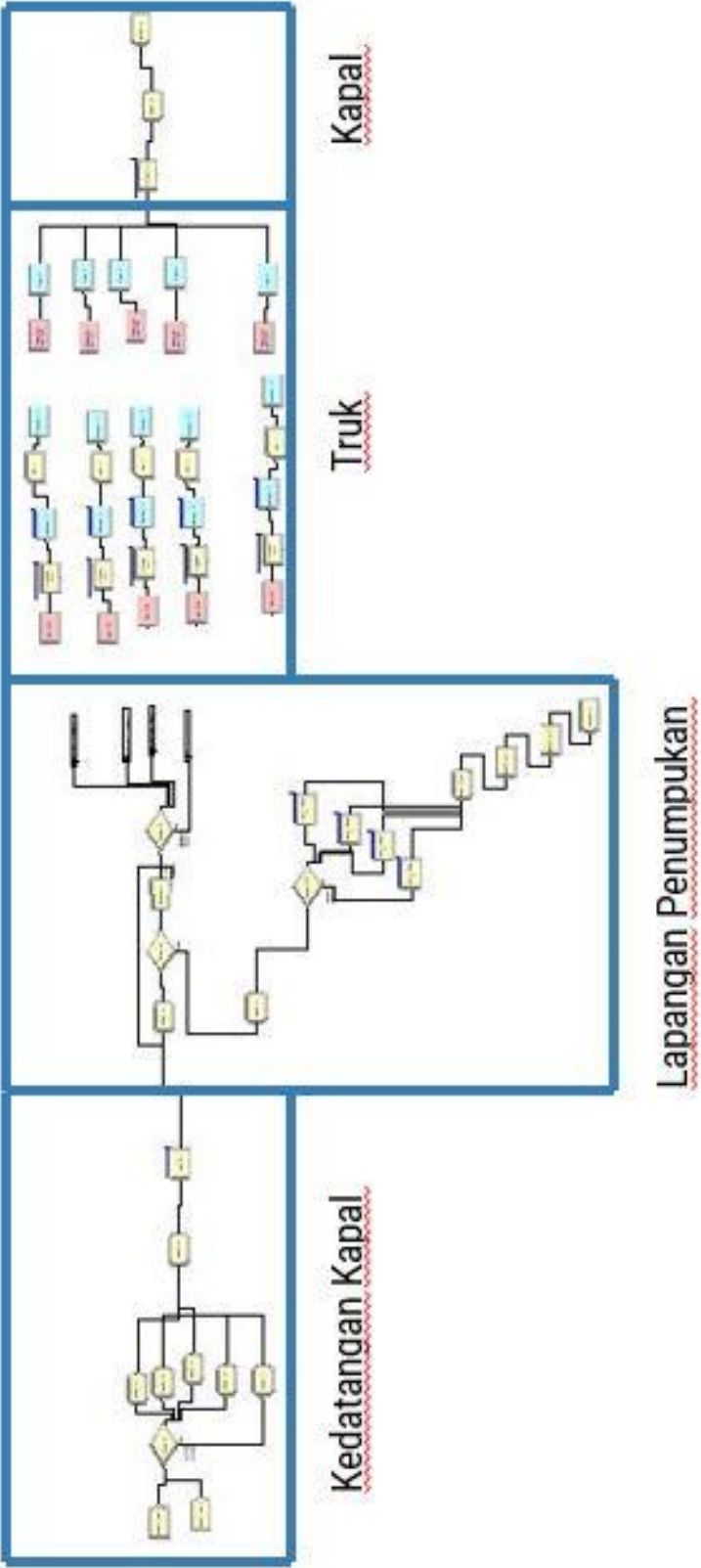


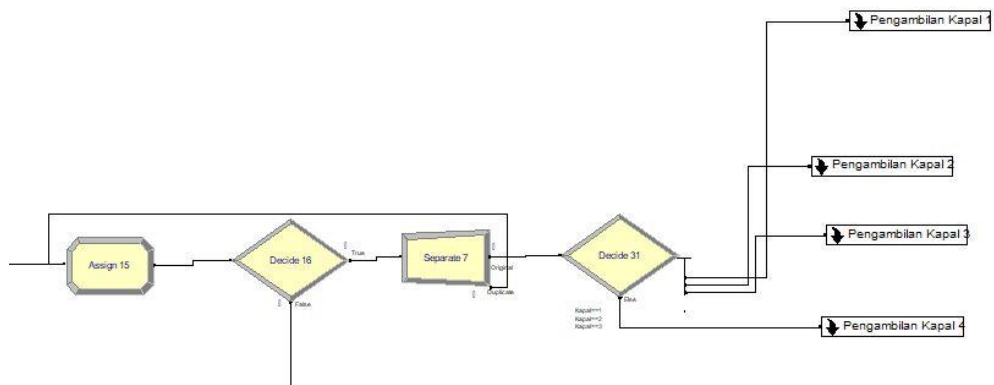
Modul untuk Truk



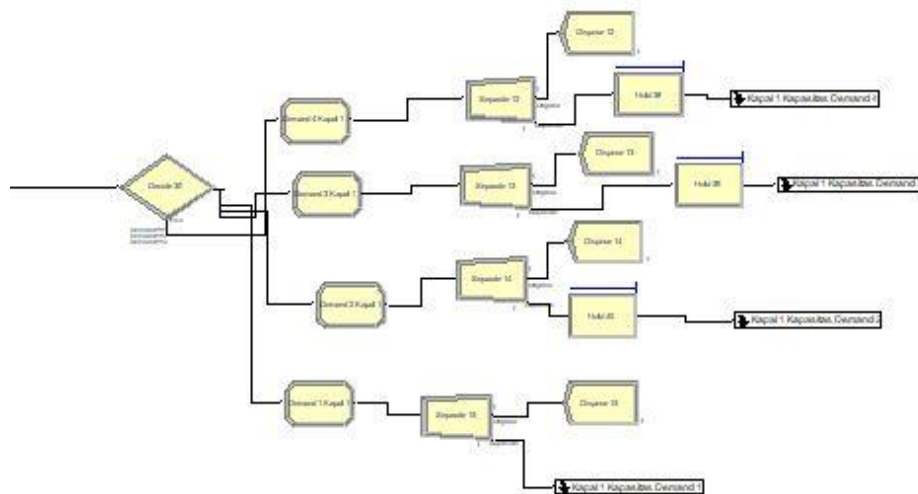
Modul Untuk Dermaga

- Model ARENA Manual (Pemerataan Golongan Muatan)

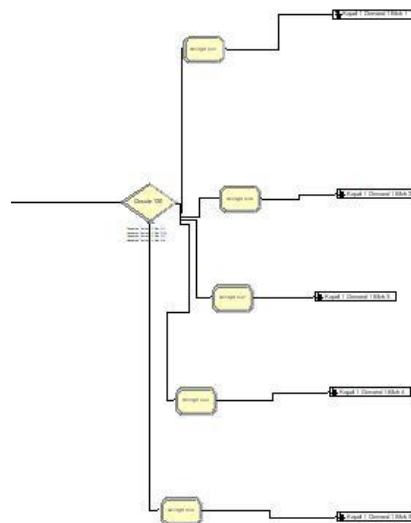




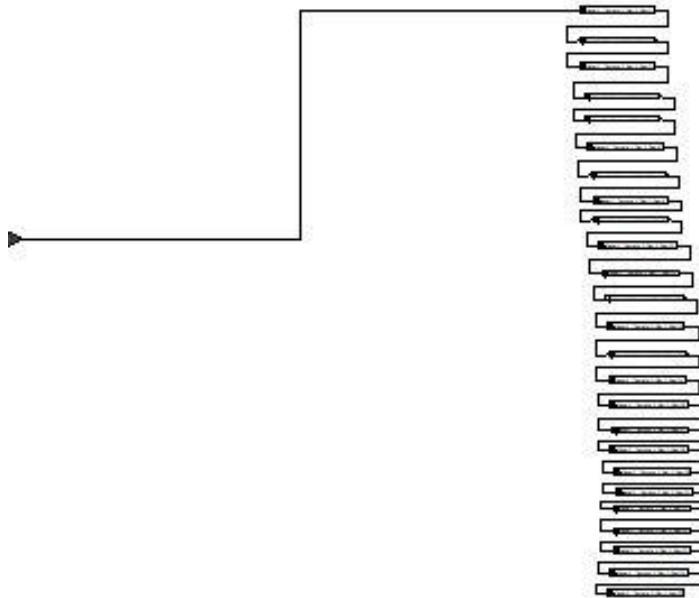
Modul Pemilihan kapal



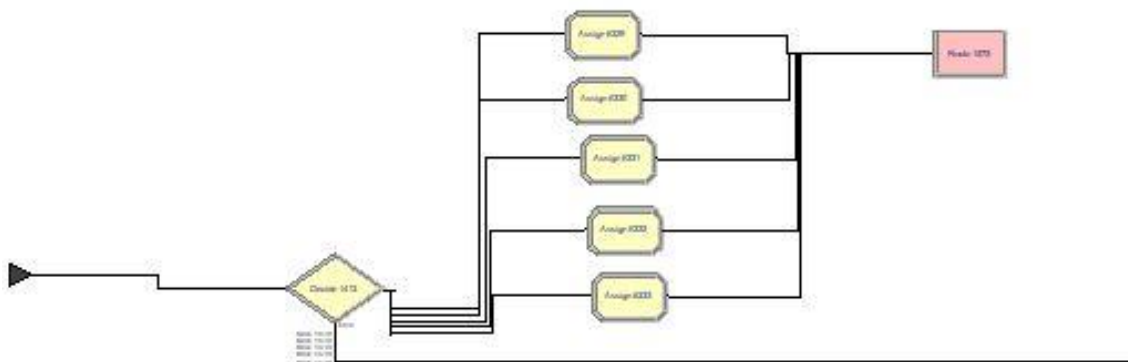
Modul Pemilihan Golongan Muatan



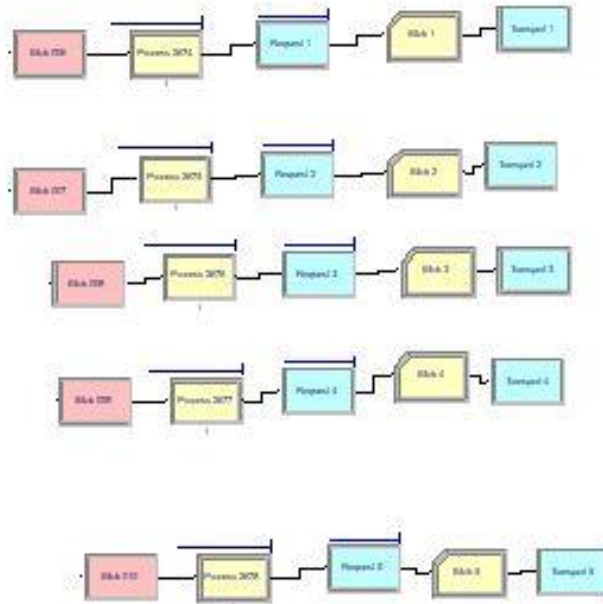
Modul Pemilihan Blok



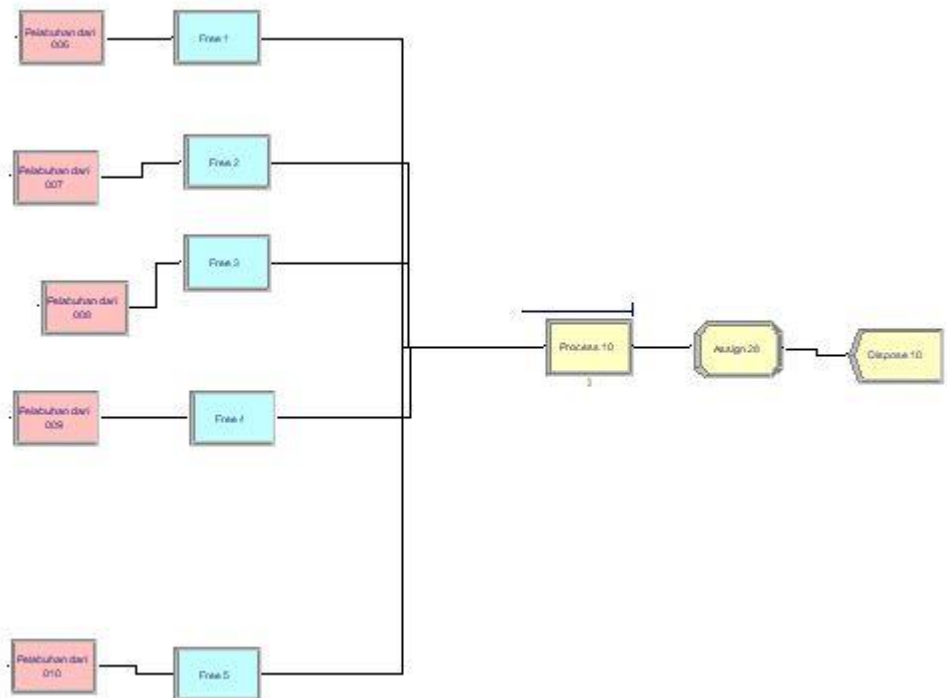
Modul Pemilihan Slot



Modul Pemilihan Tier



Modul untuk Truk



Modul Untuk Dermaga

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Joevanie Michel Fillaromansyah , dilahirkan di Lamongan, 25 Februari 1997. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari SDN 1 Ketapang Banyuwangi (2003-2009), SMPN 1 Giri Banyuwangi (2009-2012), SMAN 1 Glagah Banyuwangi (2012-2015), dan pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi dan kegiatan, seperti LKMM Pra Tingkat Dasar Fakultas Teknologi Kelautan di tahun 2015, LKMM Tingkat Dasar Departemen Teknik Transportasi Laut di tahun 2016, PMO LMB ITS 2017. Untuk organisasi yang pernah dilakukan oleh penulis diantaranya Staff PSDM HIMASEATRANS di tahun 2016, Staff PSDM UM MUSIK ITS di tahun 2016 , dan Wakil Ketua External UKM MUSIK ITS 2017. Saat ini penulis tinggal di Lamongan. Untuk berkomunikasi bisa langsung kontak e-mail ke: michel555.jm@gmail.com.