



TUGAS AKHIR - TI091501

**SIMULASI PENGELOLAAN DAN PEMBERANGKATAN
KAPAL UNTUK DISTRIBUSI PUPUK BERSUBSIDI –
PT PETROKIMIA GRESIK**

WIDYASARI AMBAR UTAMI

NRP 2511 100 115

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP

Dosen Ko-Pembimbing

Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



FINAL PROJECT – TI091501

**MANAGING AND DISPATCHING SHIP SIMULATION FOR
DISTRIBUTION OF THE SUBSIDIZED FERTILIZER –
PT PETROKIMIA GRESIK**

WIDYASARI AMBAR UTAMI

NRP 2511 100 115

Supervisor

Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP

Co-Supervisor

Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D

DEPARTEMEN OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

**SIMULASI PENGELOLAAN DAN PEMBERANGKATAN
KAPAL UNTUK DISTRIBUSI PUPUK BERSUBSIDI -
PT PETROKIMIA GRESIK**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**WDYASARI AMBAR UTAMI
NRP. 2511 100 115**

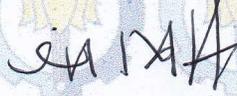
**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:
Dosen Pembimbing**



Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP

NIP. 196811091995031003

Dosen Ko-Pembimbing



Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.T.E., Ph.D

NIP. 1970005231996011001

Surabaya, Juli 2015



**SIMULASI PENGELOLAAN DAN PEMBERANGKATAN KAPAL UNTUK
DISTRIBUSI PUPUK BERSUBSIDI –
PT PETROKIMIA GRESIK**

Nama : Widyasari Ambar Utami
NRP : 2511 100 115
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP

ABSTRAK

Peningkatan kompetisi dan kerjasama yang global telah menciptakan tantangan logistik yang kritis dalam perencanaan dan pengelolaan keseluruhan *supply chain*. Salah satu bagian dari *supply chain* adalah bidang distribusi yang memegang peranan penting sebagai salah satu strategi perusahaan untuk meningkatkan kepuasan konsumen. Besarnya biaya distribusi mencapai sekitar 38.91% dari total pengeluaran perusahaan, sehingga merupakan sebuah keuntungan bagi perusahaan jika mampu menekan biaya distribusi, salah satunya adalah distribusi menggunakan jalur laut untuk pupuk curah. Distribusi menggunakan jalur laut yakni kapal seringkali membutuhkan waktu yang lama. Hal ini semakin sulit dikarenakan permintaan pupuk yang musiman, sehingga perusahaan harus memiliki fasilitas *Distribution Center* (DC) untuk melakukan persediaan di wilayah tujuan distribusi. Pada penelitian ini dirancang sebuah simulasi penjadwalan kapal untuk pengiriman pupuk curah, dimana penentuan jumlah kapal, posisi awal kapal, dan pengubahan batas *coverage days* DC juga dilakukan. Dari hasil penelitian yang didapatkan bahwa besarnya *demand* akan mempengaruhi jumlah kapal yang dibutuhkan dan alternatif selain penambahan jumlah kapal seperti pengubahan batas *coverage days* akan membantu perusahaan dalam meminimalkan *stockout* di DC.

Kata Kunci— Distribusi, Penjadwalan, Simulasi

**MANAGING AND DISPATCHING SHIP SIMULATION FOR
DISTRIBUTION OF THE SUBSIDIZED FERTILIZER –
PT PETROKIMIA GRESIK**

Name : Widyasari Ambar Utami
NRP : 2511 100 115
Supervisor : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng, CSCP

ABSTRACT

The increased global cooperation and competition has created critical logistic challenges in planning and managing the entire of supply chain. Distribution as part of the supply chain plays an important role as one of the company's strategy to increase customer satisfaction. The amount of distribution cost taking into account is about 38.91% of the total company expenditure, hence an advantage for the company if it is able to reduce the distribution costs, which one of them is distribution using sea lines for the bulk fertilizer. Unfortunately, distribution using sea lanes often takes a long time. This is getting more complex due to seasonal demand for fertilizer, so the company have to conduct inventory in the facility called Distribution Center. This research designs a simulation scheduling of ships for delivery of bulk fertilizers, in which the determination of the number of ships, the initial position of the ship, and the changing of the DC's coverage days limits was also performed. From the research results showed that the magnitude of demand will affect the number of ships required and the alternatives beside increase the number of ships such as the changing of the coverage days limits will help the company minimize stockout in DC.

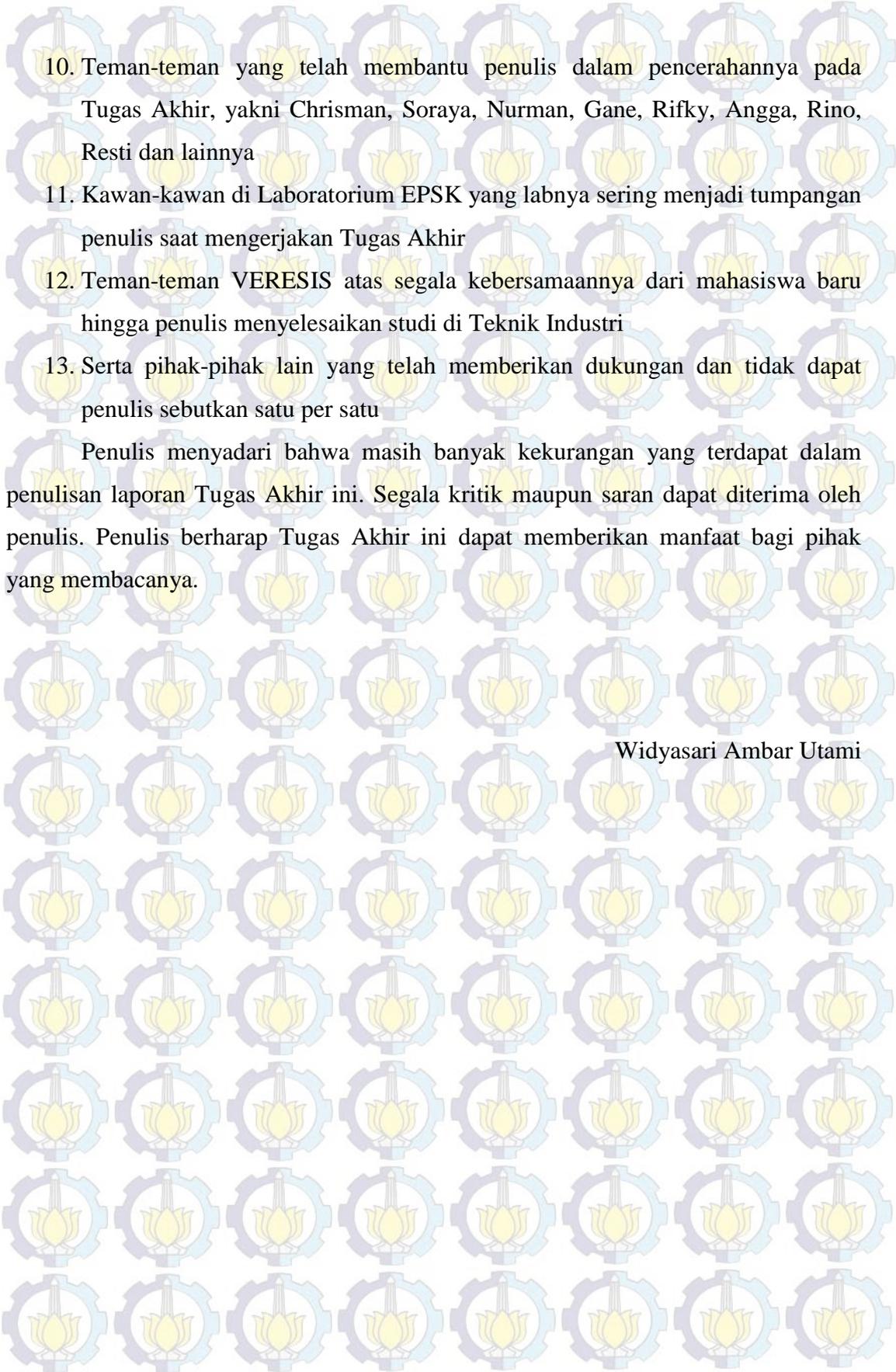
Keywords— *Distribution, Scheduling, Simulation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul: “Simulasi Pengelolaan dan Pemberangkatan Kapal untuk Distribusi Pupuk Bersubsidi-PT Petrokimia Gresik”.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin berterimakasih pada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir: Penulis ingin berterimakasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan rizki-Nya maka diberi kelancaran selama proses pengerjaan
2. Kedua orang tua penulis yang penulis sangat sayangi, Bapak dan Ibu yang telah memberikan dukungan serta doa terus-menerus pada penulis
3. Bapak Ahmad Rusdiansyah, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan segala waktu dan tenaganya dalam membimbing penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini
4. Bapak Nurhadi Siswanto, selaku dosen ko pembimbing yang juga telah memberikan segala waktu dan tenaganya dalam membimbing penulis
5. Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Teknik Industri ITS yang telah membantu selama proses pembelajaran penulis dari semester 1 hingga semester 8
6. Pak Aditya selaku pembimbing dari PT Petrokimia Gresik yang bersedia menjadi pembimbing, memberikan arahan serta sabar dalam proses penulis melakukan pengumpulan data
7. Teman-teman satu perjuangan dalam menyusun Tugas Akhir baik di bawah bimbingan Pak Ahmad Rusdiansyah maupun Pak Nurhadi
8. Mas Bekti, selaku kakak penulis yang telah menghibur penulis
9. Teman-teman dekat penulis yang tergabung dalam 112: Soraya, Audi, Vivi, Aisha, Nita, Pewe, Cinthya. Teman-teman yang selalu menghibur dan saling menguatkan, terimakasih untuk segala kenangan suka dukanya selama berkumpul.

- 
10. Teman-teman yang telah membantu penulis dalam pencerahannya pada Tugas Akhir, yakni Chrisman, Soraya, Nurman, Gane, Rifky, Angga, Rino, Resti dan lainnya
 11. Kawan-kawan di Laboratorium EPSK yang labnya sering menjadi tumpangan penulis saat mengerjakan Tugas Akhir
 12. Teman-teman VERESIS atas segala kebersamaannya dari mahasiswa baru hingga penulis menyelesaikan studi di Teknik Industri
 13. Serta pihak-pihak lain yang telah memberikan dukungan dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

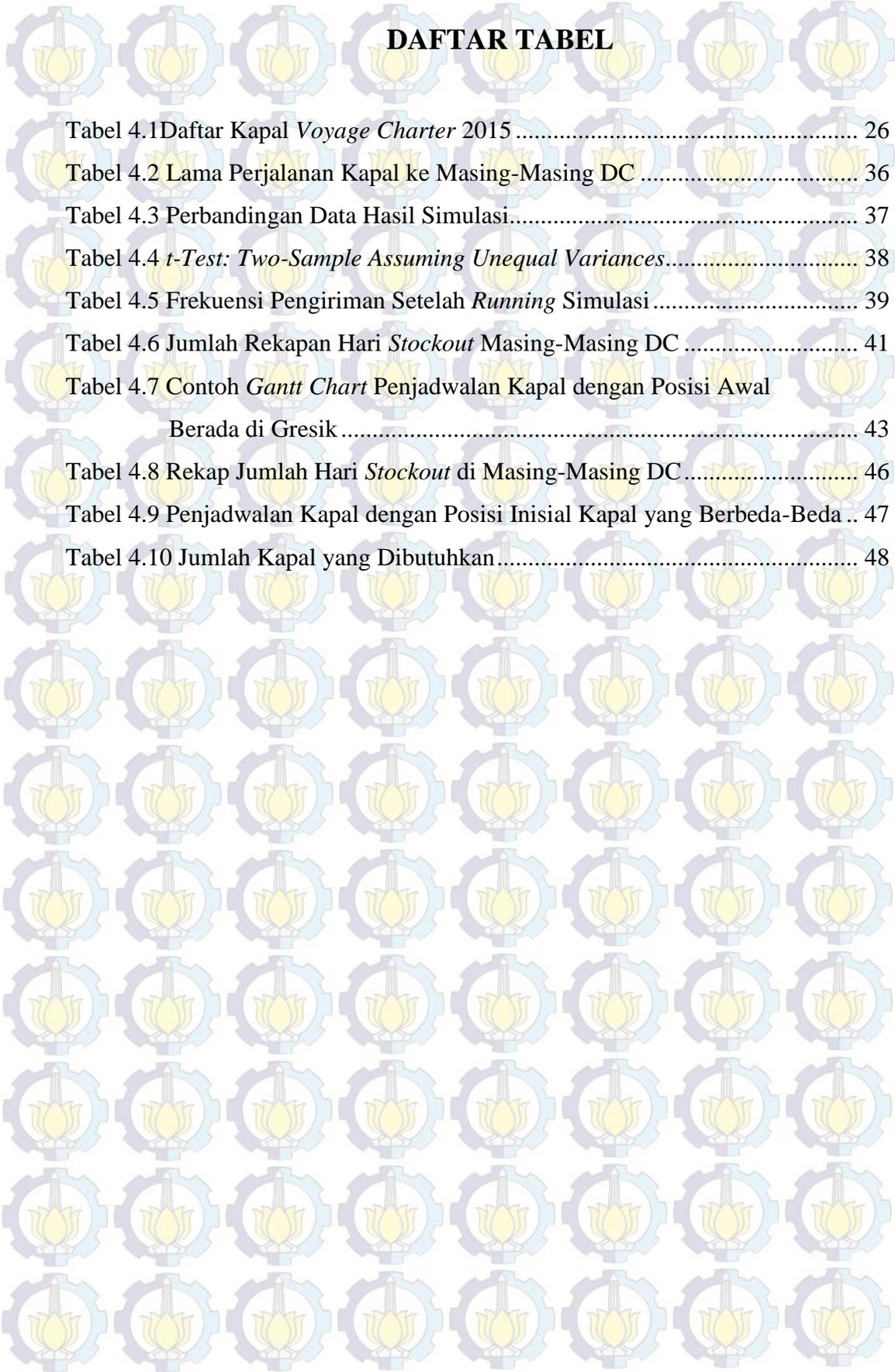
Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Segala kritik maupun saran dapat diterima oleh penulis. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membacanya.

Widyasari Ambar Utami

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Supply Chain Management	7
2.2 Manajemen Distribusi	9
2.3 <i>Inventory Management</i>	11
2.4 Transportasi	12
2.4.1 Transportasi Laut	12
2.5 Simulasi.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tahapan Metodologi Penelitian.....	18
3.1.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	18
3.1.2 Tahap Penyusunan Model Konseptual.....	18

3.1.3	Tahap Simulasi	19
3.1.4	Tahap Verifikasi dan Validasi	19
3.1.5	Uji Skenario	19
3.1.6	Analisa dan Interpretasi	19
3.2	Kesimpulan dan Saran	19
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		21
4.1	Pengumpulan Data	21
4.1.1	Profil Perusahaan	21
4.2	Pengolahan Data	27
4.2.1	Pembuatan Siklus Aktivitas Kapal	27
4.2.2	Pembuatan Model Konseptual	29
4.2.3	Pembuatan Model Simulasi pada <i>Software Arena</i>	30
4.2.4	Verifikasi dan Validasi	34
4.2.5	<i>Running Model Simulasi</i>	38
4.2.5.1	Uji Skenario	44
BAB V ANALISA DAN INTERPRETASI		55
5.1	Analisa <i>Running Simulasi</i> Kondisi Eksisting	55
5.2	Analisa Skenario Perubahan Posisi Insisial Kapal	56
5.3	Analisa Skenario Peningkatan <i>Demand Per Tahun</i>	56
5.4	Analisa Skenario Perubahan Batas <i>Coverage Days</i> dan Jumlah Kapal..	57
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		59
6.1	Kesimpulan	59
6.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN		61



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Kapal <i>Voyage Charter</i> 2015	26
Tabel 4.2 Lama Perjalanan Kapal ke Masing-Masing DC	36
Tabel 4.3 Perbandingan Data Hasil Simulasi	37
Tabel 4.4 <i>t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances</i>	38
Tabel 4.5 Frekuensi Pengiriman Setelah <i>Running</i> Simulasi	39
Tabel 4.6 Jumlah Rekap Hari <i>Stockout</i> Masing-Masing DC	41
Tabel 4.7 Contoh <i>Gantt Chart</i> Penjadwalan Kapal dengan Posisi Awal Berada di Gresik	43
Tabel 4.8 Rekap Jumlah Hari <i>Stockout</i> di Masing-Masing DC	46
Tabel 4.9 Penjadwalan Kapal dengan Posisi Inisial Kapal yang Berbeda-Beda ..	47
Tabel 4.10 Jumlah Kapal yang Dibutuhkan	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi Pupuk Tahun 2007-2014 (Sumber: Statistik APPI 2015)..	2
Gambar 2.1 Permasalahan Klasifikasi Keputusan Logistik (Sumber: Manzini & Bindi, 2009)	8
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	17
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Direktorat Pemasaran (Sumber: PT Petrokimia, 2015)	23
Gambar 4.2 Sistem Distribusi Pupuk (Sumber: PT Petrokimia, 2015)	23
Gambar 4.3 <i>Distribution Center</i> PT Petrokimia Gresik (Sumber: PT Petrokimia, 2015)	25
Gambar 4.4 Blok Diagram Siklus Aktivitas Kapal.....	27
Gambar 4.5 Model Konseptual Pengiriman Pupuk	29
Gambar 4.6 Contoh Posisi Awal Kapal	30
Gambar 4.7 Proses Kedatangan Kapal.....	31
Gambar 4.8 Identifikasi musim.....	31
Gambar 4.9 Identifikasi <i>Inventory Level</i> pada Masing-Masing DC	32
Gambar 4.10 Proses Muat dan Keberangkatan Kapal	33
Gambar 4.11 Proses Antrian di Pelabuhan Tujuan	33
Gambar 4.12 Proses Bongkar Kapal dan Kembali ke Depo Awal	34
Gambar 4.13 Permintaan Pupuk Setiap Harinya di Masing-Masing DC	34
Gambar 4.14 Verifikasi Model dengan <i>Dialog Box</i>	35
Gambar 4.15 <i>Input Variable</i> di Model Simulasi.....	35
Gambar 4.16 Penugasan Kapal ke DC dengan <i>Coverage Days Minimum</i>	36
Gambar 4.17 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Medan Selama Satu Tahun	39
Gambar 4.18 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Lampung Selama Satu Tahun	39
Gambar 4.19 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Makassar Selama Satu Tahun	40
Gambar 4.20 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Padang Selama Satu Tahun.....	40
Gambar 4.21 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Medan Selama Satu Tahun	41
Gambar 4.22 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Lampung Selama Satu Tahun	42
Gambar 4.23 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Makassar Selama Satu Tahun	42

Gambar 4.24 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Padang Selama Satu Tahun	42
Gambar 4.25 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Medan	44
Gambar 4.26 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Lampung.....	45
Gambar 4.27 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Makassar.....	45
Gambar 4.28 Grafik <i>Inventory</i> Harian DC Padang	46
Gambar 4.29 <i>Inventory</i> Harian DC Medan	50
Gambar 4.30 <i>Inventory</i> Harian DC Lampung	51
Gambar 4.31 <i>Inventory</i> Harian DC Makassar	52
Gambar 4.32 <i>Inventory</i> Harian DC Padang.....	53

BAB I

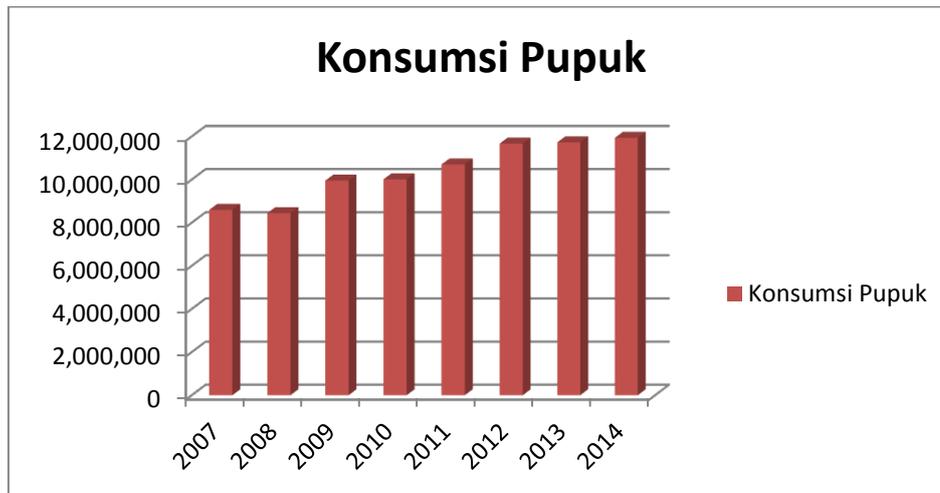
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan penelitian. Pada akhir bab ini juga akan dicantumkan tentang sistematika penulisan laporan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kompetisi dan kerjasama yang global telah menciptakan tantangan logistik yang kritis dalam perencanaan dan pengelolaan keseluruhan *supply chain*. Pengertian dari *supply chain* menurut Pujawan & Mahendrawati (2010) adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama berkerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Komponen *supply chain* dapat terdiri dari berbagai *stage* yakni manufaktur, *supplier*, transportasi, informasi, *warehouse*, *retailer*, dan pelanggan. Banyaknya *stage* pada *supply chain* ini menuntut perusahaan untuk dapat melakukan pengelolaan dengan baik. Salah satu bagian dari *supply chain* adalah bidang distribusi, dimana menurut Pujawan & Mahendrawati (2010) kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi merupakan salah satu komponen keunggulan kompetitif yang penting bagi kebanyakan industri. Distribusi merupakan salah satu bagian dalam *supply chain management*. Distribusi didefinisikan sebagai masalah pengangkutan sejumlah barang tertentu dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (Darmawan, 2004). Distribusi memegang peranan yang penting sebagai salah satu strategi perusahaan untuk meningkatkan kepuasan konsumen. Salah satu produk yang tidak lepas kaitannya dengan distribusi adalah pupuk.

Menurut Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI), kebutuhan pupuk dari tahun ke tahunnya semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pupuk merupakan salah satu faktor produksi yang penting bagi pertanian. Pupuk dapat menyumbangkan 20% terhadap keberhasilan peningkatan produksi sektor pertanian. Gambar 1.1 menunjukkan kenaikan konsumsi pupuk dari tahun 2007 hingga 2014.



Gambar 1.1 Konsumsi Pupuk Tahun 2007-2014 (Sumber: Statistik APPI 2015)

PT Petrokimia Gresik merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pupuk dan merupakan salah satu produsen pupuk terkemuka di Indonesia. Pada tahun 2013 PT Petrokimia, dengan *market share* sebesar 54,45%, mengeluarkan biaya distribusi sekitar 38,91% dari total pengeluarannya pada tahun 2013. Besarnya biaya perusahaan tersebut akan mengurangi pendapatan yang diterima perusahaan, akan tetapi di sisi lain perusahaan juga dituntut dapat memenuhi permintaan pupuk di seluruh Indonesia, sehingga perusahaan dituntut untuk mengoptimalkan proses distribusi sekaligus mengefisienkan biayanya.

Menurut Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No.15 Tahun 2013, PT Petrokimia merupakan penanggungjawab untuk distribusi pupuk bersubsidi yang terdiri dari pupuk Urea, ZA, SP36, Phonska dan Petroganik. Di dalam PT Petrokimia, terdapat unit perusahaan yang disebut dengan Direktorat Pemasaran. Direktorat Pemasaran inilah yang bertugas untuk melakukan penjualan dan pendistribusian produk. Di bawah Direktorat Pemasaran, terdapat Departemen Distribusi Wilayah I dan Wilayah II. Sebelumnya perusahaan membagi menjadi dua area yakni Wilayah I (Jawa dan Bali), dan Wilayah II (Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua). Untuk wilayah luar Jawa dan Bali, pupuk yang didistribusikan adalah jenis ZA, SP36, dan Phonska dan jenis lainnya diperuntukkan wilayah Jawa dan Bali. Akan tetapi dengan adanya kebijakan baru

maka pengiriman pupuk hanya untuk jenis Phonska dikarenakan jenis ZA dan SP36 telah dialihkan kepada perusahaan lainnya.

Pada skema bisnis PT Petrokimia, perusahaan mendistribusikan produk pupuk berupa curah dan kantong. Adapun untuk mendistribusikan produknya, PT Petrokimia menggunakan dua jalur yakni darat dan laut. Pada wilayah I, perusahaan menggunakan jalur darat secara penuh dengan menggunakan truk pengangkut, sebaliknya pada wilayah II perusahaan menggunakan kapal sebagai media transportasi. Sistem yang digunakan perusahaan dalam mengirim pupuk curah salah satunya adalah *voyage charter*, dimana kapal tersebut disewa oleh perusahaan dari penyewa kapal.

Di Indonesia, musim terbagi menjadi dua yakni musim kemarau dan musim penghujan. Pupuk didistribusikan kepada petani untuk digunakan pada masa-masa awal tanam dan setelah panen. Masa awal tanam dan setelah panen tersebut terjadi pada musim penghujan. Masa awal tanam biasanya dimulai pada bulan Januari hingga Maret, sedangkan masa setelah tanam dimulai sekitar bulan September hingga Desember. Pada masa awal dan setelah tanam inilah, pupuk mengalami lonjakan permintaan yang tinggi. Di sisi lain, kapasitas produksi perusahaan adalah konstan. Hal ini menyebabkan perusahaan melakukan langkah antisipasi dengan menyewa fasilitas berupa *Distribution Center (DC)* yang tersebar di berbagai wilayah, yakni di Medan, Padang, dan Lampung, Cigading, Banyuwangi, Gresik, dan Makassar. Hal ini membantu perusahaan untuk melakukan persediaan produknya dalam mengatasi lonjakan permintaan tersebut.

Dari penjabaran di atas, diketahui bahwa di perusahaan terdapat ketidakpastian permintaan yang berupa permintaan musiman serta distribusi pupuk juga mengalami ketidakefisienan yang disebabkan oleh pengiriman khususnya jalur laut. Distribusi dengan jalur laut membutuhkan waktu yang lama sehingga seringkali mengalami keterlambatan pengiriman. Selain itu, seringkali penelitian penjadwalan kapal selama ini mengasumsikan bahwa posisi awal semua kapal tersedia di depot awal, sedangkan pada sistem sesungguhnya posisi kapal bisa terbagi menjadi di depo awal, di depo tujuan ataupun di tengah perjalanan. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada distribusi dengan jalur laut untuk wilayah II khususnya

pengiriman dari Gresik menuju ke *Distribution Center* yang berada di Medan, Lampung, Makassar, dan Padang.

1.2 Perumusan Masalah

Permintaan pupuk yang *seasonal* akan mempengaruhi frekuensi pengiriman dan persediaan di DC. Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, penelitian dirancang untuk melakukan penjadwalan kapal yang digunakan untuk mengirimkan pupuk ke DC selama *planning horizon* tertentu. Dengan metode simulasi diharapkan dapat diketahui penjadwalan kapal yang tepat dengan mempertimbangkan variasi permintaan dan *lead time* pengiriman.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini yakni:

1. Mengetahui jumlah kapal yang digunakan untuk distribusi pupuk curah
2. Melakukan penjadwalan kapal dalam proses distribusi pupuk bersubsidi selama *planning horizon* tertentu

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah

1. Perusahaan dapat mempertimbangkan biaya distribusi yang harus dikeluarkan dengan melihat frekuensi pengiriman dan kuantitas pengiriman sekali jalan untuk mendistribusikan produknya ke *Distribution Center*
2. Hasil dari penelitian tugas akhir merupakan usulan ataupun rekomendasi bagi perusahaan, sedangkan keputusan pengambilan kebijakan dikembalikan kepada pihak perusahaan, khususnya bagian distribusi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai ruang lingkup pada penelitian yang terbagi menjadi dua yakni batasan dan asumsi.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan.

1. Penelitian hanya dilakukan pada Daswil II
2. Penelitian dilakukan pada pupuk bersubsidi yakni Phonska curah

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian yakni stok pupuk di *supply port* tidak mengalami *shortage*

1.6 Sistematika Penulisan

Pada subbab berikut akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang akan digunakan dalam menyusun penelitian tugas akhir.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan penelitian. Selain itu, di subbab akhir juga dicantumkan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan pembahasan mengenai dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian dan membantu peneliti untuk menentukan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Beberapa teori yang dijabarkan dalam bab ini yakni *supply chain management*, *inventory management*, manajemen distribusi, transportasi, dan simulasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian akan berisi mengenai tahapan yang akan dilakukan dalam pengerjaan laporan penelitian, yang dimulai dari tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan interpretasi, hingga pengambilan kesimpulan dan saran.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada tahap pengumpulan data akan dilakukan pengumpulan data yang terkait dengan permasalahan yang diteliti. Sebelum dilakukan proses pengambilan data, akan dijelaskan mengenai kondisi eksisting perusahaan amatan meliputi profil perusahaan dan sistem distribusi eksisting. Setelah itu dilakukan pengembangan model dengan sederhana sebagai awal dalam membangun model simulasi diskrit.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan analisa dan interpretasi dari hasil proses pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya sekaligus menjawab permasalahan yang telah diidentifikasi pada bab pertama.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan penarikan kesimpulan atas pelaksanaan penelitian tugas akhir sebagai solusi dan tujuan dari penelitian tugas akhir. Dalam bab ini juga terdapat saran atau rekomendasi untuk perbaikan bagi perusahaan dan penelitian-penelitian selanjutnya dalam topik yang masih terkait.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai berbagai teori dan konsep yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir. Beberapa konsep yang dijelaskan dalam bab ini yakni *supply chain management*, *inventory management*, manajemen distribusi, transportasi, dan simulasi.

2.1 Supply Chain Management

Supply chain adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama berkerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Komponen *supply chain* dapat terdiri dari berbagai *stage* yakni manufaktur, *supplier*, transportasi, informasi, *warehouse*, *retailer*, dan pelanggan. Banyaknya *stage* pada *supply chain* ini menuntut perusahaan untuk dapat melakukan pengelolaan dengan baik. *Supply chain management* adalah metode, alat, atau pendekatan pengelolaan jaringan perusahaan hingga ke tangan pemakai akhir dengan semangat kolaborasi (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Adapun kegiatan-kegiatan utama yang termasuk ke dalam *supply chain management* adalah:

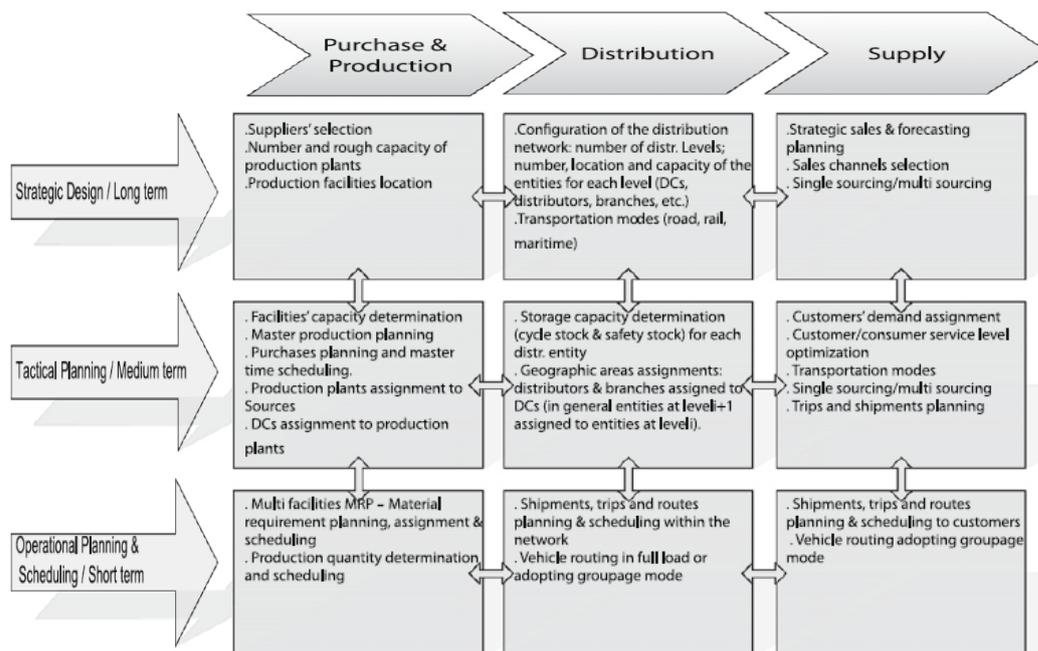
1. Pengembangan produk (*product development*)
Kegiatan ini meliputi riset pasar, merancang produk baru, melibatkan *supplier* dalam perancangan produk baru
2. Pengadaan (*procurement, purchasing, supply*)
Kegiatan ini meliputi memilih dan mengevaluasi kinerja *supplier*, pembelian bahan baku dan komponen, *monitoring* resiko suplai dan pengelolaan *supplier*
3. Perencanaan dan persediaan (*planning & control*)
Kegiatan ini meliputi peramalan permintaan, perencanaan kapasitas, perencanaan produksi dan persediaan
4. Produksi/operasi
Kegiatan ini meliputi eksekusi produk dan pengendalian kualitas

5. Pengiriman/distribusi

Kegiatan ini meliputi perencanaan jaringan distribusi, penjadwalan pengiriman, membina hubungan dengan 3PL, *monitoring service level* di pusat distribusi

6. Pengelolaan pengembalian produk (*return*)

Di dalam *supply chain management*, penting halnya untuk membangun atau menentukan strategi yang tepat bagi perusahaan. Strategi merupakan proses dimana rencana dibuat untuk membantu perusahaan mencapai tujuannya. Terdapat tiga area strategi yang berbeda dalam membuat keputusan di *supply chain*. Menurut Manzini et al (2008) dalam Manzini & Bindi (2009) klasifikasi keputusan berdasarkan perancangan, perencanaan, dan penjadwalan produksi dan sistem distribusi logistik terdiri dari berbagai tingkat entitas seperti sumber daya, pabrik produksi, DC, distributor, pelanggan, dan lain-lain.



Gambar 1.1 Permasalahan Klasifikasi Keputusan Logistik (Sumber: Manzini & Bindi, 2009)

Pada Gambar 2.1 diketahui bahwa permasalahan strategi *supply chain* dapat dibagi menjadi tiga yakni:

1. Perencanaan strategis

Pada tingkat ini, strategi yang dibuat ditujukan untuk jangka waktu yang panjang (3-5 tahun) dan berbagai permasalahan strategis seperti merancang dan mengatur multi tahap *supply chain*. Keputusan pada tahap ini akan menentukan jumlah fasilitas, lokasi geografis, kapasitas lokasi, dan alokasi permintaan pelanggan, serta moda transportasi.

2. Perencanaan taktis

Tingkat ini ditujukan untuk jangka waktu medium dan berhubungan dengan penentuan kebijakan pemenuhan terbaik serta alur material di dalam *supply chain*. Pada tahap ini akan menentukan area yang akan disuplai dan sumbernya, rencana persediaan, dan kebijakan *inventory*.

3. Perencanaan operasional

Tingkat ini berkaitan dengan adanya variasi waktu, keterkaitan penentuan dari jumlah fasilitas logistik, lokasi geografis, dan kapasitas fasilitas untuk mengoptimalkan alokasi harian permintaan pelanggan kepada retailer, DC atau produsen, termasuk di dalamnya adalah mengalokasikan permintaan pada persediaan atau produksi dan menetapkan jadwal pengiriman.

Pada penelitian tugas akhir ini, permasalahan *supply chain management* yang diangkat yakni berkisar pada perencanaan operasional dengan menentukan penjadwalan kapal.

2.2 Manajemen Distribusi

Distribusi adalah suatu aktivitas untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* ke pihak konsumen dalam *supply chain* (Chopra & Meindl, 2007). Distribusi memiliki peran penting berkaitan dengan profit perusahaan, sehingga perlu dilakukan pengelolaan. Kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi merupakan satu keunggulan kompetitif yang sangat penting bagi kebanyakan industri. Manajemen distribusi mencakup berbagai aktivitas pengiriman dan penyimpanan produk, pengolahan informasi dan pelayanan kepada pelanggan. (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Berikut merupakan fungsi-fungsi dasar dari manajemen distribusi dan transportasi:

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level* terkait dengan besarnya kontribusi pelanggan terhadap pendapatan yang diterima perusahaan.
2. Menentukan moda transportasi yang akan digunakan untuk mendistribusikan produk ke pelanggan
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman yang akan berdampak pada biaya pengiriman dan penyimpanan yang tinggi
5. Memberikan pelayanan nilai tambah, seperti pengemasan, pemberian harga dan *barcode*
6. Menyimpan persediaan, baik di gudang pusat ataupun regional
7. Menangani pengembalian produk dari hilir ke hulu

Selain fungsi dasar, di manajemen distribusi juga terdapat tiga strategi yang digunakan dalam distribusi produk dari produsen hingga ke konsumen. Ketiga jenis strategi tersebut adalah:

1. Pengiriman langsung

Dalam strategi ini, pengiriman dilakukan dari produsen langsung ke pelanggan atau konsumen tanpa melalui gudang atau tempat penyimpanan lain. Strategi ini sesuai untuk produk yang memiliki umur pendek dan mudah rusak. Strategi ini dapat mengurangi biaya pembukaan atau penyewaan dan biaya simpan di gudang distribusi sekaligus mengurangi jumlah gudang distribusi yang dibutuhkan. Kelemahan strategi ini adalah biaya transportasi yang tinggi akibat adanya ketidakpastian permintaan.

2. *Cross-docking*

Dalam strategi ini, pengiriman dilakukan dari produsen menuju ke fasilitas yang disebut dengan *cross-dock* yang fungsinya untuk transfer barang dari kendaraan produsen ke kendaraan yang akan menuju ke pelanggan. Strategi ini bisa mempercepat pengiriman produk sekaligus meminimalkan biaya.

3. Pengiriman melalui gudang

Dalam strategi ini, pengiriman dilakukan dari produsen melalui gudang sebelum dikirim menuju ke pelanggan. Strategi ini sesuai untuk produk yang memiliki umur relatif lama dan permintaan yang tidak pasti. Kelemahan strategi ini adalah waktu yang dibutuhkan produk untuk sampai ke pelanggan menjadi lebih lama, di samping biaya yang muncul dengan adanya gudang.

2.3 Inventory Management

Inventory memegang peranan yang penting pada perusahaan. Menurut Pujawan & Mahendrawati (2010) banyak perusahaan besar memiliki *inventory* lebih dari 25% dari total asetnya sehingga harus membayar biaya yang sangat besar. Oleh karena itu pengelolaan *inventory* akan meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Dalam menentukan kebijakan *inventory* perlu diperhatikan informasi berupa *demand*, *lead time*, dan *inventory cost*. Menurut Pujawan & Mahendrawati (2010) *inventory* terbagi menjadi beberapa macam berdasarkan fungsinya, antara lain:

1. *Pipeline/ in-transit inventory stock*

Persediaan yang muncul karena *lead time* pengiriman dari satu tempat ke tempat lain, contohnya adalah barang yang tersimpan di dalam truk selama proses pengiriman.

2. *Cycle stock*

Persediaan ini muncul untuk memenuhi skala ekonomi. Persediaan ini memiliki siklus tertentu saat pengiriman jumlahnya banyak, kemudian sedikit demi sedikit berkurang akibat dipakai atau dijual sampai akhirnya habis atau hampir habis, kemudian mulai dengan siklus baru lagi.

3. *Safety stock*

Persediaan ini muncul perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan ataupun pasokan. Perusahaan biasanya menyimpan lebih banyak dari yang diperkirakan dibutuhkan selama suatu periode tertentu supaya jika terdapat *demand* atau kebutuhan yang lebih banyak dapat terpenuhi tanpa harus menunggu.

4. *Anticipation stock*

Persediaan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan yang bersifat musiman dari permintaan suatu produk. Walaupun *anticipation stock* hakikatnya mengantisipasi permintaan yang tidak pasti, namun perusahaan dapat memprediksi adanya kenaikan dalam jumlah yang signifikan (bukan sekedar pola acak).

2.4 Transportasi

Model transportasi erat kaitannya dengan penentuan rencana untuk meminimalkan biaya pada pengiriman suatu produk dari tempat asal ke tempat tujuan. Model transportasi merupakan sebuah program linear yang dapat dipecahkan dengan metode simpleks biasa, tetapi dapat juga dikembangkan dengan sehingga perhitungannya lebih efisien (Darmawan, 2004). Model transportasi antara lain mencakup :

- a. Jumlah *supply* di tempat sumber dan jumlah permintaan (*demand*) di tempat tujuan
- b. Biaya transportasi per unit produk dari sumber ke tujuan.

Adapun dalam transportasi terdapat dua pihak yang terlibat yakni:

1. *Shipper* yaitu perusahaan atau pihak yang membutuhkan jasa pengiriman atau distribusi produk ke konsumen
2. *Carrier* yaitu pihak yang menyediakan jasa pengangkutan produk ke konsumen.

Pengambilan keputusan dari pihak *shipper* akan berbeda dengan pihak *carrier*, dari sisi *carrier* misalnya terkait dengan kebijakan untuk investasi alat angkut dan gudang. Terdapat beragam jenis moda transportasi yang dapat digunakan untuk distribusi. Berikut merupakan pembagian sistem transportasi berdasarkan jenis media produk dipindahkan:

1. Transportasi darat, dibagi menjadi dua yakni *highway* dan *rail*
2. Transportasi udara, dibagi menjadi dua yakni *domestic* dan *international*
3. Transportasi laut dibagi menjadi dua yakni *inland*, *coastal*, dan *ocean*
4. *Pipeline* yakni minyak, gas, dan lainnya.

2.4.1 Transportasi Laut

Transportasi laut merupakan salah satu moda transportasi utama dalam logistik dunia, dimana transportasi laut merupakan angkutan terbesar yang membawa beban dari satu tempat awal ke tempat tujuan. Menurut Agra et al., (2015) pentingnya moda transportasi laut merupakan hal yang telah jelas untuk transportasi jarak jauh, bahkan krusial dalam ekonomi lokal dimana laut merupakan penghubung alami antara beberapa wilayah, seperti negara yang berbentuk kepulauan. Akan tetapi moda transportasi ini juga memiliki kelemahan, dimana moda transportasi laut sering mengalami *delay* dan waktu pengirimannya cenderung lebih lama karena kecepatan pengiriman yang rendah.

Adapun untuk perencanaan mengenai transportasi laut, Christiansen et al (2007) mengklasifikasikannya ke dalam 3 jenis, yakni strategis, taktis, dan operasional. Dalam permasalahan strategis, permasalahan yang dibahas yakni pemilihan lokasi pasar dan perdagangan, desain kapal, rancangan jaringan dan sistem transportasi, keputusan armada, dan pelabuhan. Untuk permasalahan taktis, permasalahan yang dibahas berputar pada *assignment* kapal, penjadwalan kapal, *inventory ship routing*, *berth and crane scheduling*, manajemen kapal, dan distribusi dari kontainer kosong. Sedangkan permasalahan operasional meliputi kecepatan pelayaran, *ship loading*, dan *environmental routing*.

Dalam melakukan penelitian mengenai transportasi laut, Nurminarsih & Rusdiansyah (2012) membagi karakteristik yang perlu diperhatikan. Salah satu karakteristik yang penting adalah karakteristik pelabuhan dimana hal yang menjadi pertimbangan antara lain

- 2.1 Dimensi kapal berlabuh terkait kedalaman dan kapasitas pelabuhan
- 2.2 Biaya *loading* dan *unloading*
- 2.3 Waktu *loading* dan *unloading*
- 2.4 Kapasitas simpan masing-masing kargo dan produk

2.5 Simulasi

Menurut (Kelton et al., 2002) simulasi adalah metode untuk meniru perilaku nyata dari sistem dengan menggunakan *software* komputer. Banyak

penelitian yang membuktikan bahwa simulasi menunjukkan performa lebih baik bila dibandingkan dengan metode matematis dalam aturan industri. Salah satu keunggulan simulasi dalam pemecahan masalah yakni kemampuan dari simulasi untuk mempertimbangkan perilaku stokastik ataupun sistem yang nyata sehingga validasi dari model simulasi dapat lebih baik. Selain itu waktu yang dibutuhkan untuk mencari jawaban untuk sistem yang kompleks, lebih cepat bila dibandingkan metode analitis seperti metode eksak, heuristik, dan metaheuristik.

Menurut Law & Kelton (2000) berdasarkan karakteristiknya, simulasi dibagi menjadi tiga yakni:

1. Statis dan dinamis

Simulasi statis adalah simulasi yang menggunakan kerandoman dan waktu dianggap mempengaruhi simulasi ini, sedangkan simulasi dinamis merupakan simulasi yang sistemnya memiliki pengaruh terhadap waktu

2. Kontinyu dan diskrit

Simulasi kontinyu adalah simulasi yang memiliki variabel yang berubah-ubah terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan simulasi diskrit adalah simulasi yang memiliki variabel yang berubah pada titik waktu tertentu.

3. Deterministik dan stokastik.

Simulasi deterministik adalah simulasi yang tidak memiliki variabel yang bersifat probabilistik (bersifat konstan). Sedangkan simulasi stokastik merupakan simulasi dengan variabel yang bersifat tidak konstan (probabilistik).

Selanjutnya setelah menetapkan jenis simulasi, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam simulasi (Kelton, 2002) yakni:

1. Mengidentifikasi sistem secara jelas
2. Membuat model konseptual yang menggambarkan sistem yang nyata. Model konseptual berguna sebagai acuan awal dalam membangun model simulasi
3. Membangun konseptual menjadi model di komputer

Selanjutnya setelah membangun model konseptual, yakni menerjemahkan model tersebut ke dalam *software* yang digunakan

4. Melakukan verifikasi model untuk mengecek bahwa model telah sesuai dengan konseptual

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

5. Melakukan validasi model untuk mengecek sistem nyata

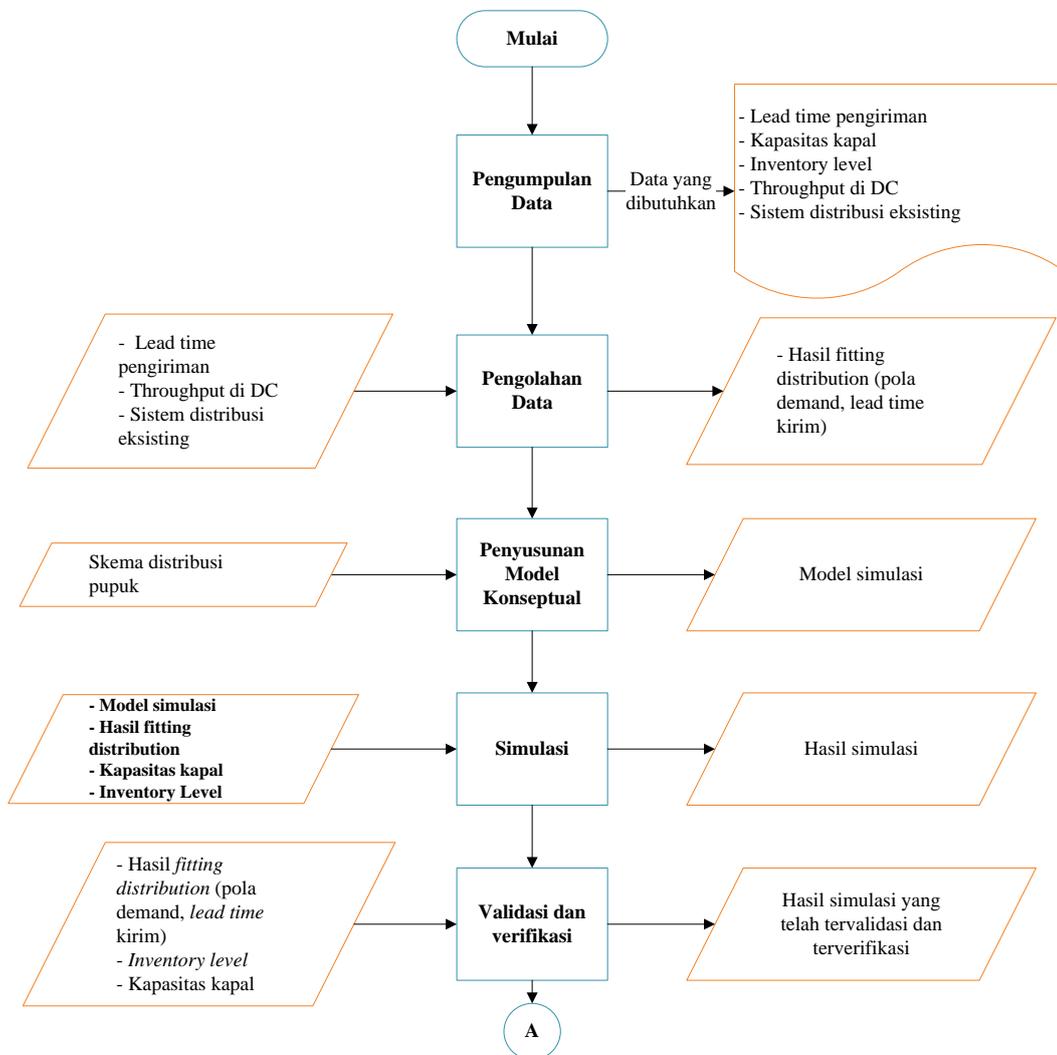
Validasi adalah proses perbandingan parameter antara model simulasi dengan sistem riilnya. Model dapat dikatakan valid bila tidak ada perbedaan signifikan antara observasi model dengan sistem riil.

6. Melakukan *run* model dengan jumlah replikasi yang diberikan
7. Menganalisa hasil menggunakan metode statistik

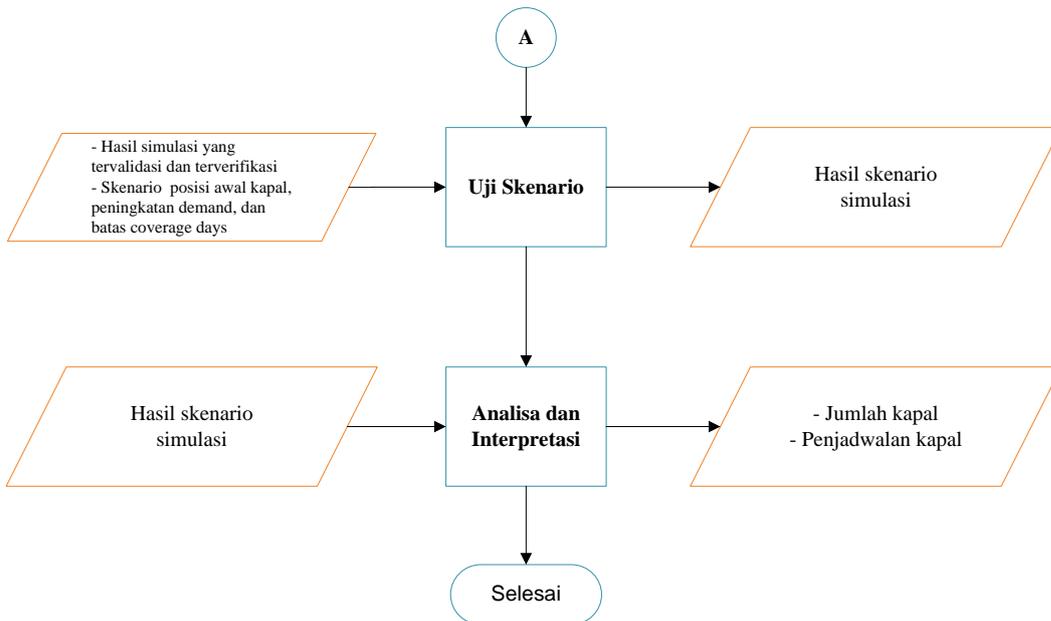
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan seluruh langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir sehingga penelitian dapat tersusun secara sistematis sesuai *framework* penelitian. Terdapat beberapa tahap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisa dan interpretasi data, dan tahap pengambilan kesimpulan dan saran. Adapun *framework* penelitian tugas akhir ini adalah:



Gambar 1.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 1.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahapan Metodologi Penelitian

Berdasarkan alur metodologi penelitian, berikut merupakan subbab yang berisi penjelasan masing-masing tahapan pada Gambar 3.1.

3.1.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi permasalahan dan penetapan tujuan penelitian. Selain itu dilakukan pula studi literatur terkait dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dan studi lapangan berupa wawancara terhadap bagian distribusi PT Petrokimia Gresik untuk mengetahui kondisi eksisting perusahaan. Adapun data yang dikumpulkan yakni: *lead time* pengiriman, kapasitas kapal, *inventory level* masing-masing DC, *throughput* harian DC, dan sistem distribusi eksisting. Dari data tersebut kemudian data dilakukan pengolahan pada data *demand* dan *lead time* dengan *fitting distribution* dari *software* InputAnalyzer.

3.1.2 Tahap Penyusunan Model Konseptual

Setelah mengumpulkan dan mengolah data, langkah selanjutnya adalah menyusun model konseptual yang merepresentasikan kondisi nyata, khususnya

sistem distribusi dengan menggunakan kapal pada DC. Hasil pada tahap ini akan menjadi acuan dalam membentuk model simulasi di *software*.

3.1.3 Tahap Simulasi

Pada penelitian ini digunakan *software* ARENA. Input pada simulasi ini adalah kapasitas kapal, *inventory level* masing-masing DC, hasil *fitting distribution*, dan model simulasi yang telah dibangun pada tahap sebelumnya. Penggunaan simulasi didasarkan pada *demand* dan *lead time* yang bersifat stokastik. Dengan menggunakan simulasi maka hasil yang didapatkan diharapkan semakin mendekati keadaan nyata sistem, sehingga tujuan penelitian dapat dicapai.

3.1.4 Tahap Verifikasi dan Validasi

Verifikasi dan validasi diperlukan pada simulasi yang telah dibangun. Verifikasi merupakan proses untuk mengecek apakah terdapat kesalahan dalam program atau tidak, sedangkan validasi adalah proses untuk mengecek apakah simulasi yang dibuat telah merepresentasikan sistem yang nyata atau tidak.

3.1.5 Uji Skenario

Setelah mendapatkan hasil model eksisting, selanjutnya akan dilakukan uji skenario dengan mengubah posisi inisial kapal, batas *coverage days* dan jumlah kapal yang digunakan dalam proses pengiriman pupuk.

3.1.6 Analisa dan Interpretasi

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis dan interpretasi dari hasil pengolahan data yang didapatkan. Analisis yang dilakukan adalah penentuan jumlah kapal yang dibutuhkan dan.

3.2 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pengambilan kesimpulan dan saran. Kesimpulan ditarik untuk menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan di awal

berdasarkan hasil penelitian tugas akhir, sedangkan saran penelitian ditujukan sebagai rekomendasi bagi penelitian ke depannya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab empat ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data yang dilakukan dan studi awal mengenai proses distribusi di perusahaan. Kemudian dilakukan perancangan model dengan menggunakan simulasi.

4.1 Pengumpulan Data

Beberapa data dikumpulkan untuk membantu menjelaskan mengenai kondisi eksisting dari sistem distribusi pupuk dan juga sebagai *input* yang digunakan untuk membangun model simulasi. Beberapa data yang dikumpulkan antara lain:

1. *Demand* harian pupuk
2. Jumlah dan kapasitas kapal sewa *voyage charter*
3. *Lead time* pengiriman masing-masing tujuan
4. *Inventory level* masing-masing DC

Data ini kemudian menjadi acuan untuk membangun kondisi eksisting dalam permasalahan ini.

4.1.1 Profil Perusahaano

PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Perusahaan ini bergerak dalam industri pupuk, bahan-bahan kimia, peralatan pabrik, dan lainnya. Berikut merupakan produk-produk yang dihasilkan oleh PT Petrokimia.

1. Produk pupuk yang dihasilkan terbagi menjadi beberapa jenis antara lain:
 - a. Pupuk Majemuk (Phonska)
 - b. Urea
 - c. Amonium Sulfat (ZA)
 - d. Superfosfat (SP-36)
 - e. Petroganik

2. Produk bahan kimia yang dihasilkan terbagi menjadi beberapa jenis antara lain:
 - a. Amoniak
 - b. Asam fosfat
 - c. Asam Sulfat

Menurut Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia No.15 Tahun 2013, PT Petrokimia merupakan penanggungjawab untuk distribusi pupuk bersubsidi yang terdiri dari pupuk Urea, ZA, SP36, dan Phonska. Untuk wilayah luar Jawa dan Bali, pupuk yang didistribusikan jenis ZA, SP36, dan Phonska dan jenis Urea diperuntukkan wilayah Jawa dan Bali.

4.1.1.1 Visi dan Misi PT Petrokimia Gresik

Visi dari perusahaan PT Petrokimia Gresik adalah:

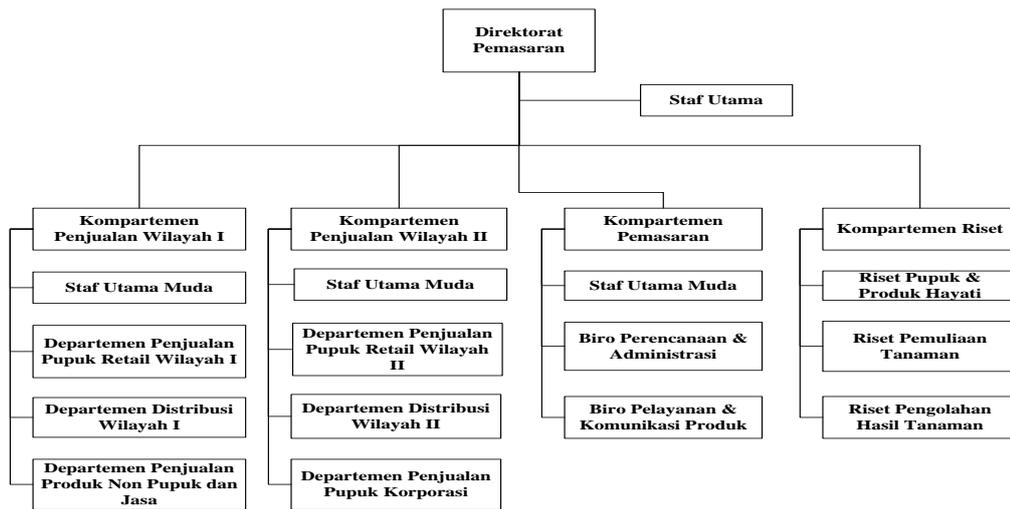
“Menjadi produsen pupuk dan produk kimia lainnya yang berdaya saing tinggi dan produknya paling diminati konsumen”

Sedangkan misi dari PT Petrokimia Gresik adalah:

1. Mendukung penyediaan pupuk nasional untuk tercapainya program swasembada pangan
2. Meningkatkan hasil usaha untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional dan pengembangan usaha
3. Mengembangkan potensi usaha untuk pemenuhan industri kimia nasional dan berperan aktif dalam *community development*

4.1.1.2 Struktur Organisasi Direktorat Pemasaran

Gambar 4.1 menunjukkan struktur organisasi direktorat pemasaran yang merupakan tempat penelitian dilakukan.

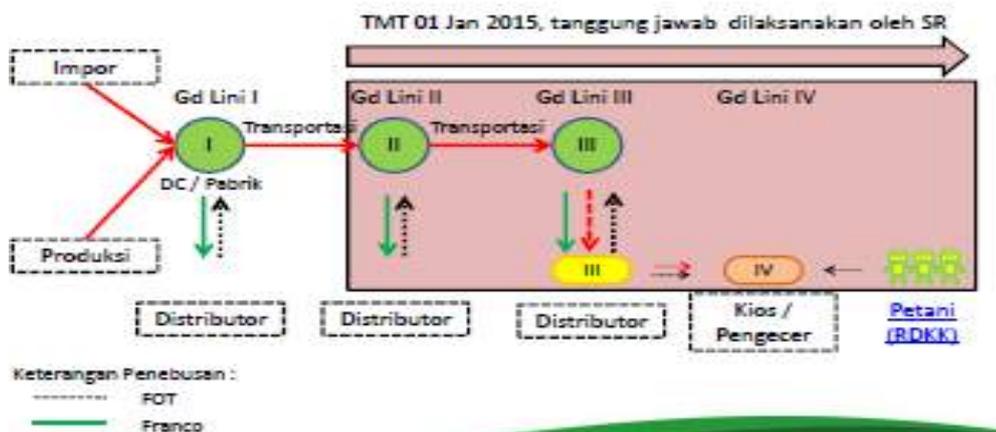


Gambar 1.1 Struktur Organisasi Direktorat Pemasaran (Sumber: PT Petrokimia, 2015)

Dalam Direktorat Pemasaran terbagi menjadi 4 bagian yakni Kompartemen Penjualan Wilayah I, Kompartemen Penjualan Wilayah, Kompartemen Pemasaran, dan Kompartemen Riset. Untuk Kompartemen Penjualan Wilayah I menaungi sebanyak tiga departemen di bawahnya yakni Departemen Penjualan Pupuk Retail Wilayah I, Departemen Distribusi Wilayah I, dan Departemen Penjualan Produk Non Pupuk dan Jasa. Hal yang sama juga berlaku pada Kompartemen Penjualan Wilayah II.

4.1.1.3 Sistem Distribusi Pupuk Bersubsidi PT Petrokimia Gresik

Alur proses distribusi pupuk yang ada di PT Petrokimia Gresik mencakup hingga 4 lini.



Gambar 1.2 Sistem Distribusi Pupuk (Sumber: PT Petrokimia, 2015)

Sebelum pupuk sampai pada *end customer* (petani), pupuk didistribusikan melalui beberapa tahap yakni dari produksi atau impor (Lini I) kemudian disalurkan ke *Distribution Center* (DC) ataupun gudang Lini II. Dari lini II pupuk didistribusikan lagi menuju gudang Lini III, selanjutnya didistribusikan ke gudang Lini IV dan dari gudang pengecer inilah pupuk akhirnya sampai pada petani. Adapun maksud dari FOT adalah *Free On Truck* yakni kondisi normal dimana distribusi pupuk tidak mengalami hambatan hingga ke truk distributor, sedangkan *franco* adalah kondisi khusus dimana distribusi pupuk sulit diakses transportasi sehingga perusahaan hanya mengirimkan sampai gudang distributor.

Adapun pengertian dari gudang lini menurut Peraturan Kementrian Perdagangan No. 15 Tahun 2013 adalah:

1. Lini I adalah lokasi gudang pupuk di wilayah pabrik produsen atau di wilayah pelabuhan tujuan untuk pupuk impor.
2. Lini II adalah lokasi gudang produsen di wilayah Ibukota Provinsi dan Unit Pengantongan Pupuk (UPP) atau di luar wilayah pelabuhan
3. Lini III adalah lokasi gudang produsen dan/atau distributor di wilayah kabupaten/kota yang ditunjuk atau ditetapkan oleh produsen
4. Lini IV adalah lokasi gudang atau kios pengecer di wilayah kecamatan dan/atau desa yang ditunjuk atau ditetapkan oleh distributor.

Adapun fasilitas *Distribution Center* untuk wilayah luar Jawa dan Bali, yang disewa perusahaan terletak di Ibukota Provinsi yakni Medan, Lampung, Padang, dan Makassar.



Gambar 1.3 *Distribution Center* PT Petrokimia Gresik (Sumber: PT Petrokimia, 2015)

4.1.1.4 Strategi dan Kebijakan Departemen Distribusi Wilayah II

Dalam kebijakan Departemen Distribusi Wilayah II PT Petrokimia, perencanaan distribusi dibagi menjadi dua yakni terkait transportasi dan *warehousing*. Pada transportasi, terdapat dua hal pokok yang diperhatikan yakni:

1. Jenis sewa yang digunakan pada transportasi kapal ada 3, yaitu
 - a. *Voyage Charter*, merupakan jenis sewa yang digunakan untuk satu kali perjalanan kapal
 - b. *Time Charter*, merupakan jenis sewa yang bergantung pada waktu yang disepakati
 - c. *Container*, merupakan jenis sewa berdasarkan jumlah ton yang diangkut dalam kapal
2. Jenis kerjasama yang digunakan ada 2, yaitu:
 - a. Spot
 - b. Kontrak

Merupakan tender yang dibuat oleh perusahaan dengan mengacu pada peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah. Dimana rekanan yang memenangkan tender, berhak untuk mendapatkan kontrak

Adapun daftar kapal *voyage charter* yang digunakan dalam melakukan pengiriman pupuk curah ke daerah Wilayah II yang berasal dari rekanan kontrak pada tahun 2015 adalah:

Tabel 1.1 Daftar Kapal *Voyage Charter* 2015

Nama Kapal	Kapasitas
Berkah 36	25000
Isa Glory	22000
Isa Lucky	20000
Isa Winter	11500
Sinar Sejati	8000

4.1.1.5 Bongkar Muat Pupuk

Pelabuhan PT Petrokimia Gresik memiliki dermaga bongkar muat berbentuk huruf T dengan berbagai fasilitas yang ada. Dermaga pada pelabuhan ini memiliki panjang 810 meter dan lebar 36 meter. Sisi laut dermaga dapat disandari oleh empat buah kapal dengan bobot mati 40.000 ton, sedangkan sisi darat dapat disandari dua buah kapal dengan bobot mati 27.000 ton. Berikut merupakan fasilitas yang terdapat pada dermaga:

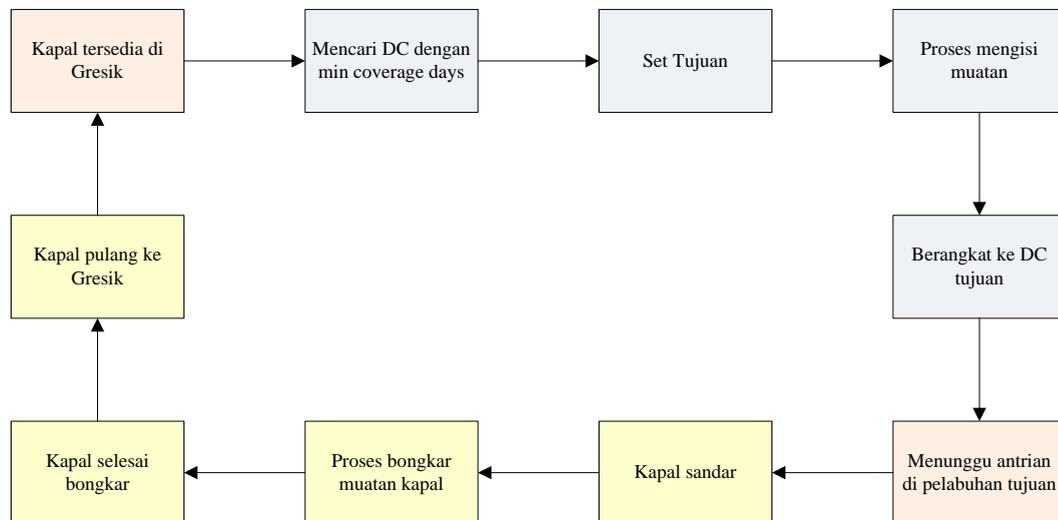
1. *Continous Ship Unloader* (CSU) dengan kapasitas masing-masing 8000 ton/hari. Alat ini digunakan untuk membongkar muatan produk padat pada kapal
2. *Kangaroo Crane* (KC) dengan kapasitas masing-masing 7000 ton/hari. Alat ini juga digunakan untuk membongkar muatan produk padat pada kapal
3. *Ship loader* dengan kapasitas 1000 ton per hari, yang digunakan untuk melakukan proses muat.
4. *New ship loader* dengan kapasitas 1000 ton per hari untuk melakukan proses muat *Cement Retarder* (CR)
5. Ban berjalan dengan panjang keseluruhan 22 km
6. Fasilitas bongkar muat cair dengan menggunakan pipa berkapasitas 250 ton per jam untuk NH₃ dan 180 ton per jam untuk H₂SO₄

4.2 Pengolahan Data

Dari pengumpulan data yang telah dilakukan, kemudian dilakukan olah data untuk menjelaskan sistem distribusi dan untuk membangun model simulasi.

4.2.1 Pembuatan Siklus Aktivitas Kapal

Pada tahap pertama, aktivitas kapal di dalam satu siklus digambarkan dengan beberapa tahapan. Dengan cara mengklasifikasikannya ke dalam beberapa tahap, maka hal ini dapat membantu dalam membangun model simulasi. Gambar 4.4 menunjukkan aktivitas yang terbagi ke dalam beberapa tahap, dengan masing-masing menggambarkan kegiatan yang dilakukan.



Gambar 1.4 Blok Diagram Siklus Aktivitas Kapal

Berikut merupakan penjabaran dari masing-masing tahapan:

1. Kapal tersedia di Gresik

Pada tahap ini kapal memiliki posisi awal di depo asal atau Gresik. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini dipertimbangkan bila posisi awal kapal berada pada perjalanan atau di depo tujuan.

2. Mencari *Distribution Center* dengan *coverage days* minimum

Pada tahap ini, dilakukan pencarian *coverage days* minimum di antara DC yang menjadi tujuan.

3. Set Tujuan

Pada tahap ini setelah menemukan DC dengan *coverage days* minimum, kapal yang tersedia telah ditugaskan menuju DC tersebut. Tetapi bila posisi awal kapal bukanlah di Gresik, maka kapal terlebih dahulu harus menyelesaikan perjalanannya.

4. Proses Mengisi muatan

Pada tahap ini, kapal yang telah memiliki tujuan segera melakukan proses mengisi muatan. Muatan yang diisikan yakni sebanyak kapasitas kapal. Proses mengisi kapal dilakukan dengan kecepatan isi 200 ton per jamnya. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengisi muatan adalah kapasitas kapal dibagi dengan kecepatan pengisian.

5. Berangkat ke DC Tujuan

Pada tahap ini, aktivitas kapal adalah berangkat menuju depo tujuan. Lamanya waktu perjalanan didapatkan dari data historis perusahaan. Lamanya perjalanan juga bergantung pada tujuan yang dituju. Pada tahap ini dilakukan kecocokan distribusi untuk menentukan ekspresi yang tepat dalam memodelkan simulasi.

6. Menunggu Antrian

Pada tahap ini, kapal yang menuju DC tujuan harus melalui pelabuhan dimana pelabuhan yang dituju bukanlah milik perusahaan, sehingga kapal harus melakukan antrian sebelum dapat melakukan proses sandar.

7. Proses Sandar

Pada tahap ini, jika kapal tiba dan saat itu dermaga tersedia, maka kapal bisa langsung melakukan sandar. Tetapi bila dermaga sedang penuh maka kapal tidak dapat langsung melakukan proses sandar

8. Proses Bongkar

Pada tahap ini, kapal melakukan kegiatan bongkar muatan dimana kecepatan bongkar sebesar 150 ton per jamnya, sehingga lamanya waktu bongkar adalah kapasitas kapal dibagi dengan kecepatan membongkar.

9. Kapal Selesai Bongkar

Pada tahap ini, kapal telah melakukan proses bongkar. Di Tahap ini juga dilakukan proses *update inventory level* pada DC tujuan. Hal ini

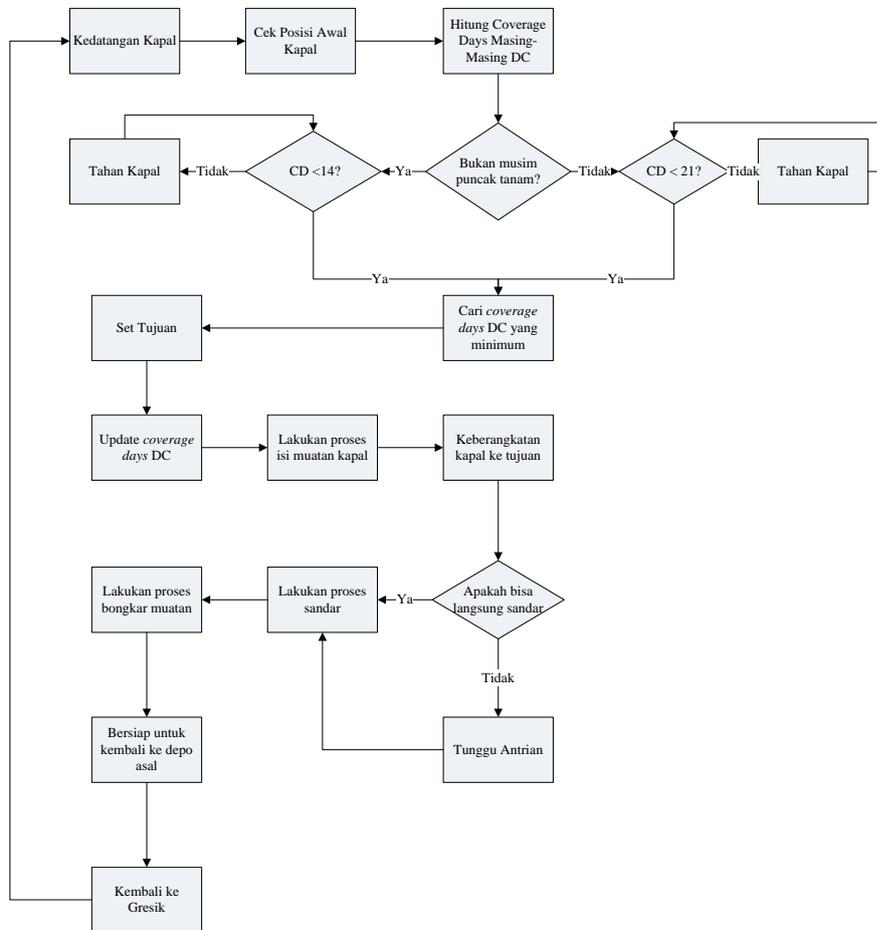
membantu dalam pencarian *coverage days* minimum serta pemenuhan kebutuhan permintaan di DC

10. Kapal Kembali ke Gresik

Tahapan ini adalah tahapan terakhir dari siklus aktivitas kapal, dimana kapal akan kembali ke depo awal dan siap melakukan pengiriman kembali.

4.2.2 Pembuatan Model Konseptual

Dari pengumpulan data yang dilakukan, didapatkan penjelasan mengenai sistem distribusi yang dilakukan oleh Departemen Distribusi Wilayah II PT Petrokimia. Berdasarkan data tersebut, maka dikembangkan suatu model konseptual sebagai acuan dalam membangun model simulasi diskrit di *software* ARENA.



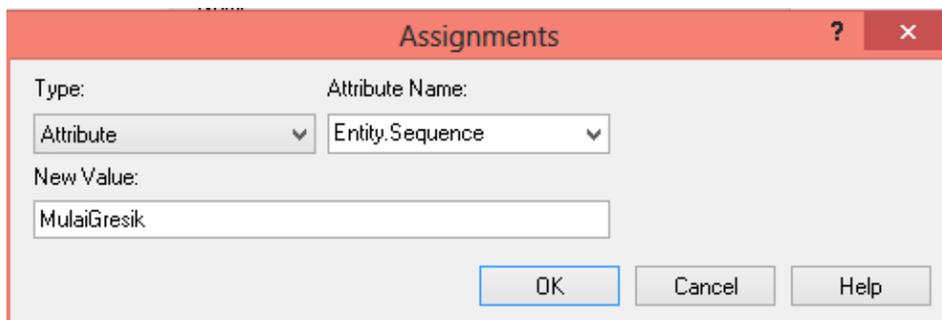
Gambar 1.5 Model Konseptual Pengiriman Pupuk

4.2.3 Pembuatan Model Simulasi pada *Software Arena*

Tahap pertama yang dilakukan dalam membuat model simulasi adalah menentukan kedatangan kapal yang berjumlah 5 buah. Kapal dibuat sebagai entitas dengan jenis dan kapasitas yang berbeda-beda. Selain jenis dan kapasitas yang berbeda-beda, masing-masing posisi awal kapal nantinya di skenario akan dibuat berbeda-beda. Adapun posisi awal kapal terbagi menjadi beberapa yakni:

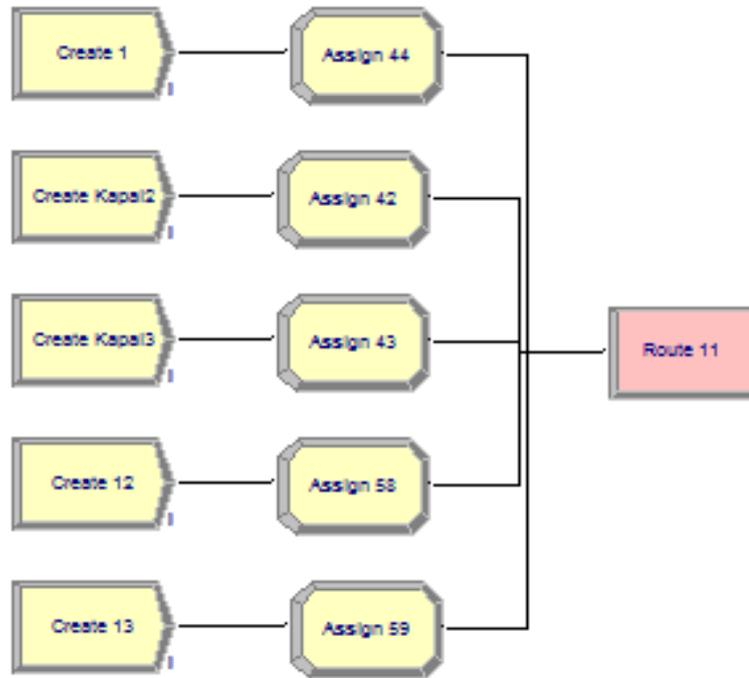
1. Kapal tersedia di Gresik
2. Kapal perjalanan menuju Medan
3. Kapal perjalanan menuju Lampung
4. Kapal perjalanan menuju Makassar
5. Kapal perjalanan menuju Padang
6. Kapal tiba di Medan tetapi belum melakukan bongkar
7. Kapal tiba di Lampung tetapi belum melakukan bongkar
8. Kapal tiba di Makassar tetapi belum melakukan bongkar
9. Kapal tiba di Padang tetapi belum melakukan bongkar
10. Kapal balik dari Medan menuju Gresik
11. Kapal balik dari Lampung menuju Gresik
12. Kapal balik dari Makassar menuju Gresik
13. Kapal balik dari Padang menuju Gresik

Gambar 4.6 menunjukkan model dari posisi kapal yang menjadi atribut masing-masing kapal.



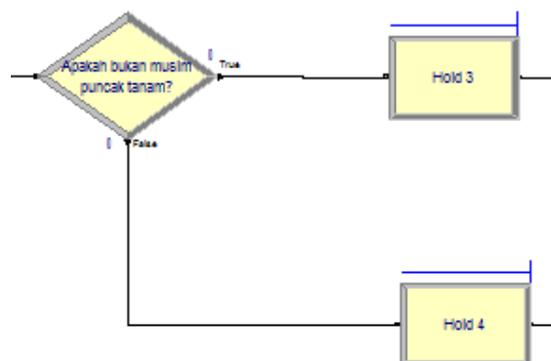
Gambar 1.6 Contoh Posisi Awal Kapal

Kapal juga dimodelkan selalu berada dalam sistem sehingga kapal menjadi entitas yang melakukan pengulangan. Gambar 4.7 menunjukkan model kedatangan kapal yang digambarkan dalam simulasi.



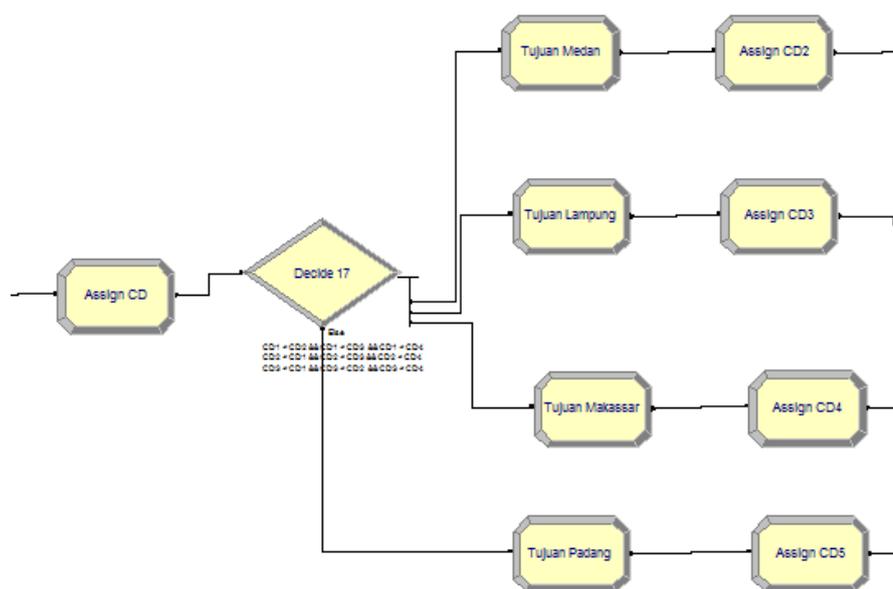
Gambar 1.7 Proses Kedatangan Kapal

Sebelumnya diidentifikasi terlebih dahulu apakah saat akan dilakukan pengiriman, waktu tersebut termasuk ke dalam musim puncak tanam atau bukan. Musim puncak tanam terjadi pada bulan November hingga Januari dimana konsekuensinya minimum stok yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan bulan lainnya, sehingga perlu pemodelan khusus yang menunjukkan kejadian ini. Gambar 4.8 menunjukkan model yang menggambarkan identifikasi musim puncak tanam.



Gambar 1.8 Identifikasi musim

Selanjutnya akan diidentifikasi *inventory level* pada DC Medan, Lampung, Makassar, dan Padang untuk mengetahui *coverage days* masing-masing DC. DC yang perlu disuplai merupakan DC dengan *coverage days* paling minimum. Parameter *coverage days* didapatkan dari *inventory level* ditambah dengan kapasitas kapal dibagi dengan pengeluaran / permintaan harian yang masuk di DC dikurangi lama perjalanan ke tujuan. Hal ini menjadi acuan dalam penugasan tujuan kapal. Gambar 4.9 menunjukkan model pencarian *coverage days* masing-masing DC.

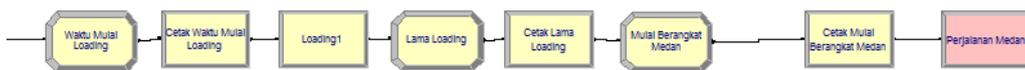


Gambar 1.9 Identifikasi *Inventory Level* pada Masing-Masing DC

Setelah *coverage days* masing-masing DC diketahui, selanjutnya menentukan tujuan penugasan kapal. Dikarenakan sistem distribusi dari pupuk merupakan *single lines*, maka tujuan kapal hanya ada satu dimana tujuan tersebut memiliki *coverage days* minimum. Kapal akan ditugaskan adalah kapal yang berada di posisi awal Gresik, bila tidak maka kapal harus menyelesaikan dahulu perjalanannya.

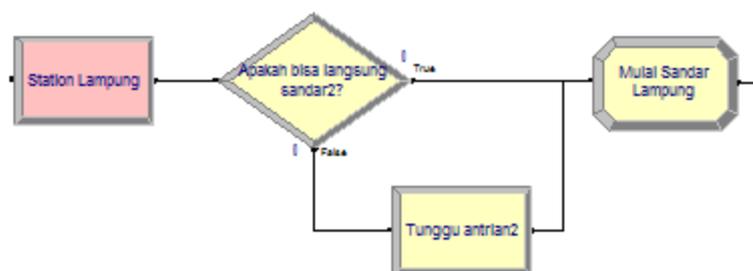
Setelah menentukan DC yang menjadi tujuan, selanjutnya dilakukan *update coverage days* yang baru dengan menambahkan *inventory in transit* pada sistem. Proses *update coverage days* dibutuhkan supaya ketika mengidentifikasi tujuan selanjutnya, tujuan yang telah dipilih sebelumnya tidak lagi terpilih karena

telah dijadwalkan kapal menuju tujuan tersebut. Setelah dilakukan *update coverage days*, kemudian dilakukan proses loading untuk mengisi muatan kapal. Setelah muatan kapal terisi sesuai dengan kapasitas kapal, maka kapal selanjutnya akan melakukan keberangkatan sesuai DC yang menjadi tujuannya. Pada proses ini, tidak dilakukan perhitungan berupa lama waktu menunggu untuk lepas yang diakibatkan cuaca buruk. Hal ini berkaitan dengan tidak adanya catatan yang dilakukan perusahaan, sehingga pada waktu tunggu cuaca dimasukkan ke dalam proses perjalanan.



Gambar 1.10 Proses Muat dan Keberangkatan Kapal

Setelah kapal tiba di tujuan, kapal terkadang tidak bisa langsung melakukan proses sandar dikarenakan adanya antrian dengan kapal lain. Hal ini dikarenakan pelabuhan yang menjadi tujuan merupakan pelabuhan umum bukan milik perusahaan sendiri. Aktivitas ini juga menjadi acuan dalam membangun model simulasi.



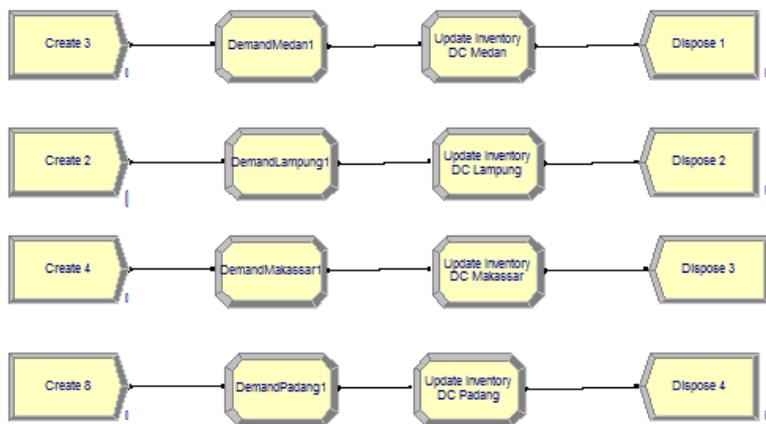
Gambar 1.11 Proses Antrian di Pelabuhan Tujuan

Setelah proses sandar bisa dilakukan, kapal segera melakukan proses bongkar muatannya. Lamanya proses bongkar ditentukan oleh banyaknya muatan dan tingkat bongkar di pelabuhan. Setelah melakukan proses bongkar, maka kapal kembali ke depo asal. Gambar 4.12 menunjukkan proses bongkar dan proses kapal kembali ke Gresik.



Gambar 1.12 Proses Bongkar Kapal dan Kembali ke Depo Awal

Selain aktivitas kapal, di simulasi yang dibuat juga dimodelkan pengambilan harian pupuk di masing-masing DC. Hal inilah yang menyebabkan persediaan di DC menjadi berkurang setiap harinya. Gambar 4.13 menunjukkan model pengeluaran pupuk setiap hari di masing-masing DC.



Gambar 1.13 Permintaan Pupuk Setiap Harinya di Masing-Masing DC

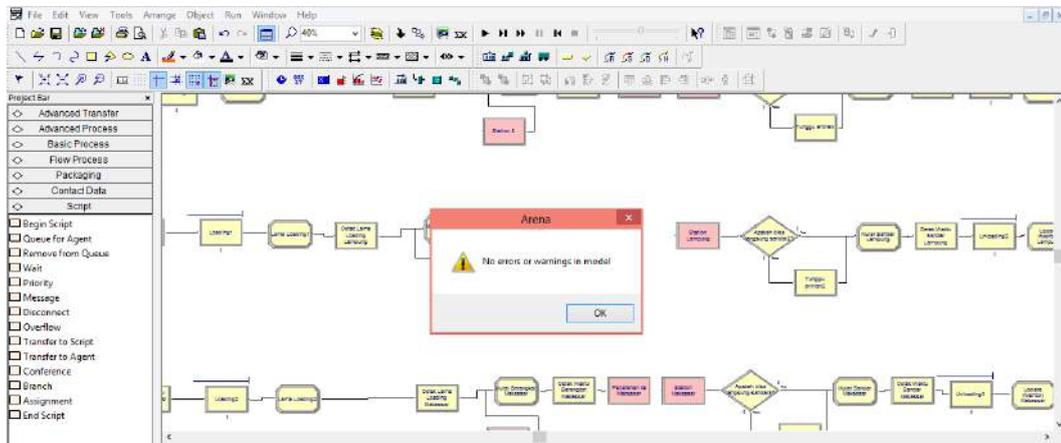
4.2.4 Verifikasi dan Validasi

Selanjutnya merupakan tahap verifikasi dan validasi model. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa model telah merepresentasikan kondisi eksisting.

4.2.4.1 Verifikasi Model

Proses verifikasi adalah langkah pengecekan model apakah model telah logis dan menghasilkan *output* yang diinginkan. Verifikasi model dapat dilakukan dengan mengecek pada saat dilakukan *running* simulasi, terjadi *error* ataukah tidak. Pengecekan model dilakukan dengan fasilitas *trace and debug* pada software ARENA yakni menekan tombol F4 ataupun melakukan *running*

simulasi. Bila saat pengecekan, terdapat *dialog box* yang menunjukkan bahwa tidak ada *error* pada model, maka model telah terverifikasi. Gambar 4.14 menunjukkan verifikasi model simulasi yang dilakukan.



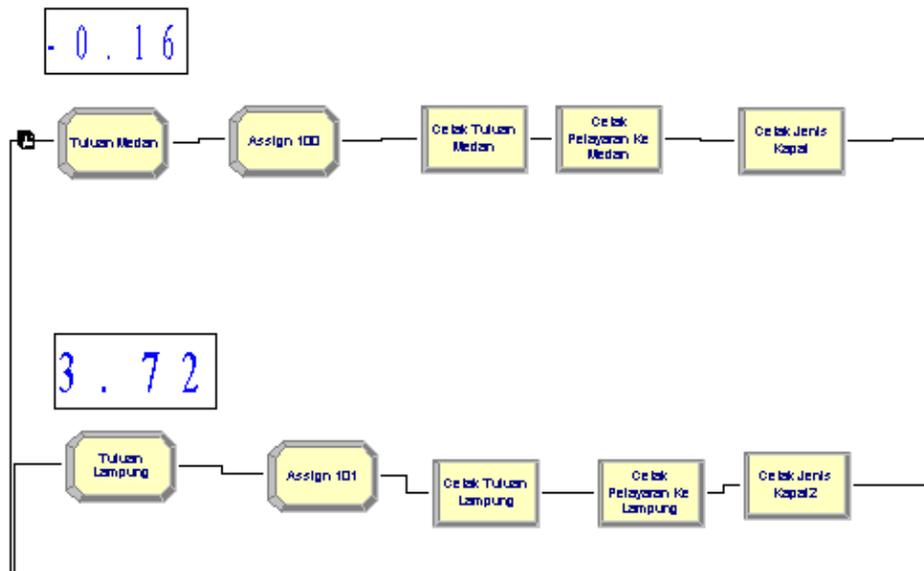
Gambar 1.14 Verifikasi Model dengan *Dialog Box*

Setelah melakukan proses verifikasi dengan *trace and debug*, selanjutnya dilakukan proses pengecekan pada data-data yang dimasukkan ke dalam model simulasi. Gambar 4.15 menunjukkan salah satu *input* yang dimasukkan dalam simulasi.

Variable - Basic Process								
	Name	Rows	Columns	Data Type	Clear Option	File Name	Initial Values	Report Statistics
15	InTransitMedan			Real	System		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
16	InTransitLampung			Real	System		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
17	InTransitMakassar			Real	System		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
18	InTransitPadang			Real	System		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 1.15 *Input Variable* di Model Simulasi

Selanjutnya adalah pengamatan pada model simulasi yang dijalankan, dengan tujuan untuk mengecek bahwa model simulasi berjalan sesuai alur yang logis. Gambar 4.16 menunjukkan pengamatan visual pada entitas kapal yang berjalan.



Gambar 1.16 Penugasan Kapal ke DC dengan *Coverage Days* Minimum

Dari Gambar 4.16 diketahui bahwa entitas kapal akan menuju pada DC dengan *coverage days* minimum. Hal ini sesuai dengan alur yang diinginkan sehingga secara logika, simulasi yang dibuat telah berjalan dengan baik.

4.2.4.2 Validasi Model

Validasi model adalah langkah pengujian model untuk mengecek apakah model telah menggambarkan kondisi eksistingnya. Validasi akan dilakukan dengan membandingkan antara hasil simulasi dengan kondisi nyata dengan data yang berasal dari perusahaan. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan *running* model simulasi sebanyak 5 kali.. Pada model ini, hasil simulasi yang digunakan untuk validasi adalah waktu perjalanan kapal hingga ke DC tujuan. Tabel 4.2 menunjukkan hasil *running* simulasi 5 replikasi.

Tabel 1.2 Lama Perjalanan Kapal ke Masing-Masing DC

Replikasi ke-	Medan	Lampung	Makassar	Padang
1	335	319	275	645
2	406	360	195	642
3	322	341	207	708
4	362	352	408	651
5	435	379	397	595

Kelton et al. (2002) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui jumlah replikasi yang dibutuhkan adalah dengan mencoba replikasi awal dan menghitung besar *half-width* sampel. *Half-width* dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$Hw = t(n-1, \alpha/2) \times s\sqrt{n} = (2.776) \times (19.93389) \times (5)^{-1/2} = 24.747$$

Keterangan:

Hw = *half-width*

$z\alpha$ = Nilai distribusi normal dengan *level of significance*- α (0.05)

s = standar deviasi sampel

n = jumlah sampel

Nilai 24.747 menunjukkan bahwa dengan replikasi sebanyak lima kali, memiliki interval ketidakpastian sebanyak 24.747 atau 0.0707 dari nilai rata-rata lima replikasi. Dengan nilai error yang diinginkan adalah 0.1 maka rentang nilai tersebut masih dapat diterima sehingga jumlah replikasi cukup. Tabel 4.3 menunjukkan data hasil simulasi dan data eksisting.

Tabel 1.3 Perbandingan Data Hasil Simulasi dan Eksisting

Simulasi	Eksisting
319	427
360	611
341	331
352	499
379	304
	374
	112
	457
	159
	261
	240
	312

Kemudian dilakukan uji statistik untuk mengetahui tingkat perbedaan antara dua data sampel. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *independent samples*. *Null hypothesis* (H_0) yang digunakan adalah tidak terdapat perbedaan signifikan antara kondisi riil dengan hasil simulasi eksisting ($\mu_1 = \mu_2$). *Alternative hypothesis* (H_1) yang digunakan adalah terdapat perbedaan signifikan antara kondisi riil dengan hasil simulasi eksisting ($\mu_1 \neq \mu_2$). Jumlah masing-masing sampel adalah kurang dari 30 sehingga pendekatan distribusi yang digunakan adalah *student's t-distribution*. Perhitungan uji hipotesis dua parameter populasi *independent samples* adalah sebagai berikut.

Tabel 1.4 *t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances*

	Variable 1	Variable 2
Mean	350.2	340.5833
Variance	496.7	20388.99
Observations	5	12
Hypothesized Mean Difference	0	
df	12	
t Stat	0.226766	
P(T<=t) one-tail	0.412211	
t Critical one-tail	1.782288	
P(T<=t) two-tail	0.824422	
t Critical two-tail	2.178813	

Kesimpulan: terima H_0 untuk menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kondisi riil dengan hasil simulasi eksisting.

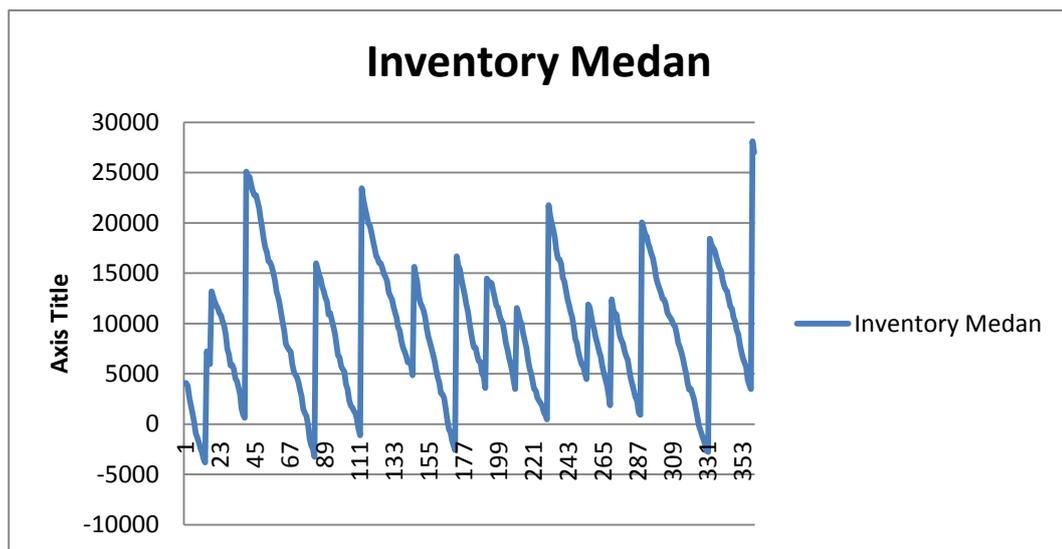
4.2.5 *Running Model Simulasi*

Setelah diketahui jumlah replikasi yang dibutuhkan untuk menjalankan simulasi sehingga model dapat dikatakan telah terverifikasi dan tervalidasi, selanjutnya adalah melakukan *running* model simulasi. *Running* simulasi dilakukan selama 1 tahun. Kemudian dilakukan pengamatan pada *inventory level* masing-masing DC. Frekuensi pengiriman yang berasal dari jumlah kapal akan mempengaruhi persediaan pupuk di DC. Tabel 4.7 menunjukkan frekuensi pengiriman setelah *running* model simulasi.

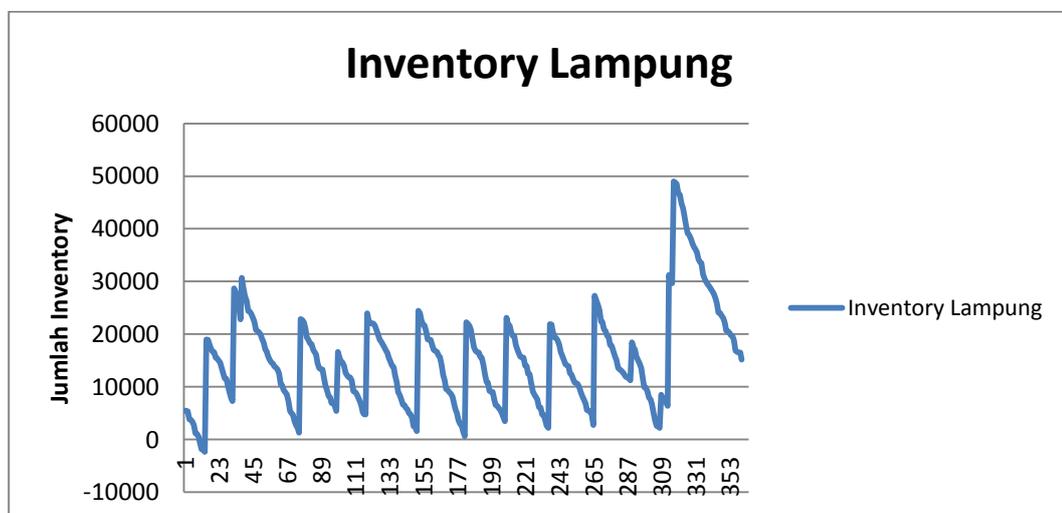
Tabel 1.5 Frekuensi Pengiriman Setelah *Running* Simulasi

Medan	Lampung	Makassar	Padang
14	15	4	6

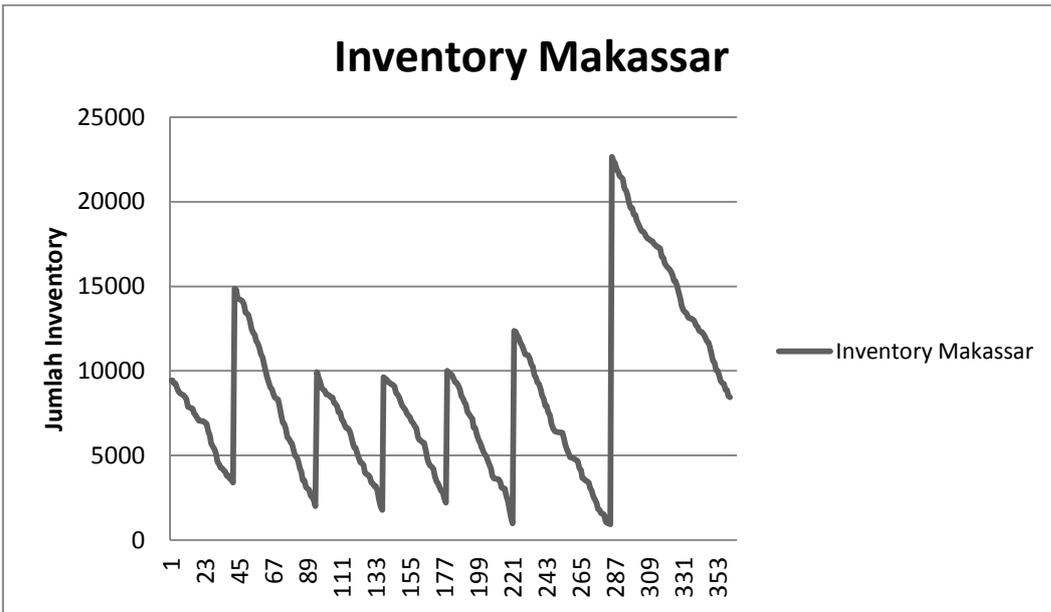
Selanjutnya diperhatikan juga kondisi *inventory level* dari masing-masing DC. Berikut merupakan *inventory level* dari masing-masing DC dengan horizon selama 1 tahun.



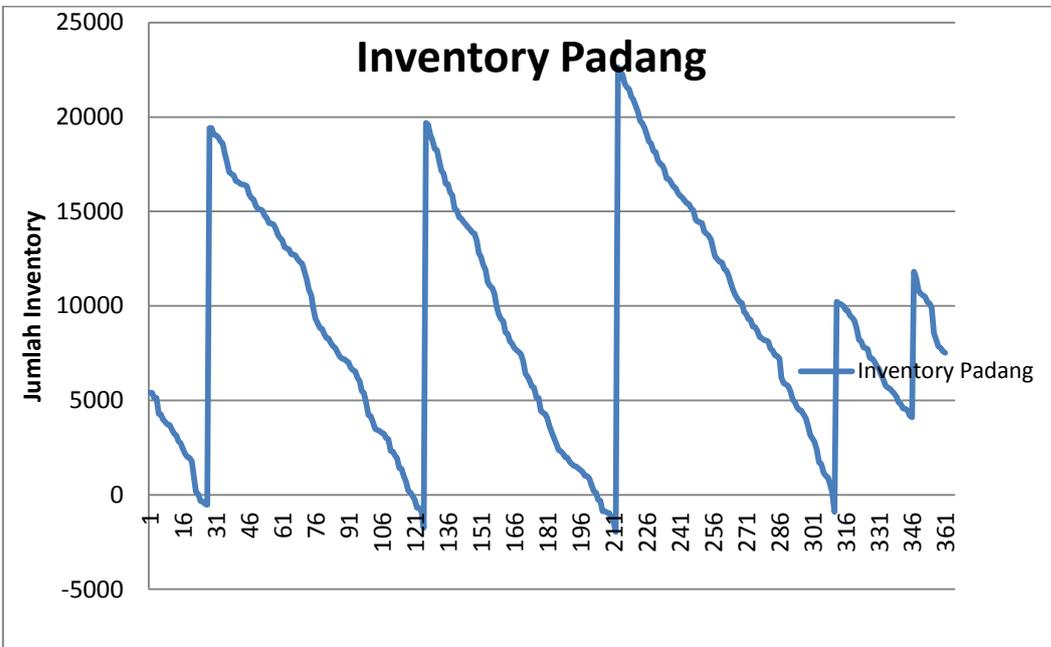
Gambar 1.17 Grafik *Inventory* Harian DC Medan Selama Satu Tahun



Gambar 1.18 Grafik *Inventory* Harian DC Lampung Selama Satu Tahun



Gambar 1.19 Grafik *Inventory* Harian DC Makassar Selama Satu Tahun



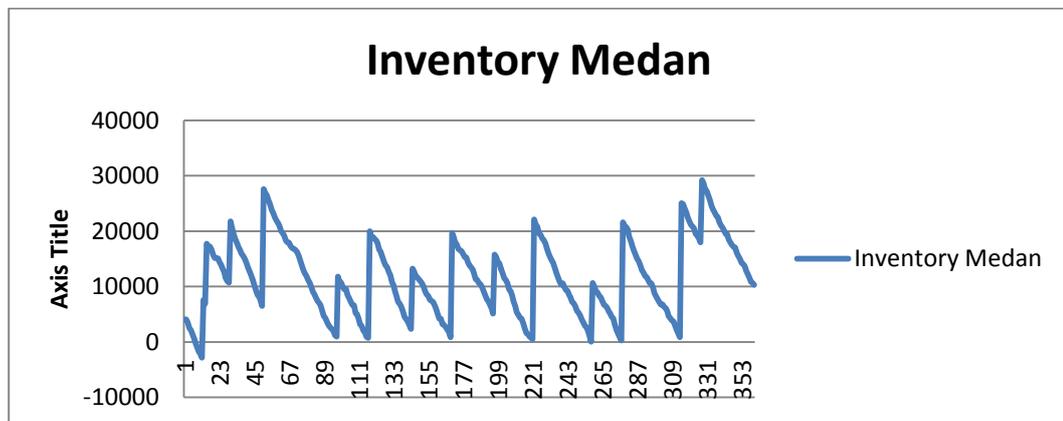
Gambar 1.20 Grafik *Inventory* Harian DC Padang Selama Satu Tahun

Dari Gambar 4.17 hingga Gambar 4.20 diketahui bahwa terdapat *stockout* yang dialami oleh DC. Tabel 4.8 menunjukkan rekapan jumlah hari *stockout* di masing-masing DC.

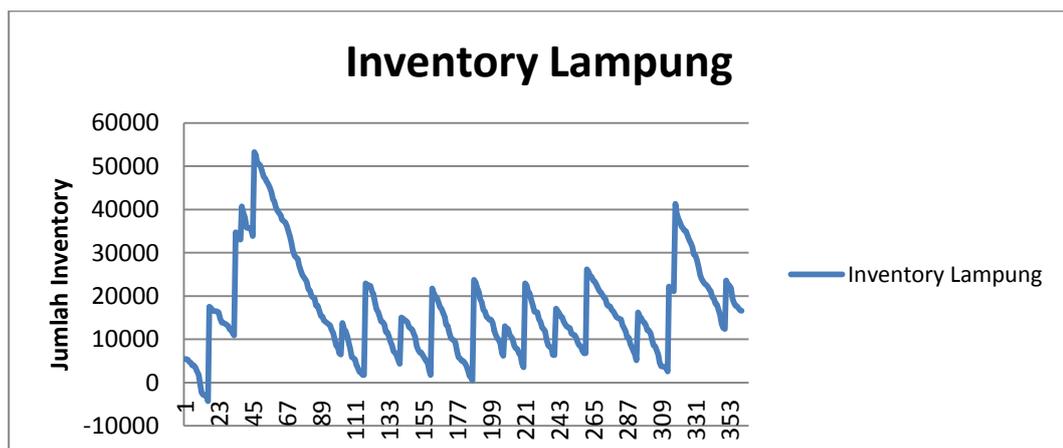
Tabel 1.6 Jumlah Rekapitan Hari *Stockout* Masing-Masing DC

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Medan	7	0	3	0	5	0	0	1	3	2	1	0
Lampung	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	1	0
Makassar	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
Padang	4	0	0	7	6	2	4	0	0	5	0	0

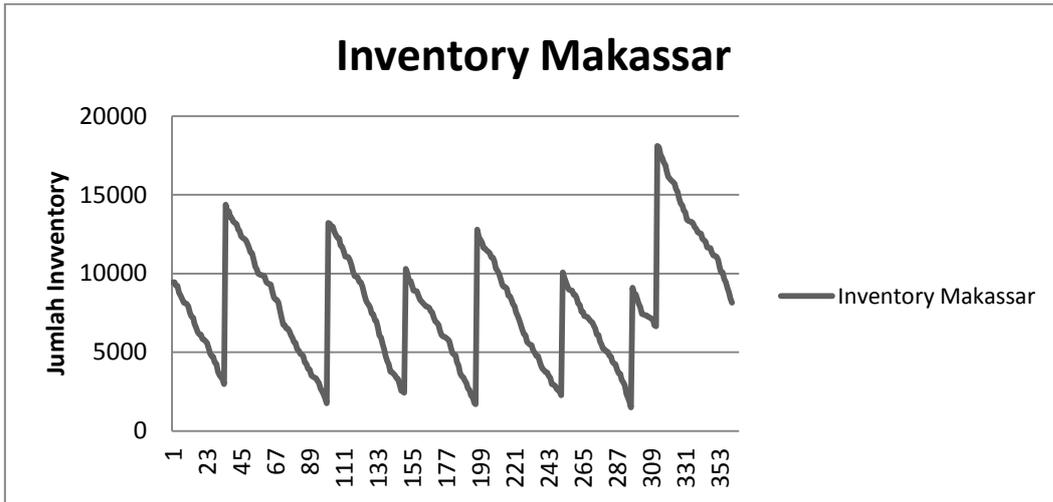
Sehingga perlu dilakukan penambahan jumlah kapal untuk mengurangi *stockout* yang terjadi pada DC. Dilakukan *running* simulasi dengan menambahkan 1 buah kapal dengan kapasitas bertahap dimulainya dari 8000. Hasilnya didapatkan bahwa *stockout* minimal terjadi pada kapasitas 11500 dimana *stockout* hanya terjadi pada DC Padang dengan jumlah yang sedikit. Hasil rekapitan *inventory* pada DC masing-masing ditunjukkan oleh Gambar 4.9 hingga Gambar 4.12.



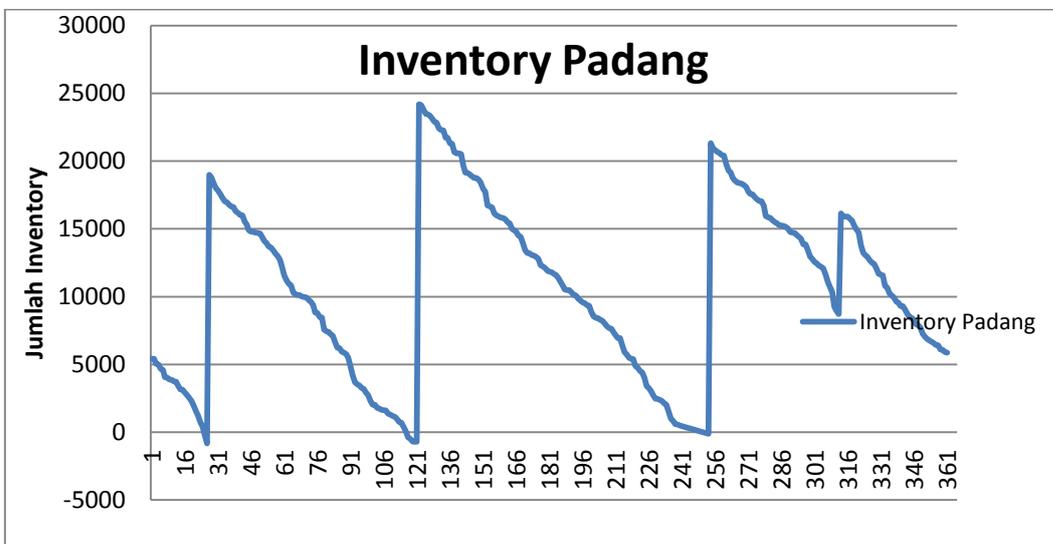
Gambar 1.21 Grafik *Inventory* Harian DC Medan Selama Satu Tahun



Gambar 1.22 Grafik *Inventory* Harian DC Lampung Selama Satu Tahun



Gambar 1.23 Grafik *Inventory* Harian DC Makassar Selama Satu Tahun



Gambar 1.24 Grafik *Inventory* Harian DC Padang Selama Satu Tahun

4.2.5 Uji Skenario

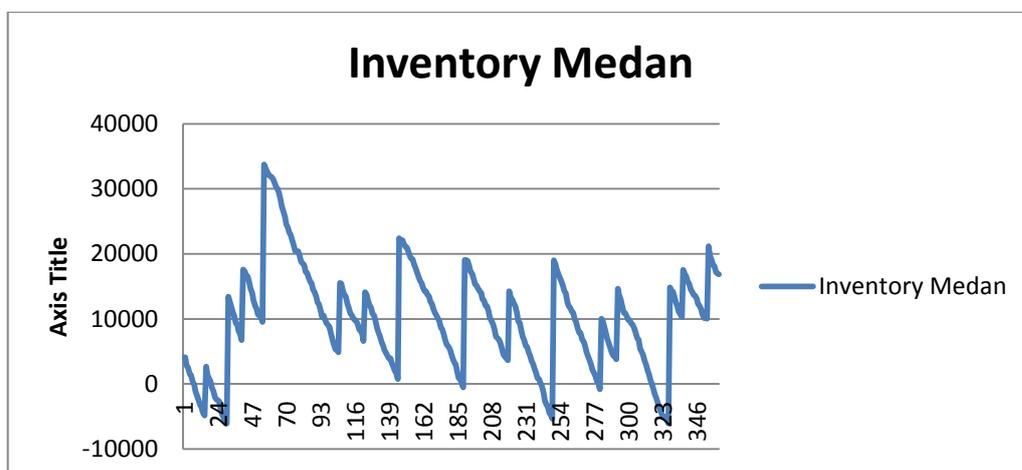
Setelah dilakukan *running* model selama satu tahun, maka diketahui bahwa masing-masing DC masih mengalami *stockout*. Hasil tersebut didapatkan dengan melakukan *running* model simulasi dimana semua posisi awal kapal diasumsikan tersedia di Gresik. Kemudian dilakukan penjadwalan kapal dimana posisi kapal awal tidak harus selalu di depo awal, tetapi bisa dalam perjalanan maupun di depo tujuan.

4.2.5.1 Perubahan Posisi Initial Kapal

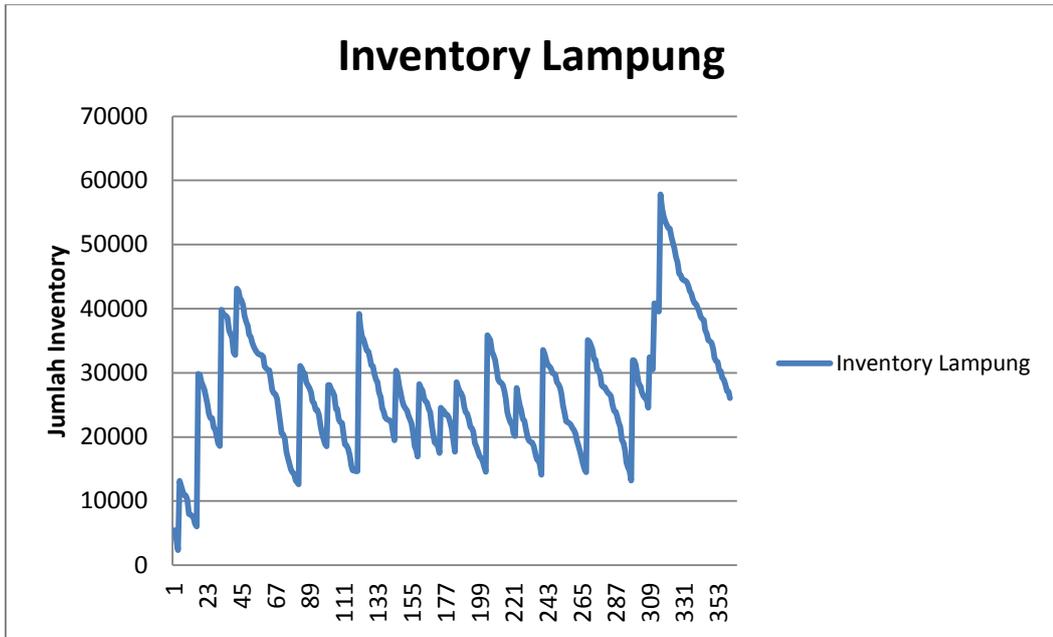
Pada kondisi nyata, terdapat suatu keadaan dimana perusahaan ingin melakukan pengiriman tetapi terbatas oleh kapal yang tersedia di depo asal. Oleh karena itu dilakukan model simulasi dengan contoh posisi awal kapal yang beragam. Berikut merupakan contoh posisi awal kapal-kapal tersebut.

- Kapal 1 berada pada posisi awal Gresik
- Kapal 2 berada pada 2 hari perjalanan menuju ke DC Lampung
- Kapal 3 berada di DC Makassar dan belum melakukan proses bongkar
- Kapal 4 berada pada perjalanan balik 2 hari dari DC Padang
- Kapal 5 berada pada posisi awal Gresik
- Kapal 6 berada pada 1 hari perjalanan menuju ke DC Padang

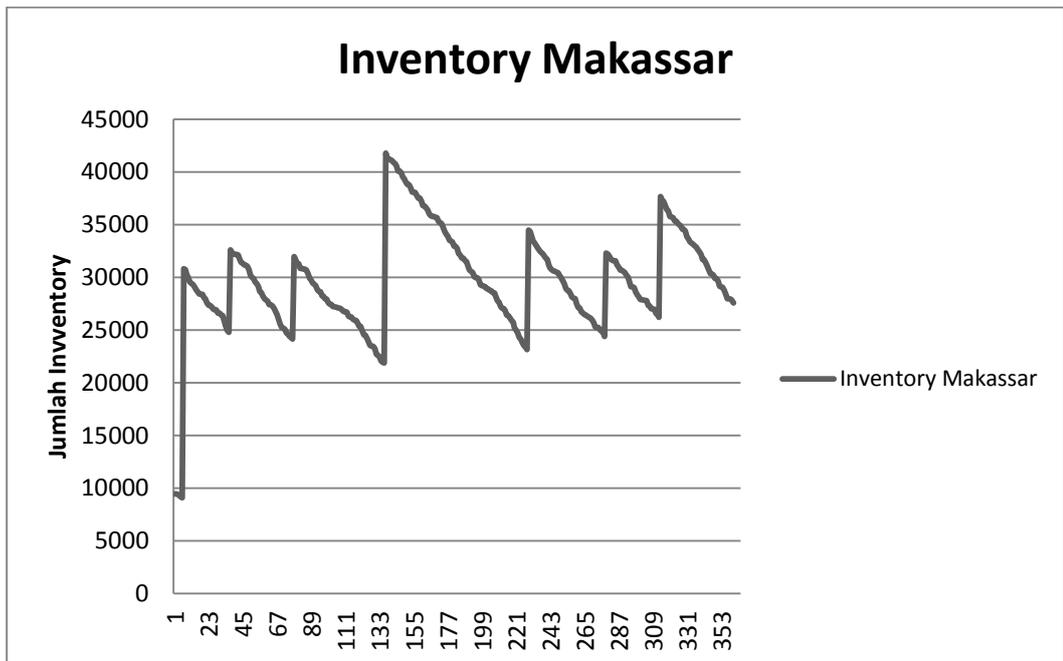
Berikut merupakan rekapan *inventory level* masing-masing DC dari *running* simulasi dengan skenario posisi kapal yang beragam.



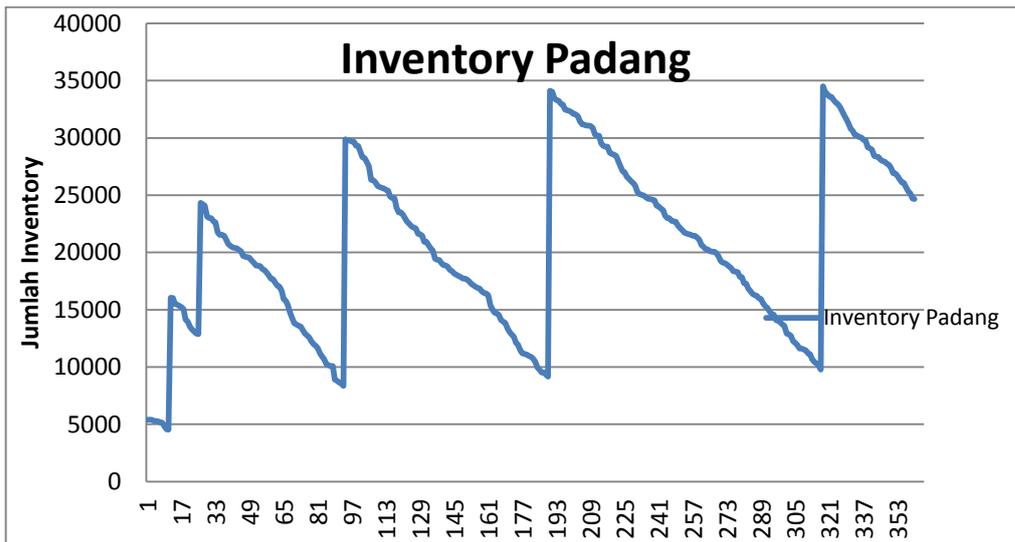
Gambar 1.25 Grafik *Inventory* Harian DC Medan



Gambar 1.26 Grafik *Inventory* Harian DC Lampung



Gambar 1.27 Grafik *Inventory* Harian DC Makassar



Gambar 1.28 Grafik *Inventory* Harian DC Padang

Tabel 1.8 Rekap Jumlah Hari *Stockout* di Masing-Masing DC

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Medan	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lampung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Makassar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Padang	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

4.2.5.1 Peningkatan *Demand* Per Tahun

Setelah didapatkan keputusan jumlah kapal yang optimal, maka dilakukan pengujian peningkatan *demand*. Pengujian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan penambahan jumlah kapal yang dapat mencukupi kebutuhan permintaan yang meningkat. Saat ini total rata-rata *demand* harian pupuk dari keempat DC berkisar pada 1800 ton. Dimana komposisinya *demand* terbesar berasal dari Lampung, kemudian Medan, lalu Padang dan Makassar. Kemudian akan dilakukan uji bila *demand* meningkat secara bertahap untuk mengetahui jumlah kapal yang dibutuhkan.

Tabel 1.10 Jumlah Kapal yang Dibutuhkan

<i>Demand</i>	Jumlah Kapal yang Dibutuhkan	Keterangan
Eksisting	6 Kapal	Tambahan kapal kapasitas 11500
10%-20%	7 Kapal	Tambahan kapal kapasitas 8000 dan 11500

Diketahui bahwa jumlah kapal yang dibutuhkan untuk kondisi eksisting adalah 6 kapal. Selanjutnya akan dilakukan uji skenario untuk mengetahui apakah selain menambah jumlah kapal terdapat pilihan lainnya.

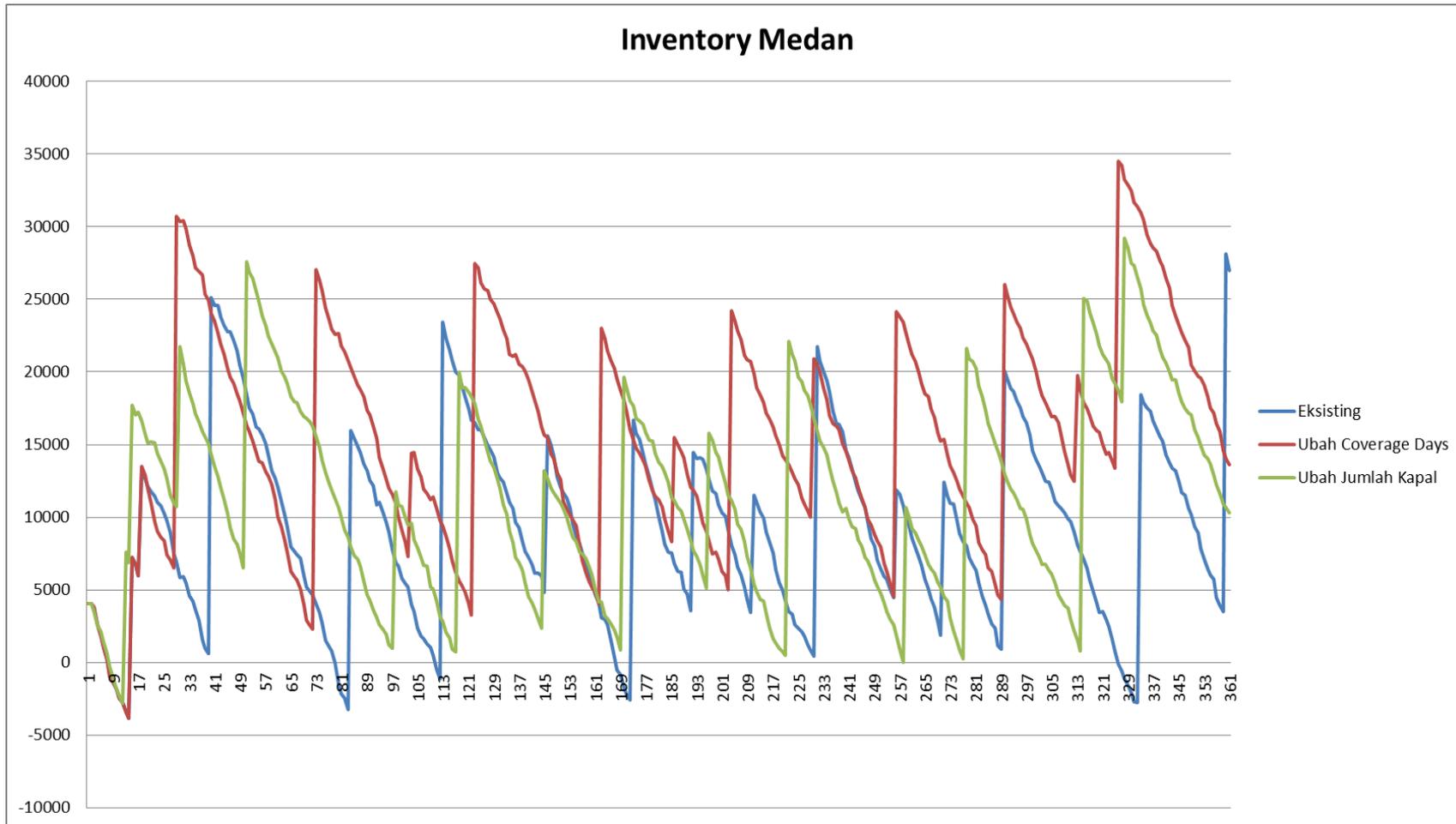
4.2.5.2 Perubahan Batas *Coverage Days* dan Jumlah Kapal

Pada kondisi eksisting dengan menggunakan lima buah kapal, masih terjadi *stockout*. Selain itu, kondisi eksisting perusahaan akan mengirimkan pupuk jika persediaan pupuk mendekati batas minimum stok. Batas minimum stok adalah selama 14 hari dan 21 hari sehingga saat dimodelkan dimasukkan sebuah persamaan yang menunjukkan bahwa kapal akan tertahan jika *coverage days* DC masih belum kurang dari 14 hari ataupun 21 hari pada musim puncak tanam. Oleh karena itu, selanjutnya akan dilakukan *running* simulasi dengan membandingkan antara:

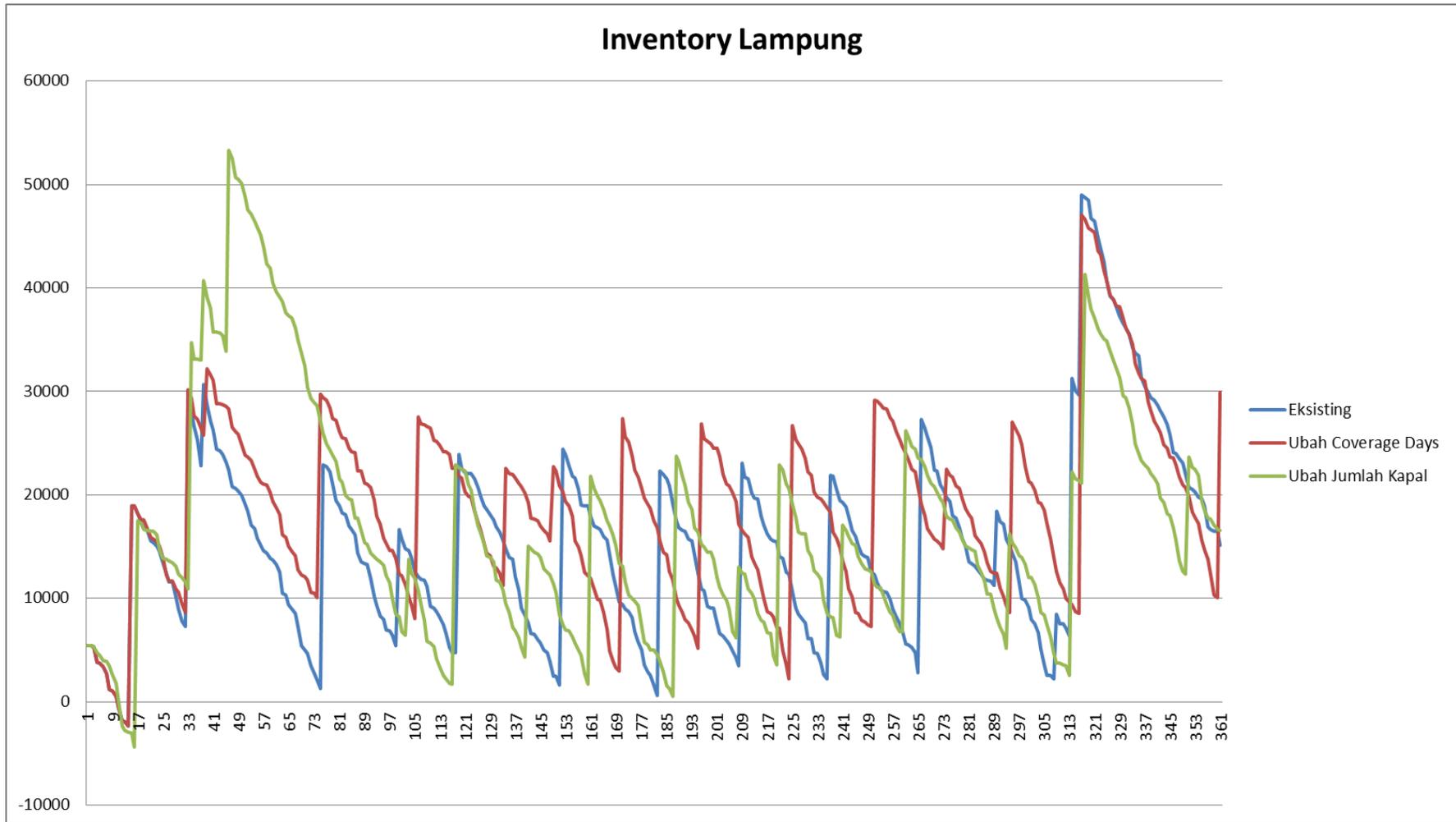
1. Kondisi eksisting dimana dilakukan pengiriman dengan 5 buah kapal dengan *coverage days* 14 dan 21 hari pada puncak musim tanam
2. Jumlah kapal sebanyak 5 kapal tetapi *coverage days* menjadi 21 hari dan 28 hari pada puncak musim tanam

3. Jumlah kapal sebanyak 6 kapal dengan *coverage days* 14 dan 21 hari pada puncak musim tanam

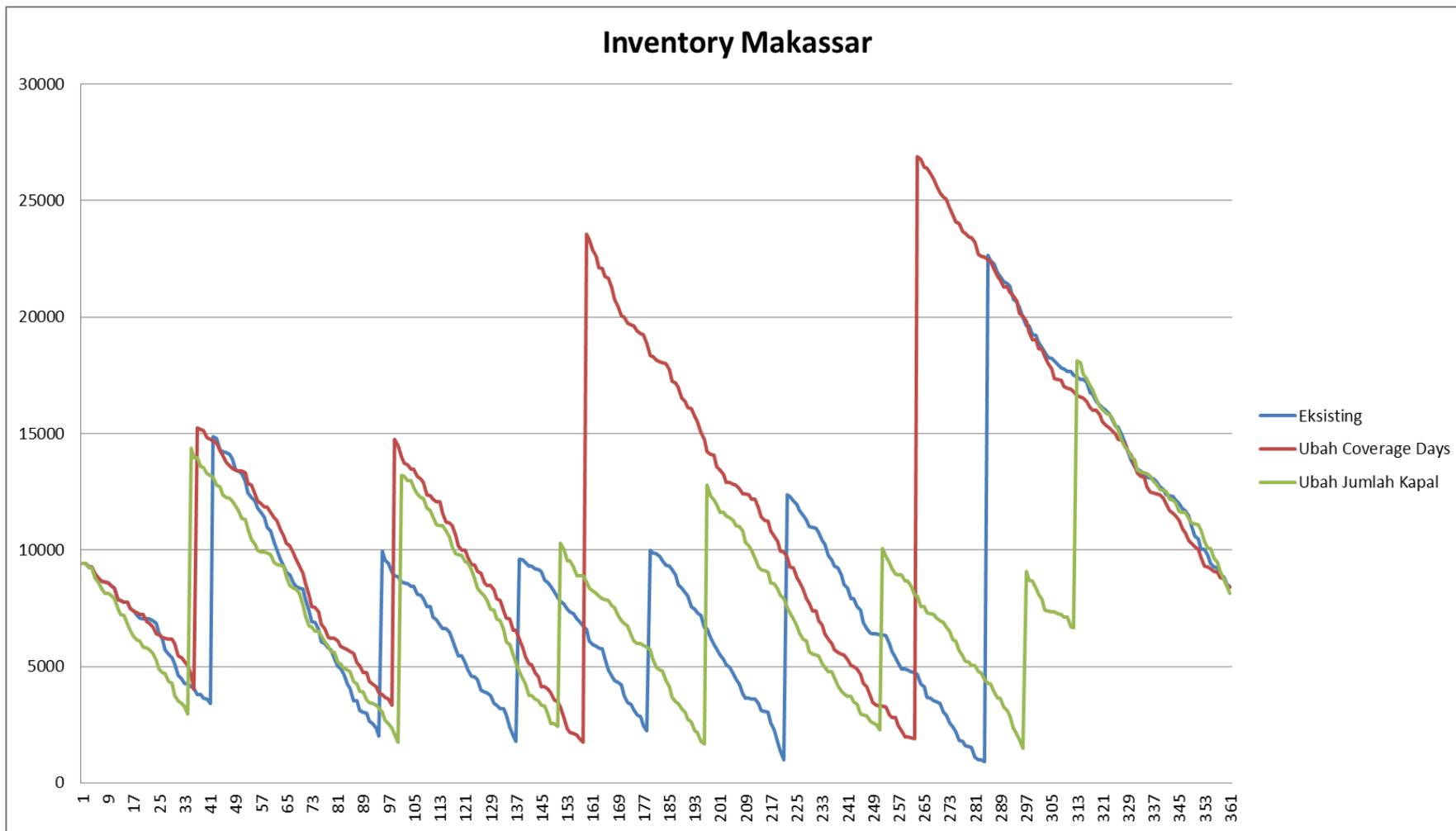
Adapun hasil *running* simulasi eksisting maupun skenario yang telah dijelaskan kemudian dibandingkan.



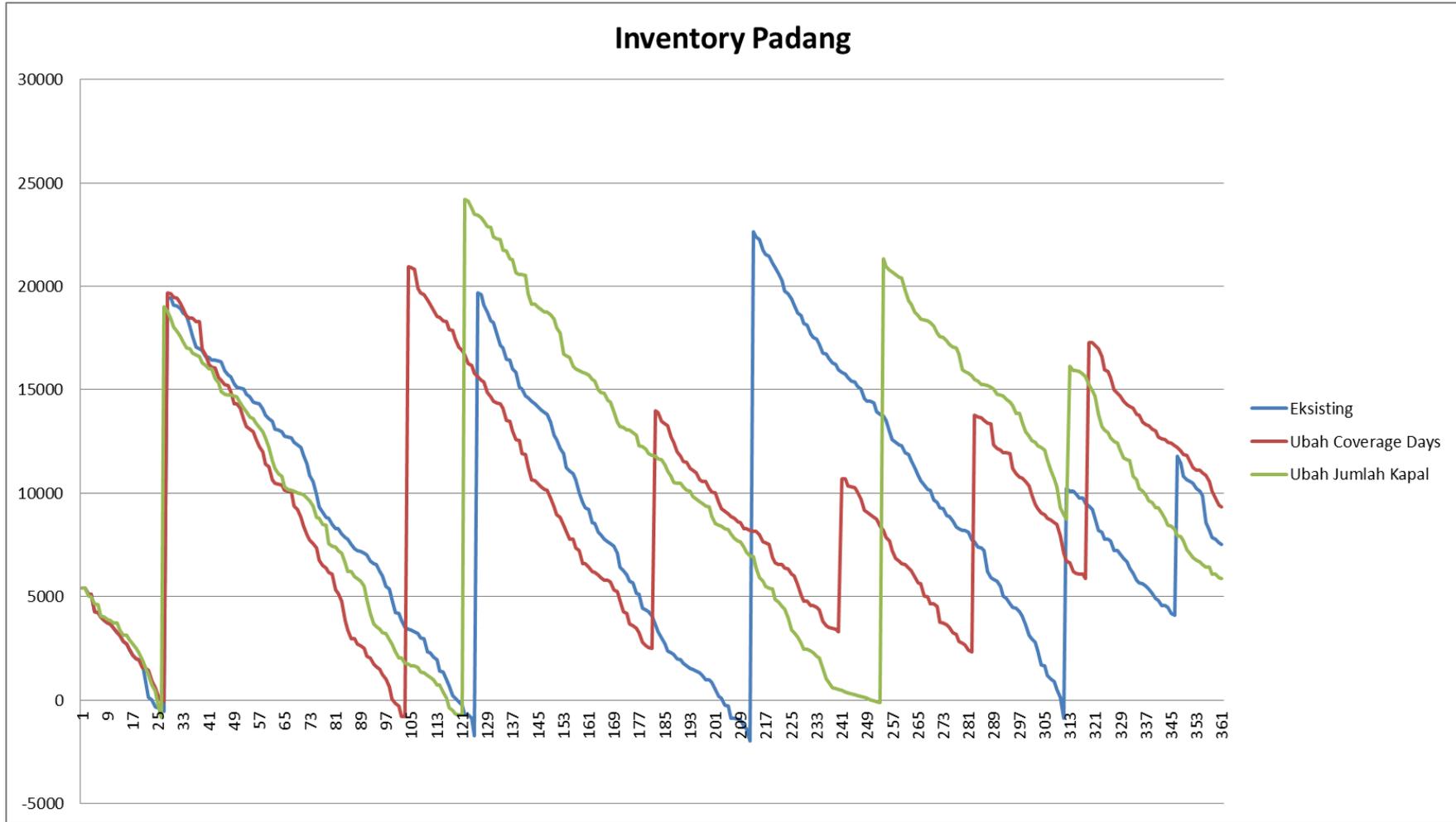
Gambar 1.29 *Inventory* Harian DC Medan



Gambar 1.30 Inventory Harian DC Lampung



Gambar 1.31 *Inventory* Harian DC Makassar



Gambar 1.32 *Inventory* Harian DC Padang

BAB V

ANALISA DAN INTERPRETASI

5.1 Analisa *Running* Simulasi Kondisi Eksisting

Pada model simulasi, dibangun suatu kondisi dimana perusahaan tidak akan menugaskan pupuk untuk pengiriman jika *coverage days* masing-masing DC belum mencapai 14 hari pada bulan Februari hingga Oktober, dan 21 hari pada bulan November hingga Januari. Hal ini sesuai dengan kondisi nyata dimana perusahaan diwajibkan menyediakan minimum stok selama 2 minggu dan 3 minggu pada musim puncak tanam. Selain itu, dalam membangun model simulasi, salah satu parameter utama sebagai hasil *running* simulasi adalah frekuensi pengiriman kapal menuju DC tujuan serta *inventory level* masing-masing DC selama horizon satu tahun. Pengamatan pada frekuensi pengirimannya digunakan sebagai bahan validasi model simulasi. Sedangkan pengamatan pada *inventory level* digunakan untuk mengetahui banyaknya hari yang mengalami *stockout* di tiap DC, sehingga diketahui apakah jumlah kapal yang tersedia cukup ataupun tidak.

Dari *running* simulasi diketahui bahwa DC Medan dan Lampung pada bulan Januari mengalami *stockout*. Sedangkan pada bulan-bulan selanjutnya, DC Medan tidak lagi mengalami *stockout*. Hal ini disebabkan oleh jumlah stok sisa yang ada di DC Medan dan Lampung yang tidak dapat memenuhi permintaan harian. Sedangkan pada DC lainnya, juga mengalami *stockout*, seperti DC Padang pada bulan September. *Stockout* yang terjadi diakibatkan kurangnya frekuensi pengiriman. Hal ini disebabkan pada saat *inventory level* DC semestinya disuplai, kapal masih digunakan untuk menyuplai DC tujuan lain. Selain itu lamanya siklus aktivitas kapal juga turut mempengaruhi lamanya sebuah DC dapat tersuplai. Lamanya aktivitas kapal berasal dari lamanya waktu proses muat dan proses bongkar di DC tujuan. Khusus pada DC Lampung, proses bongkar telah lebih cepat dibandingkan daerah lainnya dimana saat ini kecepatan pembongkaran berkisar pada 8000 ton/hari. Oleh karena itu, alternatif lainnya dapat ditambahkan kapasitas pemuatan dan pembongkaran sehingga waktu siklus pengiriman kapal menjadi lebih pendek. Pada model simulasi ini juga, semua posisi awal kapal diasumsikan berada pada pelabuhan

suplai Gresik. Hal ini mempengaruhi saat akan melakukan penugasan kapal dimana kapal dengan jenis manapun bisa langsung berangkat ke tujuan. Dari penjadwalan yang dilakukan selama 1 tahun, terdapat 39 kali total keberangkatan kapal.

5.2 Analisa Skenario Perubahan Posisi Insisial Kapal

Setelah melakukan *running* simulasi dengan semua posisi insisial kapal di Gresik, kemudian dilakukan *running* dimana posisi insisial kapal diubah-ubah. Hal ini sesuai dengan kondisi nyata dimana terkadang ketika perusahaan ingin melakukan pengiriman, maka terbatas oleh kapal yang tersedia di depo asal. Dengan posisi 2 kapal tersedia di Gresik, kapal 2 berada dalam perjalanan ke tujuan, kapal 3 di depo tujuan, kapal 4 berada di perjalanan balik, kapal 5 berada di Gresik serta terakhir kapal 6 berada di perjalanan menuju DC Padang, kemudian dilakukan *running* simulasi.

Dari hasil *running* simulasi tersebut didapatkan bahwa pada bulan-bulan awal yakni Januari hingga April, DC tujuan mengalami *stockout*, seperti pada DC Medan yang mengalami kekurangan stok beberapa kali, sementara DC lainnya justru stoknya sangat tinggi. Dari hasil *running* simulasi juga didapatkan bahwa terjadi 40 kali keberangkatan kapal. Hal ini lebih kecil bila dibandingkan dengan sistem eksisting yakni 42 kali keberangkatan. Keberangkatan yang sedikit disebabkan oleh ketersediaan kapal yang lama. Ketika akan ditugaskan, kapal masih berada di perjalanan sehingga kapal harus menyelesaikan tujuannya terlebih dahulu sebelum ditugaskan.

5.3 Analisa Skenario Peningkatan Demand Per Tahun

Dari *running* simulasi yang dilakukan diketahui bahwa pada kondisi eksisting dengan menggunakan 5 kapal terjadi *stockout*. Kemudian dilakukan penambahan 1 kapal dengan kapasitas bertahap dimulai dengan kapasitas minimum untuk mengetahui apakah masih terjadi *stockout* sebanyak kondisi eksisting. Dari hasil simulasi diketahui bahwa dibutuhkan tambahan satu kapal dengan kapasitas 11500, kemudian dilakukan skenario penambahan *demand*, dimana permintaan eksisting dinaikkan sebesar 10% hingga 20%. Dari hasil didapatkan bahwa kapal masih

membutuhkan 7 kapal akan tetapi kapasitas kapal yang digunakan adalah 8000 dan 11500. Hal ini menunjukkan bahwa perjalanan yang memakan waktu lama mengakibatkan ketika DC berada pada kondisi kritis dan akan disuplai, terkadang terhalangi oleh ketersediaan kapal yang ada, maupun lamanya waktu proses muat dan perjalanannya.

5.4 Analisa Skenario Perubahan Batas *Coverage Days* dan Jumlah Kapal

Pada kondisi eksisting dengan menggunakan lima buah kapal, masih terjadi *stockout*. Selain itu, kondisi eksisting perusahaan akan mengirimkan pupuk jika persediaan pupuk mendekati batas minimum stok. Batas minimum stok adalah selama 2 minggu dan 3 minggu pada puncak musim tanam sehingga saat dimodelkan dimasukkan sebuah persamaan yang menunjukkan bahwa kapal akan tertahan jika *coverage days* DC masih belum kurang dari 14 hari dan 21 hari pada bulan November hingga Januari. Sehingga dilakukan *running* tiga model simulasi.

Pertama dari hasil *running* simulasi ketika kondisi eksisting dimana kapal berjumlah 5 kapal dan *coverage days* tetap 14 dan 21 hari. Rata-rata stok yang berada di DC Lampung dan Makassar cenderung tinggi dan tidak mengalami *stockout*, sedangkan persediaan di DC Medan mengalami beberapa kali *stockout* dan selanjutnya persediaannya stabil. Adapun stok di DC Padang cenderung sedikit pada bulan awal hingga pertengahan, namun ketika pertengahan hingga akhir, stok mengalami lonjakan. Hal ini terkait dengan tersedianya kapal yang dengan kapasitas yang besar saat akan ditugaskan ke DC Padang. Kedua, dari hasil *running* simulasi ketika *coverage days*-nya diubah menjadi 21 hari dan 28 hari pada puncak musim tanam. Stok yang berada di DC Medan sudah tidak mengalami *stockout*, begitu pula yang terjadi pada DC Lampung, Makassar dan Padang. dikarenakan adanya kelonggaran batas ketentuan pengiriman. Akan tetapi stok sangat tinggi di DC Makassar yang disebabkan oleh kelonggaran aturan ini. Ketiga, dari hasil *running* simulasi ketika ditambahkan 1 kapal dengan kapasitas 11500 dan *coverage days* tetap, maka stok yang ada di DC tidak setinggi stok dari pilihan ketiga, serta lebih sedikit mengalami *stockout* dibandingkan pilihan pertama dan hanya pada awal awal bulan, persedian di DC Lampung mencapai persediaan yang tinggi, namun stabil pada selanjutnya. Hal

ini lebih baik dibandingkan dengan saat *coverage days* diubah, karena jika perubahan dilakukan maka jangka panjang dapat terjadi persediaan yang tinggi secara terus menerus.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan penarikan kesimpulan dari penelitian tugas akhir untuk menjawab tujuan dilakukannya penelitian ini. Selain itu, juga disertakan saran yang dapat dijadikan sebagai rekomendasi bagi penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang ditarik dari penelitian tugas akhir ini.

1. Kondisi eksisting dengan 5 buah kapal terdapat total keberangkatan kapal selama 1 tahun yakni 42 kali.
2. Dibutuhkan 1 tambahan kapal dengan kapasitas 11500 untuk mengatasi *stockout* yang terjadi sekaligus menjaga persediaan agar tidak terlalu tinggi. Dengan menambahkan jumlah kapal, maka diperoleh dampak yang lebih baik pada distribusi perusahaan.

6.2 Saran

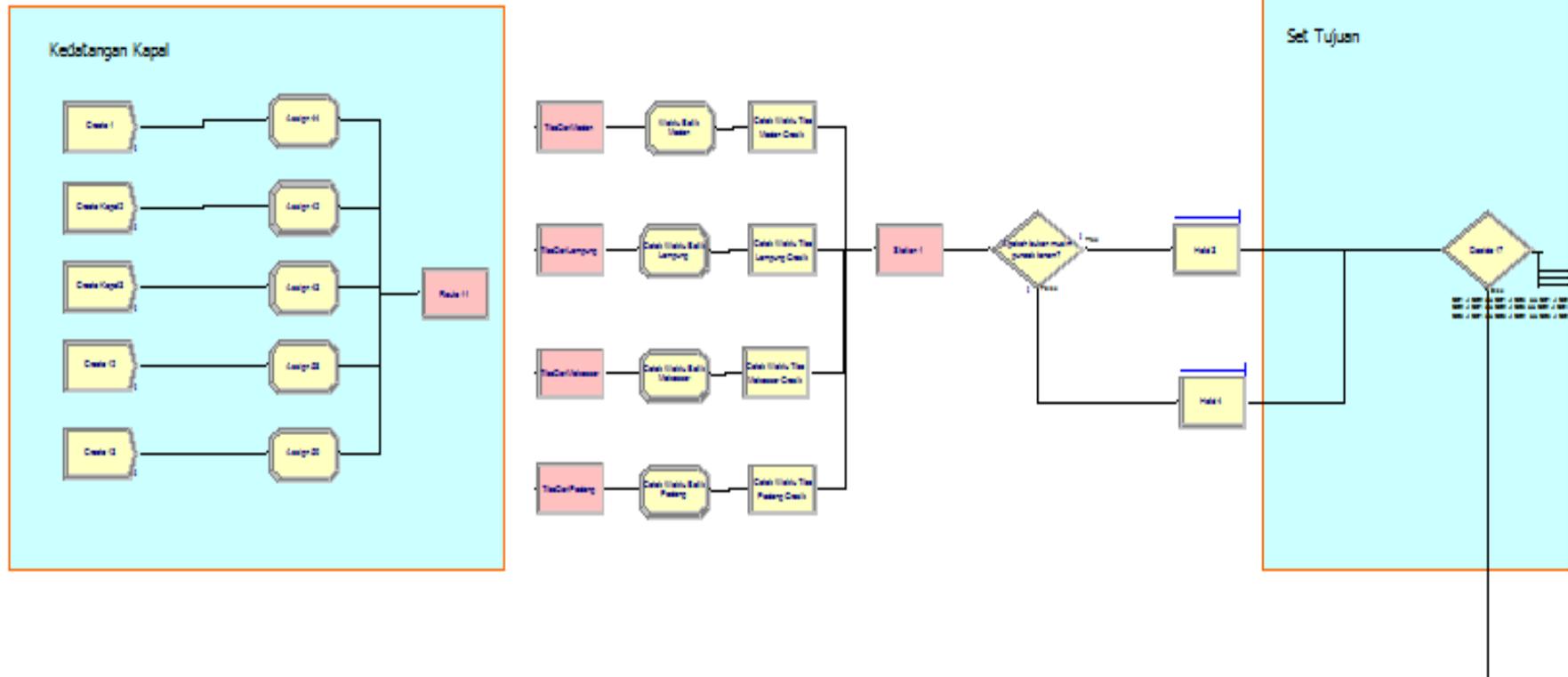
Berikut merupakan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun untuk perusahaan.

1. Perlunya dimasukkan perhitungan biaya untuk melihat pengaruh dari pemilihan skenario
2. Perlunya dipertimbangkan kapasitas silo dari pupuk untuk melihat waktu tunggu kapal di depo tujuan

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, A., Christiansen, M., Delgado, A. & Hvattum, L.M., 2015. A Maritime Inventory Routing Problem with Stochastic Sailing and Port Times. *Computers & Operations Research*, pp.18–30.
- Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia, 2007-2014. *Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia*. [Online] Available at: http://www.appi.or.id/?statistic_ [Accessed Senin Mei 2015].
- Chopra, S. & Meindl, P., 2007. *Supply Chain Management*. Pearson Academic.
- Christiansen, M. & K. Fagerholt, B.N.&D.R., 2007. *Chapter 4 Maritime Transportation*, pp.189-284.
- Darmawan, I., 2004. *Optimasi Biaya Distribusi Beras di Depot Logistik Jawa Timur*. Tugas Akhir. Jurusan Matematika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Kelton, D.W., Sadowski, R. & Sturrock, &D.T., 2002. *Simulation with Arena*. 2nd ed. New York: McGraw Hill Higher Education.
- Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. *Simulation Modelling and Analysis*. 3rd ed. New York: McGraw Hill.
- Manzini, R. & Bindi, F., 2009. Strategic Design and Operational Management Optimization of a Multi Stage Physical Distribution System. *Transportation Research Part E*, pp.915-36.
- PT Petrokimia Gresik, 2013. *Laporan Tahunan*. [Online] PT Petrokimia Gresik Available at: www.petrokimia-gresik.com [Accessed 10 Mei 2015].
- Pujawan, I.N. & Mahendrawati, 2010. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Rusdiansyah, A. & Numinarsih, S., 2012. Hybrid Tabu Search for Solving Multi Product Tanker Scheduling Problem (m-TSP) Considering Product Loading Compatibility Constraint. In *Industrial Engineering & Management System Conference.*, 2012.
- Tersine, R.J., 1994. *Principles of Inventory and Materials Management*. Fourth Edition ed. Prentice Hall, Inc. USA.

LAMPIRAN



BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 24 Mei 1993 di kota kecil bernama Watampone di provinsi Sulawesi Selatan. Sebelum memasuki pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, penulis menempuh pendidikan di SD Tanjung Rejo IV Malang, SMPN 1 Malang, dan SMAN 01 Malang hingga pada tahun 2011 penulis resmi menjadi mahasiswa Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam beberapa kegiatan kepanitiaan seperti SISTEM, IE Games, serta kegiatan di luar jurusan seperti pemilu presiden BEM di ITS. Penulis juga mengikuti beberapa pelatihan untuk meningkatkan *soft skill* penulis seperti *training* kepribadian dan pelatihan *software*. Pada masa perkuliahannya, penulis juga sempat menjalankan Kerja Praktek di PT Semen Indonesia dan PT Pertamina MOR V. Untuk keperluan selanjutnya penulis dapat dihubungi melalui widyasari.ambar@gmail.com.