



TESIS - TI 142307

**MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENGANALISIS
KEBIJAKAN KOMPOSISI PENGADAAN KAPAL
DRY-BULK CARRIER DI PT. SEMEN TONASA**

**DIAN PRATIWI SAHAR
2513203008**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D.**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN LOGISTIK DAN RANTAI PASOK
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**



THESIS - TI 142307

**MODELLING OF SYSTEM DYNAMICS TO ANALYZE
THE CEMENT-BULK CARRIER COMPOSITION
POLICY AT PT. SEMEN TONASA**

**DIAN PRATIWI SAHAR
2513203008**

SUPERVISOR

**Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D.**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN LOGISTIK DAN RANTAI PASOK
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENGANALISIS KEBIJAKAN KOMPOSISI PENGADAAN KAPAL DRY-BULK CARRIER DI PT. SEMEN TONASA

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
DIAN PRATIWI SAHAR
NRP 2513203008

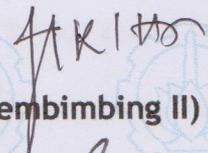
Tanggal Ujian : 2 Juli 2015
Periode Wisuda : September 2015

Disetujui oleh Tim Penguji Tesis:

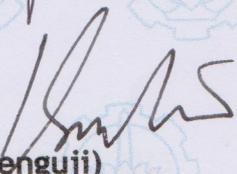
1. Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
NIP. 196811091995031003


(Pembimbing I)

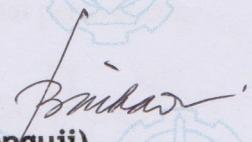
2. Nurhadi Siswanto, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197005231996011001


(Pembimbing II)

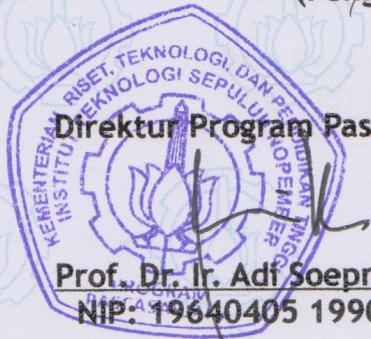
3. Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirjo., M.Eng.
NIP. 195503081979031001


(Penguji)

4. Imam Baihaqi, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197007211997021001


(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 19640405 199002 1001

MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENGANALISIS KEBIJAKAN KOMPOSISI PENGADAAN KAPAL *DRY-BULK CARRIER* DI PT. SEMEN TONASA

Nama Mahasiswa : Dian Pratiwi Sahar
NRP : 2513203008
Pembimbing : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
Co-Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

PT. Semen Tonasa merupakan pemasok semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia. Sebagian besar semen didistribusikan dalam bentuk curah menuju ke beberapa *packing plant* yang terletak di luar Sulawesi Selatan. Proses distribusi semen curah menggunakan kapal *dry-bulk carrier*. Komposisi pengadaan kapal dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas dan jenis investasinya. Kapasitas kapal ditentukan berdasarkan *draught* pelabuhan masing-masing *packing plant* dan *lead time* pemenuhan *demand*. Sedangkan jenis investasi kapal dilakukan dengan cara pembelian kapal, kontrak sewa *freight based*, dan pengerukan pelabuhan. Sejak tahun 2011 *demand* semen curah terus mengalami peningkatan sehingga akan mempengaruhi komposisi kapal. Ketika *demand* meningkat, maka kapasitas kapal meningkat. Sistem dinamik digunakan untuk menggambarkan model komposisi pengadaan kapal *dry-bulk carrier* di PT. Semen Tonasa sehingga diperoleh profit terbesar. Hasil penelitian mengemukakan bahwa dengan adanya eskalasi/peningkatan *demand* di *packing plant* dapat menyebabkan peningkatan kapasitas kapal yang dapat mempengaruhi komposisi kapal. Investasi pembelian kapal berkapasitas lebih besar tidak selalu menghasilkan profit terbesar, akan tetapi memberikan *lead time* yang lebih kecil, seperti yang terjadi pada *Packing Plant* Bali dan Bitung. Hal ini disebabkan karena peningkatan kapasitas kapal diikuti dengan investasi pengerukan pelabuhan yang memiliki biaya besar. Berbeda halnya, jika *demand* di *packing plant* tujuan sangat tinggi, menyebabkan pendapatan penjualan yang diperoleh lebih besar sehingga dapat meningkatkan profit, seperti yang terjadi pada *Packing Plant* Bali.

Kata kunci: *komposisi kapal, lead time, freight basis, pembelian kapal, pengerukan pelabuhan, dry-bulk carrier, sistem dinamik*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELLING OF SYSTEM DYNAMICS TO ANALYZE THE CEMENT-BULK CARRIER COMPOSITION POLICY AT PT. SEMEN TONASA

Name : Dian Pratiwi Sahar
NRP : 2513203008
Supervisor : Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
Co-Supervisor : Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

PT. Semen Tonasa is the largest cement supplier in eastern Indonesia. Most of the cement is distributed in bulk to some of the packing plants located outside South Sulawesi. Distributed process bulk cement using dry-bulk carrier. Composition of ship procurement based on the capacity and type of investment. Ship capacity is determined based on their respective draft port of packing plant and fulfillment lead time of demand. Type of ship investments made by purchase of ships, freight-based charter, and harbor dredging. Since 2011, the bulk cement demand continues to increase and will affect the composition of the ship. When demand increases, the increased vessel capacity. System dynamics model used to describe the composition of ships in dry-bulk carrier PT. Tonasa in order to obtain the biggest profit. Results of the study suggested that the presence of escalation / increase in demand in the packing plant may lead to an increase the capacity of carrier that can affect the composition of the ship. Investment purchase a larger capacity carrier are not always generate the biggest profits, but provide a smaller lead time, as happened in Packing Plant Bali and Bitung. This was due to an increase in the capacity of the ship followed by investment dredging the harbor which has huge costs. By contrast, if demand in the packing plant is very high, causing the sales revenue earned bigger so as to increase profits, as happened in the Packing Plant Bali.

Keywords: *the composition of ship, lead time, freight basis, the purchase of ships, harbor dredging, dry-bulk carrier, system dynamics*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan berkat, rahmat, dan hidayah-Nya serta tidak lupa shalawat dan salam bagi Nabi Muhammad SAW atas teladan bagi seluruh umat manusia, sehingga penelitian tesis yang berjudul “Model Sistem Dinamik Untuk Menganalisis Kebijakan Komposisi Pengadaan Kapal *Dry-Bulk Carrier* di PT. Semen Tonasa” sebagai syarat kelulusan jenjang pendidikan S2 Teknik Industri ITS Bidang Keahlian Manajemen Logistik dan Rantai Pasok ini dapat berjalan lancar dalam penyelesaiannya. Selama pelaksanaan penelitian tesis ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, dan penulis sampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, ilmu, inspirasi, dan takdir serta hikmah yang terbaik bagi umat-Nya.
2. Papa dan Mama, serta adik-adik yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang tanpa batas kepada penulis selama ini.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP dan Nurhadi Siswanto, ST., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan arahan, nasihat, bimbingan, dukungan, dan semangat yang luar biasa selama penulisan dan penyelesaian tesis.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirjo., M.Eng, Imam Baihaqi, S.T., M.Sc., Ph.D, Dr. Eng. Erwin Widodo, S.T., M.Eng dan Ir. Ketut Gunarta, M.T selaku dosen penguji dalam memberikan masukan pada tesis ini sehingga menjadi lebih baik.
5. Dosen dan karyawan Tata Usaha Jurusan Teknik Industri yang memfasilitasi kegiatan belajar mengajar selama menimba ilmu di kampus.
6. Narasumber penelitian dari perusahaan PT. Semen Tonasa, Pangkep, Andi Rachman AG atas waktu, kesediaan dan segala bantuannya dalam penelitian ini.

7. Rekanku, Mohammad Thezar Afifudin yang setia menemani dalam pengerjaan tesis.
8. Teman-teman S2 TI ITS angkatan 2013, Andi Nurwahidah, Astuteriyanti, Primahasmi, Wiwin Widiasih, Nathania, John Martin, Adhyatma, Rahma Rei, Larasati, Luh Made Pramitasari, Putu Wansri dan Ratih Pamelawati terima kasih banyak atas cerita dan persahabatan yang indah.
9. Sahabat-sahabat di Surabaya, Nurul Chairany, Amril, Suardi, Putu Eka Dewi, Rany dan Andi Besse atas semua dukungan selama penulisan tesis.
10. DIKTI yang bekerjasama dengan ITS dalam memberikan beasiswa BPPDN Calon Dosen kepada penulis selama dua tahun.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan dan doa dalam penyelesaian penelitian tesis ini.

Semoga penelitian tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi rekan-rekan di Teknik Industri ITS pada khususnya.

Surabaya, 31 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Sewa Kapal.....	9
2.1.1 <i>Bareboat Charter</i>	9
2.1.2 <i>Time Charter</i>	10
2.1.3 <i>Voyage Charter/Freight Based</i>	10
2.2 Klasifikasi Biaya Pengiriman Laut.....	11
2.3 Sistem Dinamik	12
2.4 Verifikasi dan Validasi Model.....	15
2.5 Posisi Penelitian.....	16

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1	Studi Literatur	21
3.1	Studi Lapangan	23
3.2	Definisi Masalah	23
3.3	Identifikasi Variabel.....	24
3.4	Perancangan dan Formulasi Model.....	24
3.5	Verifikasi dan Validasi Model	24
3.6	Merancang Skenario Kebijakan	24
3.7	Analisis dan Interpretasi	25
3.8	Rekomendasi Kebijakan	25
3.9	Kesimpulan dan Saran	25
BAB 4	PERANCANGAN DAN FORMULASI MODEL	27
4.1	Deskripsi Masalah.....	27
4.1.1	Silo Pelabuhan Biringkassi	28
4.1.2	<i>Packing Plant</i>	28
4.1.3	Sarana <i>Loading/Unloading</i> Semen Curah	30
4.1.4	Dermaga Pelabuhan	30
4.2	Identifikasi Variabel.....	31
4.3	<i>Causal Loop Diagram</i>	32
4.4	<i>Stock and Flow Diagram</i>	33
4.4.1	Waktu Tempuh Kapal	33
4.4.2	Jadwal Kapal.....	35
4.4.3	<i>Lead Time</i>	37
4.4.4	<i>Reorder Point</i> dan <i>Order Size</i>	38
4.4.5	<i>Demand Packing Plant</i>	39
4.4.6	Profit	40

4.4.7	Volume Pengiriman Order	41
4.5	Verifikasi Model.....	44
4.6	Validasi Model	45
BAB 5	SKENARIO DAN ANALISIS HASIL	55
5.1	Skenario 1: Komposisi Kapal Tetap dan Permintaan Tidak Mengalami Kenaikan.	55
5.2	Skenario 2: Komposisi Kapal Tetap dan Permintaan Mengalami Eskalasi 8%	57
5.3	Skenario 3: Komposisi Kapal Dioptimalkan, <i>Demand</i> Mengalami Eskalasi dan Memungkinkan Investasi Pengerukan dan Kapal.....	60
5.4	Perancangan <i>Interface</i>	63
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1	Kesimpulan.....	65
6.2	Saran	66
	DAFTAR PUSTAKA	67
	BIOGRAFI PENULIS	71

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Biaya Sewa <i>Time Charter</i>	10
Tabel 2.2 Biaya Sewa <i>Voyage Charter/Freight Based</i>	11
Tabel 2.3 Literatur Penelitian Investasi Pengadaan Kapal	19
Tabel 4.1 Kecepatan Bongkar Muatan Semen Curah	30
Tabel 4.2 <i>Draft</i> Pelabuhan <i>Packing Plant</i>	31
Tabel 4.3 Variabel Waktu Tempuh Kapal Kapasitas 1000 Ton.....	34
Tabel 4.4 Variabel Waktu Tempuh Kapal Bali	35
Tabel 4.5 Variabel Pengatur Jadwal Kapal	36
Tabel 4.6 Variabel <i>Lead Time</i> Kapal.....	37
Tabel 4.7 Variabel <i>Reorder Point</i> dan <i>Order Size</i>	39
Tabel 4.8 Variabel <i>Demand Packing Plant</i>	39
Tabel 4.9 Variabel Profit PT. Semen Tonasa	41
Tabel 4.10 Variabel Volume Pengiriman Order.....	41
Tabel 4.11 Hasil Uji Perbandingan <i>Mean Error Volume</i>	53
Tabel 5.1 Komposisi Kapal Skenario 1	56
Tabel 5.2 Hasil Simulasi Skenario 1	56
Tabel 5.3 Hasil Simulasi Skenario 2	58
Tabel 5.4 Hasil Simulasi Skenario 3	62
Tabel 5.5 Komposisi Kapal Setelah Eskalasi 8%	63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Penjualan dan Pendapatan.....	4
Gambar 1.2 Pengiriman Kapal Mempertimbangkan <i>Draught</i>	5
Gambar 2.1 <i>Tools Software Stella</i>	13
Gambar 2.2 Posisi Penelitian.....	18
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	22
Gambar 4.1 Daerah Pemasaran Semen Curah.....	29
Gambar 4.2 <i>Causal Loop Diagram</i> Komposisi Kapal	33
Gambar 4.3 Waktu Tempuh Kapal Kapasitas 1000 Ton.....	34
Gambar 4.4 Waktu Tempuh Kapal Bali	35
Gambar 4.5 Pengatur Jadwal Kapal	36
Gambar 4.6 <i>Lead Time</i> Kapal.....	38
Gambar 4.7 <i>Reorder Point</i> dan <i>Order Size</i>	39
Gambar 4.8 <i>Demand Packing Plant</i>	40
Gambar 4.9 Profit PT. Semen Tonasa	40
Gambar 4.10 Volume Pengiriman Order.....	43
Gambar 4.11 Hasil Uji Satuan Model ke Bali	44
Gambar 4.12 Hasil Uji Variabel Model di Bali.....	45
Gambar 4.13 Uji Parameter Volume Pengiriman ke Bali	47
Gambar 4.14 Uji Parameter Volume <i>On Trip</i> Kapal ke Bali	48
Gambar 4.15 Uji Parameter Profit Komposisi Kapal <i>Packing Plant</i> Bali	48
Gambar 4.16 Uji Kondisi Kritis Bawah (Kapal 1000, 1000, 1000).....	50
Gambar 4.17 Uji Kondisi Normal (Kapal 6000, 6000).....	51
Gambar 4.18 Uji Kondisi Kritis Atas (Kapal 12000).....	52
Gambar 5.1 Volume Pengiriman <i>Packing Plant</i> Samarinda Skenario 1	57
Gambar 5.2 Volume Pengiriman <i>Packing Plant</i> Banjarmasin Skenario 2.....	59
Gambar 5.3 Volume Pengiriman <i>Packing Plant</i> Samarinda Skenario 2.....	59
Gambar 5.4 <i>Interface</i> Skenario 1.....	63
Gambar 5.5 <i>Interface</i> Skenario 2.....	64
Gambar 5.6 <i>Interface</i> Skenario 3.....	64

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini akan membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Efisiensi transportasi menjadi sangat penting dilakukan oleh perusahaan karena biaya transportasi dikeluarkan sebesar 20% dari biaya total produk (Rodrigue dan Comtois, 2006) dalam (Hoff, *et al.*, 2010). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalkan biaya transportasi adalah penggunaan armada heterogen. Hal ini dapat memberikan beberapa keuntungan, seperti pengiriman dapat lebih flexibel terhadap banyaknya variasi permintaan dan total biaya transportasi yang dihasilkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan armada homogen (Koç, *et al.*, 2014). Terdapat dua jenis biaya transportasi, yaitu biaya modal (*capital cost*) dan biaya perjalanan (*traveling cost*). Biaya modal merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengadakan armada dengan cara membeli atau melakukan penyewaan ke pihak ketiga. Sedangkan biaya perjalanan merupakan biaya yang berbanding lurus terhadap jarak tempuh armada.

Hoff, *et al.*, (2010) membagi jenis armada ke beberapa kelompok, seperti: dimensi fisik (*physical dimensions*), kendala kompatibilitas (*compatibility constraints*), dan biaya (*cost*). Dimensi fisik, terdiri dari volume yang menunjukkan kapasitas, berat yang berpengaruh terhadap tekanan jalan, kecepatan berpengaruh terhadap waktu tempuh armada, dan *draught* (kedalaman) pelabuhan yang merupakan kendala dimensi fisik pada kapal. Batasan kompatibilitas merupakan penyesuaian armada terhadap jenis produk yang dibawanya, seperti peralatan khusus untuk melakukan proses *loading/unloading*, sertifikat khusus untuk memasuki wilayah tertentu, dan tangki khusus untuk membawa bahan kimia berbahaya. Sedangkan biaya merupakan faktor penting dalam pemilihan armada karena mempengaruhi pendapatan perusahaan. Kendaraan besar

umumnya menghasilkan biaya per unit yang lebih kecil daripada kendaraan yang lebih kecil. Sedangkan kendaraan berumur lebih lama (tua) memiliki biaya depresiasi yang lebih kecil, tetapi biaya perawatan dan biaya lingkungan yang lebih besar. Biasanya, pemilihan komposisi armada transportasi diputuskan berdasarkan pada kapasitas armada, waktu tempuh armada, jenis muatan, letak geografi titik asal-tujuan dan biaya yang dihasilkan dari pengadaan armada tersebut. Oleh sebab itu, penentuan komposisi armada merupakan permasalahan kompleks karena keputusan ini mempertimbangkan beberapa karakteristik dan diputuskan secara jangka panjang (Brandao, 2011; Hoff, *et al.*, 2010).

Sistem dinamik merupakan metodologi yang dirancang untuk membuat kebijakan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah kompleks yang dihadapi oleh organisasi (Sternan, 2000). Karakteristik model sistem dinamik adalah dinamika sistem yang kompleks, perubahan perilaku sistem terhadap waktu dan adanya sistem umpan balik tertutup (*loop feedback*) yang dinyatakan dengan diagram kausatik. Penelitian sistem dinamik telah banyak digunakan untuk mengatasi beberapa masalah kompleks, misalnya penelitian yang menggambarkan hubungan kompleks antara kapasitas produksi dan permintaan pada beberapa kasus manufaktur. Suryani (2005) melakukan penelitian dalam membuat keputusan perancangan kapasitas produksi berdasarkan kebutuhan dan kapasitas terpasang, Erni & Rafrianti (2007) menyusun rencana kapasitas produksi mie instan sehingga mampu memenuhi permintaan yang beragam dalam jumlah besar sesuai dengan penjadwalan produksi, Suryani, *et al.* (2010) meramalkan permintaan dan mengevaluasi skenario kebijakan yang terkait dengan ekspansi kapasitas pada kondisi optimis dan pesimis, Fortunella, *et al.* (2012) merencanakan kapasitas produksi sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan, Anggraeni & Suryani (2013) merancang permintan dan pasokan untuk menyelesaikan kelangkaan pupuk di wilayah Jawa Timur, dan Georgiadis (2013) membuat keputusan strategis dalam merancang kapasitas produksi pada industri daur ulang kertas. Pada penelitian ini akan digunakan model sistem dinamik untuk mengetahui peningkatan kapasitas produksi yang disebabkan oleh meningkatnya *demand* yang berubah secara dinamis, sehingga dapat mempengaruhi keputusan

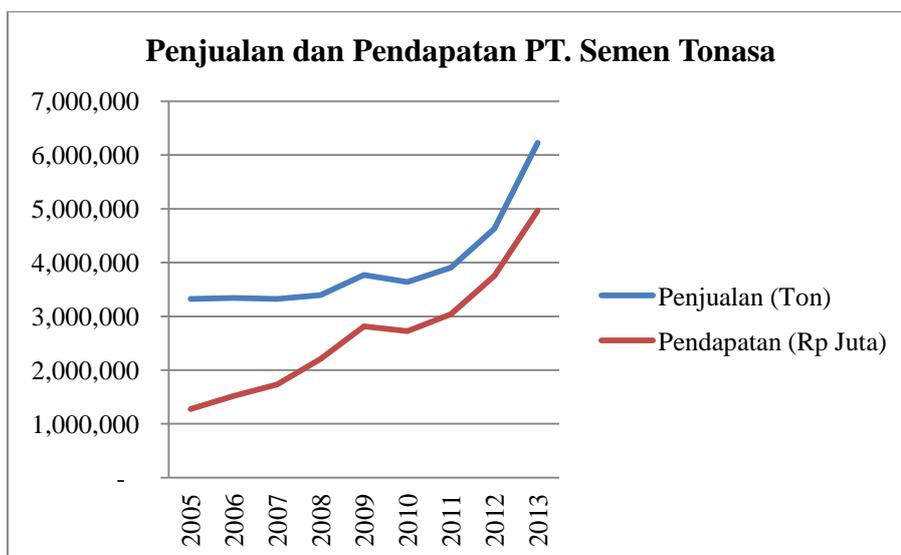
kebijakan pengadaan sarana transportasi yang digunakan dalam mendistribusikan produk ke konsumen.

Salah satu moda transportasi yang digunakan dalam pengiriman barang dari satu tempat ke tempat lain adalah transportasi laut. Transportasi laut memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan moda lainnya karena dapat mengangkut muatan dalam jumlah besar dengan biaya yang lebih murah (Gelareh & Pisinger, 2011). Berdasarkan jenis muatannya, kapal dibedakan menjadi kapal penumpang, kapal kontainer, dan kapal curah (berupa *liquid* atau *dry*). *Dry-bulk carrier* menyumbang pangsa terbesar distribusi laut sekitar 42,9% dan sisanya merupakan perdagangan dengan kapal tanker (28,5%) dan kontainer (12,8%) (UNCTAD, 2014). Orientasi perencanaan kapal *dry-bulk carrier* adalah memaksimalkan volume muatan. Namun, ukuran kapal dibatasi oleh *draught* (kedalaman) pelabuhan tujuan. Hal ini disebabkan karena kapal harus merapat dekat dengan dermaga untuk melakukan proses *loading/unloading*. Beberapa jenis muatan *dry-bulk carrier*, seperti biji gandum, kedelai, jagung, pasir, semen, dan klinker.

PT. Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia dengan *market share* sebesar 40% pada tahun 2013 (Tonasa, 2014). Pada awal tahun 2010 terjadi kelangkaan stok akibat dari rehabilitasi kiln IV sehingga menyebabkan penjualan menurun dibandingkan dari tahun sebelumnya. Akan tetapi, peningkatan kapasitas terjadi pada tahun berikutnya. Hal ini didorong oleh peningkatan permintaan semen di Kawasan Timur Indonesia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Tahun 2012 kapasitas terpasang PT. Semen Tonasa sebesar 5.980.000 ton/tahun. Setelah menyelesaikan pembangunan pabrik baru (Tonasa V) pada tahun 2013, kapasitas produksi menjadi 7.500.000 ton/tahun. Pencapaian terbaik berupa peningkatan penjualan sebesar 6.224.329 ton/tahun atau 34,5% dibandingkan dengan tahun 2012. Sehingga meningkatkan pendapatan perusahaan sebesar Rp. 4.965.375 juta atau sebesar 33,3%. Hal ini tidak terlepas dari dukungan proses distribusi semen PT. Semen Tonasa di Kawasan Timur Indonesia.

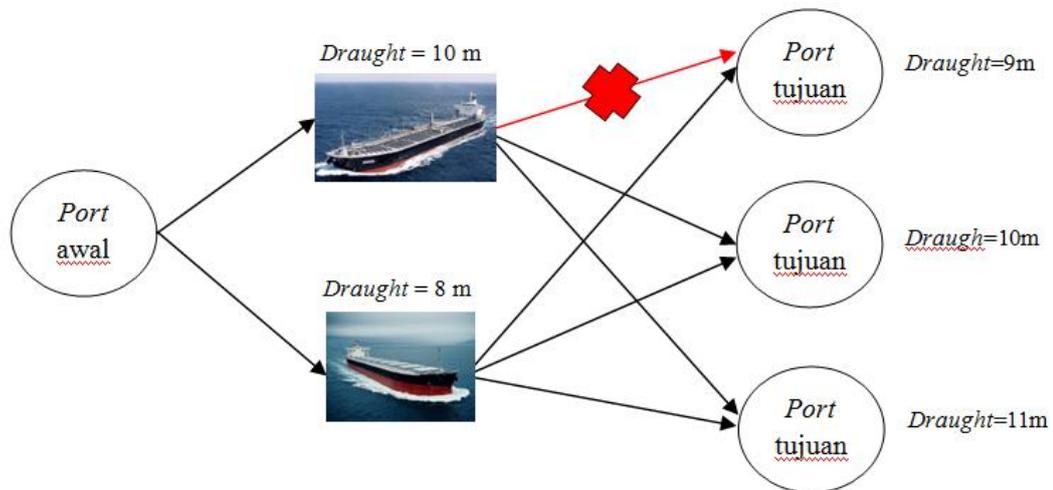
Berdasarkan jenisnya, proses distribusi semen dibagi menjadi dua, yaitu semen sak dan semen curah. Semen sak didistribusikan dari pabrik ke beberapa

distributor/agen dengan menggunakan truk untuk wilayah Sulawesi Selatan dan kapal barang untuk penjualan ke luar pulau. Sedangkan semen curah diangkut dengan menggunakan truk curah menuju Silo Pelabuhan Biringkassi dan Silo Pelabuhan Sukarno Hatta (Makassar). Selanjutnya Silo Pelabuhan Biringkassi mendistribusikan semen curah ke beberapa *packing plant* (PP) yang terletak di luar Sulawesi Selatan dengan menggunakan kapal *dry-bulk carrier*.



Gambar 1.1 Grafik Penjualan dan Pendapatan (Tonasa, 2014)

Kapal semen curah, *dry-bulk carrier* yang digunakan PT. Semen Tonasa dipilih berdasarkan ukuran, laju kapal, dan jenis investasinya. Setiap kapal yang digunakan harus memenuhi *draught* pelabuhan tujuan sebelum melakukan pelayaran karena tidak semua pelabuhan dapat dikunjungi oleh semua kapal, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.2. Laju kapal mempengaruhi *round trips days* (RTD) kapal dalam memenuhi order *packing plant*. Semua order harus dipenuhi sebelum terjadinya *stock out* di *packing plant*. Investasi pengadaan kapal dilakukan dengan cara pembelian (*purchase*) atau melalui kontrak sewa kapal ke pihak vendor. Jenis kontrak sewa yang biasa dilakukan oleh perusahaan adalah *freight based*.



Gambar 1.2 Pengiriman Kapal Mempertimbangkan *Draught* (Harianto, 2014)

Masalah investasi pengadaan kapal pernah dibahas oleh beberapa peneliti sebelumnya. Alizadeh & Nomikos (1997) menyelidiki kinerja strategis perdagangan berdasarkan kombinasi aturan teknis perdagangan dan analisis mendasar dalam penjualan dan pembelian kapal *dry-bulk carrier*. Bendall & Stent (2005) menggunakan *Real Option Analysis (ROA)* untuk menilai fleksibilitas yang tersedia pada pengambilan keputusan manajemen dalam memperkenalkan layanan kapal ekspres yang menggunakan teknologi baru. Jin (2008) mensimulasikan pola investasi kapal kontainer dengan menggunakan *system dynamics approach*. Fan & Luo (2013) menganalisis ekspansi kapasitas dan keputusan pembelian kapal dengan menggunakan *binary choice and nested logit model*. Xu & Yip (2014) memaparkan bahwa tiga variabel penting yang mendasari jumlah pesanan pembuatan kapal, yaitu ukuran armada, volume perdagangan dunia, dan laju pengiriman kargo. PARK, *et al.* (2014) menggunakan *system dynamics modeling* untuk menentukan investasi kapal penumpang antar-pulau dengan mempertimbangkan peningkatan volume penumpang/kargo dan peningkatan pelayanan penumpang.

Penelitian ini akan mengisi gap penelitian sebelumnya mengenai komposisi pengadaan kapal berdasarkan kapasitas dan jenis investasinya. Fokus penelitian ini adalah pembuatan model sistem dinamik untuk menganalisis kebijakan komposisi pengadaan kapal *dry-bulk carrier* dengan mempertimbangkan peningkatan kapasitas produksi, investasi pengadaan kapal, dan investasi fasilitas

pelabuhan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan metodologi sistem dinamik karena keputusan komposisi kapal dipengaruhi beberapa variabel seperti peningkatan *demand*, kapasitas kapal, *lead time kapal*, investasi pembelian kapal, dan investasi pengerukan pelabuhan. Keputusan kebijakan dipilih dari tiga skenario dengan mempertimbangkan *lead time* pemenuhan *demand* dan profit perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana komposisi kapal *dry-bulk carrier* yang optimal di PT. Semen Tonasa yang dapat memberikan profit terbesar. Pembangunan model mempertimbangkan peningkatan kapasitas produksi yang disebabkan oleh meningkatnya *demand* yang berubah secara dinamis.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model simulasi sistem dinamik untuk mengetahui kebijakan komposisi pengadaan kapal.
2. Menganalisis komposisi kapal pada beberapa skenario kebijakan.
3. Menentukan kebijakan komposisi pengadaan kapal dengan mempertimbangkan peningkatan kapasitas produksi yang disebabkan oleh meningkatnya *demand* yang berubah secara dinamis.

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model yang dibangun dapat digunakan sebagai *tool* dalam menentukan kebijakan komposisi pengadaan kapal.
2. Menambah referensi keilmuan mengenai implementasi sistem dinamik dalam menyelesaikan masalah kompleks di bidang logistik pelayaran.
3. Sebagai masukan bagi pihak perusahaan dalam menentukan kebijakan komposisi pengadaan kapal.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kapal yang digunakan sebagai objek amatan pada penelitian ini adalah *dry-bulk carrier*.
2. Jenis investasi pengadaan kapal terdiri dari pembelian, penyewaan kapal dengan kontrak *freight based*, dan investasi fasilitas pelabuhan.

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan kapal selama pelayaran konstan.
2. Kapal langsung dilayani di pelabuhan untuk melakukan *loading/unloading* (*waiting time* = 0).
3. Permintaan mengalami peningkatan.
4. Perhitungan profit merupakan profit kotor yang mempertimbangkan biaya pembelian kapal dan investasi pengerukan pelabuhan.
5. Kapasitas kapal liner terhadap *draft* kapal.
6. Kapal tersedia ketika dilakukan investasi pengadaan kapal baru.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai konsep dan metode yang akan digunakan dalam penelitian ini. Literatur yang digunakan diperoleh dari jurnal, tesis, dan artikel pendukung penelitian.

2.1 Sewa Kapal

Secara umum terdapat tiga jenis kontrak sewa kapal, yaitu *bareboat charter*, *time charter*, dan *voyage charter/freight based* (Steffensen, 2012). Setiap kontrak sewa memiliki kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu, sebelum memutuskan kontrak kerjasama dengan pemilik kapal, diperlukan analisis awal mengenai kebutuhan kapal yang akan digunakan dalam proses distribusi, baik itu mengenai jenis muatan, rute pelayaran, lama sewa, dan biaya sewa kapal.

2.1.1. *Bareboat Charter*

Bareboat charter merupakan kontrak sewa kapal berdasarkan pada waktu, pemilik kapal menyerahkan kapal kepada penyewa dalam keadaan kosong (tanpa nahkoda dan awak kapal), tetapi lengkap dengan sarana/prasarana dan peralatan kapal selama berlayar setelah menerima pembayaran dari penyewa. Jadi penyewa harus melengkapi dan menjalankan semua tanggung jawab selama kapal melakukan pelayaran, seperti navigasi, manajemen, perbaikan kapal, survei kapal yang dilakukan secara periodik, dan pengoperasian kapal. Sehingga penyewa bertanggung jawab atas semua aspek selama masa kontrak berlaku.

Pada jenis kontrak sewa ini, pihak penyewa dapat menguasai sepenuhnya kapal, baik dari segi operasional maupun finansial. Setelah masa kontrak habis, maka penyewa wajib menyerahkan kapal kepada pemiliknya sesuai dengan kondisi awal kapal. Biasanya biaya asuransi kapal ditanggung oleh penyewa, berbeda halnya jika telah ada perjanjian awal bahwa asuransi ditanggung oleh pemilik kapal. Pada keadaan normal, kontrak jenis ini sangat jarang digunakan.

2.1.2. *Time Charter*

Biaya kontrak sewa dalam *time charter* tidak ditentukan berdasarkan pada jumlah barang yang diangkut, tetapi berdasarkan pada waktu penyewaan. Penyewa kapal berhak menentukan rute perjalanan kapal, sehingga resiko keterlambatan pengiriman ditanggung oleh penyewa kapal. Sasmito (2014) membagi biaya sewa yang ditanggung oleh masing-masing pihak (pemilik dan penyewa kapal) pada kontrak sewa *time charter* seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Biaya Sewa *Time Charter*

Pemilik Kapal	Penyewa Kapal
<ul style="list-style-type: none">• Biaya depresiasi• Biaya ABK• Biaya perbaikan dan perawatan kapal• Biaya perbekalan dan minyak pelumas• Biaya asuransi• Biaya <i>overhead</i>	<ul style="list-style-type: none">• Biaya sewa• Biaya bahan bakar• Biaya pelabuhan• Biaya <i>Stevedoring</i>• Biaya <i>Cargodoring</i>

Sumber: Sasmito (2014)

2.1.3. *Voyage Charter/Freight Based*

Voyage charter/freight based merupakan kontrak sewa kapal yang berdasarkan pada perjalanan per ton muatan. Kontrak sewa biasanya menyangkut jenis muatan tertentu dengan rute/perjalanan yang telah ditentukan sebelumnya. Pemilik kapal menyediakan nahkoda dan awak kapal sehingga dapat mempertahankan hak kepemilikan kapalnya. Pemilik kapal juga menanggung semua biaya kapal sesuai yang telah disepakati untuk melakukan perjalanan satu trayek. Trayek yang dimaksud adalah pemilik kapal akan menyerahkan seluruh atau sebagian ruang muatan kapal kepada penyewa setelah dilakukan pembayaran sewa per perjalanan.

Time charter dan *voyage charter/freight based* merupakan jenis sewa yang banyak digunakan dalam bisnis pelayaran. Kesamaan dari kedua jenis kontrak ini adalah nahkoda dan awak kapal disediakan oleh pemilik kapal. Sasmito (2014) membagi biaya sewa yang ditanggung oleh masing-masing pihak (pemilik dan

penyewa kapal) pada kontrak sewa *voyage charter/freight based* seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.2. *Voyage charter/freight based* dihitung berdasarkan Rp/ton muatan. Hasil ini diperoleh dari biaya/ton dikalikan dengan jumlah perjalanan kargo. *Time charter* dihitung berdasarkan Rp/hari. Hasil ini diperoleh dari perkalian antara Rp/hari dengan panjang kontrak. Sistem sewa biayanya dilakukan setiap perjalanan untuk *voyage charter/freight based* sedangkan *time charter* dilakukan pada waktu tertentu.

Tabel 2.2 Biaya Sewa *Voyage Charter/Freight Based*

Pemilik Kapal	Penyewa Kapal
<ul style="list-style-type: none"> • Biaya modal • Biaya depresiasi • Biaya ABK • Biaya perbaikan dan perawatan kapal • Biaya perbekalan dan minyak pelumas • Biaya asuransi • Biaya <i>overhead</i> • Biaya bahan bakar • Biaya pelabuhan • Biaya <i>Stevedoring</i> • Biaya <i>Cargodoring</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya sewa kapal yang berdasarkan atas jumlah beban yang diangkut untuk satu kali pelayaran.

Sumber: Sasmito (2014)

2.2 Klasifikasi Biaya Pengiriman Laut

Stopford (1997) dalam (Sasmito, 2014) menyebutkan komponen biaya pelayaran, terdiri dari biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya perjalanan (*voyage cost*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*).

1. Biaya modal (*capital cost*) merupakan biaya yang digunakan untuk investasi inisiasi (*intial investment*).
2. Biaya operasional (*operasional cost*) merupakan biaya yang dikeluarkan agar kapal siap berlayar. Komponen-komponen biayanya, seperti biaya ABK (*manning cost*), biaya perbaikan dan perawatan kapal (*repair and maintenance cost*), biaya perbekalan dan minyak pelumas (*store and*

lubricant cost), biaya asuransi (*assurance cost*), dan biaya *overhead* (*overhead cost*).

3. Biaya pelayaran (*voyage cost*) merupakan biaya yang berubah terhadap jarak tempuh kapal. Komponen biayanya terdiri dari dua, yaitu biaya bahan bakar (*fuel cost*) dan biaya pelabuhan.
4. Biaya bongkar muat (*cargo handling cost*) merupakan biaya yang dikeluarkan ketika kapal melakukan proses bongkar muat. Komponen biayanya ada tiga, yaitu *stevedoring cost*, *cargodoring cost*, dan *receiving/delivery cost*.

2.3 Sistem Dinamik

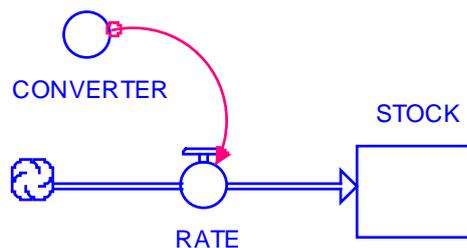
Pada tahun 1960-an Jay Foster (MIT) membangun simulasi kontinyu yang berfokus pada struktur dan perilaku sistem yang terdiri dari interaksi antara variabel dan *loop feedback* yang dinyatakan dalam diagram kausatik. Karakteristik model sistem dinamik adalah dinamika sistem yang kompleks dan perubahan perilaku sistem terhadap waktu. Pemodelan sistem dinamik menggunakan dua pendekatan, yaitu *top down* dan *bottom up*. Pada *top down*, model utama terlebih dahulu dibangun kemudian di *breakdown* ke dalam beberapa *sub-model*. Sedangkan *bottom up*, *sub-model* terlebih dahulu dibangun kemudian diintegrasikan menjadi model besar. Pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan *top down*.

Beberapa *software* yang digunakan dalam menggambarkan model simulasi sistem dinamik, seperti *Dynamo*, *Stella*, *PowerSim*, dan *Vensim*. Dalam merepresentasikan sistem nyata, penelitian ini akan menggunakan *Software Stella* untuk membangun model simulasi secara visual dengan menggunakan komputer. *Stella* merupakan bahasa pemrograman yang menggambarkan model suatu sistem menjadi model simulasi. Beberapa *tools* yang biasa digunakan dalam menyusun sebuah model simulasi, yaitu:

- *Stock* merupakan *tool* yang digunakan untuk menghasilkan akumulasi informasi yang berupa nilai suatu parameter yang masuk ke dalamnya.
- *Flow* merupakan *tool* yang mempengaruhi nilai *stock* yang dapat mengalir satu arah maupun dua arah.

- *Converter* merupakan *tool* yang digunakan untuk mengubah input menjadi output.
- *Connector* merupakan *tool* yang digunakan untuk menghubungkan parameter-parameter yang terlibat dalam model.

Ilustrasi *tools* yang terdapat pada *Software Stella* ditunjukkan oleh Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Tools Software Stella*

Perancangan model simulasi merupakan proses mengubah konsep sistem nyata menjadi sistem yang disusun dalam bahasa komputer dengan menggunakan *software* simulasi. Pada tahap ini akan digambarkan *causal loop diagram (CLD)*, *sub-system*, *stock and flow diagram* yang dilengkapi dengan formulasi matematisnya. *Causal loop diagram* digambarkan untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar-variabel yang mempengaruhi sistem. *Stock and flow diagram* digambarkan untuk mengetahui hubungan variabel-variabel tiap waktu. Setelah model konseptual tersusun, selanjutnya dilakukan proses formulasi matematis model. Sehingga dapat dilakukan *running* simulasi kondisi *existing system*.

Penelitian sistem dinamik telah banyak digunakan untuk mengatasi beberapa masalah kompleks. Suryani (2005) menggunakan model sistem dinamik untuk membantu pembuat keputusan dalam merancang kapasitas produksi berdasarkan kebutuhan dan perencanaan kapasitas terpasang. Jika peningkatan kapasitas terpasang tidak diimbangi dengan peningkatan kebutuhan domestik, maka produksi akan mencapai kelebihan yang dapat merugikan perusahaan. Selanjutnya, Erni & Rafrianti (2007) menyusun rencana kapasitas produksi mie instan dengan pendekatan sistem dinamik, sehingga mampu memenuhi

permintaan yang beragam dalam jumlah besar sesuai dengan penjadwalan produksinya. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa kapasitas produksi melebihi kapasitas penyimpanan yang dapat menghambat produksi. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan pengurangan rencana jumlah produksi.

Fortunella, *et al.* (2012) merencanakan kapasitas produksi sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan pada industri kulit. Proses produksi dilakukan berdasarkan pesanan (*make to order*). Mereka menggunakan simulasi sistem dinamik untuk mengetahui hubungan antar-variabel sehingga memudahkan dalam analisis dan mendapatkan output berupa perubahan kapasitas produksi. Berdasarkan hasil simulasi, setiap bulannya akan terjadi perubahan kapasitas produksi. Dalam mengatasi masalah tersebut, perusahaan akan menambahkan jam kerja dengan menerapkan jam kerja lembur.

Anggraeni & Suryani (2013) merancang permintan dan pasokan dengan menggunakan sistem dinamik untuk menyelesaikan kelangkaan pupuk di wilayah Jawa Timur. Objek permasalahan ini adalah waktu sebagai variabel independen, sehingga memungkinkan model untuk menyesuaikan kondisi dalam jangka panjang maupun pendek. Georgiadis (2013) menggunakan *system dynamics modeling* untuk membuat keputusan strategis dalam merancang kapasitas produksi pada industri daur ulang kertas. Proses pengambilan keputusan berdasarkan *tradoff* antara keuntungan dan utilitas kapasitas produksi tunggal pada aktivitas daur ulang.

Suryani, *et al.* (2010) meramalkan permintaan dan mengevaluasi skenario kebijakan yang terkait dengan ekspansi kapasitas. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa permintaan di masa datang akan meningkat. Keputusan ini dapat mempengaruhi keputusan ekspansi kapasitas, seperti berapa banyak kapasitas yang dibutuhkan, kapan harus dilakukan ekspansi kapasitas, dan berapa banyak investasi yang dibutuhkan. Dengan model ini, maka permintaan dapat diprediksi secara rinci. Sehingga ekspansi kapasitas yang tidak perlu dapat dihindari karena permintaan di masa datang dapat diprediksi secara akurat.

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan sistem dinamik dalam menentukan strategi perencanaan kapasitas produksi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan metodologi sistem dinamik untuk mengetahui

ekspansi kapasitas kapal yang disebabkan oleh meningkatnya *demand* yang berubah secara dinamis.

2.4 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dilakukan untuk memeriksa satuan dan formulasi model. Sedangkan validasi dilakukan untuk menguji apakah model hasil simulasi dapat menggambarkan kondisi eksisting sistem sebenarnya. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan data kecil. Proses verifikasi dan validasi dilakukan untuk memastikan tidak terdapat *error* pada model simulasi sehingga model dapat dikatakan *valid*. Beberapa uji validasi yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Uji Struktur Model (*Model Structure Test*)

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan *in-dept interview* dengan pihak yang mengetahui dan menguasai sistem. Tujuannya adalah untuk memastikan variabel dan struktur model yang telah dibangun sesuai dengan sistem sebenarnya. Struktur model dinyatakan *valid* ketika formulasi dan unitnya sesuai dan sudah dapat menggambarkan konsep aktual sistem.

Uji Parameter Model (*Model Parameter Test*)

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan parameter sistem dengan parameter simulasi secara logika. Ketika secara logika parameter sistem terjadi hubungan positif antara variabel, maka meningkatnya variabel A dapat meningkatkan variabel B. Jika hasil simulasi menunjukkan hasil yang sama dengan logika, maka model dinyatakan *valid* pada uji parameter model.

Uji Kecukupan Batasan (*Boundry Adequancy Test*)

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji variabel yang digunakan pada model simulasi. Jika suatu variabel ternyata tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tujuan model, maka variabel tersebut tidak perlu dimasukkan. Sehingga variabel yang digunakan pada perancangan model simulasi sesuai dengan tujuan dari model tersebut. Jika model dibuat untuk ruang lingkup

tertentu, maka model tidak dapat digunakan pada ruang lingkup yang lebih besar. Oleh karena itu, untuk membuat model baru, maka batasan dan tujuan dari model harus dikembangkan sehingga menghasilkan ruang lingkup yang berbeda.

Uji Kondisi Ekstrim (*Extreme Condition Test*)

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kemampuan model dalam kondisi ekstrim sehingga dapat menunjukkan kesalahan struktural model. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara memasukkan nilai ekstrim terkecil maupun terbesar pada variabel terukur atau terkendali dalam model. Jika variabel A adalah variabel terkendali dalam model, maka penurunan nilai A diikuti menurunnya nilai variabel B.

Uji Perilaku Model/Replika

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan data antara hasil simulasi dan kondisi nyata, sehingga model dapat merepresentasikan sistem yang dimodelkan. Kondisi awal yang dilakukan oleh model kemudian dicocokkan pada keadaan sistem nyata pada suatu waktu di masa lalu. Selanjutnya, dilakukan penilaian seberapa dekat perilaku model terhadap data masa lalu.

2.5 Posisi Penelitian

Masalah jenis investasi kapal pernah dibahas oleh beberapa peneliti sebelumnya. Alizadeh & Nomikos (1997) menyelidiki kinerja strategis perdagangan kapal berdasarkan kombinasi aturan teknis perdagangan dan analisis mendasar dalam penjualan dan pembelian kapal *dry-bulk carrier*. Mereka menggunakan hubungan antara variabel pasar pengiriman dan menyusun strategi untuk mengidentifikasi waktu yang tepat dalam melakukan penjualan dan pembelian kapal. Bendall & Stent (2005) menunjukkan penggunaan *Real Option Analysis (ROA)* untuk menilai fleksibilitas manajemen dalam memutuskan proyek pada kondisi *uncertainty* dari waktu ke waktu. Metodologi ini dapat digunakan untuk menilai bisnis baru pada pelayanan kapal ekspres yang menggunakan teknologi baru.

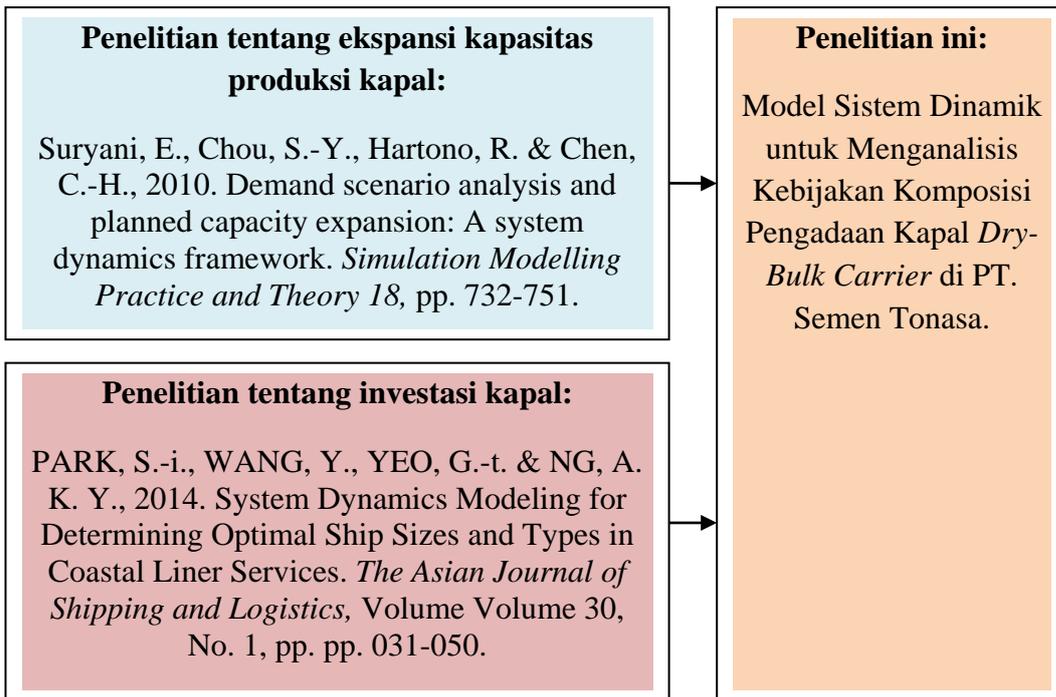
Jin (2008) mensimulasikan pola investasi kapal kontainer dengan menggunakan *system dynamics approach*. Pola pengembangan kapasitas kapal kontainer dan kapasitas terminal digambarkan dengan menggunakan *system dynamic simulation*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa keterlambatan pembangunan kapal akan mengakibatkan kelebihan pasokan di terminal. Sehingga untuk menjamin kapasitas kapal yang memadai di awal operasi terminal, pemesanan kapal kontainer baru sebaiknya dilakukan terlebih dahulu.

Fan & Luo (2013) menganalisis ekspansi kapasitas dan keputusan pemilihan kapal dengan menggunakan *binary choice* dan *nested logit model*. Hasil penelitiannya mengungkapkan bahwa probabilitas investasi meningkat ketika permintaan, laju pertumbuhan permintaan, dan indeks sewa meningkat. Informasi ini dapat digunakan perusahaan pelayaran untuk menentukan strategi investasi yang terbaik, sehingga dapat mempertahankan kinerjanya, menghindari kelebihan kapasitas, dan sukses dalam berkompetisi. Penelitian ini hanya berfokus pada perilaku investasi kapal pada pembelian kapal. Namun, tidak pada kapal sewa, meskipun penyewaan ini termasuk dalam strategi investasi kapal (Fan & Luo, 2013). Hal ini disebabkan karena dalam membuat keputusan penyewaan kapal diperlukan informasi mengenai strategi bisnis perusahaan.

Xu & Yip (2014) memaparkan bahwa tiga variabel penting yang mendasari jumlah pesanan pembuatan kapal, yaitu ukuran armada, volume perdagangan dunia, dan laju pengiriman kargo. Temuan ini menunjukkan pentingnya pemilik kapal dalam memutuskan apakah akan melakukan investasi kapal baru. PARK, *et al.* (2014) menggunakan *system dynamics modeling (SDM)* untuk menentukan investasi kapal penumpang antar-pulau dengan mempertimbangkan peningkatan volume penumpang/kargo dan peningkatan pelayanan penumpang. Mereka meramalkan volume penumpang/kargo antar-pulau dari tahun 2013-2025 dengan menggunakan *SDM* untuk mengetahui hubungan kausal yang dapat mengakomodasi meningkatnya volume penumpang/kargo dan meningkatkan layanan pelanggan. Hasil dari penelitian ini dapat mendukung para *decion maker* dalam mengawasi perkembangan pelayaran sehingga dapat dijadikan sebagai strategi untuk mempertahankan kinerja optimal perusahaan, menghindari kelebihan kapasitas, dan dapat sukses dalam pelayaran penumpang. Dalam rangka

melakukan perkiraan yang lebih akurat, penelitian di masa datang harus dapat mempertimbangkan *supply* dan *demand* (PARK, *et al.*, 2014).

Penelitian ini akan mengisi gap penelitian sebelumnya mengenai komposisi pengadaan kapal berdasarkan kapasitas dan jenis investasinya. Fokus penelitian ini adalah pembuatan model sistem dinamik untuk menganalisis kebijakan komposisi pengadaan kapal *dry-bulk carrier* dengan mempertimbangkan peningkatan kapasitas kapal yang disebabkan oleh meningkatnya *demand* yang berubah secara dinamis di masa yang akan datang. Permasalahan ini akan mengangkat studi kasus di PT. Semen Tonasa sehingga dapat memberikan gambaran mengenai aplikasi ilmu di bidang industri. Keputusan dilakukan untuk mengetahui penentuan kebijakan komposisi kapal selama perencanaan tiga tahun. Posisi penelitian dirangkum pada Gambar 2.2 sedangkan literatur penelitian investasi kapal dirangkum pada Tabel 2.3.



Gambar 2.2 Posisi Penelitian

Tabel 2.3 Literatur Penelitian Investasi Pengadaan Kapal

Penulis	Thn.	Jenis Muatan	Jenis Investasi		Ukuran	Ekspansi Supply-Demand	Fokus Penelitian	Metode
			Purchase	Charter				
Alizadeh, dan Nomikos	2007	Dry-bulk carrier	√				Kinerja strategis perdagangan kapal (penjualan & pembelian kapal)	<i>Economic framework</i>
Bendall dan Sten	2005	-	√			√	Fleksibilitas manajemen pada kondisi <i>uncertainty</i>	<i>Real Option Analysis (ROA)</i>
Jin, Yan	2008	Kontainer	√			√	Pola investasi kapal	<i>System dynamic</i>
Fan dan Luo	2013	-	√			√	Ekspansi kapasitas dan keputusan pemilihan kapal	<i>Binary choice dan nested logit model</i>
Xu dan Yip	2014	-	√				Pentingnya berinvestasi kapal baru	<i>Regression model</i>
PARK <i>et al.</i>	2014	Penumpang	√		√		Investasi kapal penumpang antar-pulau	<i>System dynamic</i>
Sahar, Dian	2015	Dry-bulk carrier	√	√	√	√	Investasi kapal dengan memperhatikan komposisinya	<i>System dynamic</i>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

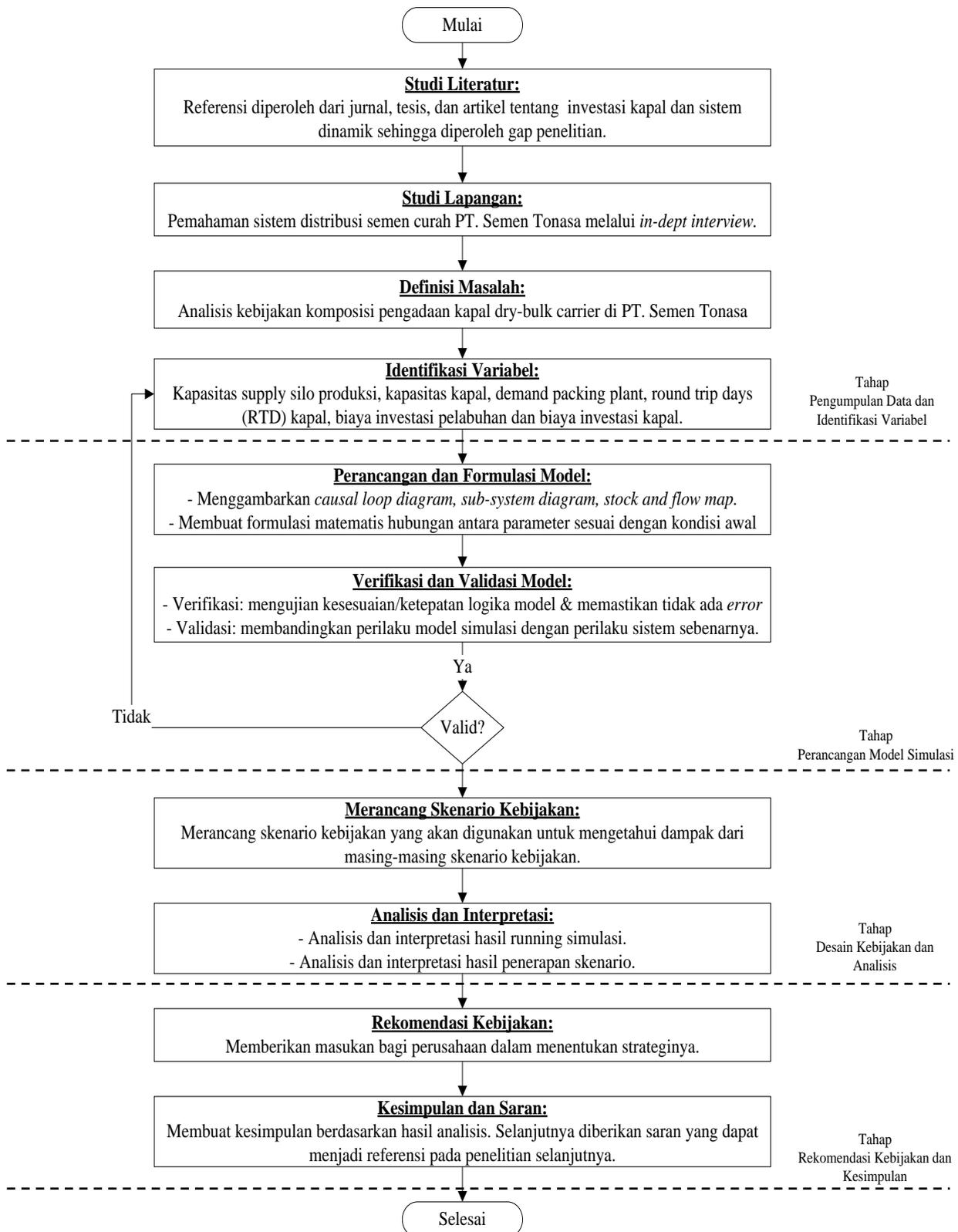
Metodologi penelitian membahas mengenai langkah-langkah sistematis selama proses penelitian. Penelitian ini akan dilakukan berdasarkan pada metodologi penelitian yang telah dibuat, seperti pada Gambar 3.1.

3.1 Studi Literatur

Informasi diperoleh dari berbagai literatur, seperti jurnal, tesis, dan artikel yang membahas mengenai konsep investasi kapal dan metodologi sistem dinamik.

Penelitian yang membahas mengenai investasi kapal pernah dibahas oleh beberapa peneliti sebelumnya. Alizadeh & Nomikos (1997) membahas mengenai kinerja strategis dalam investasi, Bendall & Stent (2005) menilai fleksibilitas pengambilan keputusan manajemen, Jin (2008) mensimulasikan pola investasi kapal kontainer, Fan & Luo (2013) menganalisis ekspansi kapasitas dan keputusan pembelian kapal, Xu & Yip (2014) memaparkan variabel yang mendasari jumlah pesanan pembuatan kapal, dan PARK, *et al.* (2014) mensimulasikan investasi kapal penumpang antar-pulau. Berdasarkan literatur yang telah diperoleh, maka diperoleh gap penelitian mengenai analisis komposisi kapal berdasarkan kapasitas dan jenis investasinya.

Sedangkan penelitian yang menggunakan sistem dinamik dalam analisis perancangan kapasitas produksi berdasarkan *demand* telah banyak dilakukan, seperti Suryani (2005), Erni & Rafrianti (2007), Suryani, *et al.* (2010), Fortunella, *et al.* (2012), Anggraeni & Suryani (2013), dan Georgiadis (2013). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan model sistem dinamik untuk menggambarkan komposisi pengadaan kapal yang dipengaruhi oleh peningkatan kapasitas kapal berdasarkan peningkatan *demand* yang berubah secara dinamis.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

3.1 Studi Lapangan

Penelitian ini akan dilakukan di perusahaan semen, PT. Semen Tonasa. Proses distribusi semen curah menggunakan kapal *dry-bulk carrier*. Pengadaan kapal dilakukan dengan cara pembelian dan kontrak sewa *freight based*. Pengumpulan data di perusahaan dilakukan dengan cara *in-dept interview* dengan Bagian Distribusi PT. Semen Tonasa sehingga diperoleh data kualitatif. Sedangkan data kuantitatif berupa data sekunder diperoleh dari laporan manajemen PT. Semen Tonasa.

3.2 Definisi Masalah

PARK, *et al.* (2014) menentukan pemilihan investasi kapal penumpang penyeberangan antar-pulau dalam memfasilitasi pelabuhan baru di Korea Selatan. Permasalahan pemilihan jenis investasi ini merupakan keputusan strategi perusahaan karena berlangsung jangka panjang dengan mempertimbangkan adanya peningkatan kapasitas di masa yang akan datang. Sedangkan Suryani, *et al.* (2010) mengevaluasi skenario kebijakan terkait dengan ekspansi kapasitas produksi.

PT. Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang proses distribusinya melalui jalur laut. Pengadaan kapalnya dilakukan dengan cara pembelian dan kontrak sewa dengan vendor swasta. Pemilihan investasi pengadaan kapal merupakan keputusan strategis perusahaan karena merupakan keputusan jangka panjang dan modal yang dikeluarkan sangat besar. Sehingga untuk meminimasi biaya transportasi, sebaiknya kapal dipilih berdasarkan pada strategi perusahaan dengan mempertimbangkan peningkatan *demand* setiap waktu. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan model sistem dinamik untuk menggambarkan kondisi sistem sebenarnya agar memudahkan *decision maker* perusahaan dalam mengambil keputusan dalam melakukan investasi pengadaan kapal.

3.3 Identifikasi Variabel

Identifikasi variabel dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang terlibat dalam memodelkan sistem. Variabel disusun berdasarkan hasil studi literatur dan *in-dept interview* dengan pihak perusahaan. Selanjutnya variabel yang telah diidentifikasi akan digunakan dalam perancangan model simulasi.

3.4 Perancangan dan Formulasi Model

Perancangan model merupakan proses mengubah konsep sistem nyata menjadi sistem yang disusun dalam bahasa komputer dengan menggunakan *software* simulasi. Pada penelitian ini akan digunakan *Software Stella* dalam perancangan model sistem penentuan komposisi kapal. Tahap ini akan menggambarkan *causal loop diagram*, *sub-system*, *stock and flow map* yang dilengkapi dengan formulasi matematisnya.

3.5 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk mengujian kesesuaian/ketepatan logika model & memastikan tidak ada *error* yang terdapat dalam model. Proses pengecekan unit atau satuan variabel dilakukan pada proses ini. Sedangkan validasi model dilakukan untuk membandingkan perilaku model simulasi dengan perilaku sistem sebenarnya.

Jika pada pengujian terdapat perbedaan perilaku yang signifikan, maka variabel sistem dapat ditinjau ulang kembali atau dilakukan modifikasi seperlunya. Akan tetapi, jika tercapai kesesuaian perilaku, maka model dapat diterima sebagai suatu representasi yang *valid* dari sistem sebenarnya.

3.6 Merancang Skenario Kebijakan

Rancangan skenario kebijakan dilakukan untuk mengetahui dampak dari masing-masing skenario jika diterapkan pada model. Penyusunan kebijakan ini dilakukan dengan cara mengubah nilai pada variabel yang berpengaruh terhadap sistem, membuat atau menambahkan model baru ke dalam model yang telah ada, atau mengubah struktur sistem tersebut sehingga diperoleh skenario komposisi kapal yang dapat meningkatkan profit PT. Semen Tonasa.

Keputusan kebijakan dipilih dari tiga skenario. Skenario 1 merupakan simulasi pada kondisi eksisting. Skenario 2 merupakan simulasi ketika *demand* mengalami eskalasi/peningkatan sebesar 8%. Skenario 3 merupakan simulasi yang mengoptimalkan skenario 2 yaitu dengan adanya investasi pembelian kapal kapasitas lebih besar dan adanya investasi pengerukan. Setiap skenario akan ditentukan komposisi kapal yang dapat memberikan profit terbesar dan syarat *lead time* pemenuhan *demand* telah terpenuhi.

3.7 Analisis dan Interpretasi

Analisis dan interpretasi terhadap hasil running simulasi dilakukan untuk mengetahui perilaku sistem dibandingkan dengan sistem sebenarnya. Hasil *running* simulasi dapat menggambarkan pengaruh variabel-variabel terhadap setiap komposisi kapal yang telah dibuat.

Analisis dan interpretasi terhadap hasil penerapan skenario dilakukan untuk mengetahui perilaku variabel setelah disimulasikan pada skenario yang berbeda-beda. Desain skenario yang telah diterapkan pada kondisi yang berbeda dari kondisi eksisting akan memberikan dampak pada variabel lainnya. Sehingga dapat diketahui variabel yang diutamakan dalam memutuskan kebijakan perusahaan.

3.8 Rekomendasi Kebijakan

Rekomendasi kebijakan diputuskan berdasarkan dari hasil uji skenario yang telah dilakukan. Kebijakan yang diperoleh dapat dijadikan sebagai strategi perusahaan dalam menjalankan bisnisnya sehingga dapat memaksimalkan profit perusahaan.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Merupakan tahap akhir penelitian, untuk menyimpulkan hasil analisis yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Selanjutnya diberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PERANCANGAN DAN FORMULASI MODEL

Perancangan dan formulasi model simulasi dibangun berdasarkan dari hasil *in-dept interview* dengan Bidang Distribusi PT. Semen Tonasa. Dari hasil *interview* diperoleh gambaran mengenai sistem penentuan komposisi kapal *dry-bulk carrier*. Tahap ini didukung oleh beberapa literatur dan data yang berasal dari pihak manajemen perusahaan. Data tersebut digunakan sebagai *input* awal saat perancangan model. Selanjutnya formulasi matematis model dibuat, sehingga model dapat menggambarkan keadaan sistem nyata.

4.1 Deskripsi Masalah

Pada tahun 2013, kapasitas produksi PT. Semen Tonasa meningkat menjadi 7.500.000 ton/tahun atau sekitar 25,42% dari tahun sebelumnya. Peningkatan kapasitas ini didukung oleh meningkatnya *demand* di Kawasan Timur Indonesia yang terdiri dari daerah kepulauan. Hal ini juga memberikan dampak terhadap proses distribusi semen, terutama jenis semen curah yang didistribusikan dalam jumlah besar dengan kapal *dry-bulk carrier*. Oleh karena itu, diperlukan analisis pengadaan kapal yang dapat mendistribusikan semua *demand*.

Pengadaan kapal dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas kapal dan jenis investasinya. Kapasitas kapal ditentukan oleh volume pengiriman dari Silo Biringkassi yang terjadi setiap adanya order dari *packing plant*. Sedangkan investasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu investasi pembelian kapal dan investasi fasilitas pelabuhan. Investasi pembelian kapal dilakukan ketika kapal yang dibutuhkan tidak disediakan oleh perusahaan afiliasi. Sedangkan investasi fasilitas pelabuhan dilakukan ketika kapal yang digunakan tidak dapat berlabuh di pelabuhan tujuan disebabkan oleh *draught* kapal yang tidak sesuai dengan *draught* pelabuhan. Sehingga komposisi kapal termasuk keputusan strategi perusahaan karena diputuskan secara jangka panjang dengan mempertimbangkan beberapa variabel dan biaya investasi yang dikeluarkan sangat besar.

4.1.1 Silo Pelabuhan Biringkassi

Silo Pelabuhan Biringkassi merupakan sarana distribusi semen curah dari pabrik ke area pemasarannya. Pabrik semen terletak di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Sedangkan pemasarannya tersebar di Kawasan Timur Indonesia. PT. Semen Tonasa menyediakan lima unit silo di Pelabuhan Biringkassi dengan kapasitas masing-masing 300.000 ton/tahun untuk memenuhi semua *demand packing plant*-nya.

Silo Pelabuhan Biringkassi melakukan pengiriman ketika stok *packing plant* mencapai batas *reorder point* (R) yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$R = SS + \bar{x} \dots \dots \dots (4.1)$$

$$SS = Z \sigma \sqrt{LT} \dots \dots \dots (4.2)$$

Dengan:

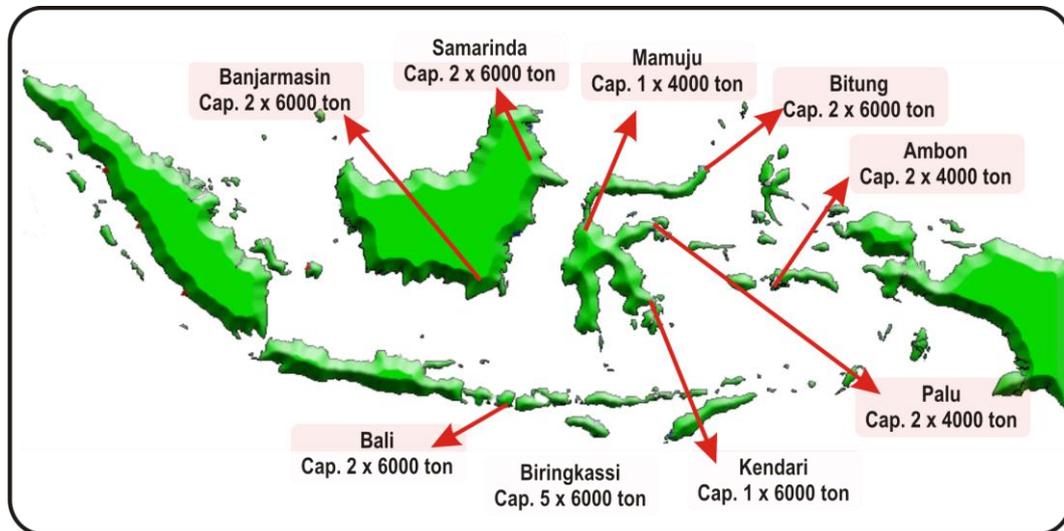
- \bar{x} = Mean demand
- Z = Safety factor
- σ = Standar deviasi demand
- LT = Lead time

Order dikirimkan sebesar *storage capacity* dari volume *packing plant* dengan menggunakan kapal kapasitas dan *lead time* yang sesuai dengan pemenuhan order *packing plant* tujuan.

4.1.2 Packing Plant

PT. Semen Tonasa memiliki delapan *packing plant* yang memiliki daerah pemasaran dan *storage capacity* yang berbeda-beda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. *Packing Plant* Banjarmasin, Bitung, Celukan Bawang (Bali), dan Samarinda memiliki *storage capacity* sebesar 12.000 ton. *Packing Plant* Kendari memiliki *storage capacity* sebesar 6.000 ton. *Packing Plant* Palu memiliki *storage capacity* sebesar 8.000 ton. *Packing Plant* Mamuju memiliki *storage capacity* sebesar 4.000 ton. Sedangkan *Packing Plant* Ambon memiliki

storage capacity terkecil yaitu 8.000 ton. Perbedaan *storage capacity* dipengaruhi oleh perbedaan besarnya *demand* di masing-masing *packing plant*.



Gambar 4.1 Daerah Pemasaran Semen Curah (Tonasa, 2014)

Kapal *dry-bulk carrier* digunakan untuk mendistribusikan semen curah ke *packing plant* dengan memaksimalkan volume kapal. Akan tetapi, volume kapal dipengaruhi oleh *draught* pelabuhan masing-masing *packing plant*. Sehingga tidak semua *packing plant* dapat dikunjungi oleh kapal yang sama dengan *packing plant* lainnya. Selain itu, kapasitas kapal yang berbeda akan memiliki *round trip days* (RTD) yang berbeda pula. Hal ini disebabkan karena waktu tempuh dan *loading/unloading* kapal yang berbeda-beda. *Round trip days* kapal diperoleh dari persamaan berikut:

$$RTD = t_{load} + t_{pp} + t_{unload} + t_{silo} \dots \dots \dots (4.3)$$

Dengan:

- t_{load} = Waktu *loading* di Silo Biringkassi
- t_{pp} = Waktu pengiriman ke *packing plant*
- t_{unload} = Waktu *unloading* di *packing plant*
- t_{silo} = Waktu kembali ke silo

4.1.3 Sarana Loading/Unloading Semen Curah

PT. Semen Tonasa menyediakan fasilitas *loader* semen curah di Pelabuhan Biringkassi yang memiliki kecepatan *loading* sebesar 330,6 ton/jam. Sedangkan laju *unloading* masing-masing *packing plant* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Ketika order *packing plant* meningkat, maka kapasitas kapal akan meningkat, menyebabkan waktu *loading/unloading* kapal di pelabuhan semakin lama. Akan tetapi, ketika jumlah kapal ditingkatkan, maka waktu *loading/unloading* untuk masing-masing kapal akan semakin cepat.

Tabel 4.1 Kecepatan Bongkar Muatan Semen Curah

<i>Packing Plant</i>	Kecepatan <i>loading</i> (ton/jam)	Kecepatan <i>Unloading</i> (ton/jam)
Ambon	300	275.50
Bitung	300	358.15
Palu	300	275.50
Bali	300	358.15
Kendari	300	358.15
Banjarmasin	300	358.15
Samarinda	300	358.15
Mamuju	300	220.40

Sumber: Tonasa, 2014

4.1.4 Dermaga Pelabuhan

PT. Semen Tonasa menyediakan dermaga pelabuhan khusus untuk melakukan proses *unloading* semen curah dari kapal ke silo *packing plant*. Setiap dermaga pelabuhan memiliki *draught* (kedalaman) yang menjadi batasan pada volume kapal. Oleh karena itu, setiap kapal yang akan mengunjungi pelabuhan *packing plant* harus memenuhi syarat *draught* pelabuhan tujuannya. Tabel 4.2 menunjukkan *draught* pelabuhan masing-masing *packing plant*. Selain itu, kapal kapasitas besar dapat berlabuh di dermaga pelabuhan, jika dilakukan investasi fasilitas pelabuhan berupa pengerukan pelabuhan. Sehingga dapat mengurangi jumlah kapal dan *lead time* kapal dalam pemenuhan order *packing plant* dapat tercapai.

Tabel 4.2 *Draft* Pelabuhan *Packing Plant*

Packing Plant	Ambon	Bitung	Palu	Bali	Kendari	Banjarmasin	Samarinda	Mamuju
Draft (m)	10	10	10	8	6	5	5	4

Sumber: Tonasa, 2014

4.2 Identifikasi Variabel

Identifikasi variabel dilakukan melalui *in-dept interview*. Berdasarkan hasil wawancara tersebut diperoleh beberapa variabel yang akan digunakan dalam pembuatan model simulasi, seperti:

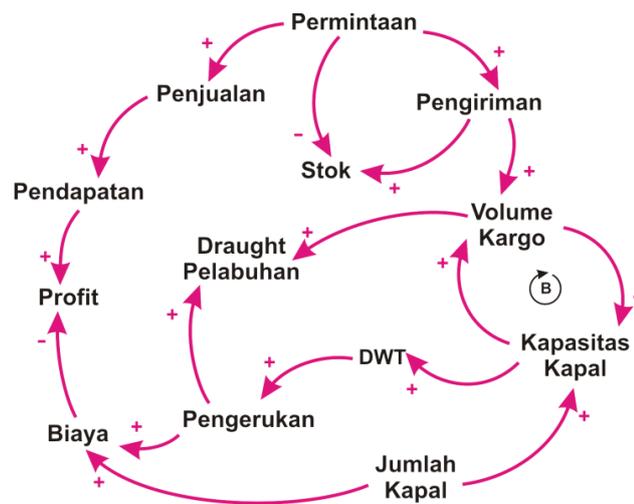
- **Biaya (Ton)**. Keputusan komposisi kapal dipengaruhi oleh biaya-biaya yang akan dikeluarkan dalam pengadaan kapal, seperti biaya sewa dan pembelian kapal, serta investasi pengerukan dermaga. Semakin besar kapasitas kapal, maka biaya per unit akan semakin kecil.
- ***Draught* Pelabuhan (Meter)**. Setiap *packing plant* memiliki *draught* (kedalaman) pelabuhan yang berbeda-beda. *Draught* pelabuhan meningkat seiring meningkatnya kapasitas kapal.
- ***Dead Weighted Tonnase* (DWT)**. Setiap kapal memiliki DWT yang berbeda-beda berdasarkan kapasitas muatannya. Akan tetapi, kapasitas kapal dibatasi oleh *draught* pelabuhan tujuan. Oleh karena itu, pemilihan kapasitas kapal setiap *packing plant* ditentukan oleh *draught* pelabuhan *packing plant*.
- **Kapasitas Kapal (Ton) dan Jumlah Kapal (Unit)**. Pengiriman dengan kapal berkapasitas besar dapat mengurangi jumlah dan RET kapal.
- **Pendapatan Penjualan (Rp)**. Setiap *packing plant* memiliki harga jual semen yang berbeda-beda, sehingga mempengaruhi total pendapatan masing-masing *packing plant*.
- **Biaya Pengerukan (Rp/meter)**. Ketika order meningkat, maka pengiriman dilakukan dengan kapal kapasitas besar. Sehingga, jika DWT kapal tidak memenuhi *draught* pelabuhan tujuan, maka akan dikeluarkan biaya investasi pengerukan pelabuhan. Meningkatnya biaya ini dapat mengurangi profit perusahaan.

- **Volume Pengiriman ke *Packing Plant* (Ton).** Proses pengiriman menurunkan volume Silo Biringkassi dan meningkatkan stok *packing plant*. Waktu pengiriman order ke *packing plant* dibatasi oleh *lead time* kapal.
- **Stok (Ton) dan Penjualan di *Packing Plant* (Rp).** Penjualan di *packing plant* menyebabkan pendapatan meningkat dan menurunkan stok *packing plant*.
- **Permintaan/Order *Packing Plant* (Ton).** Ketika stok *packing plant* mencapai *reorder point*, maka akan dilakukan order ke Silo Biringkassi sebesar *storage capacity packing plant*.
- **Profit Kotor (Rp).** Pendapatan yang diperoleh dari penjualan dikurangi dengan semua biaya, maka akan menghasilkan profit kotor perusahaan. Pada penelitian profit kotor diperoleh dari selisih pendapatan dan biaya-biaya transportasi.
- **Volume Kargo (Ton).** Besarnya volume kargo berdasarkan pada *order size* dan kapasitas kapal. Kapal berlayar dengan kapasitas maksimum dengan memperhatikan *order size packing plant*.

4.3 *Causal Loop Diagram*

Causal Loop Diagram (CLD) digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang telah diidentifikasi sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Variabel sebab ditunjukkan oleh hulu panah, sedangkan variabel akibat ditunjukkan oleh ujung panah. Terdapat dua jenis hubungan variabel dalam *causal loop diagram*, yaitu:

- Hubungan searah (+) merupakan hubungan saling menguatkan antara variabel, seperti meningkatnya permintaan di *packing plant* menyebabkan pengiriman dari Silo Biringkassi meningkat dan penjualan di *packing plant* meningkat pula.
- Hubungan berlawanan (-) merupakan hubungan berkebalikan antara variabel, seperti meningkatnya permintaan di *packing plant* menyebabkan stok di *packing plant* berkurang.



Gambar 4.2 *Causal Loop Diagram* Komposisi Kapal

4.4 *Stock and Flow Diagram*

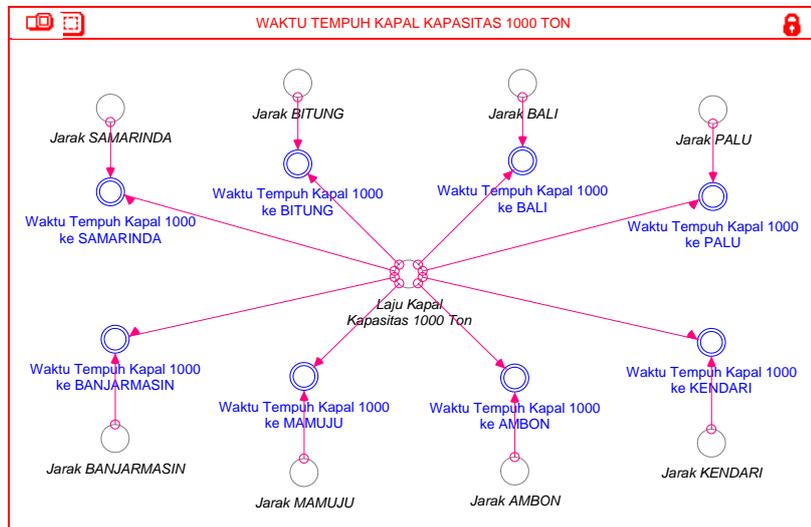
Stock and flow diagram digambarkan sesuai dengan *causal loop diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Tujuan dari pembuatan *stock and flow diagram* ini adalah untuk memperinci hubungan antara variabel dan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap keputusan komposisi kapal. *Stock* menunjukkan akumulasi nilai-nilai variabel sedangkan *rate* menunjukkan laju perubahan sistem setiap waktu.

4.4.1 Waktu Tempuh Kapal

Pada penelitian ini akan digunakan tujuh jenis kapal yang masing-masing berkapasitas 1000 ton, 3000 ton, 4000 ton, 5000 ton, 6000 ton, 8000 ton, dan 12000 ton. Setiap kapasitas memiliki laju kapal yang berbeda-beda. Selain itu, jarak antara Silo dan Biringkassi ke masing-masing *packing plant* berbeda-beda. Sehingga diperoleh waktu tempuh masing-masing kapal ke setiap *packing plant*. Gambar 4.3 menunjukkan waktu tempuh kapal kapasitas 1000 ton ke delapan *packing plant* dan Tabel 4.3 variabel waktu tempuh kapal kapasitas 1000 ton.

Kapal melakukan pelayaran ketika Silo Biringkassi menerima order dari *packing plant*. Besarnya volume yang dikirimkan berdasarkan *storage capacity packing plant* tujuan. Kapal harus memenuhi semua order selama *lead time* agar

tidak terjadi *stock out*. Jadi variabel waktu merupakan penentu penugasan kapal ke *packing plant*.



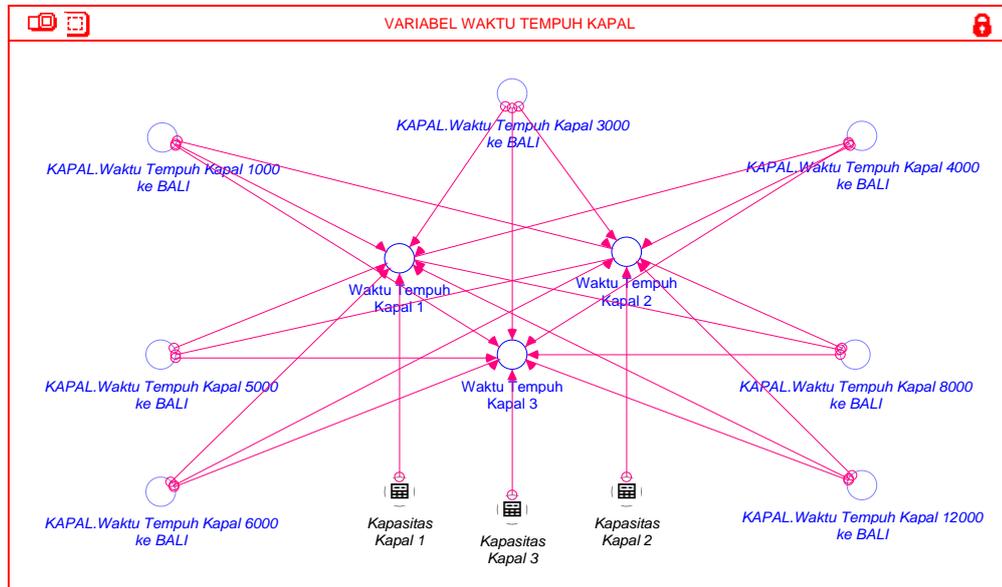
Gambar 4.3 Waktu Tempuh Kapal Kapasitas 1000 Ton

Tabel 4.3 Variabel Waktu Tempuh Kapal Kapasitas 1000 Ton

No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	LOADING RATE BIRINGKASSI	Converter	Ton/jam
2	Jarak AMBON	Converter	Mil
3	Jarak BALI	Converter	Mil
4	Jarak BANJARMASIN	Converter	Mil
5	Jarak BITUNG	Converter	Mil
6	Jarak KENDARI	Converter	Mil
7	Jarak MAMUJU	Converter	Mil
8	Jarak PALU	Converter	Mil
9	Jarak SAMARINDA	Converter	Mil
10	Laju Kapal Kapasitas 1000 Ton	Converter	Knot
11	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke AMBON	Converter	Hari
12	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke BALI	Converter	Hari
13	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke BANJARMASIN	Converter	Hari
14	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke BITUNG	Converter	Hari
15	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke KENDARI	Converter	Hari
16	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke MAMUJU	Converter	Hari
17	Waktu Tempuh Kapal 1000 ke PALU	Converter	Hari
18	Waktu Tempuh Kapal_1000_ke_SAMARINDA	Converter	Hari

Pada penelitian ini, setiap *packing plant* memiliki maksimum jumlah kapal sebanyak tiga unit. Setiap kapal dapat memiliki kapasitas yang sama maupun berbeda-beda yang dapat mempengaruhi waktu tempuh kapal dari Silo Pelabuhan

Biringkassi ke *packing plant*. Gambar 4.4 menunjukkan waktu tempuh untuk masing-masing kapal ke *Packing Plant* Bali dan Tabel 4.4 variabel waktu tempuh kapal bali.



Gambar 4.4 Waktu Tempuh Kapal Bali

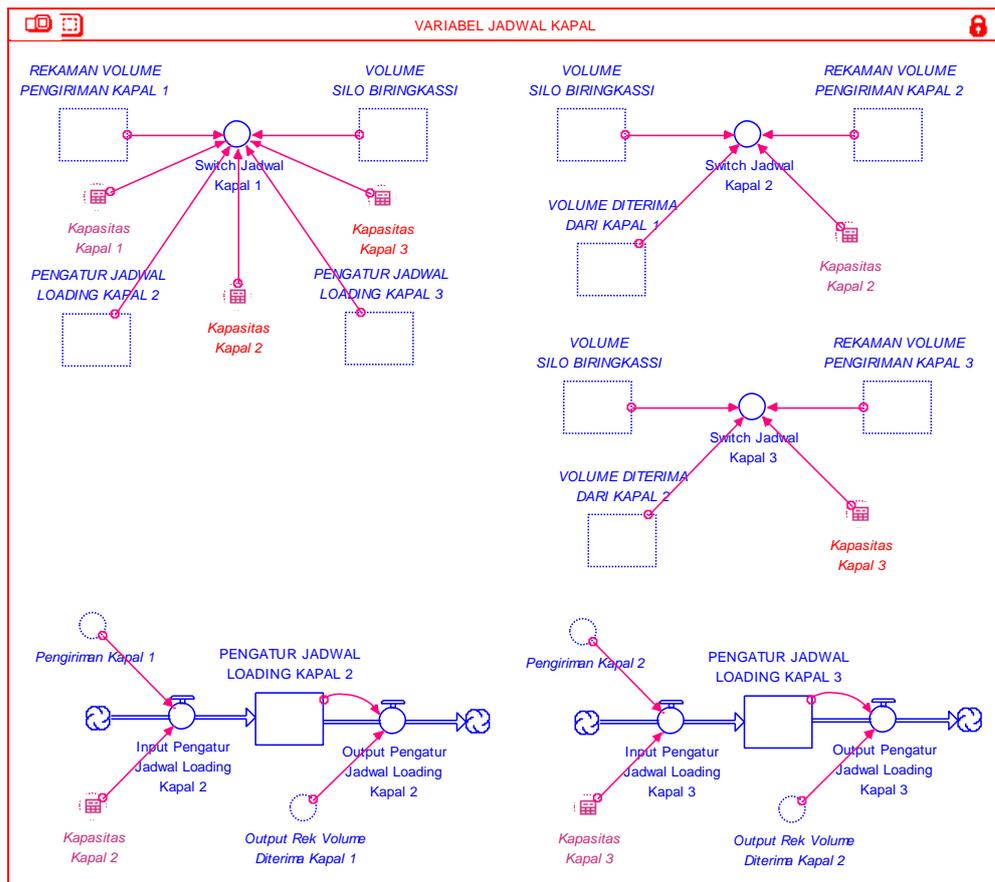
Tabel 4.4 Variabel Waktu Tempuh Kapal Bali

No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 1000 ke Bali	Converter	Hari
2	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 3000 ke Bali	Converter	Hari
3	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 4000 ke Bali	Converter	Hari
4	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 5000 ke Bali	Converter	Hari
5	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 6000 ke Bali	Converter	Hari
6	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 8000 ke Bali	Converter	Hari
7	Kapal.Waktu Tempuh Kapal 12000 ke Bali	Converter	Hari
8	Waktu Tempuh Kapal 1	Converter	Hari
9	Waktu Tempuh Kapal 2	Converter	Hari
10	Waktu Tempuh Kapal 3	Converter	Hari
11	Kapasitas Kapal 1	Converter	Ton
12	Kapasitas Kapal 2	Converter	Ton
13	Kapasitas Kapal 3	Converter	Ton

4.4.2 Jadwal Kapal

Jadwal kapal digunakan untuk mengetahui penugasan masing-masing kapal. Gambar 4.5 menunjukkan jadwal penugasan kapal 1, kapal 2, dan kapal 3 dalam memenuhi semua *demand packing plant*. Sedangkan variabel-variabel

pengatur jadwal kapal ditunjukkan oleh Tabel 4.5. Kapal dilayani secara bergantian baik melakukan dalam *loading* maupun *unloading*. Jadi, waktu pemberangkatan masing-masing kapal diamati setiap jamnya karena proses *loading/unloading* dilakukan selama kurang dari satu hari.



Gambar 4.5 Pengatur Jadwal Kapal

Tabel 4.5 Variabel Pengatur Jadwal Kapal

No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	REKAMAN VOLUME PENGIRIMAN KAPAL 1	Stock	-
2	REKAMAN VOLUME PENGIRIMAN KAPAL 2	Stock	-
3	REKAMAN VOLUME PENGIRIMAN KAPAL 3	Stock	-
4	VOLUME SILO BIRINGKASSI	Stock	Ton
5	VOLUME DITERIMA DARI KAPAL 1	Stock	Ton
6	VOLUME DITERIMA DARI KAPAL 2	Stock	Ton
7	PENGATUR JADWAL LOADING KAPAL 2	Stock	-
8	PENGATUR JADWAL LOADING KAPAL 3	Stock	-

Tabel 4.5 Variabel Pengatur Jadwal Kapal (Lanjutan)

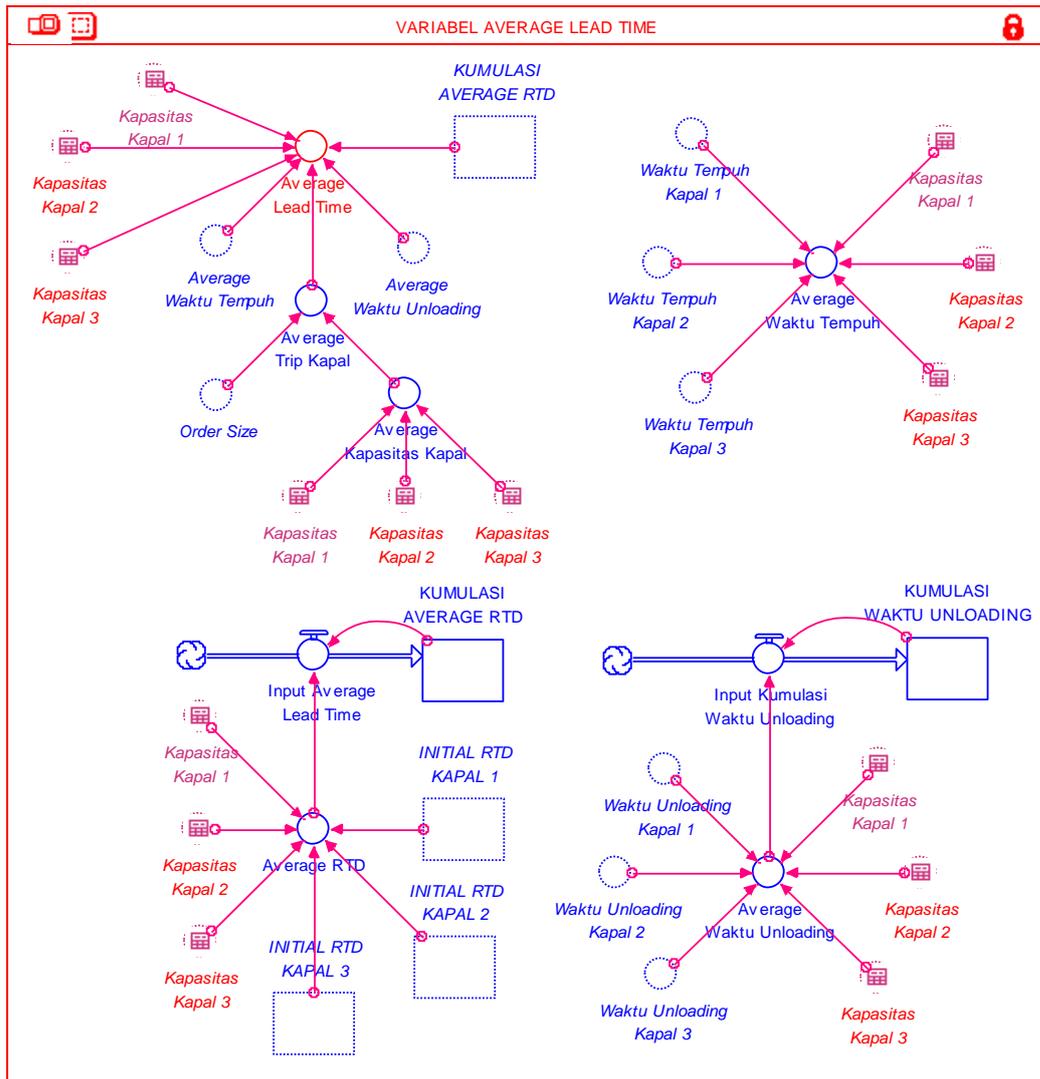
No	Variabel	Keterangan	Satuan
9	Input Pengatur jadwal Loading Kapal 2	Flow	-
10	Input Pengatur jadwal Loading Kapal 3	Flow	-
11	Pengiriman Kapal 1	Converter	-
12	Pengiriman Kapal 2	Converter	-
13	Kapasitas Kapal 1	Converter	Ton
14	Kapasitas Kapal 2	Converter	Ton
15	Kapasitas Kapal 3	Converter	Ton
16	Switch Jadwal Kapal 1	Converter	-
17	Switch Jadwal Kapal 2	Converter	-
18	Switch Jadwal Kapal 3	Converter	-

4.4.3 Lead Time

Lead time digunakan untuk mengetahui waktu pemenuhan *demand packing plant*. Waktu ini dipengaruhi oleh waktu *loading* di Silo Biringkassi, waktu tempuh kapal ke *packing plant* tujuan, dan waktu *unloading* di *packing plant*. Besarnya *lead time* dipengaruhi oleh kapasitas dan jumlah kapal seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.6 dan variabel *lead time* kapal ditunjukkan oleh Tabel 4.6. Semua order harus dikirim sebelum *stock packing plant* mengalami *stock out*. Sehingga variabel *lead time* akan dibandingkan dengan *days of supply packing plant*.

Tabel 4.6 Variabel *Lead Time* Kapal

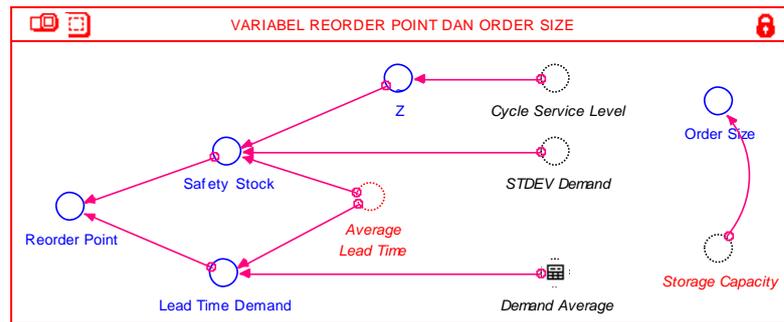
No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	KUMULASI AVERAGE RTD	Stock	Hari
2	INITIAL RTD KAPAL 1	Stock	Hari
3	INITIAL RTD KAPAL 2	Stock	Hari
4	INITIAL RTD KAPAL 3	Stock	Hari
5	KUMULASI WAKTU UNLOADING	Stock	Hari
6	Input Average Lead Time	Flow	Hari
7	Input Kumulasi Waktu Unloading	Flow	Hari
8	Kapasitas Kapal 1	Converter	Ton
9	Kapasitas Kapal 2	Converter	Ton
10	Kapasitas Kapal 3	Converter	Ton
11	Average Waktu Tempuh	Converter	Hari
12	Average Waktu Unloading	Converter	Hari
13	Average Trip Kapal	Converter	Hari
14	Order Size	Converter	Ton
15	Average Kapasitas Kapal	Converter	Ton



Gambar 4.6 Lead Time Kapal

4.4.4 Reorder Point dan Order Size

Reorder point merupakan titik dilakukannya pemesanan semen curah ke Silo Biringkassi. Variabel ini ditentukan berdasarkan Persamaan 4.2. Sedangkan *order size* merupakan besarnya volume pengiriman setiap melakukan pemesanan di Silo Biringkassi (lihat Persamaan 4.1). Gambar 4.7 menunjukkan variabel yang mempengaruhi dalam keputusan *reorder point* dan besarnya *order size packing plant* dan Tabel 4.7 menunjukkan variabel *reorder point* dan *order size*.



Gambar 4.7 Reorder Point dan Order Size

Tabel 4.7 Variabel Reorder Point dan Order Size

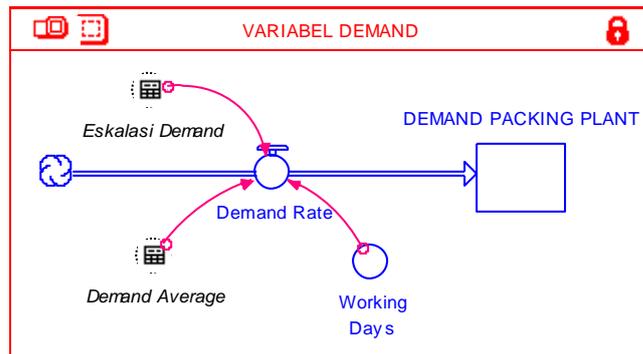
No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	Reorder Point	Converter	Ton
2	Safety Stock	Converter	Ton
3	Lead Time Demand	Converter	Hari
4	Average Lead Time	Converter	Hari
5	Z	Converter	-
6	Cycle Service Level	Converter	-
7	STDev Demand	Converter	Ton
8	Demand Average	Converter	Ton
9	Order Size	Converter	Ton
10	Storage Capacity	Converter	Ton

4.4.5 Demand Packing Plant

Demand packing plant digunakan untuk mengetahui volume penjualan di *packing plant*. *Stock packing plant* akan berkurang sebesar *demand* di *packing plant*. Eskalasi/peningkatan merupakan besarnya kenaikan *demand* setiap waktu. Gambar 4.8 menunjukkan hubungan variabel yang mempengaruhi besarnya *demand packing plant* dan Tabel 4.8 menunjukkan variabel *demand packing plant*.

Tabel 4.8 Variabel Demand Packing Plant

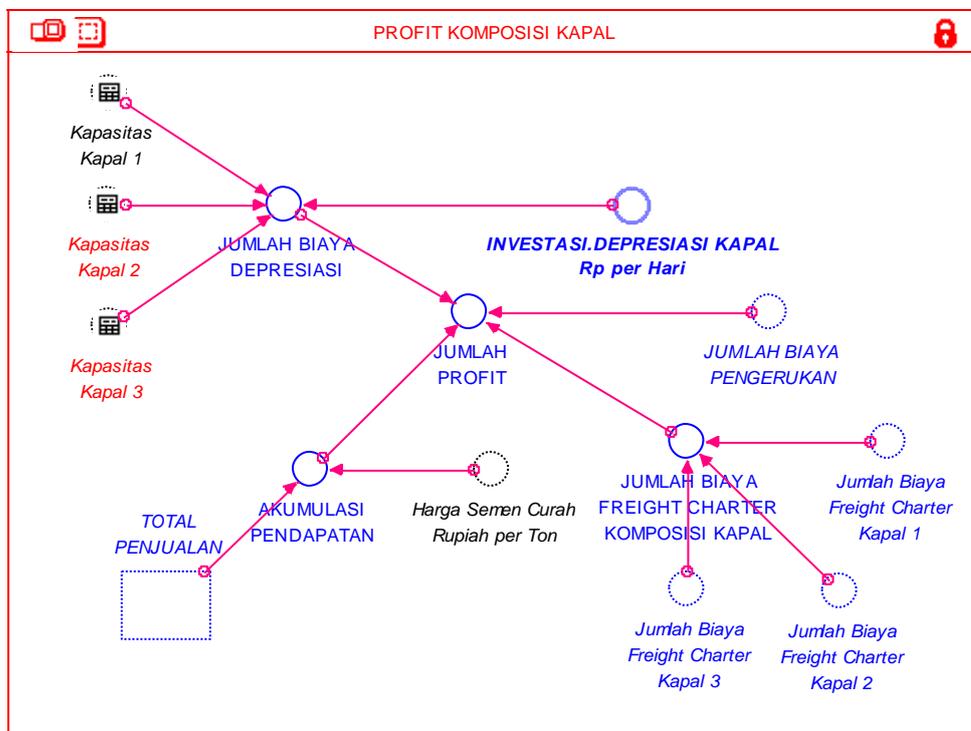
No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	DEMAND PACKING PLANT	Stock	Ton
2	Demand Average	Converter	Ton
3	Demand Rate	Flow	Ton
4	Eskalasi Demand	Converter	%
5	Working Days	Converter	Hari



Gambar 4.8 Demand Packing Plant

4.4.6 Profit

Profit digunakan untuk menghitung besarnya keuntungan kotor yang diperoleh perusahaan. Gambar 4.9 menunjukkan variabel yang mempengaruhi profit dan Tabel 4.9 menunjukkan variabel profit PT. semen tonasa. Peningkatan profit diikuti oleh peningkatan pendapatan penjualan semen dan berbanding terbalik dengan semua biaya.



Gambar 4.9 Profit PT. Semen Tonasa

Tabel 4.9 Variabel Profit PT. Semen Tonasa

No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	TOTAL PENJUALAN	Stock	Ton
2	Kapasitas Kapal 1	Converter	Ton
3	Kapasitas Kapal 2	Converter	Ton
4	Kapasitas Kapal 3	Converter	Ton
5	JUMLAH BIAYA DEPRESIASI	Converter	Rp
6	Investasi.Depresiasi Kapal Rp per Hari	Converter	Rp
7	JUMLAH BIAYA Pengerukan	Converter	Rp
8	Jumlah Biaya Freight Charter Kapal 1	Converter	Rp
9	Jumlah Biaya Freight Charter Kapal 2	Converter	Rp
10	Jumlah Biaya Freight Charter Kapal 3	Converter	Rp
11	JUMLAH BIAYA FREIGHT CHARTER KOMPOSISI KAPAL	Converter	Rp
12	Harga Semen Curah Rupiah per Ton	Converter	Rp
13	Akumulasi Pendapatan	Converter	Rp
14	JUMLAH PROFIT	Converter	Rp

4.4.7 Volume Pengiriman Order

Volume pengiriman Silo Biringkassi ditentukan berdasarkan *order size packing plant*, volume pengiriman Silo Biringkassi, kapasitas kapal, dan *stock packing plant*. Demand di *packing plant* menyebabkan stok semen curah setiap harinya mengalami penurunan. Gambar 4.10 menunjukkan hubungan variabel dalam menentukan volume pengiriman *order* dari Silo Biringkassi. Sedangkan Tabel 4.10 menunjukkan variabel volume pengiriman order.

Tabel 4.10 Variabel Volume Pengiriman Order

No	Variabel	Keterangan	Satuan
1	VOLUME SILO BIRINGKASSI	Stock	Ton
2	Penghitung Pemenuhan Order	Stock	Ton
3	VOLUME PENGIRIMAN KAPAL	Stock	Ton
4	VOLUME LOAD SILO BIRINGKASSI	Stock	Ton
5	VOLUME UNLOAD KAPAL	Stock	Ton
6	VOLUME DITERIMA DARI KAPAL	Stock	Ton
7	REKAMAN VOLUME PENGIRIMAN KAPAL	Stock	Ton
8	Rekaman Volume Diterima Kapal	Stock	Ton
9	INITIAL RTD KAPAL	Stock	Ton
10	STOCK PACKING PLANT	Stock	Ton
11	DEMAND PACKING PLANT	Stock	Ton
12	TOTAL PENJUALAN	Stock	Ton
13	Pemenuhan Order	Flow	Ton
14	Pengiriman Kapal	Flow	Ton

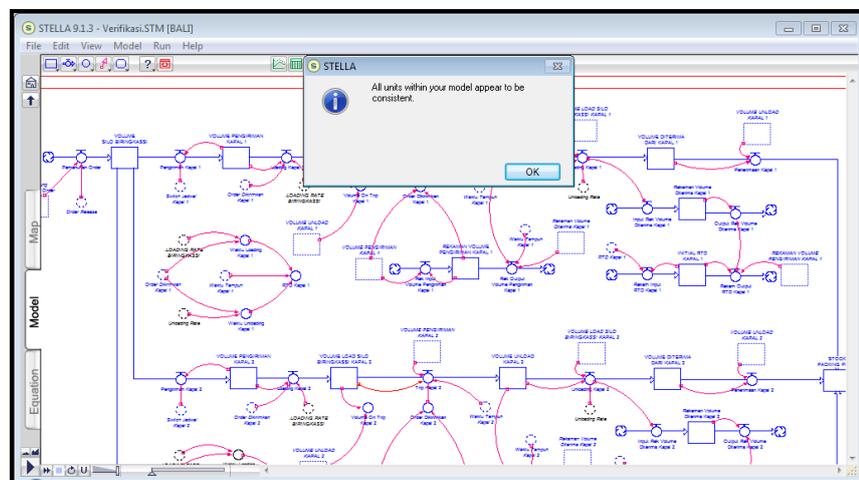
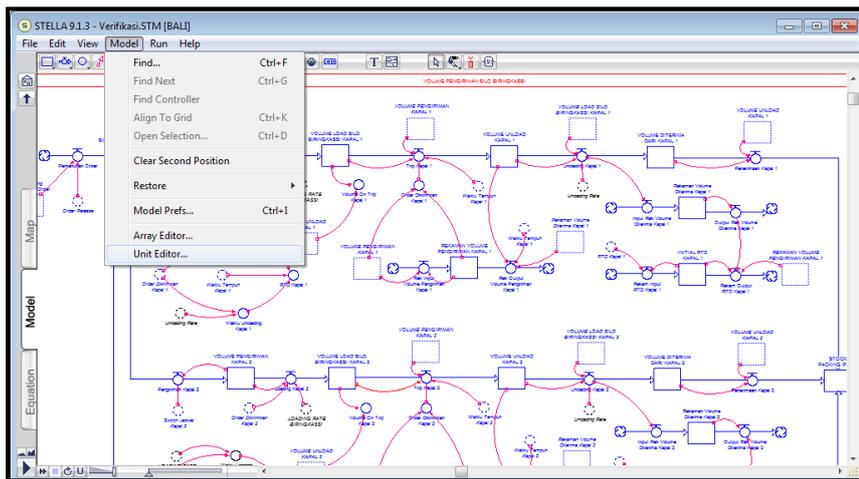
Tabel 4.10 Variabel Volume Pengiriman Order (Lanjutan)

No	Variabel	Keterangan	Satuan
15	Loading Kapal	Flow	Ton
16	Trip Kapal	Flow	Ton
17	Unloading Kapal	Flow	Ton
18	Penerimaan Kapal	Flow	Ton
19	Rek Input Volume Pengiriman Kapal	Flow	Ton
20	Rek Output Volume Pengiriman Kapal	Flow	Ton
21	Input Rek Volume Diterima Kapal	Flow	Ton
22	Output Rek Volume Diterima Kapal	Flow	Ton
23	Rekaman Input RTD Kapal	Flow	Hari
24	Rekaman Output RTD Kapal	Flow	Hari
25	Order Release	Converter	Ton
26	Switch Jadwal Kapal	Converter	-
27	Order Dikirimkan Kapal	Converter	Ton
28	.LOADING RATE BIRINGKASSI	Converter	Ton/hari
29	Volume On Trip Kapal	Converter	Ton
30	Order Dikirimkan Kapal	Converter	Ton
31	Waktu Tempuh Kapal	Converter	Hari
32	Unloading Rate	Converter	Ton/hari
33	RTD Kapal	Converter	Hari
34	Waktu Loading Kapal	Converter	Hari
35	Waktu Tempuh Kapal	Converter	Hari
36	Waktu Unloading Kapal	Converter	Hari
37	Order Size	Converter	Ton
38	Reorder Point	Converter	Ton

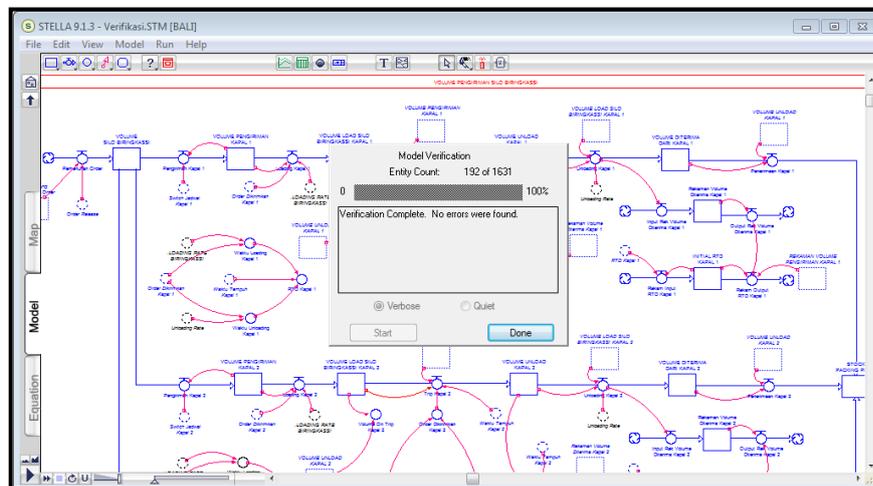
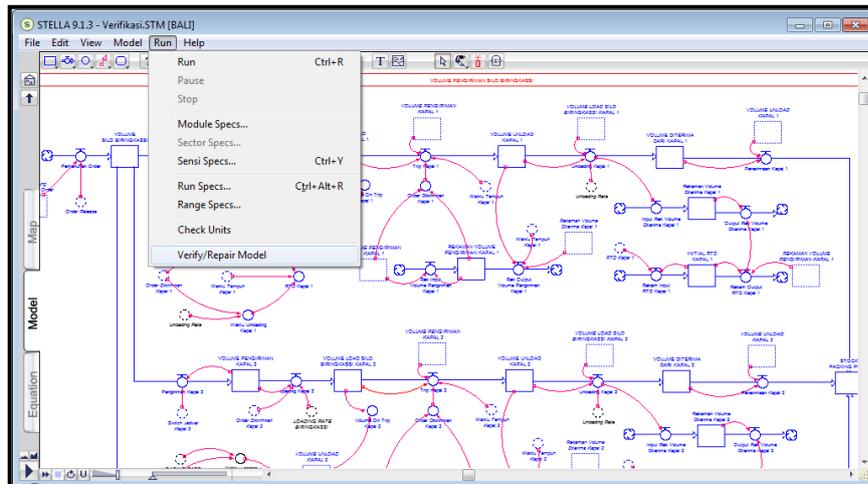
4.5 Verifikasi Model

Verifikasi model bertujuan untuk menguji satuan dan variabel model. Proses verifikasi model dilakukan dengan menggunakan *Software Stella 9.1.3. Tools Run* menyediakan perintah *Check Units* untuk melakukan proses ini. Gambar 4.11 menunjukkan hasil uji satuan model *Packing Plant* Bali. Dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa semua satuan model telah konsisten.

Uji variabel model dilakukan untuk memeriksa jumlah *entity* variabel yang terdapat di dalam model. Gambar 4.12 menunjukkan hasil uji variabel model, terdapat 192 *entities* dalam model *Packing Plant Bali*. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terdapat *error* pada model. Berdasarkan dari hasil verifikasi, dapat disimpulkan bahwa model dinyatakan *valid*.



Gambar 4.11 Hasil Uji Satuan Model ke Bali



Gambar 4.12 Hasil Uji Variabel Model di Bali

4.6 Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan cara uji struktur, uji parameter, uji kecukupan batasan, uji kondisi ekstrim, dan uji perilaku model. Pengujian struktur bertujuan untuk memastikan struktur model yang dibangun sesuai dengan sistem nyata. Pengujian parameter bertujuan untuk melihat kesesuaian hubungan sub-sub model simulasi. Pengujian kecukupan batasan dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh dalam model dan mengetahui hubungan antara variabel. Pengujian kondisi ekstrim dilakukan untuk menguji kemampuan model dalam kondisi normal sampai kondisi ekstrim (nilai tertinggi dan nilai terendah). Sedangkan pengujian perilaku model dilakukan untuk membandingkan hasil simulasi model dengan kondisi aktual sistem.

Uji Struktur Model (*Model Structure Test*)

Uji struktur model dilakukan dengan dua cara, yaitu verifikasi dengan tenaga ahli dan pengecekan dengan bantuan software. Berdasarkan hasil *in-dept interview* dan didukung oleh beberapa literatur, maka diperoleh hubungan keterkaitan variabel yang digambarkan dalam *causal loop diagram*.

Beberapa variabel yang mempengaruhi keputusan komposisi kapal adalah volume permintaan, kapasitas kapal, dan profit perusahaan. Meningkatnya permintaan di *packing plant* menyebabkan meningkatnya volume pengiriman dari Silo Biringkassi. Hal ini akan mempengaruhi volume kargo pengiriman, sehingga meningkatkan kapasitas kapal dan *draught* pelabuhan tujuan. Ketika *draught* pelabuhan meningkat, maka menyebabkan meningkatnya biaya investasi pelabuhan, sehingga mampu menurunkan profit perusahaan.

Sedangkan pengecekan dengan bantuan *software* telah dilakukan pada proses verifikasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur model telah *valid*.

Uji Parameter Model (*Model Parameter Test*)

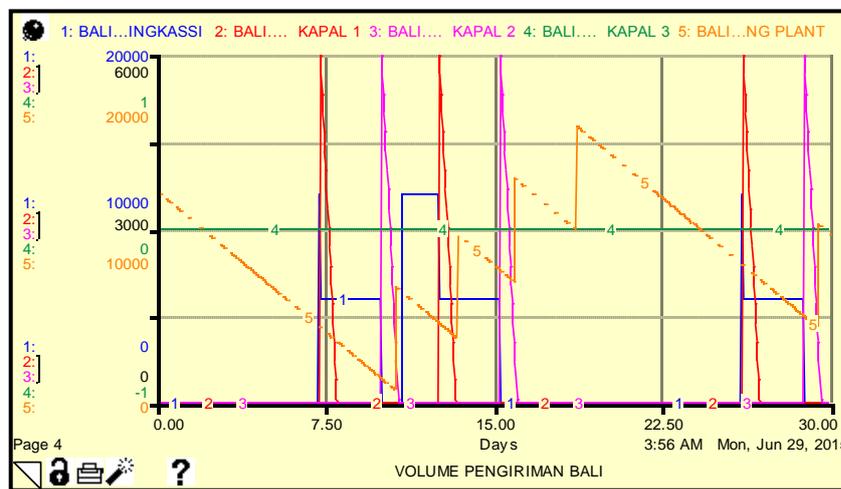
Uji parameter model dilakukan pada tiga sektor, yaitu sektor volume Silo Biringkassi dan *packing plant* (Gambar 4.13), sektor volume *on trip* kapal (Gambar 4.14), dan sektor profit kotor (Gambar 4.15).

Sektor volume silo dan *packing plant* dipengaruhi oleh variabel volume Silo Biringkassi, volume pengiriman kapal 1, volume pengiriman kapal 2, volume pengiriman kapal 3, dan stok *packing plant* tujuan. Kondisi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13 berasal dari model *Packing Plant* Bali. Silo Biringkassi melakukan pengiriman ketika stok *packing plant* mencapai volume *reorder point* sebesar 7380 ton, selanjutnya dilakukan pengiriman semen curah sebesar *order size* (12.000 ton). Karena kapasitas kapal terbatas, maka pengiriman dilakukan dengan dua unit kapal kapasitas 6.000 ton. Ketika kapal melakukan *loading*, maka volume Silo Biringkassi akan berkurang. Selanjutnya, ketika kapal melakukan *unloading*, maka *stock packing plant* akan bertambah.

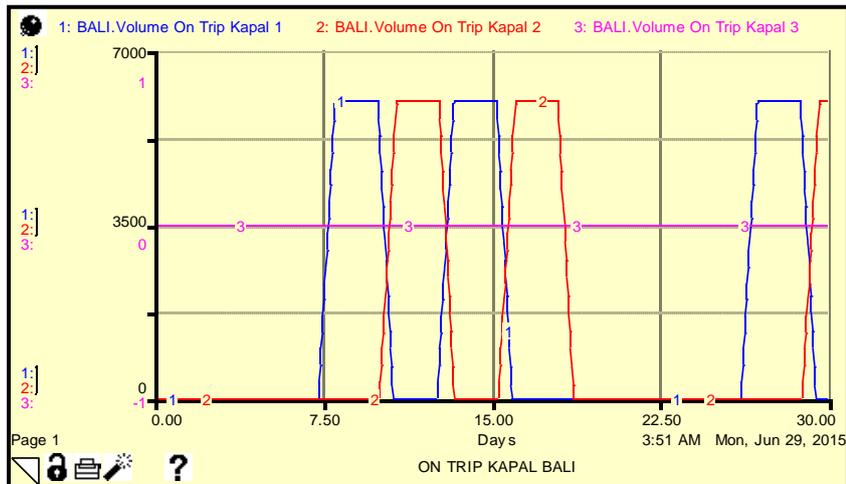
Sektor volume *on trip* kapal menunjukkan volume dan waktu *round trip days* (RTD) kapal. Kondisi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14 berasal dari model kapal tujuan Bali. Kapal 1 (6.000 ton) berangkat, jika Silo Biringkassi

melakukan pengiriman ke *packing plant* dan volume muatan kapal 1 sebesar volume pengiriman dari Silo. Kapal 1 *loading* pada hari ke-7, berlayar pada hari ke-8, *unloading* di *packing plant* pada hari ke-9, dan tiba di Silo Biringkassi pada hari ke-11. Sehingga *round trips days* kapal 1 selama 5 hari. Kapal 2 (6.000 ton) berangkat, jika Silo Biringkassi melakukan pengiriman ke *packing plant* dan *loading* ketika kapal 1 telah *unloading*. Kapal 2 *loading* pada hari ke-9, berlayar pada hari ke-10, *unloading* pada hari ke-12, dan tiba di Silo Biringkassi pada hari ke-13. Sehingga *round trips days* kapal 2 selama 5 hari.

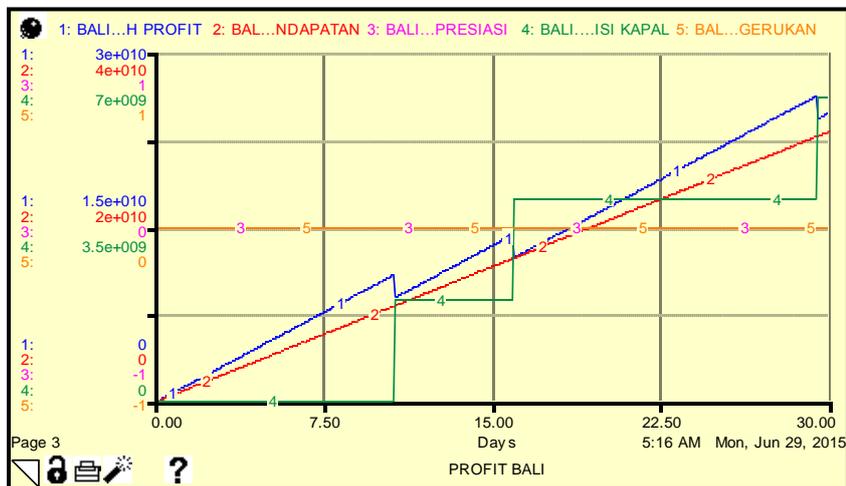
Sektor biaya profit kotor dipengaruhi oleh akumulasi pendapatan, jumlah biaya depresiasi, jumlah biaya *freight charter*, dan variabel jumlah biaya pengerukan, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15. Pendapatan diperoleh dari harga penjualan. Biaya depresiasi diperoleh dari biaya pembelian kapal. Biaya *freight charter* diperoleh dari biaya sewa kapal. Biaya pengerukan diperoleh dari biaya investasi pengerukan per meter. Jadi, profit kotor perusahaan meningkat seiring meningkatnya pendapatan dan berbanding terbalik dengan semua biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.



Gambar 4.13 Uji Parameter Volume Pengiriman ke Bali



Gambar 4.14 Uji Parameter Volume *On Trip* Kapal ke Bali



Gambar 4.15 Uji Parameter Profit Komposisi Kapal *Packing Plant* Bali

Uji Kecukupan Batasan (*Boundry Adequancy Test*)

Uji kecukupan batasan model dilakukan dengan mengidentifikasi variabel-variabel yang dilibatkan dalam model simulasi. Beberapa variabel yang mempengaruhi komposisi kapal, seperti besarnya volume pengiriman dari Silo Biringkassi ke *packing plant*, penjualan di *packing plant*, kapasitas kapal, *lead time* kapal, dan profit.

Besarnya volume pengiriman Silo Biringkassi ditentukan oleh *storage capacity packing plant* dan pengiriman dilakukan ketika *stock packing plant* mencapai batas *reorder point*. Stok berkurang seiring adanya penjualan di *packing plant*. Volume pengiriman dimuat dengan kapasitas dan jumlah kapal tertentu

(komposisi kapal). Kapasitas kapal mempengaruhi *lead time* kapal yang dapat berdampak pada pemenuhan order di *packing plant* sehingga tidak terjadi *stock out*.

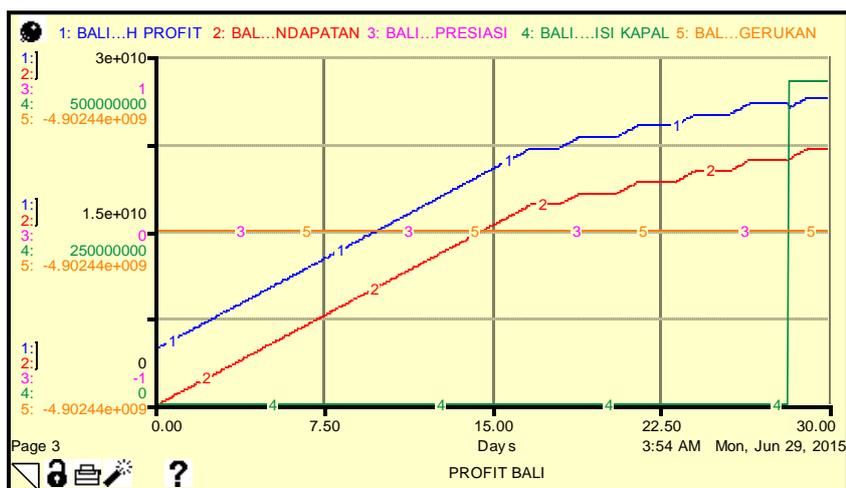
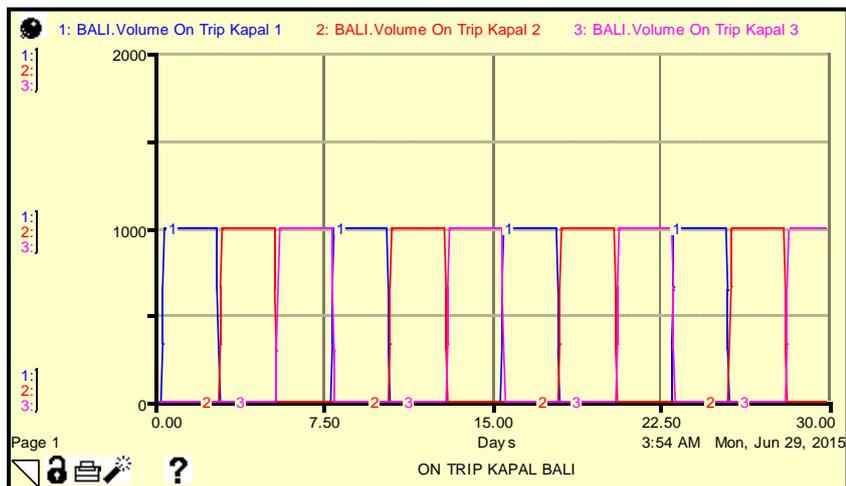
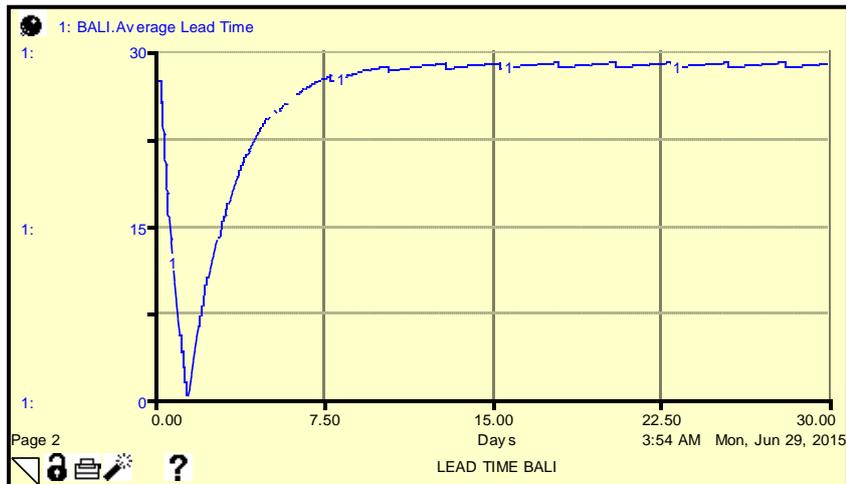
Uji Kondisi Ekstrim (*Extreme Condition Test*)

Uji kondisi ekstrim menunjukkan hubungan keterkaitan antara variabel-variabel pada beberapa kondisi, seperti kritis bawah, normal, dan kritis atas. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan variabel kapasitas kapal, jumlah kapal, dan *lead time* pengiriman order *packing plant*. Pengujian kondisi kritis dilakukan untuk memenuhi *order size* sebesar 12.000 ton.

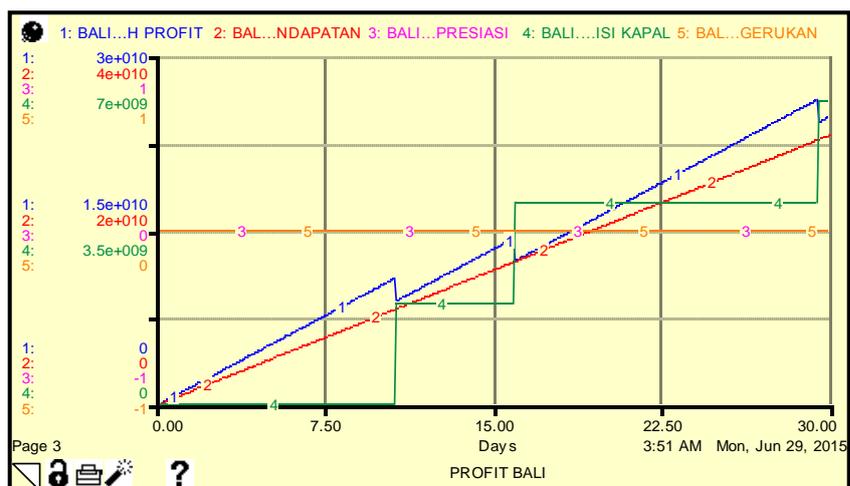
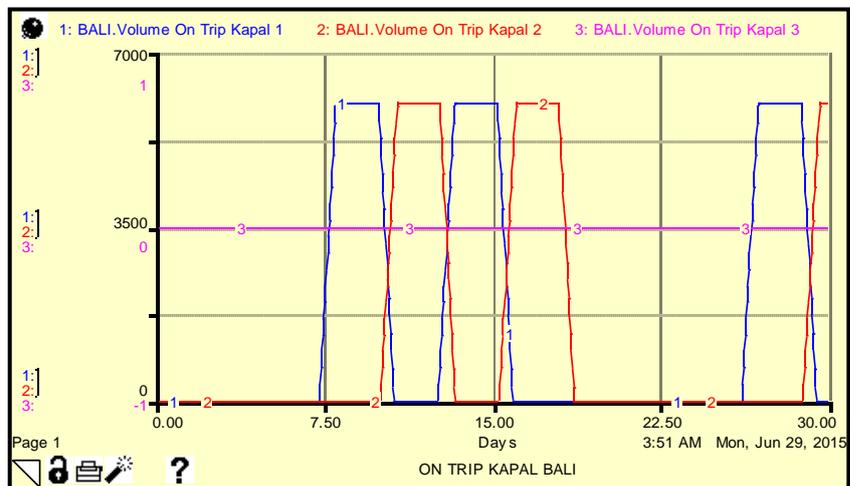
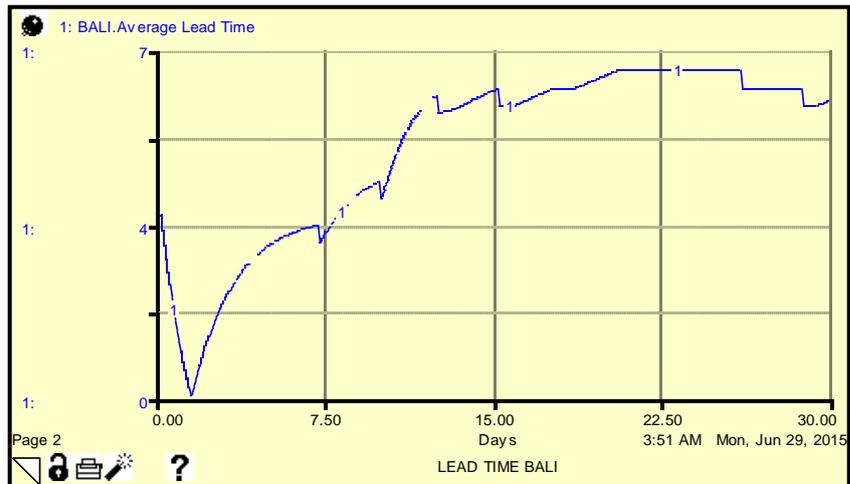
Pada kondisi kritis bawah, proses pengiriman order dilakukan dengan menggunakan tiga unit kapal dengan masing-masing kapasitas 1.000 ton, seperti pada Gambar 4.16. Berdasarkan hasil simulasi, setiap kapal melakukan pengiriman sebanyak tiga dengan *average lead time* pengiriman selama 29 hari. Sehingga menyebabkan terjadi *stock out* di *packing plant* karena kapal yang digunakan berkapasitas kecil sedangkan *demand* dari *packing plant* sangat besar. Profit meningkat seiring meningkatnya pendapatan, seperti pada Gambar 4.16.

Pada kondisi normal, proses pengiriman order dilakukan dengan menggunakan dua unit kapal kapasitas 6.000 ton. Gambar 4.17 menunjukkan hasil simulasi dengan dua unit kapal. Berdasarkan hasil simulasi, setiap kapal melakukan pengiriman sebanyak tiga kali dengan rata-rata *average lead time* selama 6 hari. Sehingga semua order dapat dikirim dengan komposisi kapal tersebut. Profit meningkat seiring meningkatnya pendapatan, seperti Gambar 4.17.

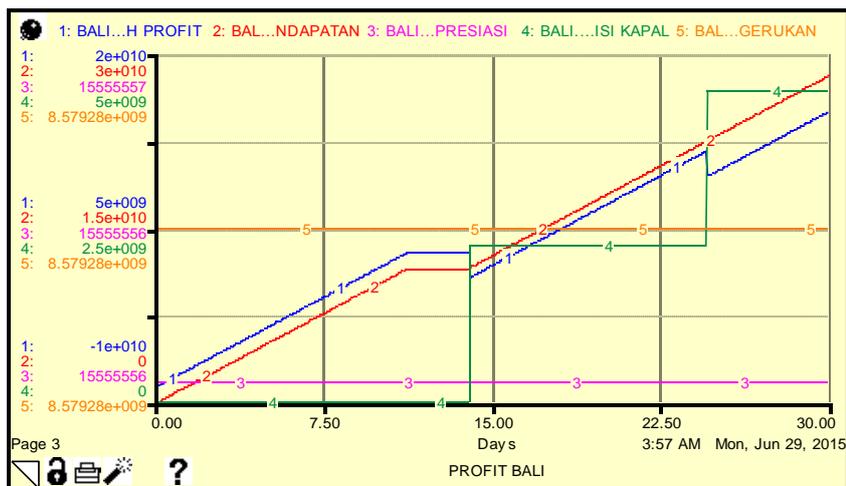
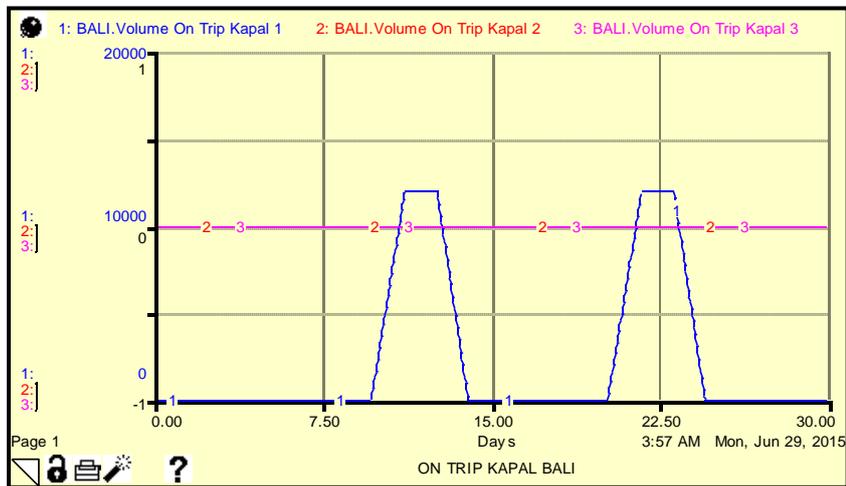
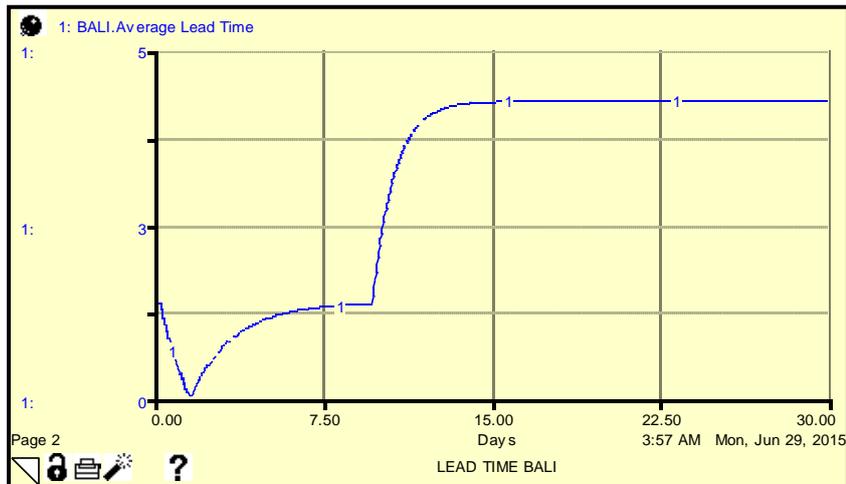
Pada kondisi kritis atas, proses pengiriman order dilakukan dengan menggunakan satu unit kapal dengan kapasitas 12.000 ton, seperti pada Gambar 4.18. Berdasarkan hasil simulasi, setiap kapal melakukan pengiriman sebanyak sekali dengan *average lead time* selama 4 hari sehingga. Jadi, dalam sebulan, Silo Biringkassi dapat memenuhi *order size* sebanyak tiga kali dari *packing plant*. Profit meningkat seiring meningkatnya pendapatan, seperti Gambar 4.18.



Gambar 4.16 Uji Kondisi Kritis Bawah (Kapal 1000, 1000, 1000)



Gambar 4.17 Uji Kondisi Normal (Kapal 6000, 6000)



Gambar 4.18 Uji Kondisi Kritis Atas (Kapal 12000)

Uji Perilaku Model Replika

Uji perilaku model replika dilakukan dengan menghitung *percent mean error* (E_1) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$E_1 = \frac{|\bar{S}-\bar{A}|}{\bar{A}} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i, \quad \bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \dots\dots\dots(4.5)$$

Dengan:

\bar{S} = Mean hasil simulasi

\bar{A} = Mean data aktual

Model dikatakan valid, jika hasil $E_1 < 0,1$. Pada penelitian ini, volume pengiriman dari Silo Biringkassi ke *packing plant* yang menjadi penentu keputusan komposisi pengadaan kapal. Tabel 4.11 menunjukkan hasil uji perbandingan *mean error* volume pengiriman ke masing-masing *packing plant*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semua *packing plant* memiliki $E_1 < 0,1$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun *valid*.

Tabel 4.11 Hasil Uji Perbandingan *Mean Error* Volume

Bulan	Ambon		Bali		Banjarmasin		Bitung	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
Jan	4,935	8,000	22,800	36,000	19,352	20,000	31,309	32,000
Feb	8,554	8,000	32,600	36,000	21,031	24,000	30,723	36,000
Mar	9,588	8,000	28,900	24,000	23,646	20,000	35,701	36,000
Apr	10,998	8,000	29,200	36,000	25,682	24,000	35,994	36,000
May	11,609	16,000	36,400	36,000	22,791	24,000	34,042	36,000
Jun	9,400	8,000	31,900	24,000	23,198	20,000	34,822	36,000
Jul	10,387	8,000	35,100	36,000	25,545	24,000	39,214	36,000
Aug	8,319	8,000	33,200	36,000	20,533	20,000	29,747	36,000
Sep	9,729	8,000	32,900	24,000	23,964	24,000	36,189	36,000
Oct	10,669	16,000	36,100	36,000	26,311	24,000	40,581	36,000
Nov	10,575	8,000	35,900	36,000	26,082	20,000	40,288	36,000
Dec	9,541	8,000	32,300	24,000	23,467	24,000	35,310	36,000
Total	114,304	112,000	387,300	384,000	281,601	268,000	423,920	428,000
Mean	9,525	9,333	32,275	32,000	23,467	22,333	35,327	35,667
Error	0.020		0.009		0.048		0.010	

Tabel 4.11 Hasil Uji Perbandingan *Mean Error Volume* (Lanjutan)

Bulan	Kendari		Mamuju		Palu		Samarinda	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
Jan	-	-	5,100	8,000	30,480	28,000	36,779	48,000
Feb	-	-	9,000	12,000	26,880	32,000	46,391	48,000
Mar	-	-	10,100	8,000	30,240	28,000	52,190	48,000
Apr	-	-	14,100	12,000	27,200	32,000	54,811	48,000
May	-	-	9,700	8,000	29,120	32,000	54,255	48,000
Jun	-	-	9,900	12,000	29,600	32,000	51,157	48,000
Jul	-	-	10,900	8,000	32,640	28,000	56,320	52,000
Aug	6,250	13,000	8,700	12,000	26,240	28,000	49,171	48,000
Sep	12,500	17,000	10,200	8,000	30,640	28,000	52,825	48,000
Oct	12,500	13,000	11,200	12,000	33,600	32,000	57,909	48,000
Nov	22,000	17,000	11,100	8,000	33,360	28,000	57,591	48,000
Dec	22,000	13,000	10,000	12,000	30,000	32,000	51,793	48,000
Total	75,250	73,000	120,000	120,000	360,000	360,000	621,193	580,000
Mean	15,050	14,600	10,000	10,000	30,000	30,000	51,766	48,333
Error	0.030		0.000		0.000		0.066	

BAB 5

SKENARIO DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini akan membahas mengenai beberapa skenario beserta analisisnya. Skenario komposisi terbaik yang dapat memberikan profit terbesar bagi perusahaan akan dipilih sebagai solusi. Kebijakan dibagi dalam 3 skenario, yaitu: (1) Skenario pertama merupakan gambaran nyata yang terjadi untuk menunjukkan sifat representatif model yang telah dibuat, (2) Skenario kedua merupakan rangkaian simulasi model komposisi kapal yang dihadapkan adanya eskalasi/kenaikan permintaan sebesar 8% dan (3) Skenario ketiga merupakan pengembangan dari skenario kedua, investasi pengerukan kapal dapat dilakukan. Karena keterbatasan *software*, maka masing-masing skenario akan di-*running* maksimum selama 3 tahun. *Output* yang akan dilihat adalah *lead time*, biaya, pendapatan dan profit.

5.1 Skenario 1: Komposisi Kapal Tetap dan Permintaan Tidak Mengalami Kenaikan.

Skenario ini merupakan skenario dasar yang akan menggambarkan kondisi eksis yang nyata terjadi untuk merepresentasikan kesimpulan bahwa model telah memenuhi tujuan yang diharapkan. Simulasi akan dilakukan selama 3 tahun sesuai data yang diperoleh. Data kapasitas kapal dimasukkan sesuai data aktual seperti pada Tabel 5.1.

Hasil simulasi menunjukkan (lihat Tabel 5.2), bahwa hampir semua komposisi kapal di tiap *packing plant* telah sesuai dengan yang diharapkan, kecuali Samarinda. Komposisi kapal ke *Packing Plant* Samarinda mengakibatkan terjadinya *stock out* disebabkan *average lead time* pengiriman yang lebih besar daripada *average days supply* yang diharapkan. Investasi pengerukan dan pengadaan kapal belum dilakukan untuk *packing plant* tersebut dan akan disimulasikan pada eksperimen berikutnya.

Pengiriman semen curah dari Silo Biringkassi ke *Packing Plant* Samarinda dengan menggunakan tiga unit kapal 4000 ton dilakukan secara terus-menerus,

seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1. Pengiriman ini tidak dapat memenuhi *demand* di *Packing Plant* Samarinda, hal ini ditunjukkan dengan terjadinya kehabisan stok di *Packing Plant* sebelum kapal sampai di tujuan. Oleh karena itu, diperlukan komposisi kapal baru yang dapat memenuhi semua *demand* di *Packing Plant* Samarinda yang akan dibahas pada skenario selanjutnya.

Tabel 5.1 Komposisi Kapal Skenario 1

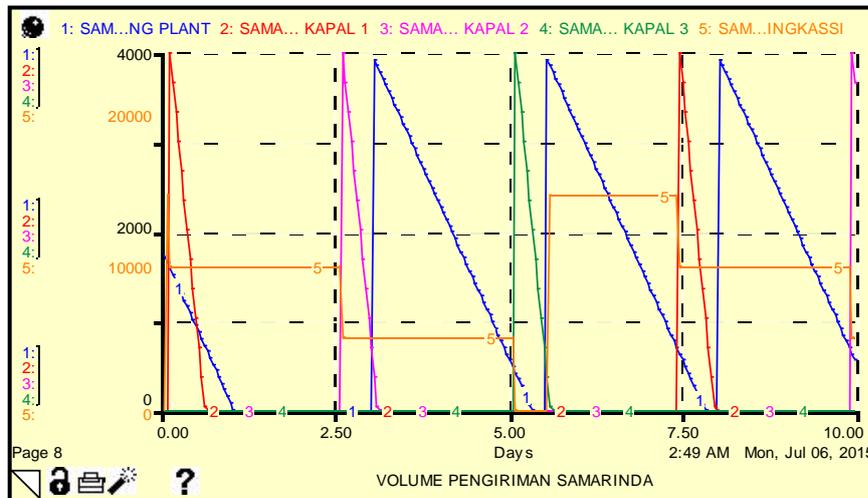
KAPASITAS KAPAL	
AMBON.Kapasitas Kapal 1	8000
AMBON.Kapasitas Kapal 2	0
AMBON.Kapasitas Kapal 3	0
BALI.Kapasitas Kapal 1	6000
BALI.Kapasitas Kapal 2	6000
BALI.Kapasitas Kapal 3	0
BANJARMASIN.Kapasitas Kapal 1	4000
BANJARMASIN.Kapasitas Kapal 2	0
BANJARMASIN.Kapasitas Kapal 3	0
BITUNG.Kapasitas Kapal 1	8000
BITUNG.Kapasitas Kapal 2	8000
BITUNG.Kapasitas Kapal 3	0
KENDARI.Kapasitas Kapal 1	5000
KENDARI.Kapasitas Kapal 2	0
KENDARI.Kapasitas Kapal 3	0
MAMUJU.Kapasitas Kapal 1	3000
MAMUJU.Kapasitas Kapal 2	1000
MAMUJU.Kapasitas Kapal 3	0
PALU.Kapasitas Kapal 1	8000
PALU.Kapasitas Kapal 2	0
PALU.Kapasitas Kapal 3	0
SAMARINDA.Kapasitas Kapal 1	4000
SAMARINDA.Kapasitas Kapal 2	4000
SAMARINDA.Kapasitas Kapal 3	4000

Tabel 5.2 Hasil Simulasi Skenario 1

Hari	Average Days of Supply	Average Lead Time	Akumulasi Pendapatan	Biaya Depresiasi	Biaya Freight Charter	Biaya Pengerukan	Profit
Ambon							
360	25.16	5.47	135,611,100,000	-	39,185,280,000	-	96,425,820,000
720	25.16	5.47	272,987,100,000	-	75,758,208,000	-	197,228,892,000
Final	25.16	5.47		-	112,331,136,000	-	298,031,964,000
	25.16	5.47					
Bali							
360	11.15	6.61	369,326,240,000	-	67,399,596,000	-	301,926,644,000
720	11.15	6.61	741,191,840,000	-	134,799,192,000	-	606,392,648,000
Final	11.15	6.61		-	200,156,376,000	-	912,901,064,000
	11.15	6.61					
Banjarmasin							
360	15.35	13.50	295,346,150,000	-	15,991,712,000	-	279,354,438,000
720	15.35	13.50	592,252,283,333	-	32,710,320,000	-	559,541,963,333
Final	15.35	13.50		-	48,702,032,000	-	840,644,118,000

Tabel 5.2 Hasil Simulasi Skenario 1 (Lanjutan)

Hari	Average Days of Supply	Average Lead Time	Akumulasi Pendapatan	Biaya Depresiasi	Biaya Freight Charter	Biaya Pengerukan	Profit
Bitung							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	10.19	8.04	468,262,853,333	-	172,415,520,000	-	295,847,333,333
720	10.19	8.04	943,232,453,334	-	340,041,720,000	-	603,190,733,334
Final	10.19	8.04		-	512,457,240,000	-	905,744,813,333
	10.19	8.04					
Kendari							
360	11.95	4.21	215,458,400,000	-	28,022,100,000	-	187,436,300,000
720	11.95	4.21	432,322,400,000	-	56,978,270,000	-	375,344,130,000
Final	11.95	4.21		-	85,000,370,000	-	564,186,030,000
	11.95	4.21					
Mamuju							
360	12.01	3.77	131,394,862,500	-	11,025,660,000	-	120,369,202,500
720	12.01	3.77	263,262,862,500	-	22,051,320,000	-	241,211,542,500
Final	12.01	3.77		-	33,076,980,000	-	362,053,882,500
	12.01	3.77					
Palu							
360	8.00	3.89	414,071,666,667	-	60,525,720,000	-	353,545,946,667
720	8.00	3.89	831,671,666,667	-	121,051,440,000	-	710,620,226,667
Final	8.00	3.89		-	181,577,160,000	-	1,067,694,506,666
	8.00	3.89					
Samarinda							
360	6.95	7.23	792,321,040,000	-	94,199,952,000	-	698,121,088,000
720	6.95	7.23	1,589,201,820,000	-	186,477,456,000	-	1,402,724,364,000
Final	6.95	7.23		-	280,677,408,000	-	2,104,976,792,001



Gambar 5.1 Volume Pengiriman *Packing Plant* Samarinda Skenario 1

5.2 Skenario 2: Komposisi Kapal Tetap dan Permintaan Mengalami Eskalasi 8%.

Pada skenario 2, komposisi disamakan seperti pada Tabel 5.1 dengan permintaan mengalami eskalasi 8%. Hasil simulasi menjelaskan, bahwa terdapat dua *packing plant* yang berpotensi akan mengalami *stock out*, sehingga diperlukan komposisi kapal yang baru (lihat Tabel 5.3). *Packing plant* yang perlu di-*upgrade*

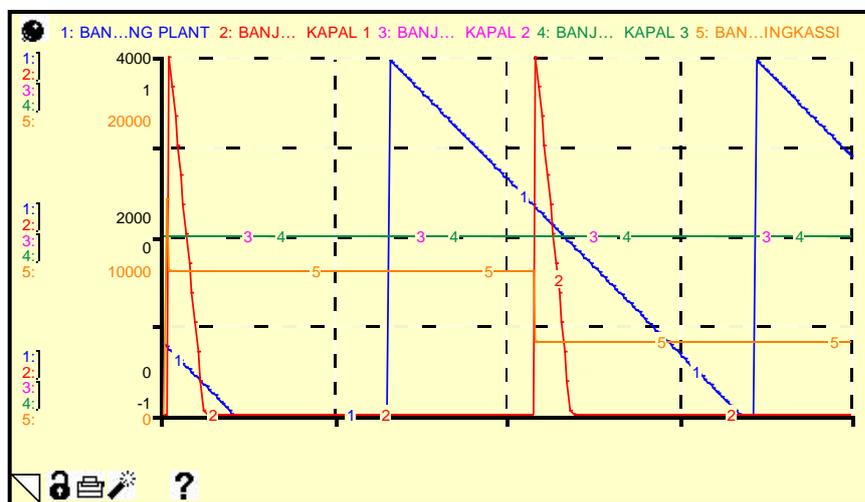
komposisi kapalnya, yaitu Samarinda dan Banjarmasin. Peningkatan profit untuk kedua *packing plant* tersebut tidak terlalu signifikan terlihat disebabkan volume pengiriman menyesuaikan dengan kemampuan kapasitas kapal, bukan pada perilaku permintaan.

Berdasarkan nilai profit yang didapat antara skenario awal dan skenario ini, menyatakan bahwa untuk 3 tahun berikutnya, peningkatan profit untuk *Packing Plant* Ambon, Bali, Kendari, dan Mamuju sebesar 0,12%. Sumbangsih profit terbesar diberikan dari *Packing Plant* Bali dengan selisih sebesar Rp. 111,398,563,043.

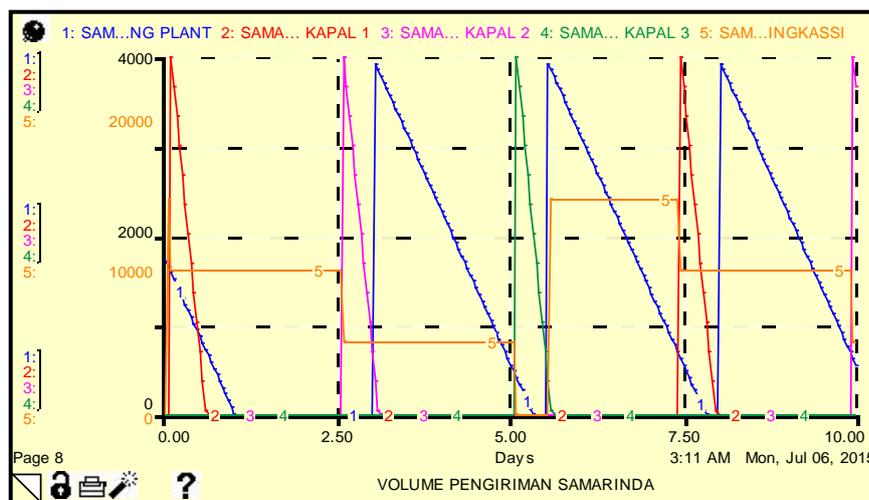
Tabel 5.3 Hasil Simulasi Skenario 2

Hari	Average Days of Supply	Average Lead Time	Akumulasi Pendapatan	Biaya Depresiasi	Biaya Freight Charter	Biaya Pengerukan	Profit
Ambon							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	23.30	5.47	141,104,172,375	-	39,185,280,000	-	101,918,892,375
720	21.69	5.47	294,964,656,375	-	80,982,912,000	-	213,981,744,375
Final	20.29	5.47	459,180,979,825	-	125,392,896,000	-	333,788,083,825
	21.76	5.47					
Bali							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	10.33	6.61	384,197,786,242	-	69,442,008,000	-	314,755,778,242
720	9.62	6.61	800,685,536,642	-	142,968,840,000	-	657,716,696,642
Final	9.00	6.61	1,246,922,535,043	-	222,622,908,000	-	1,024,299,627,043
	9.65	6.61					
Banjarmasin							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	14.21	13.50	295,660,200,000	-	15,991,712,000	-	279,668,488,000
720	13.23	13.50	592,538,593,536	-	32,710,320,000	-	559,828,273,536
Final	12.38	13.50	889,660,200,000	-	48,702,032,000	-	840,958,168,000
	13.27	13.50					
Bitung							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	9.43	8.04	473,144,116,096	-	172,415,520,000	-	300,728,596,096
720	8.78	8.04	954,480,930,965	-	340,041,720,000	-	614,439,210,965
Final	8.22	8.04	1,434,271,906,747	-	512,457,240,000	-	921,814,666,747
	8.81	8.04					
Kendari							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	11.07	4.21	224,131,221,593	-	29,890,240,000	-	194,240,981,593
720	10.31	4.21	467,017,897,593	-	60,714,550,000	-	406,303,347,593
Final	9.64	4.21	727,253,693,592	-	94,341,070,000	-	632,912,623,592
	10.34	4.21					
Mamuju							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	11.12	3.77	136,668,762,141	-	11,760,704,000	-	124,908,058,141
720	10.36	3.77	284,360,311,641	-	23,888,930,000	-	260,471,381,641
Final	9.69	3.77	442,601,301,141	-	37,119,722,000	-	405,481,579,141
	10.39	3.77					
Palu							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	7.41	3.89	430,649,429,398	-	63,215,752,000	-	367,433,677,398
720	6.90	3.89	887,019,757,191	-	129,121,536,000	-	757,898,221,191
Final	6.45	3.89	1,357,058,798,194	-	197,717,352,000	-	1,159,341,446,194
	6.92	3.89					
Samarinda							
0	1.00	0.00	-	-	-	-	-
360	6.44	7.23	792,414,863,762	-	94,199,952,000	-	698,214,911,762
720	5.99	7.23	1,589,811,427,219	-	186,477,456,000	-	1,403,333,971,219
Final	5.61	7.23	2,385,795,022,582	-	280,677,408,000	-	2,105,117,614,582

Pengiriman semen curah dari Silo Biringkassi ke *Packing Plant* Banjarmasin dengan menggunakan satu unit kapal 4000 ton dilakukan secara terus-menerus, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2. Begitu pula pada *Packing Plant* Samarinda dengan menggunakan tiga unit kapal kapasitas 4000 ton, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.3. Kedua pengiriman ini tidak dapat memenuhi *demand* di masing-masing *packing plant*, hal ini ditunjukkan dengan terjadinya kehabisan stok di *packing plant* sebelum kapal sampai di tujuan. Oleh karena itu, diperlukan komposisi kapal baru yang dapat memenuhi semua *demand* di *Packing Plant* Banjarmasin dan Samarinda.



Gambar 5.2 Volume Pengiriman *Packing Plant* Banjarmasin Skenario 2



Gambar 5.3 Volume Pengiriman *Packing Plant* Samarinda Skenario 2

5.3 Skenario 3: Komposisi Kapal Dioptimalkan, *Demand* Mengalami Eskalasi dan Memungkinkan Investasi Pengerukan dan Kapal.

Pada skenario ini, komposisi kapal akan dioptimalkan dengan mempertimbangkan *lead time* dan profit. Dua alternatif yang akan dikembangkan, yaitu: investasi pengerukan dan investasi kapal.

Investasi pengerukan dilakukan jika syarat (*draft*) pelabuhan memungkinkan untuk kapal berkapasitas besar yang tersedia dapat digunakan. Investasi kapal dilakukan untuk *packing plant* yang memiliki kapasitas penyimpanan besar yang dihadapkan pada *demand* yang tinggi dan kapasitas kapal yang terbatas.

Masing-masing *packing plant* memiliki *draught* pelabuhan yang berbeda-beda sehingga jenis kapal yang digunakan untuk memuat semua order berbeda-beda. Jenis kapal dibedakan berdasarkan volume muatannya (DWT) atau kapasitasnya. Semakin besar muatannya, maka *draught* pelabuhan yang dibutuhkan juga semakin besar. Investasi pengerukan lebih diprioritaskan daripada investasi pembelian/pengadaan kapal. Hasil *running* skenario ini dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Packing Plant Ambon tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan satu unit kapal kapasitas 8000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,28% dari tahun pertama.

Packing Plant Bali tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan satu unit kapal kapasitas 12000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,29% dari tahun pertama.

Packing Plant Banjarmasin tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan kapal kapasitas 8000 ton dan 4000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,32% dari tahun pertama.

Packing Plant Bitung tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan satu unit kapal kapasitas 12000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,20% dari tahun pertama.

Packing Plant Kendari tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan satu unit kapal kapasitas 6000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,29% dari tahun pertama.

Packing Plant Mamuju tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan satu unit kapal kapasitas 4000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,26% dari tahun pertama.

Packing Plant Palu tidak terjadi *stock out*. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan kapal kapasitas 5000 ton dan 3000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,22% dari tahun pertama.

Packing Plant Samarinda terjadi *stock out* karena *lead time* pemenuhan *demand* lebih besar dari pada *days of supply*. Sehingga *lead time* sebesar 0,08% dari *days of supply*-nya tidak terpenuhi. Komposisi kapal yang memberikan profit terbesar adalah dengan menggunakan dua unit kapal kapasitas 6000 ton dengan kenaikan profit sebesar 2,27% dari tahun pertama.

Tabel 5.4 Hasil Simulasi Skenario 3

Hari	Average Days of Supply	Average Lead Time	Profit	Average Days of Supply	Average Lead Time	Profit	Average Days of Supply	Average Lead Time	Profit	Average Days of Supply	Average Lead Time	Profit
Ambon												
			4000-4000			8000			5000-3000			6000-1000-1000
360	23.30	3.34	110,864,177,583	23.30	5.47	10,138,882,375	23.30	3.36	103,450,786,472	23.30	13.91	106,567,006,847
720	21.69	3.34	225,610,577,583	21.69	5.47	213,381,744,375	21.69	3.36	223,395,792,472	21.69	13.91	220,820,386,847
Final	20.29	3.34	345,457,189,583	20.29	5.47	333,788,083,825	20.29	3.36	344,616,432,472	20.29	13.91	341,112,356,847
	21.76	3.34	2.13	21.76	5.47	2.28	21.76	3.36	2.15	21.76	13.91	2.20
Bali												
			8000-4000			12000			6000-6000			8000-3000-1000
360	10.33	6.58	311,127,303,316	10.33	4.23	236,156,849,069	10.33	6.61	314,755,778,242	10.33	8.92	311,680,381,316
720	9.62	6.58	653,287,805,716	9.62	4.23	651,800,011,654	9.62	6.61	657,176,696,642	9.62	8.96	654,436,435,716
Final	9.00	6.58	1,019,024,452,117	9.00	4.23	980,171,668,534	9.00	6.61	1,024,293,627,043	9.00	8.97	1,020,197,555,117
	9.65	6.58	2.28	9.65	4.23	2.23	9.65	6.61	2.25	9.65	8.95	2.28
Banjarnas												
			6000-6000			12000			8000-4000			8000-3000-1000
360	14.21	7.00	253,681,575,346	14.21	4.44	244,637,706,730	14.21	6.36	256,301,203,338	14.21	9.44	256,150,453,338
720	13.23	7.00	547,852,726,279	13.23	4.44	523,641,366,537	13.23	6.36	543,841,802,271	13.23	9.44	544,758,272,271
Final	12.38	7.00	854,023,768,612	12.38	4.44	816,363,786,111	12.38	6.36	851,595,344,604	12.38	9.44	853,014,374,604
	13.27	7.00	2.23	13.27	4.44	2.34	13.27	6.36	2.32	13.27	9.44	2.32
Bitung												
			12000			8000-4000			6000-6000			8000-3000-1000
360	9.43	6.05	282,160,430,319	9.43	11.01	304,417,876,036	9.43	10.37	313,233,171,439	9.43	16.75	203,431,430,000
720	8.78	6.05	616,553,751,610	8.78	11.01	621,715,230,965	8.78	10.37	630,586,076,033	8.78	16.76	407,066,290,687
Final	8.22	6.05	935,846,573,959	8.22	11.01	932,780,026,747	8.22	10.37	947,776,742,222	8.22	16.76	615,058,378,324
	8.81	6.05	2.20	8.81	11.01	2.06	8.81	10.37	2.03	8.81	16.76	2.02
Kendari												
			3000-3000			6000			5000-1000			4000-1000-1000
360	11.07	6.11	191,303,446,198	11.07	3.52	185,000,580,122	11.07	5.39	188,678,741,593	11.07	8.48	190,751,335,064
720	10.31	6.11	397,325,438,198	10.31	3.52	389,128,888,122	10.31	5.39	393,897,157,593	10.31	8.48	396,844,219,064
Final	9.64	6.11	619,036,338,198	9.64	3.52	608,326,412,122	9.64	5.39	614,248,313,592	9.64	8.48	618,121,241,064
	10.34	6.11	2.23	10.34	3.52	2.23	10.34	5.39	2.26	10.34	8.48	2.24
Mawar												
			3000-1000			4000						
360	11.12	3.77	124,308,058,141	11.12	2.36	123,669,611,274						
720	10.36	3.77	260,471,381,641	10.36	2.36	258,548,736,774						
Final	9.69	3.77	405,481,579,141	9.69	2.36	403,223,630,274						
	10.39	3.77	2.25	10.39	2.36	2.26						
Pala												
			5000-3000			8000			4000-4000			4000-3000-1000
360	7.41	5.90	377,131,540,716	7.41	3.89	367,433,677,338	7.41	5.88	378,805,320,324	7.41	7.89	373,537,240,324
720	6.30	5.90	780,319,415,243	6.30	3.89	757,886,227,184	6.30	5.88	782,323,306,391	6.30	7.89	773,664,324,353
Final	6.45	5.90	1,213,119,868,510	6.45	3.89	1,153,341,416,184	6.45	5.88	1,215,472,653,658	6.45	7.89	1,162,806,317,316
	6.32	5.90	2.22	6.32	3.89	2.16	6.32	5.88	2.21	6.32	7.89	2.06
Samarinda												
			4000-4000-4000			6000-6000			5000-4000-3000			6000-4000-3000
360	6.44	7.23	638,214,311,762	6.44	6.52	760,101,364,173	6.44	7.56	697,351,212,430	6.44	7.81	668,081,483,886
720	5.93	7.23	1,403,333,317,219	5.93	6.52	1,531,192,336,312	5.93	7.56	1,401,243,064,373	5.93	7.81	1,343,715,667,819
Final	5.61	7.23	2,105,117,614,882	5.61	6.52	2,481,331,431,646	5.61	7.56	2,102,688,480,300	5.61	7.81	2,019,224,601,260
	6.01	7.23	2.01	6.01	6.52	2.27	6.01	7.56	2.02	6.01	7.81	2.02

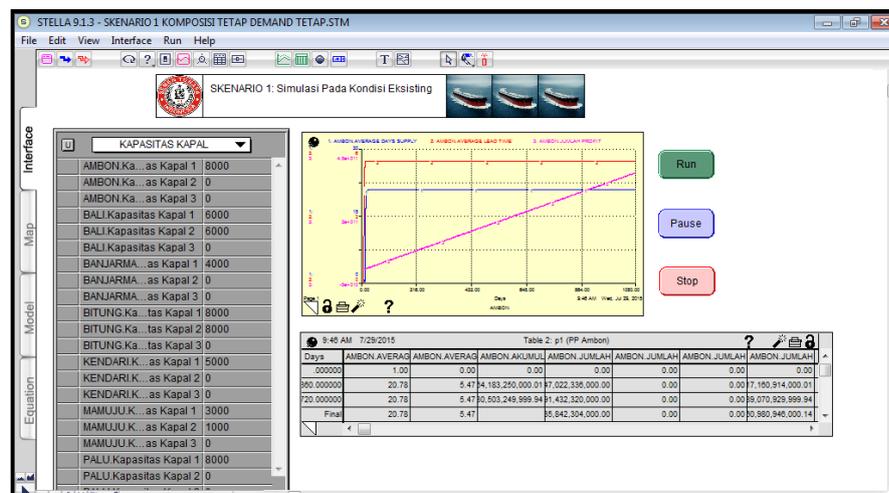
Berdasarkan hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa dengan peningkatan/eskalasi *demand* sebesar 8%, maka diperoleh komposisi kapal seperti pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Komposisi Kapal Setelah Eskalasi 8%

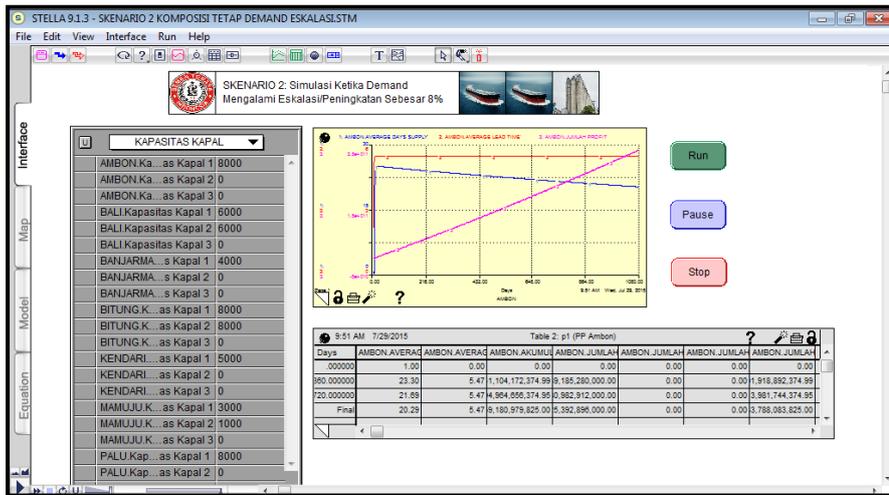
No	Kapasitas Kapal (Ton)	Jumlah Kapal (Unit)
1	1000	0
2	3000	1
3	4000	2
4	5000	1
5	6000	3
6	8000	2
7	12000	2

5.4 Perancangan *Interface*

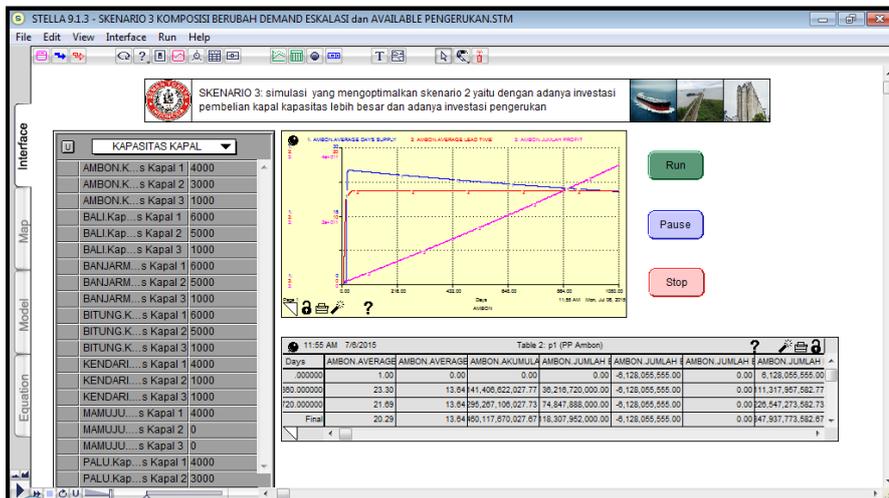
Perancangan *interface* dibuat untuk memudahkan *decision maker* dalam menggunakan *Software Stella*. Tampilan *interface* menunjukkan komposisi kapal, eskalasi *demand*, grafik perbandingan *average lead time*, *average days of supply*, dan profit masing-masing *packing plant*. Tabel digunakan untuk melihat nilai di masing-masing variabel tersebut. Gambar 5.4 menunjukka *interface* skenario 1, Gambar 5.5 menunjukkan *interface* skenario 2, dan Gambar 5.6 menunjukkan *interface* skenario 3.



Gambar 5.4 *Interface* Skenario 1



Gambar 5.5 Interface Skenario 2



Gambar 5.6 Interface Skenario 3

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan membahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian. Kemudian diberikan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini membahas mengenai komposisi kapal *dry-bulk carrier* di PT. Semen Tonasa yang akan digunakan perusahaan untuk mendistribusikan semen curah dari Silo Pelabuhan Biringkassi ke *packing plant*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan model simulasi yang dapat menyelesaikan permasalahan komposisi kapal *dry-bulk carrier* di PT. Semen Tonasa dengan mempertimbangkan *demand* yang bersifat dinamis. Komposisi kapal dipilih berdasarkan kapasitas dan jenis investasinya sehingga dapat memberikan profit terbesar bagi perusahaan.
2. Eskalasi *demand* menghasilkan komposisi kapal baru untuk memenuhi order *packing plant*. Komposisi kapal masing-masing *packing plant* adalah sebagai berikut:

- Ambon : 8000 (ton)
- Bali : 12000 (ton)
- Banjarmasin : 8000 – 4000 (ton)
- Bitung : 12000 (ton)
- Kendari : 6000 (ton)
- Mamuju : 4000 (ton)
- Palu : 5000 – 3000 (ton)
- Samarinda : 6000 – 6000 (ton)

Pengadaan kapal kapasitas 12000 ton dilakukan di *Packing Plant* Bali dan Bitung pada tahun pertama.

3. Eskalasi *demand* dapat meningkatkan profit perusahaan sebesar 0,11% dibandingkan dengan jika tidak terjadi eskalasi.

6.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan permasalahan ini pada jenis muatan yang beragam dan pengiriman yang dilakukan dengan cara *routing*. Sehingga permasalahan tersebut lebih kompleks karena adanya pemilihan produk yang lebih diutamakan dari yang lainnya. Sedangkan *routing* mempengaruhi keputusan *demand* yang diutamakan dalam melakukan pengiriman.

DAFTAR PUSTAKA

- Alizadeh, A. H. & Nomikos, N. K., 1997. Investment timing and trading strategies in the sale and purchase market for ships. *Transportation Research Part B* 41, p. 126–143.
- Anggraeni, R. D. & Suryani, E., 2013. Pemodelan dan Simulasi Perencanaan Permintaan dan Pasokan Menggunakan Metode Sistem Dinamik untuk Mengatasi Kelangkaan Pupuk Wilayah Jawa Timur (Studi Kasus: PT. XYZ). *JURNAL TEKNIK POMITS*, Volume Vol. 1, No. 1, pp. 1-6.
- Bendall, H. B. & Stent, A. F., 2005. Ship Investment under Uncertainty: Valuing a Real Option on the Maximum of Several Strategies. *Maritime Economics & Logistics*, p. 19–35.
- Brandao, J., 2011. A tabu search algorithm for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem. *Computers & Operations Research* 38, pp. 140-151.
- Erni, N. & Rafrianti, S., 2007. USULAN RENCANA KAPASITAS PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE RCCP DAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS PADA PT. DELLIFOOD SENTOSA CORPINDO - TANGERANG. *Jurnal Inovisi*, Volume Vol. 6, No.2, pp. 140-163.
- Fan, L. & Luo, M., 2013. Analyzing ship investment behaviour in liner shipping. *Maritime Policy & Management: The Flagship journal of international shipping and port research*, Volume 40:6, pp. 511-533.
- Fortunella, A., Tama, I. P. & Eunike, A., 2012. SIMULATION MODEL OF PRODUCTION SYSTEM WITH SYSTEM DYNAMIC TO SUPPORT PRODUCTION CAPACITY PLANNING. *JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI* , Volume VOL. 3, NO. 2 , pp. 256-267.
- Gelareh, S. & Pisinger, D., 2011. Fleet deployment, network design and hub location of liner shipping companies. *Transportation Research Part E* 47, pp. 947-964.
- Georgiadis, P., 2013. An Integrated System Dynamics model for strategic capacity planning in closed-loop recycling network: A dynamic analysis for the paper industry. *Simulation Modelling Practice and Theory* 32, pp. 116-137.

- Harianto, K. H., 2014. *PENGEMBANGAN SIMPLE ITERATIVE MUTATION ALGORITHM (SIM-A) UNTUK MENYELESAIKAN PERMASALAHAN SHIP SCHEDULING AND ASSIGNMENT (STUDI KASUS : DISTRIBUSI SEMEN CURAH PADA PT. X)*, Surabaya: Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hoff, A. et al., 2010. Industrial aspects and literatur survey: Fleet composition and routing. *Computer & Operations Research* 37, pp. 2041-2061.
- Jin, Y., 2008. *Investment in container ships for the Yangtze River: a system dynamics model*, s.l.: IEEE.
- Koç, Ç., Bektas, T., Jabali, O. & Laporte, G., 2014. The fleet size and mix pollution-routing problem. *Transportation Research Part B* 70, pp. 239-254.
- PARK, S.-i., WANG, Y., YEO, G.-t. & NG, A. K. Y., 2014. System Dynamics Modeling for Determining Optimal Ship Sizes and Types in Coastal Liner Services. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Volume Volume 30, No. 1, pp. pp. 031-050.
- Sasmito, H. G., 2014. *Kajian perbandingan biaya kirim/ton dengan sistem sewa kapal time charter dan voyage charter*, Surabaya: Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Steffensen, M.-A., 2012. Maritime fleet size and mix problems: An optimization based odel approach. *Norwegian University of Science and Technology*.
- Sterman, J. D., 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex Wordl*. New York: McGraw Hill.
- Suryani, E., 2005. PERANCANGAN SKENARIO KEBIJAKAN PERENCANAAN KAPASITAS TERPASANG PADA INDUSTRI SEMEN DENGAN BERBASIS MODEL SISTEM DINAMIK. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, Volume Vol. 4, No. 2, pp. 76-83.
- Suryani, E., Chou, S.-Y., Hartono, R. & Chen, C.-H., 2010. Demand scenario analysis and planned capacity expansion: A system dynamics framework. *Simulation Modelling Practice and Theory* 18, pp. 732-751.
- Tonasa, P. S., 2014. *PT. Semen Tonasa: Annual Report 2013*, Pangkep: s.n.
- UNCTAD, 2014. *Review of Maritime Transport*, Geneva: UNITED NATIONS.

Xu, J. J. & Yip, T. L., 2014. Ship investment at a standstill? An analysis of shipbuilding activities and policies. *Applied Economics Letters*, pp. 269-275.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Pinrang, pada tanggal 28 Mei dengan nama lengkap Dian Pratiwi Sahar sebagai anak pertama dari enam bersaudara. Penulis menempuh jenjang program Strata 1 pada Jurusan Teknik Industri UNHAS, Makassar angkatan 2006. Di Jurusan Teknik Industri ini penulis aktif bergabung menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin UNHAS. Selain itu penulis mempunyai pengalaman dalam kerja praktek serta magang industri di PT. Semen Tonasa, Pangkep. Setelah lulus dari Strata 1, penulis bekerja pada perusahaan swasta selama satu tahun. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 2 pada Jurusan Teknik Industri ITS melalui jalur beasiswa BPPDN Calon Dosen kerjasama ITS dengan DIKTI Bidang Konsentrasi Manajemen Logistik dan Rantai Pasok. *Travelling*, nonton dan membaca adalah kegiatan penulis di waktu luang. Penulis dapat dihubungi melalui email diansahar.industri@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)