



TUGAS AKHIR –TI 091324

**PENENTUAN KEPUTUSAN PENGIRIMAN BERBASIS
INFORMASI STOCK CRITICALITY DAN SEGMENTASI
WAKTU KIRIM
(Studi kasus: Distribusi Semen Zak)**

EVI NILA CRISTINA
NRP 2510100133

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M. Eng, Ph.D, CSCP

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT–TI 091324

**DISPATCHING DECISION BASED ON STOCK CRITICALITY
INFORMATION AND DELIVERY TIME SEGMENTATION
(Case Study: Cement Distribution)**

EVI NILA CRISTINA
NRP 2510100133

Supervisor
Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M. Eng, Ph.D, CSCP

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN KEPUTUSAN PENGIRIMAN BERBASIS
INFORMASI STOCK CRITICALITY DAN SEGMENTASI
WAKTU KIRIM
(Studi kasus: Distribusi Semen Zak)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

EVI NILA CRISTINA

NRP. 2510 100 133

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M. Eng, Ph.D, CSCP


.....(Pembimbing)

SURABAYA, JULI 2014



**PENENTUAN KEPUTUSAN PENGIRIMAN BERBASIS
INFORMASI STOCK CRITICALITY DAN SEGMENTASI
WAKTU KIRIM
(Studi kasus: Distribusi Semen Zak)**

Nama Mahasiswa : Evi Nila Cristina
NRP : 2510100133
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

ABSTRAK

Kebijakan penentuan keputusan pengiriman merupakan hal yang sangat penting dalam distribusi produk. *Trigger* penentuan keputusan pengiriman menjadi hal yang utama dan harus dapat menggambarkan kondisi kebutuhan riil. *Information visibility* antar elemen *supply chain* diperlukan agar penentuan demand dengan dasar informasi stock criticality dapat berjalan baik. Dengan menggunakan trigger pengiriman yang berbasis stock criticality dapat ditentukan dengan tepat konsumen yang membutuhkan pasokan. Selain trigger pengiriman, proses distribusi tidak dapat lepas dari penjadwalan pengiriman. Pada penjadwalan pengiriman harus diperhatikan jarak dan adanya ketidak pastian selama proses pengirimn baik yang terjadi di pabrik, perjalanan maupun di lokasi konsumen. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan simulasi untuk kondisi kebijakan eksisting pada studi kasus pengiriman semen zak. Kemudian akan dilakukan pemodelan simulasi perbaikan dengan mempertimbangkan *stock criticality* dari tiap distributor yang dilayani untuk meningkatkan pemenuhan permintaan. Selain itu, juga akan diterapkan penjadwalan dengan menerapkan segmentasi waktu kirim dengan kluster pengiriman jarak dekat, menengah dan jauh untuk mengurangi waktu siklus pengiriman dan meningkatkan produktivitas truk. Dari hasil penelitian didapatkan pengurangan waktu siklus sebesar 10 jam atau sekitar 16% dari rata-rata waktu siklus. Waktu siklus yang berkurang juga menyebabkan perputaran truk lebih cepat sehingga produktivitas truk meningkat dan jumlah truk yang diperlukan berkurang.

Kata Kunci : *Stock Criticality*, Keputusan pengiriman, Segmentasi Waktu Kirim, *Information Visibility*, Simulasi ARENA

**DISPATCHING DECISION BASED ON STOCK CRITICALITY
INFORMATION AND DELIVERY TIME SEGMENTATION
(Case Study: Cement Distribution)**

Name : Evi Nila Cristina
NRP : 2510100133
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

ABSTRACT

Shipping policy decision making is very important in the distribution of products. Trigger delivery becomes the main thing, and should be able to describe the condition of the real needs. Information visibility across the supply chain elements required in order to determine demand with basic stock information criticality can run well. In addition, the distribution can't be separated from the delivery scheduling. In the delivery scheduling, distance and uncertainty during the shipping process must be considered, whether this occurs at factory, traveling, or at the location of the consumer. In this study, simulation modeling will be done for the condition of the existing policy on a case study sack cement delivery. Then the simulation modeling improvements will be done by considering the criticality of each distributor stock which served to increase the demand fulfillment. In addition, the scheduling will be implemented by applying cluster segmentation delivery time by sending a short distance, intermediate and far to reduce cycle times and improve truck productivity. From the results of this research, the reduction of cycle time by 10 hours, or about 16% of the average cycle time. Cycle time reduction also causes more rapid turnover truck so the truck increased productivity and reduced the number of trucks required.

Keywords: Stock criticality, Decision shipping, Segmentation Delivery Time, Information Visibility, ARENA Simulation

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, rezeki, karunia dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PENENTUAN KEPUTUSAN PENGIRIMAN BERBASIS INFORMASI STOCK CRITICALITY DAN SEGMENTASI WAKTU KIRIM (Studi kasus: Distribusi Semen Zak) sebagai persyaratan menyelesaikan studi Strata-Satu dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri, pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini yaitu :

1. Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, kemudahan, kelancaran serta bimbingan yang diberikan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir hingga penulis dapat menyelesaikannya dengan baik.
2. Bapak Sunaji dan Ibu Sri Mulyani, sebagai orang tua penulis yang selalu mendoakan kesuksesan penulis dan telah mendukung baik secara moral, spiritual maupun secara finansial.
3. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M. Eng, Ph.D, CSCP sebagai dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan, bimbingan, petunjuk, kesabaran dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.S., Ph.D sebagai Ketua Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Bapak Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA, sebagai Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri ITS atas kelancaran birokrasi selama pengerjaan Skripsi.
6. Adik-adik penulis Anang Bagus Prasetyo dan Firsyah Ayu Ramadhani yang mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Aulia Fahmi Maulana, selaku partner penulis, atas motivasi, dukungan, doa dan kesabaran dalam mendampingi penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
8. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah membimbing dan membantu penulis selama masa studi.
9. Teman-teman satu bimbingan kak Mansur, Hendy, Ratri dan Ketut, terimakasih atas kebersamaan kita bergandengan tangan menyelesaikan semua ini.
10. Teman-teman LSCM & Friends, Risal, Pocong, Niken, Issam, Karin dan lainnya yang senantiasa begadang bersama dan meramaikan Lab LSCM untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Sahabat-sahabat penulis C2C, Sophia, Niken dan Nabila atas segala canda tawa, motivasi dan kebersamaan yang kalian bagi sehingga menambah semangat penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Keluarga penulis di LSCM, kak Mansur, Hendy, Ratri, Ketut, Gio, Aul, Reby, Reika, Willy, Pute, Troy, Ivana dan Kevin yang selalu memberikan keceriaan dan semangat pada penulis.
13. Teman-teman PROVOKASI yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan dan juga berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
14. Seluruh pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Kritik dan saran yang mebnagun sangat diharapkan untuk perbaikan dan pengembangan ke depannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Terima kasih

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	4
1.4 MANFAAT PENELITIAN	5
1.5 RUANG LINGKUP PENELITIAN	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Manajemen Distribusi dan Transportasi.....	9
2.1.1 Manajemen Distribusi	10
2.2 Transportasi	11
2.2.1 Moda Transportasi Darat.....	12
2.3 Truck and Trailer Routing Problem (TTRP).....	13
2.4 Manajemen Persediaan	13
2.5 Information Visibility dalam Supply chain	14
2.6 Sistem, Model dan Simulasi	15
2.6.1 Sistem.....	15
2.6.2 Model	15
2.6.3 Simulasi.....	16

2.6.4	Simulasi Menggunakan Software Arena	17
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1	Tahap pengumpulan Data	19
3.2	Tahap pengolahan Data	19
3.3	Simulasi Kebijakan Eksisting	20
3.4	Uji Verifikasi	26
3.5	Perancangan Skenario Perbaikan.....	26
3.6	Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dengan Simulasi Skenario Perbaikan	30
3.7	Tahap Analisa dan Interpretasi	31
BAB 4	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	33
4.1	Pengumpulan Data	33
4.1.1	Penentuan Distributor	33
4.2	Pembangunan Simulasi Kebijakan Eksisting	36
4.2.1	Pembangunan Triger Pengiriman	37
4.2.2	<i>Loading</i> Semen	37
4.2.3	Pengiriman ke Distributor, Tunggu Time Windows dan Tunggu Kapasitas Gudang	37
4.2.4	<i>Unloading</i> dan Kembali ke Pabrik	38
4.2.5	<i>Updater On hand Inventory, Service level</i> dan Hari Kerja.....	38
4.3	Verifikasi Simulasi Kebijakan Eksisting	40
4.3.1	Verifikasi Error Check Pada ARENA	40
4.3.2	Verifikasi Perhitungan Pada ARENA	41
4.3.3	Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi.....	42
4.4	Hasil Simulasi Kebijakan Eksisting.....	43
4.4.1	Waktu Rata-rata Antri <i>Unloading</i>	43
4.4.2	Waktu Tunggu Time Windows Distributor.....	45
4.4.3	Waktu Siklus Pengiriman	46
4.4.4	<i>Service level</i> Distributor	48
4.4.5	Utilitas Truk.....	50
4.5	Simulasi Skenario Perbaikan	51
4.5.1	Pembangunan Triger Pengiriman	51

4.5.2	<i>Loading</i> Semen dan Mekanisme Pemberangkatan truk.....	51
4.5.3	Pengiriman ke Distributor, Tunggu Time Windows dan Tunggu Kapasitas Gudang.....	52
4.5.4	<i>Unloading</i> dan Kembali ke Pabrik.....	52
4.5.5	<i>Updater On Hand Inventory</i> , <i>Service level</i> dan Hari Kerja.....	53
4.6	Verifikasi Skenario Perbaikan.....	54
4.6.1	Verifikasi Error Check Pada ARENA.....	55
4.6.2	Verifikasi Perhitungan Pada ARENA.....	55
4.6.3	Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi.....	57
4.7	Hasil Simulasi Skenario perbaikan.....	58
4.7.1	Waktu Rata-rata Antri <i>Unloading</i>	58
4.7.2	Waktu Tunggu Time Windows Distributor.....	60
4.7.3	<i>Cycle time</i> Pengiriman.....	61
4.7.4	<i>Service level</i> Distributor.....	63
4.7.5	Utilitas Truk.....	64
BAB V ANALISA DAN INTERPRETASI DATA.....		67
5.1	Analisis Simulasi Kebijakan Eksisting.....	67
5.2	Analisis Skenario Perbaikan.....	68
5.3	Perbandingan Kebijakan Eksisting dan Skenario Perbaikan.....	69
5.3.1	Analisa Perbandingan Waktu Tunggu Time Windows Sesuai Klasifikasi Jarak.....	69
5.3.2	Analisa Perbandingan Waktu siklus Sesuai Klasifikasi jarak.....	72
5.3.3	Analisa Perbandingan <i>Service level</i> Distributor.....	76
5.3.4	Analisa Perbandingan Utilitas Truk.....	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		79
6.1	Kesimpulan.....	79
6.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....		81
LAMPIRAN.....		83
BIOGRAFI PENULIS.....		91

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Daftar Distributor Terpilih	34
Tabel 4. 2 Daftar Distributor di Provinsi Banten	34
Tabel 4. 3 Daftar Distributor di Provinsi DIY	35
Tabel 4. 4 Daftar Distributor di Provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat.....	35
Tabel 4. 5 Daftar Distributor di Provinsi Jawa Tengah	35
Tabel 4. 6 Daftar Distributor di Provinsi Jawa Timur	36
Tabel 4. 7 Rata-rata Waktu Tunggu Loading Eksisting Tiap Distributor (Dalam Jam)	44
Tabel 4. 8 Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows Eksisting Tiap Distributor (Dalam Jam)	46
Tabel 4. 9 Rata-rata Cycle Time Eksisting Tiap Distributor (Dalam Jam).....	48
Tabel 4. 10 Rata-rata Service Level Eksisting Tiap Distributor	49
Tabel 4. 11 Rata-rata Waktu Tunggu Loading Perbaikan Tiap Distributor (Dalam Jam)	59
Tabel 4. 12 Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows Perbaikan Distributor (Dalam Jam)	61
Tabel 4. 13 Rata-rata Waktu Siklus Perbaikan Tiap Distributor (Dalam Jam).....	62
Tabel 4. 14 Rata-rata Service Level Perbaikan Tiap Distributor	64

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Kebijakan Eksisting.....	21
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Updater Service Level.....	22
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Updater Pengurangan On Hand Inventory.....	23
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Update Kapasitas Gudang.....	24
Gambar 3. 5 Updater Hari.....	25
Gambar 3. 6 Updater Jam.....	25
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Skenario perbaikan.....	30
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Skenario perbaikan (Lanjutan).....	31
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 Pareto Chart Pemilihan Distributor.....	33
Gambar 4. 2 Tahapan Kebijakan Eksisting dalam Melakukan Pengiriman.....	36
Gambar 4. 3 Updater Jam, Hari dan Hari Kerja.....	39
Gambar 4. 4 Updater On Hand Inventory.....	39
Gambar 4. 5 Updater Service level Distributor.....	40
Gambar 4. 6 Verifikasi Error Check Simulasi eksisting.....	40
Gambar 4. 7 Verifikasi perhitungan Rasio.....	41
Gambar 4. 8 Verifikasi perhitungan Service level.....	42
Gambar 4. 9 Verifikasi Logika Pengiriman Simulasi Eksisting.....	43
Gambar 4. 10 Histogram Waktu Antri <i>Loading</i> Eksisting (Dalam Jam).....	44
Gambar 4. 11 Histogram Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Eksisting (Dalam Jam).....	45
Gambar 4. 12 Histogram Waktu Siklus Eksisting (Dalam Jam).....	47
Gambar 4. 13 Histogram <i>Service level</i> Eksisting.....	49
Gambar 4. 14 Utilitas Truk Simulasi kebijakan Eksisting pada Replikasi 1.....	50
Gambar 4. 15 Utilitas Truk Simulasi kebijakan Eksisting pada Replikasi 2.....	50
Gambar 4. 16 Utilitas Truk Simulasi kebijakan Eksisting pada Replikasi 3.....	50
Gambar 4. 17 Updater Jam, Hari dan Hari Kerja Simulasi Perbaikan.....	53
Gambar 4. 18 <i>Updater On Hand Inventory</i> Simulasi Perbaikan.....	54
Gambar 4. 19 Updater <i>Service level</i> Distributor Simulasi Perbaikan.....	54
Gambar 4. 20 Verifikasi Error Check Simulasi Perbaikan.....	55

Gambar 4. 21 Verifikasi perhitungan SDR	56
Gambar 4. 22 Verifikasi perhitungan <i>Service level</i>	57
Gambar 4. 23 Verifikasi Logika Pengiriman Simulasi Perbaikan	58
Gambar 4. 24 Waktu Antri <i>Loading</i> Perbaikan (Dalam Jam)	59
Gambar 4. 25 Histogram Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Perbaikan (Dalam Jam	60
Gambar 4. 26 Histogram Waktu Siklus Perbaikan (Dalam Jam)	62
Gambar 4. 27 Histogram <i>Service level</i> Perbaikan	63
Gambar 4. 28 Utilitas Truk Simulasi Perbaikan Pada Replikasi 1	64
Gambar 4. 29 Utilitas Truk Simulasi Perbaikan Pada Replikasi 2	65
Gambar 4. 30 Utilitas Truk Simulasi Perbaikan Pada Replikasi 3	65
Gambar 5. 1 Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Jarak Dekat (Dalam Jam)	70
Gambar 5. 2 Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Jarak Menengah (Dalam Jam)	70
Gambar 5. 3 Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Jarak Jauh (Dalam Jam)	71
Gambar 5.4 Perbandingan Waktu Tunggu <i>Time Windows</i> Keseluruhan (Dalam Jam)	72
Gambar 5. 5 Perbandingan <i>Cycle time</i> Tujuan Jarak dekat (Dalam Jam)	73
Gambar 5. 6 Perbandingan <i>Cycle time</i> Tujuan Jarak Menengah (Dalam Jam)	74
Gambar 5. 7 Perbandingan <i>Cycle time</i> Tujuan Jarak Jauh (Dalam Jam)	74
Gambar 5. 8 Perbandingan <i>Cycle Time</i> Keseluruhan (Dalam Jam)	75
Gambar 5. 9 Perbandingan <i>Service level</i> Keseluruhan	76
Gambar 5. 10 Perbandingan Utilitas Truk	77

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab 1 ini dijelaskan hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian berupa latar belakang penelitian serta rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Selain itu juga dibahas mengenai tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian ini serta ruang lingkup yang menunjukkan fokus dari penelitian ini.

1.1 LATAR BELAKANG

Di era pembangunan seperti saat ini, semen merupakan salah satu produk yang sangat dibutuhkan. Kebutuhan semen makin meningkat ditunjukkan dengan kenaikan angka permintaan semen yang mencapai 13% dari periode sebelumnya untuk tahun 2013 dan 6% dari periode sebelumnya untuk tahun 2014. Kenaikan kebutuhan semen ini terjadi akibat meningkatnya kegiatan pembangunan perumahan dan properti serta diiringi pembangunan infrastruktur oleh pemerintah.

Semen sendiri merupakan produk fungsional dengan margin keuntungan yang rendah. Perusahaan semen harus menjual semen dalam humlah yang besar untuk mendapatkan keuntungan maksimal. Hal ini menuntut perusahaan semen untuk mampu mendistribusikan produknya ke banyak wilayah dengan se-efisien mungkin. Sementara itu, biaya logistik secara keseluruhan masih cukup mahal, pada tahun 2013 Produk Domestik Bruto Indonesia mencapai angka Rp 9,084 Trilyun dan biaya logistik mencapai sekitar Rp 2,18 Trilyun sampai Rp 2,72 Trilyun atau sekitar 23,9 sampai 29,9% dari total PDB. Sementara itu, dari total biaya logistik tersebut sekitar 60% adalah biaya transportasi. Tingginya biaya distribusi dan transportasi menunjukkan belum efisiennya distribusi barang di Indonesia. Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan semen di Indonesia dalam memenuhi permintaan pasar serta dalam rangka turut serta dalam pembangunan infrastruktur dan property di Indonesia.

PT X merupakan perusahaan penghasil semen yang menjadi *market leader* produsen semen di Indonesia dengan *market share* sebesar 44%. PT X memiliki tiga anak perusahaan yang berlokasi di Tuban, Padang dan Pangkep dengan total kapasitas produksi terpasang sekitar 28,43 Juta Ton pada tahun 2014. Semen termasuk produk dengan margin keuntungan yang kecil.

Wilayah pasar PT X tersebar di seluruh Indonesia. Dalam usaha menjangkau seluruh pasarnya, PT X memerlukan dukungan peran distribusi dan transportasi. Wilayah pasar yang sangat luas juga mempengaruhi tingginya biaya logistik PT X yang mencapai angka 923 Milyar atau sekitar 38,8% dari total beban usaha (Madasari, 2012). Tingginya biaya logistik ini dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya banyaknya titik tujuan pengiriman, utilisasi kendaraan yang belum maksimal, produktivitas kendaraan yang rendah dan tingginya biaya penyimpanan. Biaya logistik dapat ditekan dengan mengoptimalkan biaya distribusi dan biaya penyimpanan.

Proses distribusi semen di PT X terdiri dari dua jenis distribusi yaitu distribusi darat menggunakan truk dan distribusi laut menggunakan kapal. Proses distribusi jalur darat ini melibatkan truk sebagai kendaraan pendistribusi semen zak. Tujuan pendistribusian mencapai lebih dari 1000 titik berbeda dengan *demand* dan kapasitas yang berbeda masing-masing titiknya (Renspandy, 2013).

Salah satu pabrik PT X melayani permintaan dari seluruh wilayah pulau Jawa yang meliputi provinsi Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Timur. Seluruh permintaan dari distributor di pulau Jawa dikirimkan dari jalur darat menggunakan jenis kendaraan Truk.

Kondisi saat ini, pengiriman yang dilakukan dari pabrik di Tuban ke distributor berbasis pada rasio banyaknya permintaan yang sudah dikirimkan ke distributor terhadap total permintaan distributor. Rasio ini kurang efisien karena tidak menggambarkan informasi kebutuhan riil tiap distributor. Kondisi saat ini juga menunjukkan *cycle time* dalam satu pengiriman cenderung panjang. *Cycle time* yang panjang ini diakibatkan banyaknya ketidakpastian yang terjadi selama proses pengiriman. Selain itu, keputusan pengiriman dilakukan tanpa dilakukan

segmentasi waktu kirim juga berpengaruh pada panjangnya *cycle time*. Hal ini berdampak pada waktu tunggu untuk perjalanan jauh, menengah dan pendek relatif sama.

Secara umum distribusi jalur darat PT X dilakukan dari plant/packing plant/gudang penyangga ke gudang distributormaupun beberapa toko secara langsung.

Beberapa permasalahan yang terjadi dalam alur distribusi PT X antara lain :

1. Penugasan truk yang tidak didasari oleh *stock criticality* yang menunjukkan kebutuhan riil tiap distributor, namun hanya ditinjau dari rasio banyaknya permintaan yang sudah dipenuhi terhadap total permintaan. Hal ini mengakibatkan rendahnya realisasi pemenuhan permintaan di tiap distributor akibat parameter yang menjadi *trigger* pengiriman tidak mewakili kebutuhan yang terjadi di pasar. Hal ini juga menyebabkan terjadinya kekurangan pasokan pada sebagian distributor dan kelebihan pasokan pada sebagian lainnya
2. Waktu antri *loading* yang tidak pasti. Penggunaan line *loading* yang sama dan tidak adanya segmentasi waktu kirim menyebabkan panjang waktu antrian antara truk tujuan jarak pendek dan tujuan jarak panjang memiliki waktu antrian yang sama. Hal ini berdampak pada pengiriman jarak pendek tidak jarang waktu antri *loading* lebih lama daripada waktu perjalanan.
3. Waktu *loading* semen yang bervariasi karena dipengaruhi oleh ketersediaan tenaga kerja yang sedang beroperasi.
4. Waktu perjalanan yang bervariasi akibat adanya ketidakpastian di jalan yang meliputi jarak, keadaan kendaraan, tingkat kemacetan dan waktu berangkat kendaraan dari pabrik.
5. Setelah tiba di tempat tujuan, kendaraan yang sampai tidak pada jam buka (*time windows*) toko harus menunggu hingga keesokan harinya untuk melakukan *unloading*. Waktu tunggu yang cukup lama ini disebabkan tidak adanya segmentasi waktu kirim yang memperkirakan waktu tiba di tempat tujuan.

6. Selain itu, truk juga harus mengantri lagi jika ada kendaraan lain yang sedang di-*unloading*. Kecepatan proses *unloading* juga sangat bergantung pada jumlah tenaga kerja yang tersedia saat itu.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan diatas perlu dibuat suatu keputusan pengiriman berbasis informasi *stock criticality* yang menggambarkan kebutuhan riil konsumen serta mempertimbangkan adanya segmentasi waktu kirim untuk mengakomodasi perkiraan waktu perjalanan sehingga dapat meningkatkan kemungkinan kendaraan tiba pada *time windows* distributor.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana menentukan kebijakann penjadwalan truk untuk meminimumkan total *cycle time* dari kendaraan dengan mengurangi waktu antri dan waktu proses di pabrik maupun di distributor.
2. Bagaimana merancang prosedur penentuan prioritas pengiriman yang berbasis *stock criticality*.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian

1. Menghasilkan model perbaikan yang dapat memperpendek *cycle time* perjalanan truk.
2. Menghasilkan kebijakan penjadwalan truk yang sesuai dengan waktu tempuh (jarak jauh, menengah dan pendek) sehingga memperbesar kemungkinan truk sampai pada jam buka (*time windows*) distributor.

3. Menghasilkan kebijakan penentuan prioritas pengiriman ke distributor yang paling optimal untuk meningkatkan realisasi pemenuhan permintaan.
4. Membandingkan hasil utilitas truk dan pemenuhan realisasi permintaan dari kondisi eksisting dengan solusi yang diusulkan.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini antara lain

1. Mampu meningkatkan produktivitas truk dengan mengurangi waktu antrian dan memperpendek *cycle time* pengiriman menggunakan truk.
2. Mendapatkan solusi kebijakan penjadwalan yang sesuai dengan waktu tempuh (jarak jauh, menengah dan pendek) dengan tetap menepati *time windows* distributor.
3. Mendapatkan prosedur penentuan prioritas pengiriman yang paling optimal.

1.5 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Dalam penulisan laporan ini digunakan ruang lingkup penelitian untuk memfokuskan penelitian. Ruang lingkup penelitian terdiri atas batasan dan asumsi.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Jenis Produk yang diamati hanya semen zak PPC berukuran 40 kg yang pendistribusiannya menggunakan truk.
2. Pengiriman semen dari pabrik dilakukan menuju ke distributor di wilayah pulau Jawa yang meliputi propinsi Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa tengah dan Jawa timur.

3. Pengiriman semen dari pabrik dilakukan menuju ke distributor yang berkontribusi pada 80% total permintaan semen PPC zak 40 Kg (sesuai hasil pareto Chart) di Pulau Jawa
4. Waktu buka Distributor hanya pada hari Senin sampai Jumat.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Truk yang telah kembali ke plant siap langsung melakukan pengiriman kembali.
2. *Time windows* untuk semua distributor adalah pukul 08.00 – 17.00 WIB.
3. Truk selalu dalam kondisi prima untuk melakukan pengiriman.
4. Data *inventory* dan permintaan untuk mengetahui *stock criticality* tiap distributor dicatat secara akurat oleh perusahaan.
5. Waktu kirim dari pabrik ke distributor sama dengan waktu balik dari distributor ke pabrik
6. Proses *unloading* dapat dilakukan untuk semua truk yang tiba pada *time windows* distributor

1.6 Sistematika Penulisan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai susunan penulisan yang digunakan dalam laporan penelitian ini. Berikut adalah susunan penulisan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian berupa latar belakang penelitian serta rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Selain itu juga dibahas mengenai tujuan dan manfaat dari laporan penelitian, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang dipergunakan dalam penulisan laporan, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori dan studi literatur yang menjadi landasan penulis untuk memperkuat penelitian serta sebagai landasan pemilihan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan. Tinjauan pustaka yang dipertimbangkan oleh penulis meliputi manajemen distribusi dan transportasi, *truck and trailer routing problem*, manajemen persediaan, *information visibility* dalam *supply chain*, serta sistem, model dan simulasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Tahapan dalam BAB III ini dijadikan pedoman bagi penulis untuk menyelesaikan permasalahan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang telah disebutkan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan. Data-data yang harus dikumpulkan antara lain adalah data Data permintaan tiap distributor semen PPC 40 kg di wilayah Pulau Jawa, Data jarak tiap distributor dari pabrik di Tuban, Data *inventory* tiap distributor sebagai *initial value* untuk penentuan rasio pengiriman., Data *cycle time* selama satu bulan (di dalam data *cycle time* terdapat data waktu tunggu sebelum *loading*, waktu tunggu sebelum *unloading*, waktu *loading* dan *unloading*, waktu perjalanan menuju retailer serta waktu perjalanan kembali ke pabrik). Pengolahan data yang akan dilakukan pada bab ini meliputi perancangan model simulasi kondisi eksisting serta perancangan skenario perbaikan untuk memperbaiki hasil dari kondisi eksisting.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini, akan dilakukan analisis dan interpretasi data dari outputan Bab IV. Analisis yang akan dilakukan diantaranya adalah analisa dari hasil output simulasi yang dilakukan menggunakan software ARENA sebelumnya. Analisis

pertama dilakukan pada hasil simulasi kondisi eksisting, kemudian dilanjutkan analisa pada hasil simulasi skenario perbaikan

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dilakukan penarikan kesimpulan dari keseluruhan aktivitas yang dilakukan selama penelitian. Kesimpulan ini akan menjawab tujuan yang telah ditetapkan di awal. Selain itu akan diberikan saran dan rekomendasi untuk perbaikan perusahaan serta peluang penelitian yang bisa dilakukan untuk selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan untuk mendukung pengerjaan penelitian tugas akhir ini.

2.1 Manajemen Distribusi dan Transportasi

Transportasi merupakan bagian penting dari suatu perusahaan yang biasanya merepresentasikan sebagian besar biaya logistik dari perusahaan. Untuk meningkatkan daya saing dan memenangkan kompetisi, manajemen transportasi dan distribusi merupakan salah satu faktor penting dalam memenangkan pasar kompetitif. Sistem transportasi yang efisien dapat membuat pengaruh positif diantaranya dapat mempengaruhi cakupan pasar dan kemampuan perusahaan mendistribusikan produknya, mendukung penetrasi pasar sehingga dapat meningkatkan penjualan.

Menurut Pujawan dan Mahendrawathi (2010) Pada umumnya manajemen distribusi dan transportasi melakukan sejumlah fungsi, diantaranya adalah :

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target service level
2. Menentukan mode transportasi yang akan digunakan. Setiap mode transportasi memiliki kelemahan dan keunggulan masing-masing. hal ini harus disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan agar mode transportasi yang digunakan sesuai dan efisien.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
4. Melakukan penjadwalan dan rute pengiriman harus dilakukan secara tepat untuk meminimasi biaya pengiriman dan penyimpanan.
5. Memberikan pelayanan nilai tambah. Untuk beberapa perusahaan jaringan distribusi juga melakukan pelayanan nilai tambah seperti packaging, pelabelan dan sebagainya.

6. Menyimpan persediaan
7. Menangani pengembalian

2.1.1 Manajemen Distribusi

Secara umum ada tiga strategi yang digunakan dalam melakukan pendistribusian produk dari pabrik sampai ke pelanggan. Strategi tersebut antara lain :

1. Pengiriman langsung

Strategi pengiriman ini menjalankan pengiriman dari pabrik langsung ke pelanggan tanpa melewati fasilitas tambahan seperti gudang atau fasilitas penyangga lainnya. Strategi ini sangat cocok digunakan untuk produk-produk yang berumur pendek dan mudah rusak dalam proses penanganannya. Strategi pengiriman langsung ini dapat mengurangi biaya fasilitas dan biaya pengelolaan *inventory* di gudang penyangga serta dapat mengurangi jumlah *inventory* dalam *supply chain* itu sendiri. Selain itu, strategi ini dapat memperpendek waktu kirim dari pabrik ke pelanggan. Namun di sisi lain, strategi ini juga memungkinkan kenaikan biaya transportasi dan resiko yang lebih tinggi bila ketidakpastian permintaan/pasokan relatif tinggi.

2. Pengiriman melalui warehouse

Pada strategi ini distribusi dilakukan dari pabrik menuju ke pelanggan melewati satu atau lebih fasilitas penyangga seperti gudang. Strategi ini cocok digunakan untuk mendistribusikan barang-barang yang berumur relatif panjang dan memiliki ketidakpastian permintaan/pasokan yang tinggi. Dengan adanya gudang penyangga ini maka akan timbul biaya fasilitas dan operasional gudang. Selain itu waktu sampai barang ke pelanggan akan relatif lebih lama dan tingkat kerusakan lebih tinggi akibat adanya proses bongkar, muat dan handling yang lebih banyak.

3. Cross-docking

Cross-dock merupakan fasilitas diantara pabrik dan pelanggan yang merupakan tempat bertemunya kendaraan penjemput dan pengirim untuk melakukan transfer barang bawaan. Dengan diterapkannya strategi ini maka pengiriman bisa relative cepat dan bisa mencapai economies of transportation yang baik karena adanya konsolidasi. Namun, strategi ini memiliki kebutuhan investasi sistem yang cukup tinggi.

2.2 Transportasi

Transportasi merupakan perpindahan produk dari suatu lokasi ke lokasi pelanggan. Transportasi sangat perlu dilakukan karena kebanyakan produk dipasarkan di lokasi yang berbeda dengan tempat produksinya, hal ini mendorong dilakukannya transportasi untuk mengantarkan produk ke pelanggan. Transportasi merupakan bagian penting dari suatu perusahaan yang biasanya merepresentasikan sebagian besar biaya logistik dari perusahaan. Untuk meningkatkan daya saing dan memenangkan kompetisi, manajemen transportasi dan distribusi merupakan salah satu faktor penting dalam memenangkan pasar kompetitif. Sistem transportasi yang efisien dapat membuat pengaruh positif diantaranya dapat mempengaruhi cakupan pasar dan kemampuan perusahaan mendistribusikan produknya, mendukung penetrasi pasar sehingga dapat meningkatkan penjualan.

Dalam studi transportasi, pihak-pihak yang terkait dibagi menjadi dua yaitu *shipper* yang merupakan pemilik barang yang memiliki kepentingan untuk mengirim barang dan *carrier* merupakan pihak yang melakukan pengiriman. Dalam pemahaman transportasi di *Supply chains* sangat penting untuk memahami sudut pandang masing-masing pihak. Dari sudut pandang carrier, hal-hal yang perlu dipertimbangkan terkait biaya investasi dan operasional transportasi. Sedangkan dari sudut pandang shipper, hal-hal yang perlu diperhatikan terkait ongkos yang timbul secara langsung dan tidak langsung dari kegiatan transportasi. Baik berupa ongkos transportasi, biaya *inventory*, dan biaya fasilitas yang ditimbulkan.

2.2.1 Moda Transportasi Darat

Dalam melakukan proses transportasi ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan moda transportasi. Secara umum moda transportasi terdiri dari moda transportasi darat, laut dan udara. Pada penelitian ini akan difokuskan pada moda transportasi darat. *Trade-off* mendasar yang terjadi dalam melakukan transportasi adalah diantara biaya transportasi yang dikeluarkan (efisiensi) dan kecepatan pendistribusian produk (responsif). Menurut Ballou(2004)Ada beberapa mode transportasi yang dapat digunakan dalam melakukan distribusi pada jalur darat, diantaranya adalah :

1. Kereta

Transportasi menggunakan kereta cenderung tidak fleksibel karena harus mengantar dan mengambil barang ke stasiun yang memerlukan moda transportasi lain serta memerlukan waktu yang lama karena dibutuhkan waktu lagi untuk *loading* perlu memindahkan barang ke stasiun dan ke kereta, begitu pula saat *unloading*. Kelebihan dari moda transportasi ini adalah dapat mengangkut barang yang cukup banyak. Namun hal ini juga menyebabkan jumlah *inventory* in transit juga banyak.

2. Paket

Sistem paket biasanya diterapkan oleh jasa paket atau *third party logistic*. Kelebihan dari paket adalah fleksibel dan waktu kirim yang cepat. Namun kuantitas produk yang dikirim hanya bisa sedikit dan biaya kirimnya juga sangat mahal.

3. Truk

Secara umum transportasi menggunakan truk dibedakan menjadi dua jenis yaitu Truck load (TL) dan Less than Truck Load (LTL). Transportasi menggunakan truk memiliki keunggulan diantara beberapa mode transportasi jalur darat, diantaranya truk lebih fleksibel dalam melakukan pengiriman ke lokasi tujuan langsung (door-to-door

shipment),cocok untuk pengiriman dengan frekuensi kirim tinggi serta memerlukan waktu yang lebih pendek. Selain itu, dengan menggunakan truk tidak diperlukan perpindahan lagi diantara proses pengambilan dan pengiriman produk seperti yang harus dilakukan pada kereta dan paket, hal ini bisa menghemat waktu dan biaya.

2.3 Truck and Trailer Routing Problem (TTRP)

Permasalahan TTRP pertama kali dikenalkan oleh (Chao,2002) dalam TTRP batasan yang digunakan adalah jumlah kendaraan (truk) yang tersedia. Keuntungan menggunakan moda transportasi truck antara lain fleksibel, lebih mudah dan cepat digunakan untuk door to door service, ketersediaan dan dapat digunakan untuk melakukan pengiriman dengan frekuensi tinggi.

Pada kasus VRP klasik, menentukan rute dari banyak kendaraan untuk memenuhi *demand* customer yang sudah diketahui dengan biaya seminimum mungkin. Pada perkembangannya dikenal pula istilah VRPTW yang mengharuskan proses pengiriman terjadi pada rentang waktu spesifik (*time windows*) yang identik dengan waktu operasional konsumen.

2.4 Manajemen Persediaan

Dalam pemenuhan permintaan sering ditemui masalah ketidakpastian, terlebih ketidakpastian permintaan/pasokan dan *lead time* pengiriman. Oleh karena itu, dalam menentukan waktu pemesanan kembali harus mempertimbangkan ketidakpastian pada dua aspek tersebut.

Kondisi persediaan seringkali digunakan sebagai trigger pemesanan kembali. Salah satu ukuran yang umum digunakan dalam menentukan waktu pemesanan kembali adalah dengan menggunakan nilai *reorder point* yang merupakan titik jumlah persediaan dimana harus dilakukan pemesanan kembali. Secara tidak langsung, reorder point menunjukkan *stock criticality* suatu persediaan. Selain digunakan untuk menentukan waktu pemesanan kembali, reorder point juga bisa digunakan untuk menentukan waktu pengiriman yang tepat

dalam permasalahan *Vendor Managed Inventory*. *Reorder point* dihitung dengan rumus :

$$ROP = (demand \times lead\ time) + safety\ stock \quad \dots(2.1)$$

(Sumber : Pujawan & Mahendrawathi, 2010)

Selain menggunakan reorder point, pada penelitian ini akan dikembangkan metode pengukuran *stock criticality* dengan menggunakan rasio antara persediaan yang dimiliki, baik *on hand* maupun *in transit* dibandingkan dengan konsumsi atau permintaan selama lead time pengiriman.

2.5 Information Visibility dalam Supply chain

Informasi merupakan aspek yang sangat penting untuk kinerja supply chain. Informasi digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan dan pelaksanaan baik dalam satu perusahaan maupun antar perusahaan dalam sebuah *supply chain*. Informasi memungkinkan diambilnya keputusan dengan cakupan yang luas, tidak hanya keputusan yang menguntungkan bagi suatu perusahaan, tetapi juga memperhitungkan partner bisnis dalam supply chain. Keputusan yang bisa diambil untuk menguntungkan perusahaan dan partner rantai pasok dengan adanya informasi antara lain terkait keputusan lot size pembelian, kebijakan pengiriman/distribusi, hal-hal terkait produksi, gudang dan ritel.

Information visibility dalam *supply chain* atau yang lebih dikenal dengan *supply chain visibility* berkaitan dengan kemampuan untuk mengakses maupun membagi informasi yang relevan mengenai strategi maupun operasional *partner* dalam *supply chain*-nya (Moretto et al, 2014).

Menurut berbagai penelitian yang telah dilakukan, dengan adanya *visibility* dalam supply chain dapat memperbaiki performance dari suatu jaringan supply chain dari beberapa aspek, diantaranya :

- Biaya : meliputi biaya distribusi, biaya persediaan, biaya *stockout*, biaya *shortage*, biaya penalti *backorder*, dan keseluruhan biaya total.

- Kualitas : meliputi level kualitas supplier, level kualitas internal dan level kualitas eksternal.
- *Service level*: meliputi on time delivery, customer respons time, dan ketersediaan produk
- Fleksibilitas: meliputi fleksibilitas volum, mix flexibility dan new product flexibility
- Waktu ; meliputi lead time produksi, waktu pengembangan produk baru, *cycle time*, dan responsiveness.

2.6 Sistem, Model dan Simulasi

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai sistem, model dan simulasi yang menjadi dasar penyelesaian masalah pada penelitian ini.

2.6.1 Sistem

Sistem merupakan sekumpulan elemen yang melakukan fungsinya untuk mencapai sebuah tujuan yang spesifik. Sebuah sistem terdiri dari entitas yang merupakan item yang diproses dalam suatu sistem, aktivitas yang merupakan tugas secara langsung maupun tidak langsung yang dilakukan dalam sebuah sistem, *resource* yang merupakan pelaku aktivitas dan kontrol yang mengatur bagaimana sistem dijalankan.

Suatu sistem layak disimulasi jika sistem tersebut kompleks. Sistem yang kompleks adalah sistem yang memiliki interdependensi yang tinggi dan juga variabilitas yang tinggi.

2.6.2 Model

Model merupakan representasi dari suatu sistem yang menggambarkan komponen dan perilaku sistem secara keseluruhan. Pemodelan dapat digunakan untuk merepresentasikan benda, perilaku maupun sebuah sistem. Memodelkan merupakan cara memvisualisasikan sesuatu yang tidak bisa diamati secara langsung. Bentuk model dibagi menjadi 3 jenis yaitu model ikonik, model analog dan model simbolik.

Pemodelan merepresentasikan bagian sistem yang ingin digambarkan, hal ini menyebabkan model akan memuat beberapa pendekatan dan asumsi untuk menyederhanakan. Hal yang penting diperhatikan dalam melakukan pendekatan dan asumsi yang digunakan adalah memastikan bahwa semua *stakeholder* menyadari keterbatasan model, menyoroti kebutuhan untuk mempelajari perubahan perilaku sistem dengan memodifikasi pendekatan dan asumsi yang digunakan jika memungkinkan, dan untuk memastikan bahwa jika model tersebut diperbaiki di masa depan, analisis yang melakukan perbaikan tersebut sepenuhnya mengetahui adanya pendekatan dan asumsi dalam model tersebut.

2.6.3 Simulasi

Simulasi merupakan metode pengambilan keputusan dengan cara menduplikasi permasalahan sebenarnya. Menurut Schriber (1987) simulasi merupakan tiruan dari sebuah sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja dari sistem. Keunggulan menggunakan metode simulasi adalah metode ini mampu mengcapture kondisi real permasalahan, dapat menunjukkan perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu dan mengakomodasi ketidakpastian.

Prosedur simulasi dilakukan melalui beberapa tahapan diantaranya :

1. Memformulasikan hipotesis
2. Merancang eksperimen
3. Menguji hipotesis melalui eksperimen
4. Menggambarkan kesimpulan tentang validitas hipotesis

Simulasi dapat dibagi menjadi beberapa jenis menurut dimensinya, diantaranya adalah

- Simulasi statis dan dinamis

Simulasi statis merupakan simulasi yang merepresentasikan sistem pada saat tertentu dan waktu tidak berperan dalam simulasi statis.

Simulasi dinamis merupakan simulasi yang dipengaruhi oleh waktu, simulasi ini merepresentasikan sistem dalam perubahannya terhadap waktu

- Simulasi kontinyu dan diskrit
Simulasi kontinyu merupakan simulasi yang variabel-variabelnya berubah secara kontinyu menurut waktu.
Simulasi diskrit merupakan simulasi yang variabel-variabelnya hanya berubah pada set titik waktu tertentu (diskrit)
- Simulasi Deterministik dan Stokastik
Simulasi Deterministik merupakan simulasi yang komponen sistemnya deterministic atau tidak memiliki ketidakpastian
Simulasi Stokastik merupakan simulasi yang komponen sistemnya memiliki ketidakpastian

2.6.4 Simulasi Menggunakan Software Arena

Simulasi menggunakan ARENA merupakan salah satu bentuk simulasi menggunakan komputer. Simulasi computer merupakan proses perancangan model logika matematika yang merupakan gambaran dari sistem nyata dan dilakukan eksperimen dengan model pada komputer.

Arena merupakan software simulasi yang fleksibel dalam analisis untuk membuat model simulasi yang akurat merepresentasikan banyak sistem secara virtual. Software ARENA menyediakan model simulasi yang mengkombinasikan antara model simulasi grafik dan model simulasi analisis. Software ini digunakan khusus untuk menyelesaikan permasalahan simulasi diskrit.

Dalam simulasi menggunakan software ARENA, tahapan yang dilakukan adalah

1. Pengumpulan data
2. Fitting distribusi data
3. Membangun model ARENA dari sistem permasalahan yang diangkat
4. Melakukan input data yang telah dilakukan fitting distribusi pada model ARENA yang telah dibangun
5. Menjalankan model simulasi ARENA
6. Melakukan verifikasi model, dan
7. Validasi model

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini.

3.1 Tahap pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan terkait dengan penugasan dan penjadwalan truk. Data-data yang dibutuhkan antara lain adalah

1. Data permintaan tiap distributor semen PPC 40 kg di wilayah Pulau Jawa
2. Data jarak tiap distributor dari pabrik di Tuban
3. Data *inventory* tiap distributor sebagai *initial value* untuk penentuan rasio pengiriman.
4. Data realisasi pengiriman selama 6 bulan (terdapat data waktu tunggu sebelum *loading*, waktu tunggu sebelum *unloading*, waktu *loading* dan *unloading*, waktu perjalanan menuju retailer serta waktu perjalanan kembali ke pabrik)

3.2 Tahap pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan untuk data yang telah dikumpulkan. Pada penelitian ini, tahapan pengolahan data terdiri dari beberapa tahapan seperti di bawah ini.

1. Pemilihan Distributor

Dalam kondisi riil, pabrik melayani pengiriman ke lebih dari 1000 titik distributor maupun toko-toko kecil. Dalam penelitian ini akan diambil distributor dengan permintaan yang besar dengan menggunakan pareto chart. Pareto chart digunakan untuk menemukan kontribusi

sejumlah distributor yang mempengaruhi 80% total permintaan di pulau Jawa. Dalam penelitian ini, tidak diambil semua titik distributor dan toko-toko kecil, namun hanya akan difokuskan pada distributor-distributor yang mempengaruhi sekitar 80% total permintaan semen PPC zak 40 Kg di pulau Jawa.

2. Pengelompokan Data Tiap Distributor

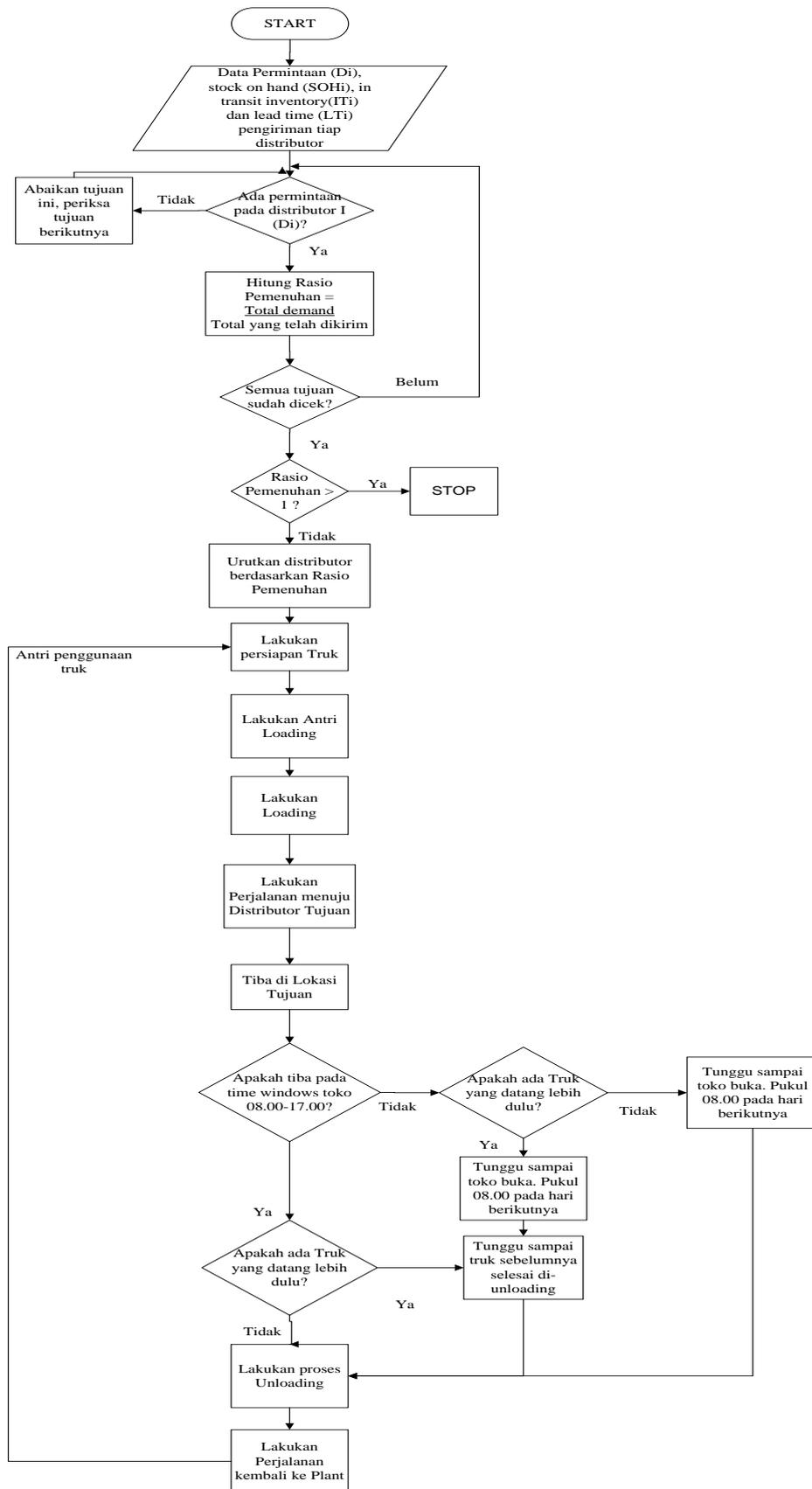
Saat ini PT X melayani pengiriman langsung baik ke distributor maupun ke toko-toko. Distributor kemudian mendistribusikan kembali ke toko-toko yang dilayani. Jumlah permintaan suatu distributor ditentukan oleh total jumlah permintaan dari semua toko di sekitarnya yang dilayani oleh distributor tersebut. Selain itu, Pengelompokan ini juga berguna untuk meninjau waktu proses dan waktu tunggu tiap distributor yang terdiri dari waktu tunggu sebelum *loading*, waktu tunggu sebelum *unloading*, waktu *loading* dan *unloading*, waktu perjalanan menuju retailer serta waktu perjalanan kembali ke pabrik.

3. Fitting Distribusi

Tahapan fitting distribusi ini dilakukan untuk mendapatkan pola distribusi dari data yang dikumpulkan menggunakan input analyzer pada ARENA untuk kemudian dijadikan input dalam pembuatan model.. Data-data yang akan diolah menggunakan fitting distribusi diantaranya adalah data permintaan, waktu tunggu sebelum *loading*, waktu tunggu sebelum *unloading*, waktu *loading* dan *unloading*, waktu perjalanan menuju retailer serta waktu perjalanan kembali ke pabrik,

3.3 Simulasi Kebijakan Eksisting

Simulasi kebijakan eksisting dilakukan dengan membuat model simulasi yang merepresentasikan kebijakan yang diterapkan di lapangan. Model simulasi yang dibuat mewakili kebijakan pengiriman yang diterapkan oleh PT X yang dilanjutkan dengan simulasi perjalanan truk menuju lokasi retailer yang tersebar di beberapa lokasi. Simulasi dilakukan menggunakan software ARENA 14. Berikut adalah alur simulasi eksisting dari penelitian ini.

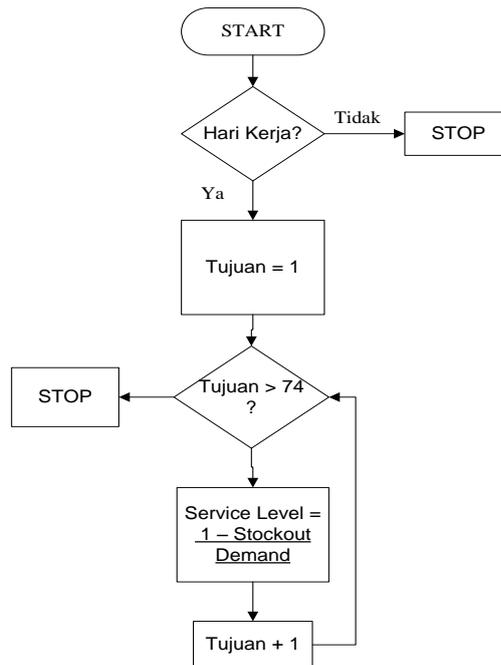


Gambar 3. 1 *Flowchart* Kebijakan Eksisting

Selain simulasi pengiriman utama, juga dibuat updater untuk mengupdate variabel-variabel yang dibutuhkan tiap satuan waktu tertentu.

1. Updater Service Level

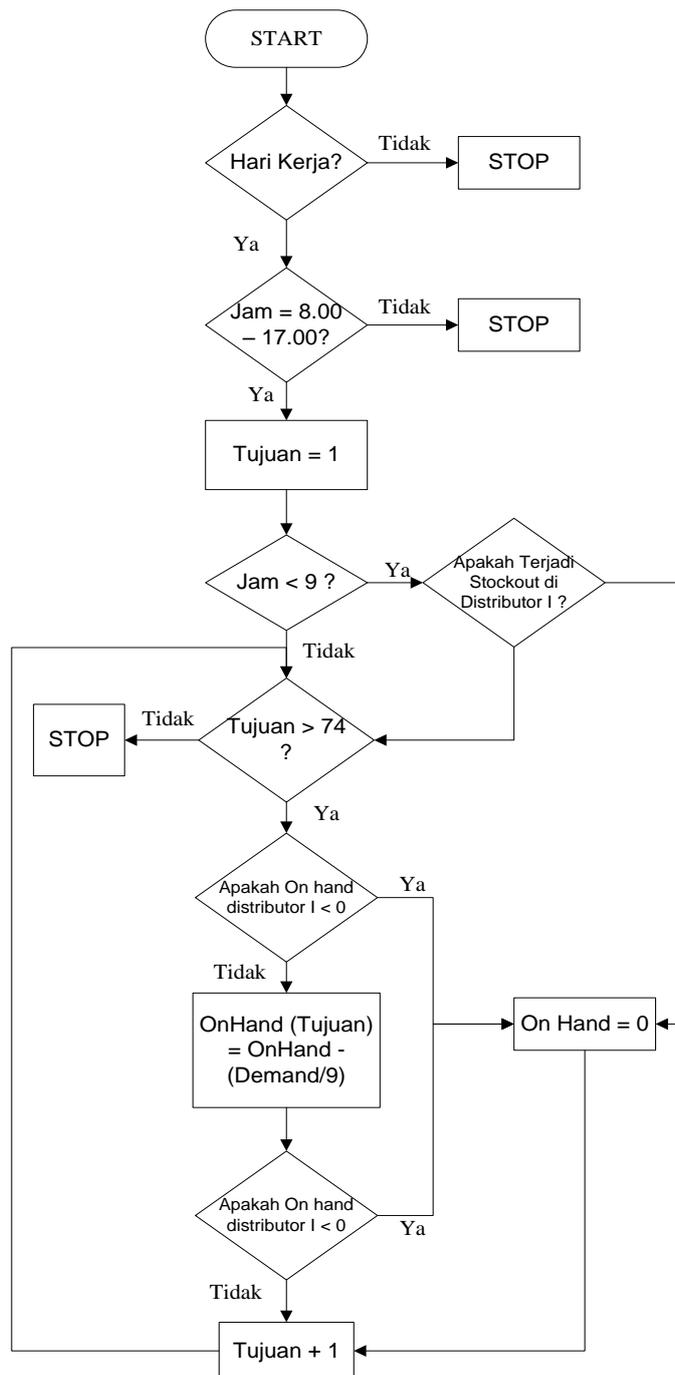
Update service level dilakukan setiap hari untuk mengetahui kemampuan setiap distributor memenuhi permintaan. Updater service level dibuat sesuai alur berikut ini.



Gambar 3. 2 Flowchart Updater Service Level

2. Updater Pengurangan On Hand Inventory

On hand inventory secara otomatis ditambahkan setiap kali unloading setelah pengiriman selesai dilakukan di lokasi distributor. Pengurangan on hand inventory dilakukan untuk mensimulasikan penyerapan produk oleh pasar. Secara umum alur simulasi pengurangan on hand inventory sesuai dengan flowchart berikut ini dengan kedatangan entitas tiap jam.

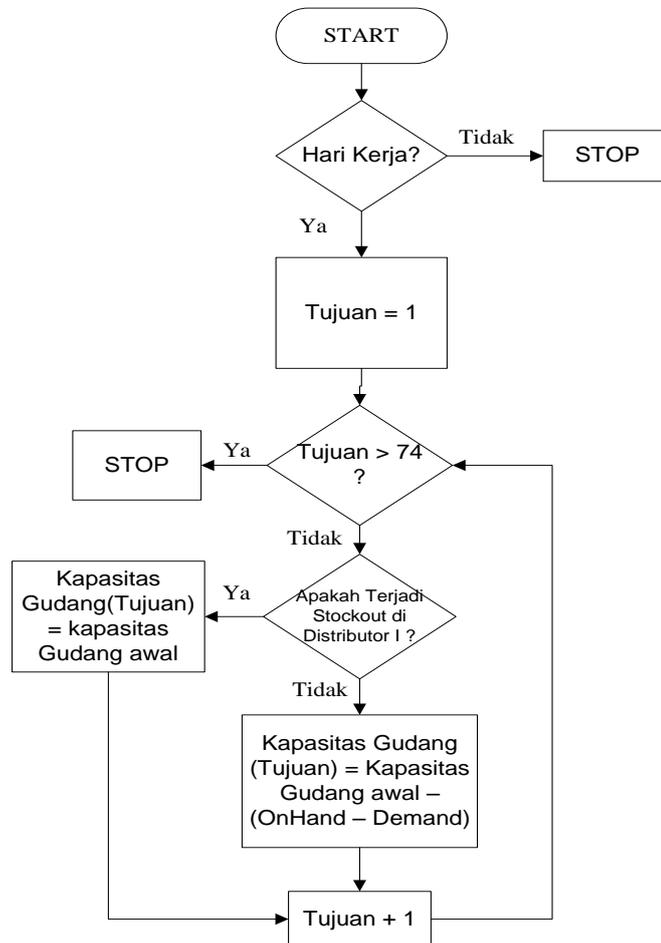


Gambar 3. 3 Flowchart Updater Pengurangan On Hand Inventory

3. Updater Kapasitas Gudang

Secara umum, kapasitas gudang akan di-update setiap datangnya pengiriman dan setiap awal hari akibat adanya permintaan yang diserap pasar. Kapasitas gudang yang di-update setiap awal hari.

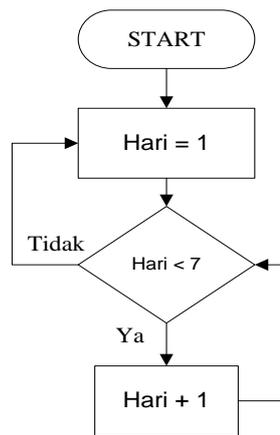
Secara umum alur simulasi pengurangan kapasitas gudang sesuai dengan flowchart berikut ini.



Gambar 3. 4 Flowchart Update Kapasitas Gudang

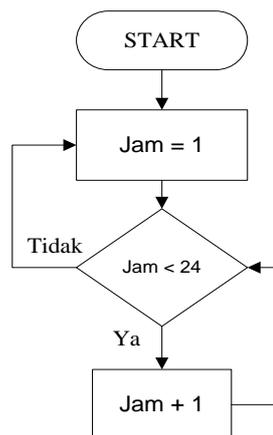
4. Updater Hari Kerja dan Jam

Hari diupdate untuk menyesuaikan berjalannya simulasi untuk beberapa kegiatan hanya dapat dilakukan pada hari senin – jumat yang mana akan disebut hari 1 – 5 dalam simulasi.



Gambar 3. 5 Updater Hari

Jam di-update setiap jam. Jam digunakan untuk menyesuaikan beberapa *rules* simulasi yang menggunakan batasan jam seperti time windows distributor. Berikut ini adalah alur update jam dalam simulasi



Gambar 3. 6 Updater Jam

Hasil dari simulasi eksisting ini digunakan untuk mengetahui realisasi permintaan distributor yang akan dijadikan evaluasi untuk sistem kebijakan pengiriman yang diterapkan. Selain itu, simulasi kondisi eksisting ini akan digunakan untuk mengetahui panjang *cycle time* perjalanan truk yang akan dijadikan dasar penilaian produktivitas truk.

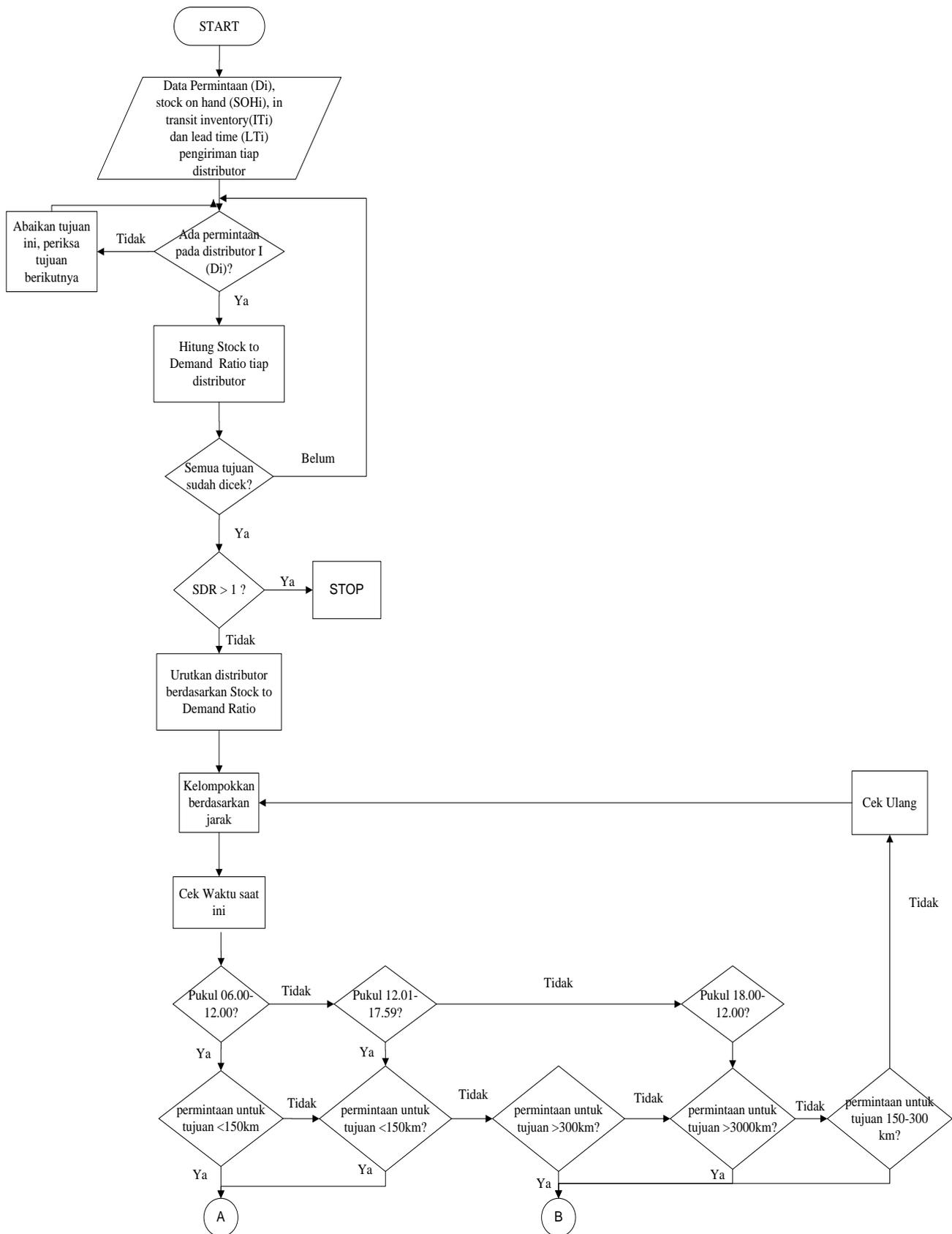
3.4 Uji Verifikasi

Dalam membangun model simulasi harus dapat dipastikan bahwa model yang dibangun kredibel. Kredibel direpresentasikan oleh validasi dan verifikasi model. Maka pada tahapan ini dilakukan uji validasi dan verifikasi model.

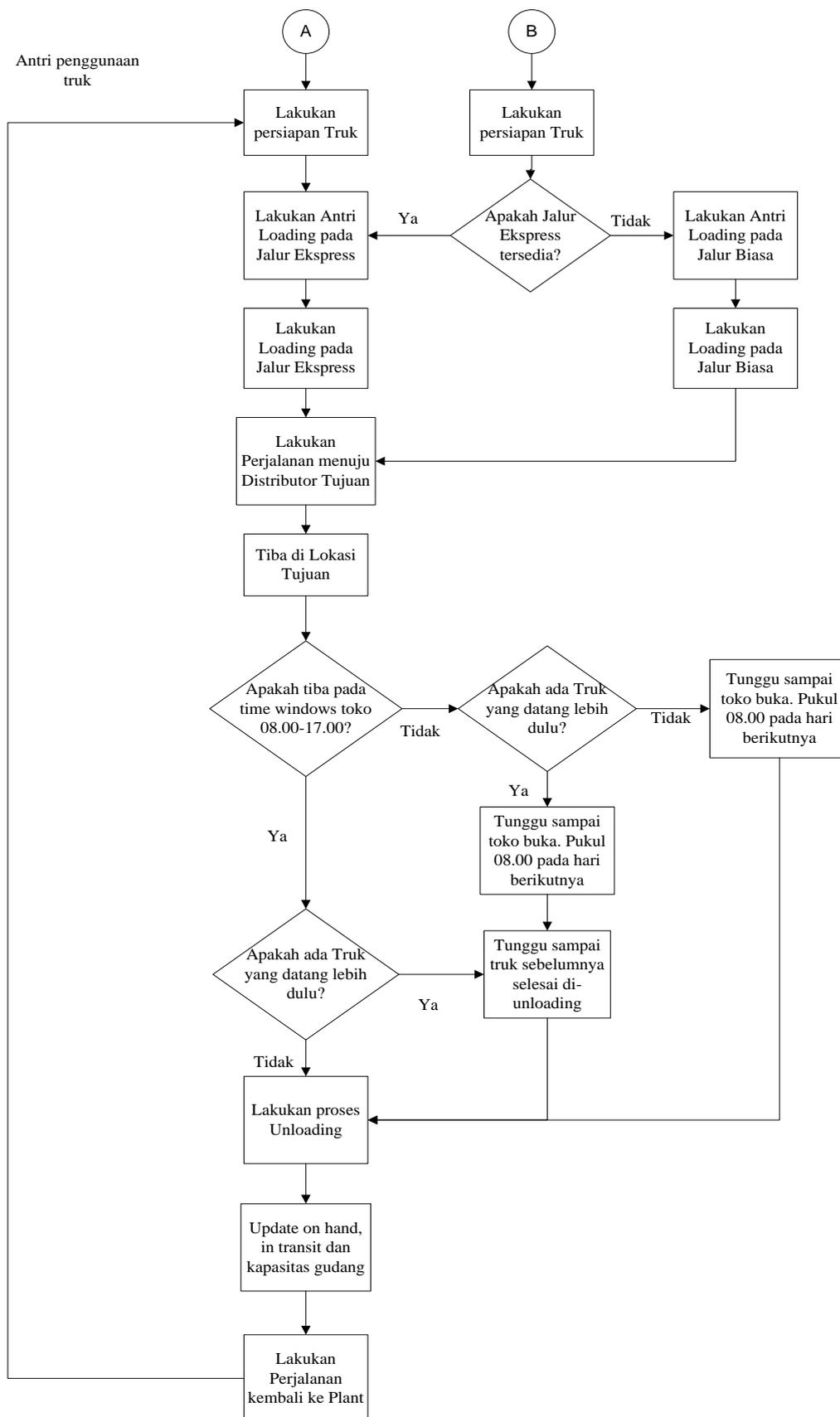
verifikasi adalah pemeriksaan kesesuaian simulasi simulasi komputer berjalan dengan yang diinginkan. Verifikasi memeriksa penerjemahan model simulasi konseptual (*flowchart* dan asumsi) ke dalam bahasa pemrograman secara benar (Law dan Kelton, 1991). Pada penelitian ini verifikasi dilakukan dengan melakukan pengujian yang mengubah parameter-parameter tertentu kemudian mengamati kesesuaian perilaku sistem.

3.5 Perancangan Skenario Perbaikan

Setelah dilakukan pengamatan pada kondisi eksisting melalui simulasi kebijakan eksisting, kemudian pada tahapan ini dilakukan perancangan eksperimen berupa skenario yang sengaja dilakukan untuk memperbaiki kondisi eksisting dari sistem. Gambaran skenario perbaikan sistem dapat dilihat dari *flowchart* berikut.



Gambar 3. 7 Flowchart Skenario perbaikan



Gambar 3. 8 Flowchart Skenario Perbaikan (Lanjutan)

Secara keseluruhan skenario perbaikan yang akan dilakukan terdiri dari tiga garis besar.

1. Skenario kebijakan penentuan rasio prioritas pengiriman ke distributor

Kebijakan rasio prioritas pengiriman eksisting adalah dengan menggunakan rasio antara jumlah permintaan yang diorder oleh distributor dengan jumlah permintaan yang telah dipenuhi oleh PT X. Rasio ini tidak merepresentasikan kebutuhan secara riil karena tidak mempertimbangkan permintaan harian tiap distributor. Untuk membuat pemenuhan permintaan lebih sesuai dengan permintaan riil maka diusulkan beberapa rasio perbaikan seperti :

- *Stock to Demand Ratio (SDR)*

Stock to Demand Ratio menggambarkan tingkat kekritisannya sebuah pengiriman dilakukan berdasarkan pada kemampuan distributor untuk memenuhi permintaan hariannya. Secara umum, rasio ini menggunakan perbandingan antara persediaan yang dimiliki, baik *on hand* maupun *in transit* dibandingkan dengan konsumsi harian selama *lead time* pengiriman. Faktor yang dipertimbangkan pada rasio ini antara lain adalah *inventory* yang dimiliki distributor, *in transit inventory* yang sedang berjalan menuju distributor, *demand* harian distributor dan *lead time* pengiriman dalam satuan hari yang diperlukan untuk sampai ke distributor. Distributor i.

2. Skenario kebijakan perbedaan perlakuan pengiriman untuk distributor dengan jarak dekat, menengah dan jauh dari lokasi pabrik di Tuban. Skenario ini didasari adanya ketidakpastian yang tinggi dalam waktu pengiriman sesuai jarak yang harus ditempuh. Semakin jauh jarak distributor dari pabrik, maka ketidakpastian yang terjadi selama waktu pengiriman semakin tinggi.

Pengiriman untuk jarak dekat merupakan pengiriman yang paling mudah untuk diperkirakan karena faktor ketidakpastian yang tidak terlalu tinggi. Dalam usaha untuk mengatasi ketidakpastian waktu kirim agar pengiriman dapat tiba di distributor pada jam buka (*time windows*)

distributor maka pengiriman untuk jarak dekat diutamakan dilakukan pada dini hari sampai pagi hari.

Untuk jarak menengah, faktor ketidakpastian dalam perjalanan mulai harus dipertimbangkan. Untuk mengakomodasi pengiriman sampai di tempat tujuan pada *time windows* distributor maka pengiriman untuk jarak menengah dilakukan pada malam hari.

Pengiriman jarak jauh merupakan pengiriman dengan faktor ketidakpastian paling tinggi selama perjalanan. Untuk memastikan pengiriman tiba di distributor pada *time windows*nya sangatlah sulit. Sehingga untuk pengiriman ini dilakukan sepanjang hari (tidak ada waktu khusus) karena tetap akan sulit memperkirakan waktu untuk pengiriman tiba di lokasi distributor.

3. Penggunaan *Express Line* untuk *loading* pengiriman jarak dekat

Menurut data historis yang didapatkan, rata-rata waktu tunggu *loading* antara pengiriman jarak jauh, jarak menengah dan jarak dekat tidak terlalu berbeda. Hal ini mengakibatkan perputaran truk untuk jarak pendek sangat tidak efektif. Truk untuk pengiriman jarak pendek memiliki waktu tunggu *loading* lebih lama daripada waktu pengiriman. Permasalahan ini diharapkan bisa dikurangi dengan mengaktifkan *express line* untuk *loading* pengiriman jarak dekat. Dengan adanya jalur *loading* khusus ini diharapkan dapat mengurangi waktu tunggu *loading* untuk pengiriman jarak pendek *cycle time* pengiriman semakin pendek. Jalur *express line* ini juga dapat digunakan untuk pengiriman jarak menengah dan jarak jauh jika seluruh permintaan pengiriman jarak pendek telah dilakukan dalam satu hari tersebut.

3.6 Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dengan Simulasi Skenario Perbaikan

Setelah melakukan eksperimen pada kondisi eksisting dan skenario perbaikan, langkah selanjutnya adalah membandingkan hasil output dari keduanya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang diberikan oleh usulan skenario perbaikan terhadap sistem.

1. Perhitungan *Cycle time*

Perhitungan *cycle time* didapatkan dari penjumlahan waktu-waktu selama satu siklus perjalanan truk dari pabrik di Tuban menuju ke distributor hingga kembali ke pabrik di Tuban. *cycle time* ini terdiri dari waktu tunggu *loading*, waktu *loading*, waktu perjalanan, waktu antri *unloading*, waktu *unloading* dan waktu perjalanan kembali ke pabrik.

2. Perbandingan Utilitas

Perbandingan Utilitas truk dilakukan dengan cara melihat pemakaian truk pada simulasi eksisting dan skenario perbaikan.

3. Perhitungan *Service level* Distributor

Dalam sistem distribusi PT X, jumlah persediaan distributor ditentukan langsung oleh kebijakan pengiriman dari pabrik di Tuban. *Service level* distributor dapat dilihat dari *fill rate* yang dinyatakan dalam rumus perhitungan *fill rate* (Zipkin, 1996)s ebagai berikut.

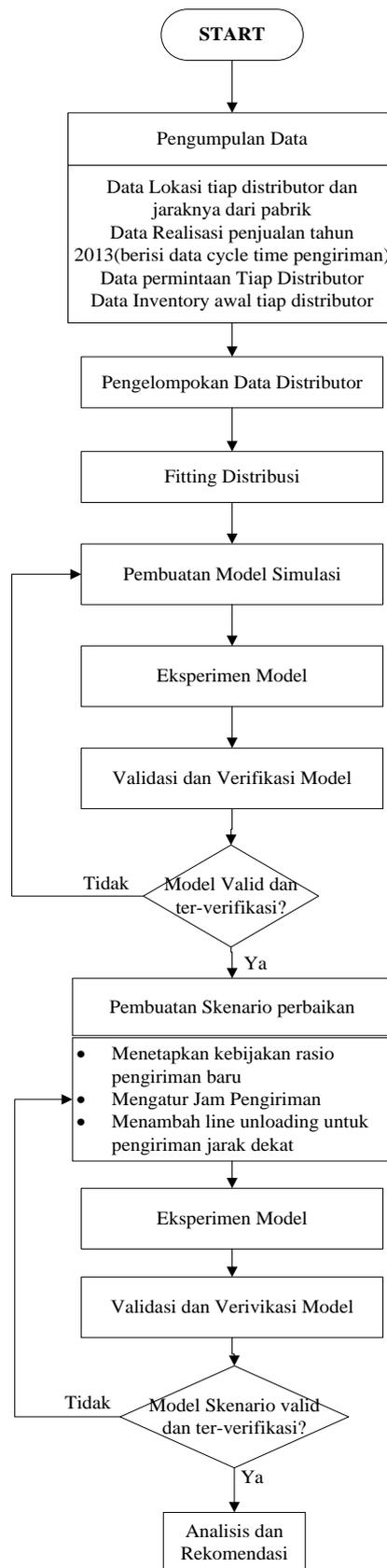
$$FillRate = 1 - \frac{Besar\ Stockout}{Besar\ Demand} \quad \dots(3.2)$$

3.7 Tahap Analisa dan Interpretasi

Pada tahapan ini dilakukan analisa dari hasil output simulasi yang dilakukan menggunakan software ARENA sebelumnya. Analisis pertama dilakukan pada hasil simulasi kondisi eksisting, kemudian dilanjutkan analisa pada hasil simulasi skenario perbaikan.

Setelah itu, akan dilakukan analisa dan interpretasi untuk membandingkan antara hasil simulasi eksisting dan hasil simulasi skenario perbaikan. Hasil analisa dan interpretasi ini disimpulkan menjadi kesimpulan dari penelitian ini. Kemudian diberikan saran-saran perbaikan untuk perusahaan berdasarkan keseluruhan hasil analisa dan interpretasi dari hasil simulasi.

Flowchart dibawah ini menggambarkan metodologi penelitian yang berisi tahapan-tahapan dalam penelitian ini



Gambar 3. 9 Flowchart Metodologi Penelitian

Dari hasil pembuatan pareto diagram, didapatkan daftar distributor yang mewakili 80% dari total permintaan seluruh distributor yang digunakan dalam penelitian ini. Daftar distributor yang digunakan dan presentase kontribusi permintaan terhadap permintaan keseluruhan distributor antara lain sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Daftar Distributor Terpilih

DISTRIBUTOR	PRESENTASE PERMINTAAN
DISTRIBUTOR BESAR A	13.77%
DISTRIBUTOR BESAR B	7.25%
DISTRIBUTOR BESAR C	6.64%
DISTRIBUTOR BESAR D	5.98%
DISTRIBUTOR BESAR E	5.88%
DISTRIBUTOR BESAR F	4.72%
DISTRIBUTOR BESAR G	4.40%
DISTRIBUTOR BESAR H	4.21%
DISTRIBUTOR BESAR I	4.20%
DISTRIBUTOR BESAR J	3.92%
DISTRIBUTOR BESAR K	3.57%
DISTRIBUTOR BESAR L	3.19%
DISTRIBUTOR BESAR M	2.98%
DISTRIBUTOR BESAR N	2.48%
DISTRIBUTOR BESAR O	2.18%
DISTRIBUTOR BESAR P	1.97%
DISTRIBUTOR BESAR Q	1.82%
DISTRIBUTOR BESAR R	1.42%
TOTAL PRESENTASE PERMINTAAN	80.58%

Dari hasil pareto chart yang didapat, maka terpilihlah 19 distributor yang menjadi tujuan pengiriman dalam simulasi pada penelitian ini. Tiap distributor dari 19 distributor terpilih tersebar di beberapa kota, sehingga total distributor tujuan yang terpilih adalah sebanyak 74 distributor.

Tabel 4. 2 Daftar Distributor di Provinsi Banten

DISTRIBUTOR	KOTA	JARAK (Km)
DISTRIBUTOR 68	TANGERANG	682
DISTRIBUTOR 69	TANGERANG	695
DISTRIBUTOR 70	TANGERANG	695
DISTRIBUTOR 74	SERANG	756

Tabel 4. 3 Daftar Distributor di Provinsi DIY

DISTRIBUTOR	KOTA	JARAK (Km)
DISTRIBUTOR 42	KLATEN	226
DISTRIBUTOR 43	KLATEN	228
DISTRIBUTOR 49	BANTUL	263
DISTRIBUTOR 50	SLEMAN	265
DISTRIBUTOR 51	BANTUL	267
DISTRIBUTOR 53	GUNUNG KIDUL	274
DISTRIBUTOR 54	KULONPROGO	281
DISTRIBUTOR 55	KULONPROGO	290

Tabel 4. 4 Daftar Distributor di Provinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat

DISTRIBUTOR	KOTA	JARAK (Km)
DISTRIBUTOR 61	INDRAMAYU	544
DISTRIBUTOR 62	BANDUNG	550
DISTRIBUTOR 63	KAB. BANDUNG	580
DISTRIBUTOR 64	CIMAH	586
DISTRIBUTOR 65	CILACAP	590
DISTRIBUTOR 66	KAB. KARAWANG	608
DISTRIBUTOR 67	JAKARTA	666
DISTRIBUTOR 71	BOGOR	699
DISTRIBUTOR 72	BOGOR	702
DISTRIBUTOR 73	CIKARANG	714

Tabel 4. 5 Daftar Distributor di Provinsi Jawa Tengah

DISTRIBUTOR	KOTA	JARAK (Km)
DISTRIBUTOR 4	CEPU	65.8
DISTRIBUTOR 5	CEPU	65.8
DISTRIBUTOR 6	BLORA	76.4
DISTRIBUTOR 7	BLORA	76.4
DISTRIBUTOR 20	SRAGEN	160
DISTRIBUTOR 23	KARANGANYAR	162
DISTRIBUTOR 24	DEMAK	165
DISTRIBUTOR 25	SEMARANG	165
DISTRIBUTOR 32	SURAKARTA	192
DISTRIBUTOR 33	KARANGANYAR	197
DISTRIBUTOR 36	UNGARAN	210
DISTRIBUTOR 37	SEMARANG	216
DISTRIBUTOR 39	BOYOLALI	220
DISTRIBUTOR 40	BOYOLALI	221
DISTRIBUTOR 44	AMBARAWA	230
DISTRIBUTOR 46	SALATIGA	239

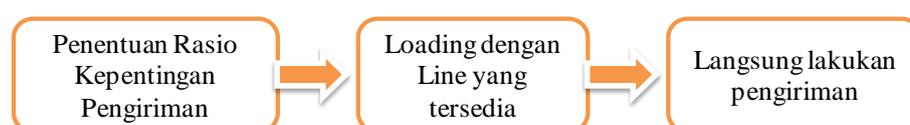
Tabel 4. 6 Daftar Distributor di Provinsi Jawa Timur

DISTRIBUTOR	KOTA	JARAK (Km)
DISTRIBUTOR 1	BOJONEGORO	48.6
DISTRIBUTOR 2	BOJONEGORO	58.6
DISTRIBUTOR 3	LAMONGAN	63.6
DISTRIBUTOR 12	SIDOARJO	128
DISTRIBUTOR 13	JOMBANG	131
DISTRIBUTOR 14	SURABAYA	132
DISTRIBUTOR 15	SURABAYA	139
DISTRIBUTOR 16	MOJOKERTO	142
DISTRIBUTOR 17	PARE	142
DISTRIBUTOR 18	NGANJUK	154
DISTRIBUTOR 19	SIDOARJO	157
DISTRIBUTOR 21	BANGKALAN	161
DISTRIBUTOR 22	BANGKALAN	161
DISTRIBUTOR 26	KEDIRI	167
DISTRIBUTOR 27	KEDIRI	170
DISTRIBUTOR 29	PASURUAN	188
DISTRIBUTOR 30	PASURUAN	188
DISTRIBUTOR 38	MALANG	218
DISTRIBUTOR 41	TRENGGALEK	221
DISTRIBUTOR 45	PROBOLINGGI	234
DISTRIBUTOR 47	MALANG	239
DISTRIBUTOR 48	PAMEKASAN	242
DISTRIBUTOR 52	LUMAJANG	273
DISTRIBUTOR 58	JEMBER	325
DISTRIBUTOR 59	KALISAT	339

Pada penelitian ini, 74 distributor tersebut akan digunakan sebagai distributor yang dilayani dalam simulasi yang akan dilakukan.

4.2 Pembangunan Simulasi Kebijakan Eksisting

Dalam penelitian ini, objek penelitian bukanlah sistem secara keseluruhan, melainkan sebagian sistem yang mewakili 80% dari sistem dengan kebijakan pengiriman yang sama dengan sistem eksisting. Pada PT X, kebijakan pengiriman setiap harinya dilakukan dengan menerapkan peraturan seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. 2 Tahapan Kebijakan Eksisting dalam Melakukan Pengiriman

Pada Tahap pembuatan simulasi kebijakan eksisting, simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ARENA 14 dengan lama waktu running selama 180 hari sesuai dengan periode data historis yang digunakan.

Dengan menggunakan input parameter yang telah dilakukan sebelumnya, dilakukan simulasi kebijakan eksisting sesuai behavior dari sistem riil.

4.2.1 Pembangunan Triger Pengiriman

Dalam penelitian ini, terdapat 74 distributor yang dilayani. Setiap harinya, semua distributor memiliki permintaan yang harus dipenuhi. Pada simulasi kebijakan eksisting ini, pengiriman didasarkan pada rasio antara total release pengiriman yang dilakukan ke distributor tersebut terhadap besar order yang dipesan tiap distributor setiap bulan. Pengiriman diutamakan bagi distributor yang memiliki rasio paling kecil dengan melakukan sorting rasio distributor sebelum dilakukan pengiriman. Setiap distributor dapat dikirim lebih dari sekali. Setelah diputuskan untuk dilakukan pengiriman, maka akan ditugaskan satu truk untuk melakukan pengiriman.

4.2.2 Loading Semen

Proses *loading* semen dilakukan setelah adanya keputusan pengiriman. *Loading* semen dilayani oleh 25 *loading* line. Sebelum melakukan *loading* line, truk harus menunggu sampai jumlah truk yang dilayani *loading* line kurang dari 25. Waktu tunggu tersebut dihitung sebagai waktu antri *loading*. Waktu *loading* didefinisikan mengikuti distribusi Triangular(0.9, 1.2, 1.5) dengan satuan waktu jam.

4.2.3 Pengiriman ke Distributor, Tunggu Time Windows dan Tunggu Kapasitas Gudang

Setelah melewati proses *loading*, truk melakukan perjalanan menuju lokasi distributor dengan distribusi waktu sesuai dengan hasil fitting distribusi waktu perjalanan menuju tiap distributor. Setelah sampai di lokasi distributor, truk harus menunggu sampai toko buka pada hari senin – jumat dan pukul 08.00 –

17.00. sebelum waktu tersebut, truk akan dihitung untuk menunggu time windows distributor. Ketika sudah memasuki waktu buka toko, perlu ditinjau kapasitas gudang distributor. Jika kapasitas gudang yang tersisa cukup untuk meletakkan 1000 zak truk maka akan langsung dilakukan *loading*, jika kapasitas yang tersisa tidak cukup untuk meletakkan 1000 zak, maka truk akan menunggu kapasitas gudang.

4.2.4 Unloading dan Kembali ke Pabrik

Unloading dilakukan pada time windows distributor dan ketika kapasitas gudang telah mencukupi. Proses *unloading* disesuaikan dengan banyaknya *loading* line yang dimiliki oleh tiap distributor. Kecepatan *unloading* semua distributor diasumsikan sama yaitu mengikuti distribusi Triangular(1.6, 2.2, 2.7) dengan satuan jam. Setelah proses *unloading* selesai, maka *On hand inventory* dan kapasitas gudang distributor akan di-*update*.

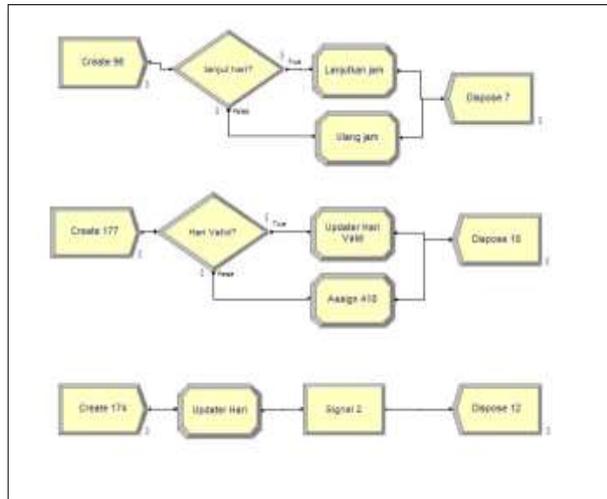
4.2.5 Updater On hand Inventory, Service level dan Hari Kerja

Selain model simulasi pengiriman yang utama, dibuat juga model simulasi pendukung untuk meng-*update* jam, hari kerja, *on hand inventory* dan *service level* tiap distributor

1. Updater Jam, Hari dan Hari Kerja

Updater ini dibuat untuk meng-*update* waktu tiap jam sehingga proses-proses yang memiliki konstrain jam dalam pelaksanaannya dapat dilakukan sebagaimana perintah yang diberikan.

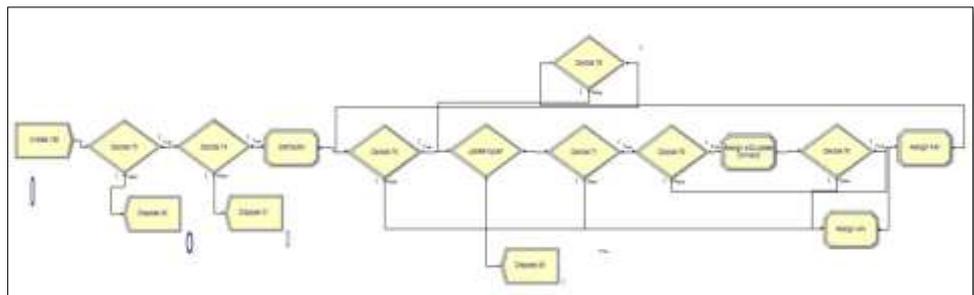
Updater hari kerja ini dibuat untuk meng-*update* hari kerja setiap harinya. Hari kerja dimulai pada hari valid 1 sampai hari valid 5. Ketika hari valid sudah mencapai > 6 maka akan kembali lagi ke hari valid 1 dan berulang kembali. *Updater* ini dibuat untuk mengakomodasi bahwa distributor hanya buka pada hari senin sampai jumat. Sehingga pada hari sabtu minggu tidak ada demand dan proses *unloading* di distributor tidak dapat dilakukan.



Gambar 4. 3 Updater Jam, Hari dan Hari Kerja

2. *Updater On hand inventory*

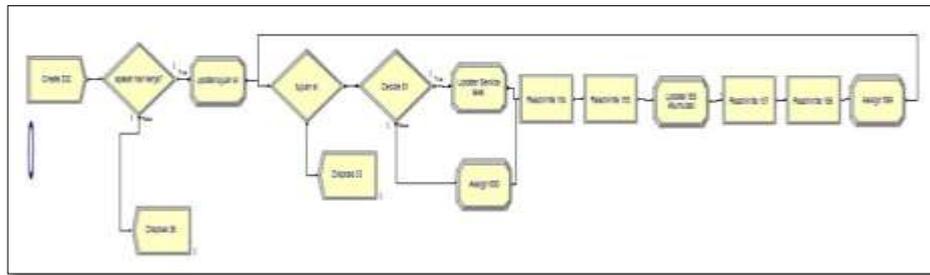
Updater on hand inventory dibuat untuk mengupdate posisi *inventory* pada tiap distributor. Secara umum *on hand inventory* akan berkurang sebesar demand/9 setiap jamnya. *Update* pengurangan *on hand* dilakukan setiap jam kerja, sedangkan update penambahan *on hand* dilakukan setiap kali proses *unloading* selesai dilakukan. Hal ini berguna untuk mengupdate kapasitas gudang agar bisa dilakukan proses *unloading*. Berikut ini adalah gambaran proses *update on hand* pada simulasi di ARENA.



Gambar 4. 4 Updater On Hand Inventory

3. *Updater Service level Distributor*

Service level distributor, di-update setiap hari. *Service level* dihitung menggunakan pendekatan fill rate dengan rumus (3.2). *Stockout* terjadi ketika demand lebih besar daripada *On hand inventory*. Besarnya *stockout* adalah selisih dari *On hand inventory* dengan demand.



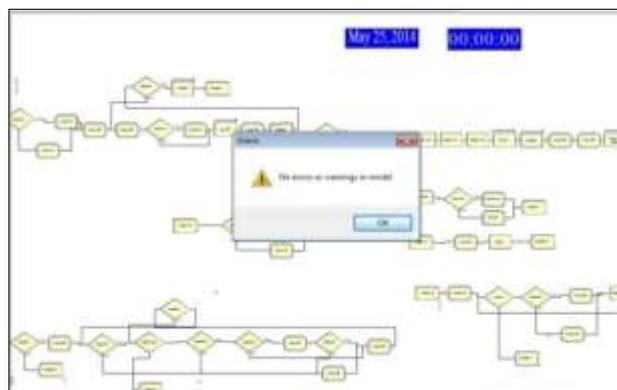
Gambar 4. 5 Updater Service level Distributor

4.3 Verifikasi Simulasi Kebijakan Eksisting

Dalam membangun model simulasi harus dapat dipastikan bahwa model yang dibangun kredibel dengan melakukan verifikasi. Verifikasi model dilakukan untuk menjamin model simulasi komputer berjalan sesuai logika. Pada penelitian ini, verifikasi dilakukan dengan memeriksa berjalannya entitas pada simulasi ARENA apakah sudah sesuai dengan logika dan kondisi kebijakan awal. Selain itu verifikasi dilakukan dengan memeriksa kebenaran rumus-rumus perhitungan yang ada dalam model simulasi kebijakan eksisting.

4.3.1 Verifikasi Error Check Pada ARENA

Verifikasi *error check* digunakan untuk memastikan bahwa sudah tidak ada error dalam pembangunan model simulasi di ARENA. Pengecekan error ini juga digunakan untuk memastikan model Simulasi dapat dijalankan oleh Software ARENA. Berikut ini adalah hasil verifikasi *error check* pada simulasi skenario kebijakan eksisting.



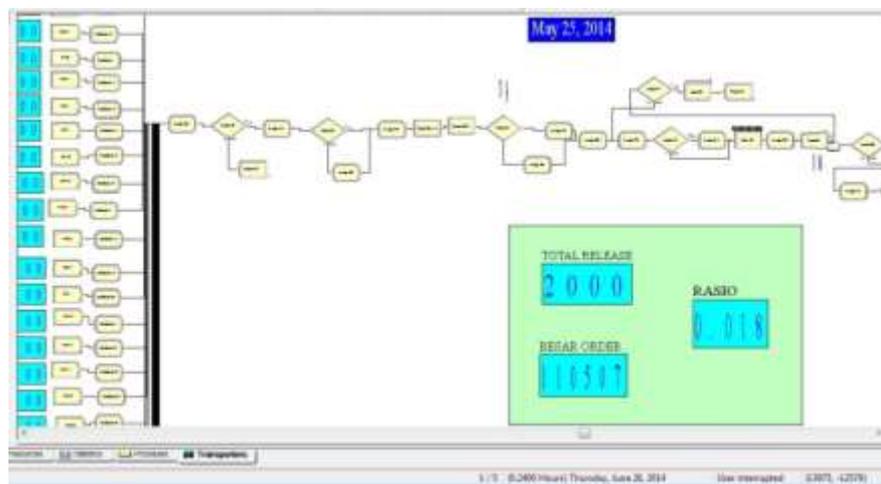
Gambar 4. 6 Verifikasi Error Check Simulasi eksisting

Dari hasil gambar diatas menunjukkan bahwa sudah tidak ada error dalam pemodelan simulasi kebijakan eksisting dengan menggunakan software ARENA.

4.3.2 Verifikasi Perhitungan Pada ARENA

1. Perhitungan Rasio Kirim

Pada simulasi kebijakan eksisting. rasio kirim digunakan sebagai trigger pengiriman. Rasio kirim pada simulasi kebijakan eksisting merupakan rasio perbandingan antara besar order dan total release.



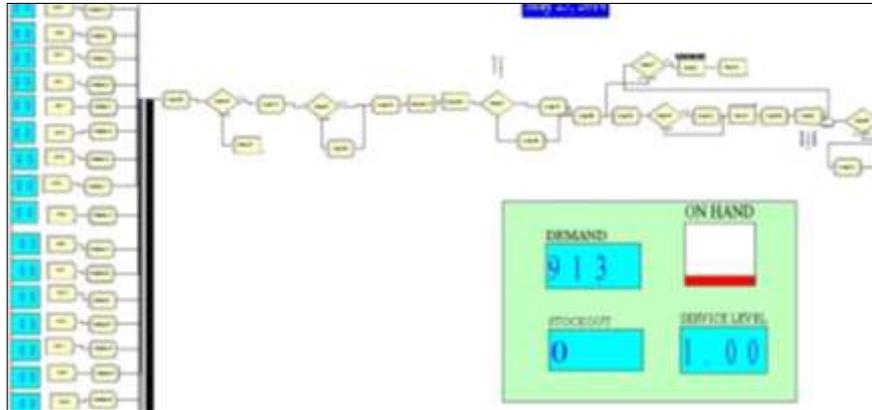
Gambar 4. 7 Verifikasi perhitungan Rasio

Gambar diatas menunjukkan contoh perhitungan Rasio pada distributor 16 yang dilakukan oleh model simulasi ARENA. Perhitungan manual ketika besar order sebesar 110.507 zak, total release sebesar 2000 maka didapatkan nilai rasio sebesar 0,018. Nilai ini sama dengan hasil perhitungan rasio kirim yang dilakukan oleh simulasi pada ARENA. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme perhitungan rasio kirim pada model simulasi terverifikasi.

2. Perhitungan *Service level*

Service level distributor dihitung dengan pendekatan fill rate sesuai dengan rumus (3.2). *Service level* digunakan untuk melihat kemampuan distributor memenuhi permintaan. Dari hasil running ARENA didapatkan

satu contoh untuk melakukan verifikasi perhitungan *Service level* pada model simulasi.

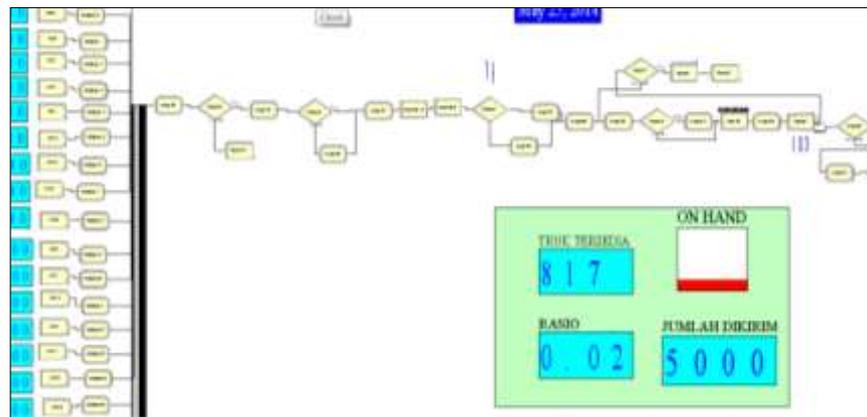


Gambar 4. 8 Verifikasi perhitungan *Service level*

Gambar diatas menunjukkan perhitungan *service level* distributor 53 yang dilakukan oleh model simulasi ARENA. Perhitungan manual dengan menggunakan rumus (3.2). Demand sebesar 913 dan *Stockout* bernilai 0, maka didapatkan nilai *Service level* sebesar 1,00. Nilai ini sama dengan hasil perhitungan *Service level* yang dilakukan oleh simulasi pada ARENA. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme perhitungan *Service level* pada model simulasi terverifikasi.

4.3.3 Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi

Tahap verifikasi ini digunakan untuk memastikan model simulasi berjalan logis dan sesuai dengan skenario yang telah dibuat. Pada skenario perbaikan ini akan diverifikasi logika pengiriman yang akan dilakukan jika Rasio < 1, sorting yang dilakukan hari ini dan truk masih tersedia.



Gambar 4. 9 Verifikasi Logika Pengiriman Simulasi Eksisting

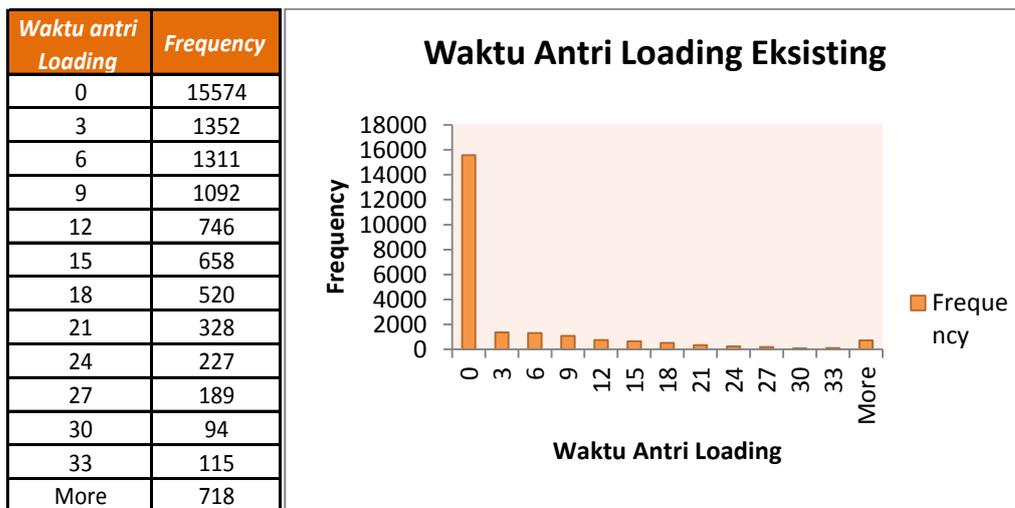
Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa pengiriman dilakukan sebesar 5000 zak ke distributor 8 yang kondisi rasio sebesar 0,02 yang masih dibawah 1 dan truk masih tersedia. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa mekanisme pengiriman sudah berjalan dengan benar.

4.4 Hasil Simulasi Kebijakan Eksisting

Setelah dilakukan running simulasi kondisi eksisting selama 180 hari, didapatkan output simulasi kondisi eksisting dari software ARENA 14 yang dicetak pada Microsoft excel. Berikut ini merupakan hasil dari simulasi kebijakan eksisting.

4.4.1 Waktu Rata-rata Antri *Unloading*

Waktu antri *loading* merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu proses *loading*. Proses *loading* dilakukan menggunakan 25 Line *loading* dengan kecepatan yang dideskripsikan berdistribusi TRIANGULAR(0.9,1.2,1.5) dalam satuan jam. Hasil yang didapatkan untuk waktu antri *loading* keseluruhan adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 10 Histogram Waktu Antri *Loading* Eksisting (Dalam Jam)

Hasil waktu rata-rata antri *loading* untuk tiap distributor pada simulasi kebijakan eksisting adalah sebagai berikut.

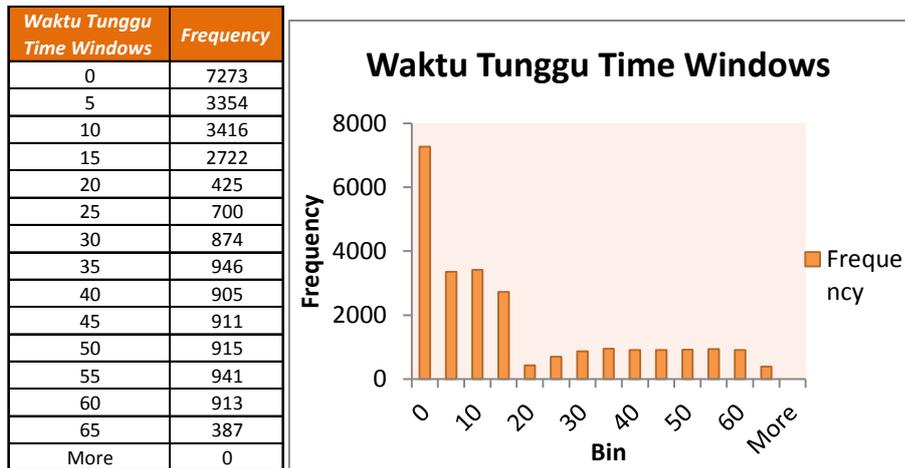
Tabel 4. 7 Rata-rata Waktu Tunggu *Loading* Tiap Distributor (Dalam Jam)

Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Loading</i>	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Loading</i>	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu <i>Loading</i>
Distributor 1	3.5697	Distributor 26	5.4994	Distributor 51	4.7374
Distributor 2	4.9335	Distributor 27	3.9785	Distributor 52	3.1728
Distributor 3	5.2317	Distributor 28	4.0395	Distributor 53	5.7190
Distributor 4	1.1266	Distributor 29	4.8590	Distributor 54	2.1892
Distributor 5	1.6335	Distributor 30	4.3672	Distributor 55	3.6674
Distributor 6	2.1302	Distributor 31	1.7927	Distributor 56	4.9755
Distributor 7	3.7809	Distributor 32	3.9685	Distributor 57	5.6402
Distributor 8	5.0591	Distributor 33	4.3622	Distributor 58	2.8077
Distributor 9	3.7599	Distributor 34	4.8726	Distributor 59	5.1492
Distributor 10	5.8530	Distributor 35	3.4257	Distributor 60	2.4077
Distributor 11	4.3090	Distributor 36	3.2732	Distributor 61	3.4738
Distributor 12	2.6687	Distributor 37	6.2090	Distributor 62	3.0406
Distributor 13	4.3136	Distributor 38	2.2254	Distributor 63	3.6459
Distributor 14	4.2501	Distributor 39	3.5487	Distributor 64	2.9755
Distributor 15	4.5272	Distributor 40	3.0430	Distributor 65	4.1521
Distributor 16	4.0742	Distributor 41	5.2646	Distributor 66	3.2449
Distributor 17	2.7200	Distributor 42	3.2475	Distributor 67	5.7819
Distributor 18	2.9435	Distributor 43	6.0091	Distributor 68	4.8533
Distributor 19	4.6591	Distributor 44	5.0333	Distributor 69	4.5855
Distributor 20	1.7756	Distributor 45	3.9622	Distributor 70	3.0980
Distributor 21	3.9974	Distributor 46	5.4598	Distributor 71	3.8785
Distributor 22	3.5415	Distributor 47	4.6825	Distributor 72	3.9999
Distributor 23	5.5755	Distributor 48	4.1737	Distributor 73	2.7672
Distributor 24	2.0982	Distributor 49	3.2236	Distributor 74	4.0134
Distributor 25	4.6745	Distributor 50	4.3010		

Dari waktu rata-rata antri *loading* diatas, didapatkan waktu antri *loading* keseluruhan sebesar 4,15 jam.

4.4.2 Waktu Tunggu Time Windows Distributor

Dari hasil running kondisi kebijakan eksisting, ketika truk tidak memiliki jadwal keberangkatan dan mulai melakukan pengiriman pada sembarang waktu, maka didapatkan hasil waktu tunggu *time windows* sebagai berikut.



Gambar 4. 11 Histogram Waktu Tunggu *Time Windows* Eksisting (Dalam Jam)

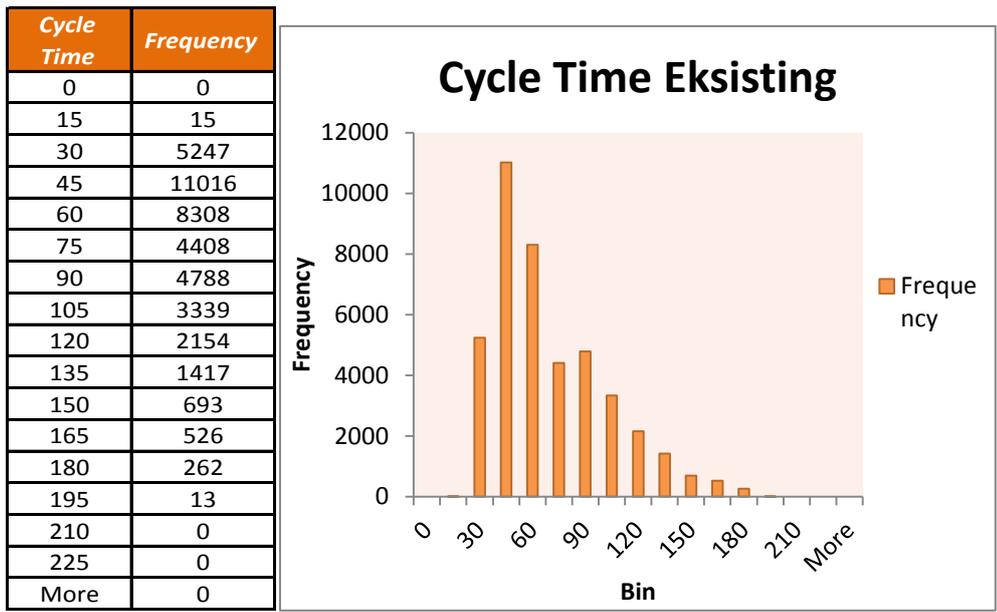
Rata-rata waktu tunggu *time windows* tiap distributor pada simulasi kebijakan eksisting adalah sebagai berikut. Dari hasil waktu rata-rata tunggu *time windows* untuk setiap distributor, didapatkan waktu rata-rata tunggu *time windows* sebesar 15,676 jam.

Tabel 4. 8 Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows Tiap Distributor (Dalam Jam)

Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows
Distributor 1	13.682	Distributor 26	15.958	Distributor 51	16.664
Distributor 2	14.300	Distributor 27	15.646	Distributor 52	15.819
Distributor 3	14.630	Distributor 28	15.359	Distributor 53	16.039
Distributor 4	13.637	Distributor 29	15.939	Distributor 54	15.503
Distributor 5	15.753	Distributor 30	16.136	Distributor 55	17.156
Distributor 6	14.307	Distributor 31	14.629	Distributor 56	16.365
Distributor 7	14.737	Distributor 32	15.554	Distributor 57	16.117
Distributor 8	14.692	Distributor 33	16.182	Distributor 58	15.789
Distributor 9	16.860	Distributor 34	15.742	Distributor 59	16.533
Distributor 10	14.676	Distributor 35	17.367	Distributor 60	16.763
Distributor 11	14.999	Distributor 36	16.129	Distributor 61	15.964
Distributor 12	14.958	Distributor 37	15.837	Distributor 62	17.141
Distributor 13	14.538	Distributor 38	14.767	Distributor 63	16.006
Distributor 14	15.114	Distributor 39	16.260	Distributor 64	15.963
Distributor 15	14.838	Distributor 40	15.264	Distributor 65	16.050
Distributor 16	14.795	Distributor 41	16.146	Distributor 66	15.387
Distributor 17	14.631	Distributor 42	15.277	Distributor 67	16.111
Distributor 18	16.117	Distributor 43	16.131	Distributor 68	16.345
Distributor 19	15.607	Distributor 44	16.281	Distributor 69	15.666
Distributor 20	14.694	Distributor 45	15.749	Distributor 70	15.999
Distributor 21	15.545	Distributor 46	16.472	Distributor 71	15.083
Distributor 22	15.368	Distributor 47	16.777	Distributor 72	16.427
Distributor 23	15.340	Distributor 48	16.300	Distributor 73	16.850
Distributor 24	14.508	Distributor 49	16.551	Distributor 74	14.779
Distributor 25	16.064	Distributor 50	16.706		

4.4.3 Waktu Siklus Pengiriman

Cycle time pengiriman merupakan akumulasi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali pengiriman ke tujuan tertentu. Waktu Siklus dihitung mulai truk melakukan antri *loading* sampai truk kembali lagi ke pabrik setelah melakukan pengiriman. Dari hasil running kebijakan eksisting, didapatkan hasil waktu siklus pengiriman sebagai berikut.



Gambar 4. 12 Histogram Waktu Siklus Eksisting (Dalam Jam)

Berikut ini adalah rata-rata *cycle time* tiap distributor setelah dilakukan running sesuai kebijakan eksisting perusahaan

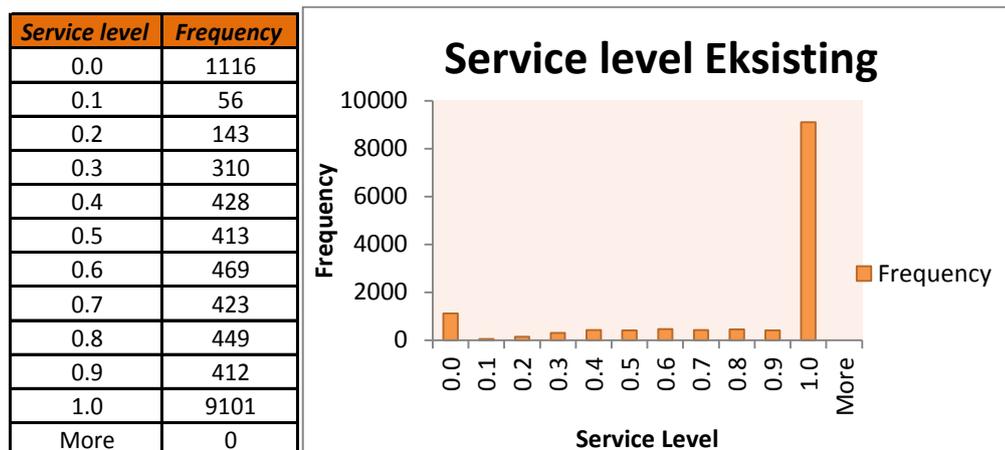
Tabel 4. 9 Rata-rata Cycle time Tiap Distributor (Dalam Jam)

Distributor	Rata-rata Waktu Siklus	Distributor	Rata-rata Waktu Siklus	Distributor	Rata-rata Waktu Siklus
Distributor 1	33.536	Distributor 26	53.461	Distributor 51	65.263
Distributor 2	35.350	Distributor 27	49.088	Distributor 52	64.658
Distributor 3	35.789	Distributor 28	52.136	Distributor 53	66.009
Distributor 4	33.824	Distributor 29	53.744	Distributor 54	66.305
Distributor 5	37.224	Distributor 30	53.334	Distributor 55	81.102
Distributor 6	35.000	Distributor 31	51.585	Distributor 56	80.017
Distributor 7	37.486	Distributor 32	53.940	Distributor 57	81.826
Distributor 8	37.958	Distributor 33	55.281	Distributor 58	51.585
Distributor 9	38.910	Distributor 34	57.254	Distributor 59	99.201
Distributor 10	39.743	Distributor 35	56.552	Distributor 60	102.475
Distributor 11	40.897	Distributor 36	58.195	Distributor 61	113.999
Distributor 12	42.269	Distributor 37	57.728	Distributor 62	105.603
Distributor 13	42.273	Distributor 38	55.992	Distributor 63	115.970
Distributor 14	42.030	Distributor 39	58.610	Distributor 64	116.969
Distributor 15	42.282	Distributor 40	58.543	Distributor 65	121.660
Distributor 16	43.342	Distributor 41	59.821	Distributor 66	117.257
Distributor 17	42.784	Distributor 42	60.779	Distributor 67	127.461
Distributor 18	50.306	Distributor 43	61.404	Distributor 68	131.254
Distributor 19	49.033	Distributor 44	59.064	Distributor 69	129.771
Distributor 20	50.590	Distributor 45	59.587	Distributor 70	131.209
Distributor 21	48.611	Distributor 46	58.670	Distributor 71	132.064
Distributor 22	49.368	Distributor 47	69.496	Distributor 72	134.206
Distributor 23	51.758	Distributor 48	62.526	Distributor 73	134.731
Distributor 24	49.256	Distributor 49	63.791	Distributor 74	142.288
Distributor 25	49.958	Distributor 50	62.931		

Dari data yang didapatkan setelah melakukan running kondisi kebijakan eksisting, didapatkan rata-rata *cycle time* keseluruhan adalah 67,78 Jam.

4.4.4 *Service level* Distributor

Service level menunjukkan kemampuan distributor untuk memenuhi permintaan. Pada penelitian ini *service level* dihitung menggunakan pendekatan *fill rate* sesuai dengan rumus perhitungan (4.1). Hasil *running* simulasi kebijakan eksisting, didapatkan *service level* distributor sebagai berikut.



Gambar 4. 13 Histogram *Service level* Eksisting

Rata-rata *Service level* masing-masing distributor pada simulasi kebijakan eksisting adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Rata-rata *Service Level* Tiap Distributor

Distributor	Rata-rata <i>Service Level</i>	Distributor	Rata-rata <i>Service Level</i>	Distributor	Rata-rata <i>Service Level</i>
Distributor 1	0.623	Distributor 26	0.668	Distributor 51	0.911
Distributor 2	0.916	Distributor 27	0.697	Distributor 52	0.634
Distributor 3	0.904	Distributor 28	0.606	Distributor 53	0.911
Distributor 4	0.863	Distributor 29	0.670	Distributor 54	0.854
Distributor 5	0.871	Distributor 30	0.669	Distributor 55	0.879
Distributor 6	0.885	Distributor 31	0.866	Distributor 56	0.893
Distributor 7	0.891	Distributor 32	0.893	Distributor 57	0.911
Distributor 8	0.908	Distributor 33	0.874	Distributor 58	0.884
Distributor 9	0.984	Distributor 34	0.886	Distributor 59	0.901
Distributor 10	0.904	Distributor 35	0.902	Distributor 60	0.894
Distributor 11	0.911	Distributor 36	0.888	Distributor 61	0.878
Distributor 12	0.902	Distributor 37	0.981	Distributor 62	0.904
Distributor 13	0.893	Distributor 38	0.367	Distributor 63	0.851
Distributor 14	0.916	Distributor 39	0.839	Distributor 64	0.867
Distributor 15	0.879	Distributor 40	0.904	Distributor 65	0.865
Distributor 16	0.885	Distributor 41	0.877	Distributor 66	0.822
Distributor 17	0.896	Distributor 42	0.883	Distributor 67	0.905
Distributor 18	0.892	Distributor 43	0.890	Distributor 68	0.885
Distributor 19	0.890	Distributor 44	0.895	Distributor 69	0.847
Distributor 20	0.748	Distributor 45	0.908	Distributor 70	0.862
Distributor 21	0.670	Distributor 46	0.915	Distributor 71	0.846
Distributor 22	0.690	Distributor 47	0.908	Distributor 72	0.843
Distributor 23	0.584	Distributor 48	0.891	Distributor 73	0.840
Distributor 24	0.653	Distributor 49	0.856	Distributor 74	0.871
Distributor 25	0.884	Distributor 50	0.917		

Setelah didapatkan hasil output rata-rata *service level* masing-masing distributor, kemudian dilakukan perhitungan *service level* terbobot dengan melakukan perkalian antara rata-rata *service level* distributor dengan presentase *demand* terhadap keseluruhan. Didapatlan hasil rata-rata *service level* keseluruhan adalah sebesar 0,8251 atau 82,51%.

4.4.5 Utilitas Truk

Dalam simulasi in diperhatikan pula tingkat kegunaan atau utilitas kendaraan. Utilitas truk merupakan perbandingan antara waktu pemakaian truk terhadap waktu keseluruhan running simulasi. Berikut ini adalah report ARENA terkait utilitas truk pada simulasi kebijakan eksisting selama tiga kali replikasi.

Truk 40 Ton	
Usage	Average
Number Busy	788.24
Number Scheduled	1,000.00
Total Number Seized	41,279.00
Scheduled Utilization	0.7882
Instantaneous Utilization	0.7882

Gambar 4. 14 Utilitas Truk Simulasi kebijakan Eksisting pada Replikasi 1

Truk 40 Ton	
Usage	Average
Number Scheduled	1,000.00
Total Number Seized	41,279.00
Scheduled Utilization	0.7882
Instantaneous Utilization	0.7882
Number Busy	788.24

Gambar 4. 15 Utilitas Truk Simulasi kebijakan Eksisting pada Replikasi 2

Truk 40 Ton	
Usage	Value
Scheduled Utilization	0.7884
Number Busy	788.39
Number Scheduled	1,000.00
Total Number Seized	41,279.00
Instantaneous Utilization	0.7884

Gambar 4. 16 Utilitas Truk Simulasi kebijakan Eksisting pada Replikasi 3

Dari hasil utilitas *resource* Truk 40 ton yang didapatkan dari *report* ARENA selama tiga kali replikasi diatas, maka didapatkan rata-rata utilitas truk pada simulasi kebijakan eksisting adalah sebesar 0,7882atau sekitar 78,82%.

4.5 Simulasi Skenario Perbaikan

Setelah dilakukan simulasi kondisi eksisting dan didapatkan permasalahan yang terjadi pada distribusi darat PT X, kemudian dilakukan perancangan skenario simulasi perbaikan untuk mengatasi permasalahan pengiriman. Berikut ini adalah tahapan pembangunan model simulasi perbaikan.

4.5.1 Pembangunan Triger Pengiriman

Dalam penelitian ini, terdapat 74 distributor yang dilayani. Setiap harinya, semua distributor memiliki permintaan yang harus dipenuhi. Pada simulasi perbaikan ini, pengiriman didasarkan pada *Stock to Demand Ratio* (SDR) yang menggambarkan *stock criticality* dari tiap distributor. Pengiriman diutamakan bagi distributor yang memiliki SDR paling kecil dengan melakukan sorting rasio distributor sebelum dilakukan pengiriman. Setiap distributor dapat dikirim lebih dari sekali. Setelah diputuskan untuk dilakukan pengiriman, maka akan ditugaskan satu truk untuk melakukan pengiriman.

4.5.2 Loading Semen dan Mekanisme Pemberangkatan truk

Proses *loading* semen dilakukan setelah adanya keputusan pengiriman. Pada skenario perbaikan ini, *loading* semen dibagi menjadi dua yaitu *loading* ekspres yang dilayani oleh 7 line *loading* dan *loading* standart yang dilayani oleh 18 *loading* line. Pembagian jumlah line *loading* ini didasarkan pada perbandingan besarnya permintaan untuk jarak dekat disbanding permintaan keseluruhan. Total permintaan untuk distributor jarak dekat adalah sekitar 26% dari keseluruhan. Hal ini menjadi pertimbangan bahwa line *loading* ekspres untuk melayani jarak dekat mendapatkan porsi 26% dari 25 line *loading* yang tersedia, sehingga jumlah line *loading* ekspres yang didedikasikan untuk pengiriman jarak dekat sebanyak 7 line *loading*, sedangkan line *loading* standart untuk melayani pengiriman jarak menengah dan jauh sebanyak 18 line *loading*. Truk untuk pengiriman jarak dekat < 150 Km langsung menggunakan line *loading* ekspres. Sedangkan untuk pengiriman jarak menengah dan jauh menggunakan line *loading* standart, namun dapat juga menggunakan line *loading* ekspres jika line *loading* ekspres available. Sebelum melakukan *loading* line, truk harus menunggu sampai jumlah

truk yang dilayani *line loading standart* kurang dari 18 atau antrian *line loading ekspres* kurang dari 7. Waktu tunggu tersebut dihitung sebagai waktu antri *loading*. Tidak ada perbedaan waktu *loading* antara *loading standart* dan *loading ekspres*. Waktu *loading* didefinisikan mengikuti distribusi Triangular(0.9, 1.2, 1.5) dengan satuan waktu jam.

Pada simulasi skenario perbaikan terdapat mekanisme pembagian waktu pemberangkatan truk dengan harapan truk dapat sampai pada *time windowsnya* atau meminimalisir waktu tunggu *time windows*. Pengiriman jarak dekat < 150 Km diberangkatkan pada pukul 03.00 – 10.00 dengan harapan truk dapat sampai pada hari tersebut dalam range *time windowsnya*. Pengiriman jarak menengah antara jarak 150 Km sampai 300 Km dilakukan pada pukul 18.00 sampai 24.00 dengan harapan truk dapat tiba keesokan harinya dalam rentang *time windows distributor*. Sedangkan untuk pengiriman jarak jauh > 300 Km dapat dilakukan setiap saat dikarenakan tingginya ketidakpastian.

4.5.3 Pengiriman ke Distributor, Tunggu Time Windows dan Tunggu Kapasitas Gudang

Setelah melewati proses *loading*, truk melakukan perjalanan menuju lokasi distributor dengan distribusi waktu sesuai dengan hasil fitting distribusi waktu perjalanan menuju tiap distributor. Setelah sampai di lokasi distributor, truk harus menunggu sampai toko buka pada hari senin – jumat dan pukul 08.00 – 17.00. sebelum waktu tersebut, truk akan dihitung untuk menunggu *time windows distributor*. Ketika sudah memasuki waktu buka toko, perlu ditinjau kapasitas gudang distributor. Jika kapasitas gudang yang tersisa cukup untuk meletakkan 1000 zak truk maka akan langsung dilakukan *loading*, jika kapasitas yang tersisa tidak cukup untuk meletakkan 1000 zak, maka truk akan menunggu kapasitas gudang.

4.5.4 Unloading dan Kembali ke Pabrik

Unloading dilakukan pada *time windows distributor* dan ketika kapasitas gudang telah mencukupi. Proses *unloading* disesuaikan dengan banyaknya *loading line* yang dimiliki oleh tiap distributor. Kecepatan *unloading* semua

distributor diasumsikan sama yaitu mengikuti distribusi Triangular(1.6, 2.2, 2.7) dengan satuan jam. Setelah proses *unloading* selesai, maka *On hand inventory* dan kapasitas gudang distributor akan di-*update*.

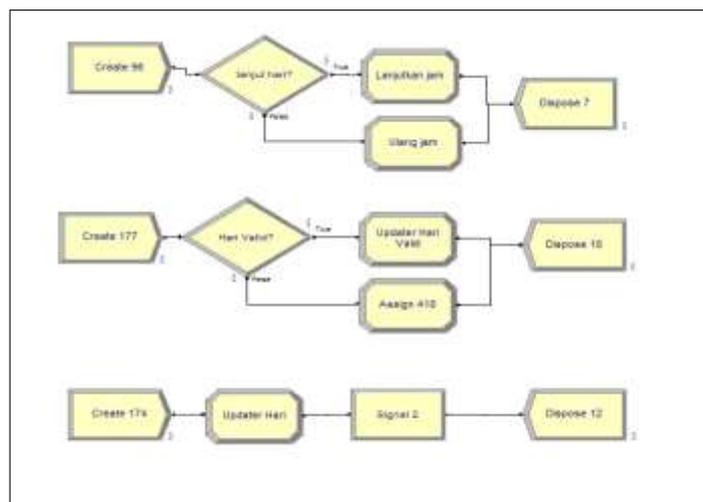
4.5.5 Updater On Hand Inventory, Service level dan Hari Kerja

Selain model simulasi pengiriman yang utama, dibuat juga model simulasi pendukung untuk mengupdate jam, hari kerja, *on hand inventory* dan *service level* tiap distributor

1. Updater Jam, Hari dan Hari Kerja

Updater ini dibuat untuk mengupdate waktu tiap jam sehingga proses-proses yang memiliki konstrain jam dalam pelaksanaannya dapat dilakukan sebagaimana perintah yang diberikan.

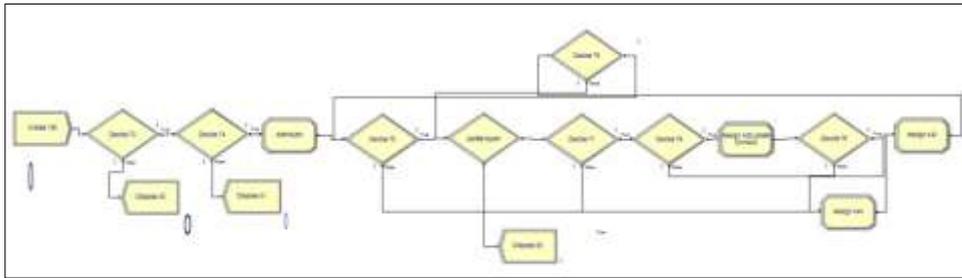
Updater hari kerja ini dibuat untuk mengupdate hari kerja setiap harinya. Hari kerja dimulai pada hari valid 1 sampai hari valid 5. Ketika hari valid sudah mencapai > 6 maka akan kembali lagi ke hari valid 1 dan berulang kembali. *Updater* ini dibuat untuk mengakomodasi bahwa distributor hanya buka pada hari senin sampai jumat. Sehingga pada hari sabtu minggu tidak ada demand dan proses *unloading* di distributor tidak dapat dilakukan.



Gambar 4. 17 Updater Jam, Hari dan Hari Kerja Simulasi Perbaikan

2. *Updater On hand inventory*

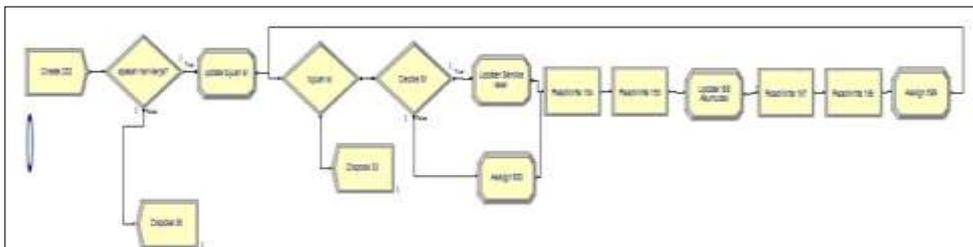
Updater on hand inventory dibuat untuk mengupdate posisi *inventory* pada tiap distributor. Secara umum *on hand inventory* akan berkurang sebesar $\text{demand}/9$ setiap jamnya. Hal ini berguna untuk mengupdate kapasitas gudang agar bisa dilakukan proses *unloading*.



Gambar 4. 18 *Updater On Hand Inventory* Simulasi Perbaikan

3. *Updater Service level* Distributor

Service level distributor, di-update setiap hari. *Service level* dihitung menggunakan pendekatan fill rate dengan rumus sesuai dengan rumus (3.2). *Stockout* terjadi ketika demand lebih besar daripada *On hand inventory*. Besarnya *stockout* adalah selisih dari *On hand inventory* dengan demand.



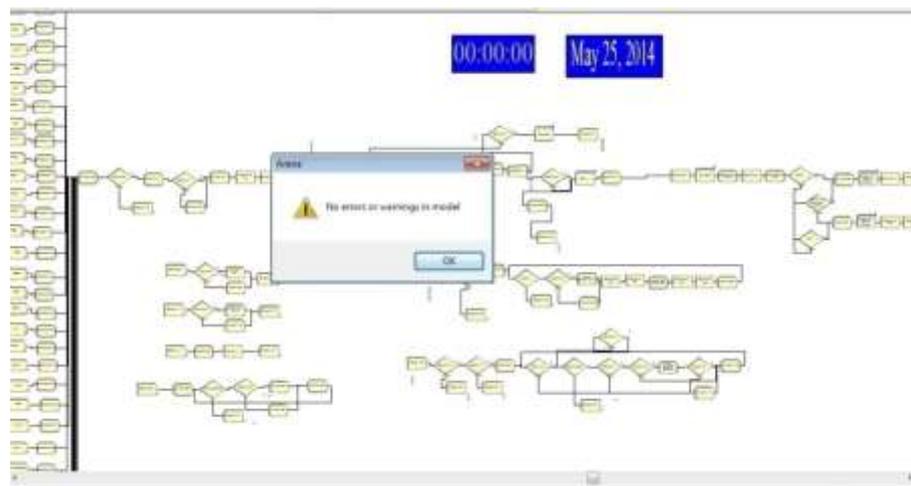
Gambar 4. 19 *Updater Service level* Distributor Simulasi Perbaikan

4.6 Verifikasi Skenario Perbaikan

Verifikasi skenario perbaikan dilakukan dengan melakukan tahapan verifikasi di bawah ini.

4.6.1 Verifikasi Error Check Pada ARENA

Verifikasi error Check digunakan untuk memastikan bahwa sudah tidak ada error dalam pembangunan model simulasi di ARENA. Pengecekan error ini juga digunakan untuk memastikan model Simulasi dapat dijalankan oleh *Software* ARENA. Berikut ini adalah hasil verifikasi error check pada simulasi skenario perbaikan.



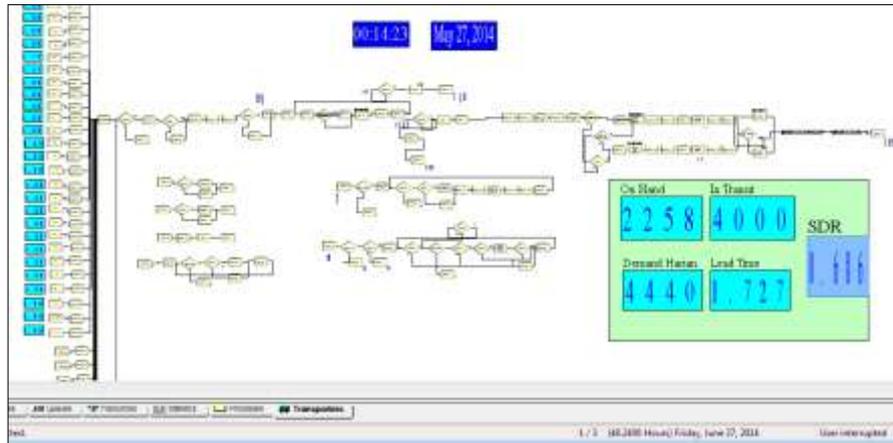
Gambar 4. 20 Verifikasi Error Check Simulasi Perbaikan

4.6.2 Verifikasi Perhitungan Pada ARENA

Verifikasi perhitungan dilakukan untuk memastikan rumus-rumus yang ada pada model simulasi terhitung dengan benar.

1. Perhitungan *Stock to Demand Ratio*

Dalam perhitungan *stock to Demand Ratio* melibatkan beberapa variabel seperti *On Hand inventory*, *In transit inventory*, demand harian distributor dan lead time distributor. SDR merupakan trigger pengiriman yang menentukan apakah perlu dilakukan pengiriman ke suatu distributor. Dari hasil running ARENA didapatkan satu contoh untuk melakukan verifikasi perhitungan SDR pada model simulasi.

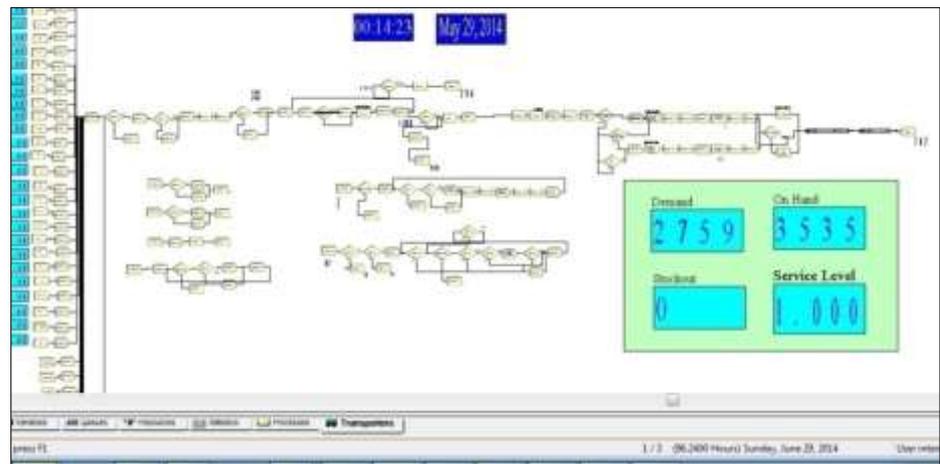


Gambar 4. 21 Verifikasi perhitungan SDR

Gambar diatas menunjukkan contoh perhitungan SDR pada distributor 38. Perhitungan manual dengan menggunakan rumus 3.1 ketika *on hand inventory* bernilai 2258, *in transit inventory* bernilai 4000, demand harian sebesar 4440 dan *lead time* selama 1.727 hari, maka didapatkan nilai SDR sebesar 0,686. Nilai ini sama dengan hasil perhitungan SDR yang dilakukan oleh simulasi pada ARENA. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme perhitungan SDR pada model simulasi terverifikasi.

2. Perhitungan *Service level* Distributor

Service level distributor dihitung dengan pendekatan fill rate sesuai dengan rumus (3.2). *Service level* digunakan untuk melihat kemampuan distributor memenuhi permintaan. Dari hasil running ARENA didapatkan satu contoh untuk melakukan verifikasi perhitungan *Service level* pada model simulasi.

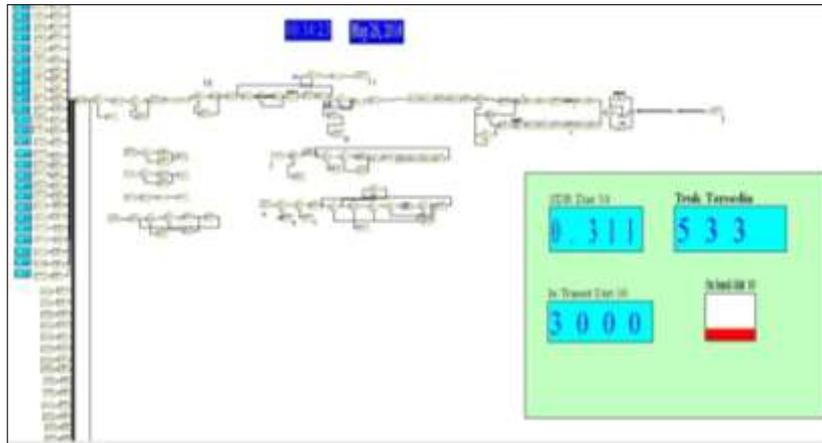


Gambar 4. 22 Verifikasi perhitungan *Service level*

Gambar diatas menunjukkan Gambar diatas menunjukkan contoh perhitungan *Service Level* pada Distributor 1. Perhitungan manual dengan menggunakan rumus 3.2 Demand sebesar 2759 dan *Stockout* bernilai 0, maka didapatkan nilai *Service level* sebesar 1,00. Nilai ini sama dengan hasil perhitungan *Service level* yang dilakukan oleh simulasi pada ARENA. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme perhitungan *Service level* pada model simulasi terverifikasi.

4.6.3 Verifikasi Logika Berjalannya Simulasi

Tahap verifikasi ini digunakan untuk memastikan model simulasi berjalan logis dan sesuai dengan skenario yang telah dibuat. Pada skenario perbaikan ini akan diverifikasi logika pengiriman yang akan dilakukan jika $SDR < 1$, sorting yang dilakukan hari ini dan truk masih tersedia.



Gambar 4. 23 Verifikasi Logika Pengiriman Simulasi Perbaikan

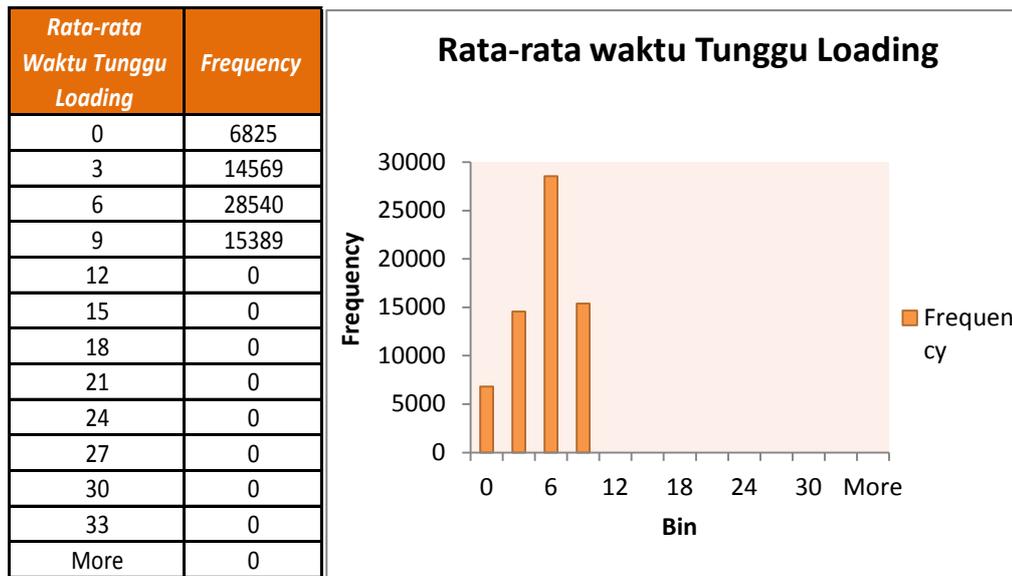
Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa pengiriman dilakukan sebesar 3000 zak ke distributor 10 yang kondisi SDR sebesar 0,311 yang masih dibawah 1 dan truk masih tersedia. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa mekanisme pengiriman sudah berjalan dengan benar.

4.7 Hasil Simulasi Skenario perbaikan

Dari Hasil Running skenario perbaikan yang telah dilakukan dengan mengubah mekanisme sorting pengiriman berdasarkan SDR yang mewakili *stock criticality* tiap distributor, penerapan mekanisme *loading* ekspres dan *loading* standart serta penjadwalan waktu keberangkatan truk, didapatkan hasil output simulasi sebagai berikut.

4.7.1 Waktu Rata-rata Antri *Unloading*

Waktu antri *loading* merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu proses *loading*. Proses *loading* dilakukan menggunakan 25 Line *loading* dengan kecepatan yang dideskripsikan berdistribusi TRIANGULAR(0.9 ,1.2 ,1.5) dalam satuan jam. Hasil yang didapatkan untuk waktu antri *loading* keseluruhan adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 24 Waktu Antri Loading Perbaikan (Dalam Jam)

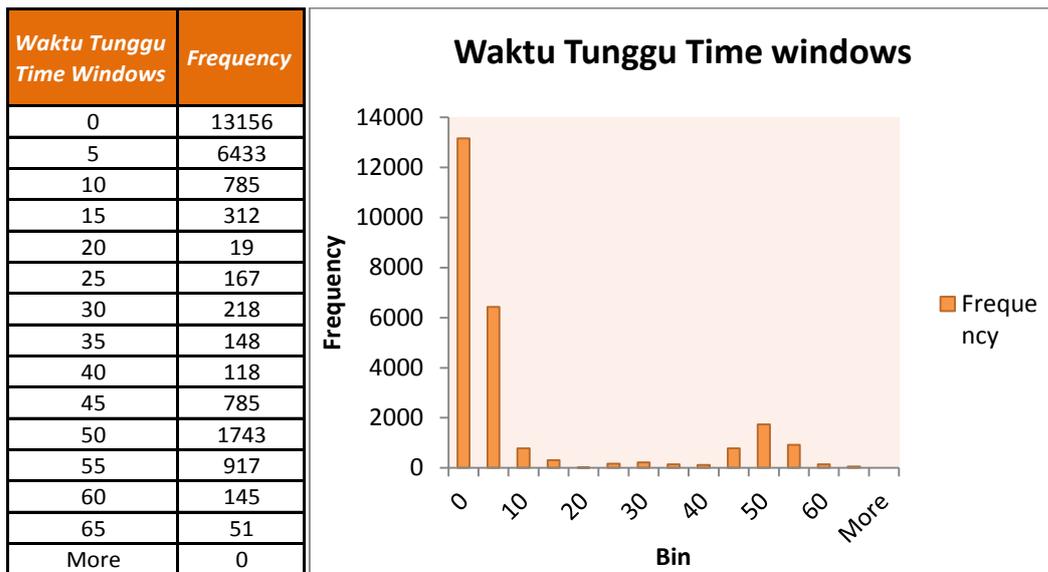
Hasil waktu rata-rata antri *loading* untuk tiap distributor pada simulasi perbaikan adalah sebagai berikut

Tabel 4. 11 Rata-rata Waktu Tunggu Loading Tiap Distributor (Dalam Jam)

Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Loading	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Loading	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Loading
Distributor 1	2.029	Distributor 26	3.525	Distributor 51	4.034
Distributor 2	3.436	Distributor 27	3.163	Distributor 52	2.822
Distributor 3	3.355	Distributor 28	3.461	Distributor 53	4.693
Distributor 4	1.303	Distributor 29	3.752	Distributor 54	2.958
Distributor 5	1.997	Distributor 30	3.386	Distributor 55	4.281
Distributor 6	2.564	Distributor 31	1.448	Distributor 56	4.552
Distributor 7	3.354	Distributor 32	3.056	Distributor 57	5.210
Distributor 8	3.513	Distributor 33	3.395	Distributor 58	2.266
Distributor 9	4.282	Distributor 34	3.675	Distributor 59	5.419
Distributor 10	3.596	Distributor 35	3.092	Distributor 60	4.464
Distributor 11	3.579	Distributor 36	2.914	Distributor 61	5.252
Distributor 12	3.174	Distributor 37	5.527	Distributor 62	4.763
Distributor 13	3.810	Distributor 38	1.653	Distributor 63	4.906
Distributor 14	3.740	Distributor 39	3.132	Distributor 64	4.965
Distributor 15	3.498	Distributor 40	3.191	Distributor 65	5.456
Distributor 16	3.689	Distributor 41	4.136	Distributor 66	4.965
Distributor 17	3.403	Distributor 42	3.562	Distributor 67	5.780
Distributor 18	2.852	Distributor 43	4.356	Distributor 68	5.527
Distributor 19	3.715	Distributor 44	4.064	Distributor 69	5.445
Distributor 20	2.216	Distributor 45	4.249	Distributor 70	5.095
Distributor 21	2.861	Distributor 46	4.584	Distributor 71	5.134
Distributor 22	3.425	Distributor 47	4.037	Distributor 72	5.534
Distributor 23	4.056	Distributor 48	3.586	Distributor 73	5.077
Distributor 24	2.019	Distributor 49	3.591	Distributor 74	5.487
Distributor 25	3.206	Distributor 50	3.617		

4.7.2 Waktu Tunggu Time Windows Distributor

Pada simulasi perbaikan, dilakukan perubahan mekanisme pengiriman dimana pengiriman mengikuti jadwal yang telah ditetapkan untuk masing-masing kategori tujuan. Hasil *running* simulasi setelah dilakukan perubahan adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 25 Histogram Waktu Tunggu *Time Windows* Perbaikan (Dalam Jam)

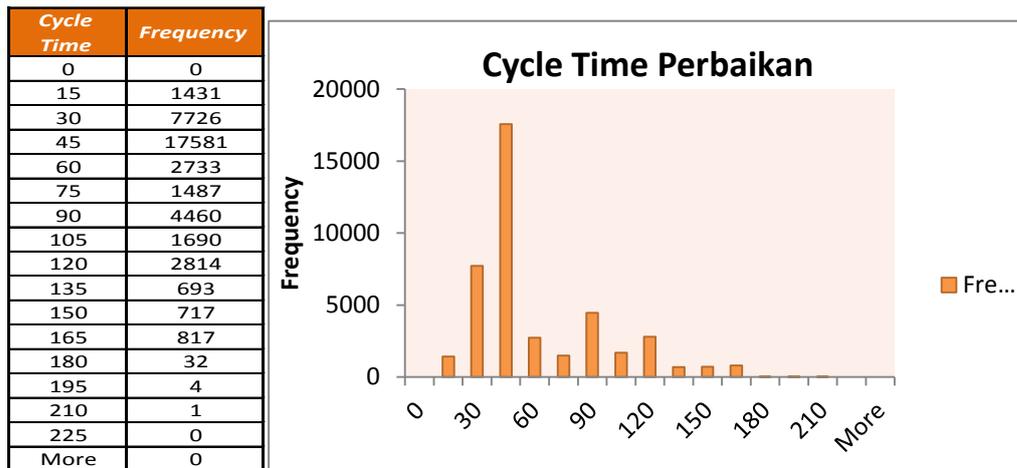
Rata-rata waktu tunggu *time windows* tiap distributor pada simulasi perbaikan adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows Distributor (Dalam Jam)

Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows	Distributor	Rata-rata Waktu Tunggu Time Windows
Distributor 1	0.120	Distributor 26	12.261	Distributor 51	7.357
Distributor 2	0.009	Distributor 27	10.273	Distributor 52	8.150
Distributor 3	0.004	Distributor 28	11.095	Distributor 53	9.203
Distributor 4	0.003	Distributor 29	7.067	Distributor 54	8.340
Distributor 5	0.004	Distributor 30	9.646	Distributor 55	14.112
Distributor 6	0.000	Distributor 31	15.109	Distributor 56	14.859
Distributor 7	0.000	Distributor 32	7.415	Distributor 57	10.787
Distributor 8	0.000	Distributor 33	8.784	Distributor 58	12.458
Distributor 9	0.000	Distributor 34	10.395	Distributor 59	9.436
Distributor 10	0.000	Distributor 35	9.502	Distributor 60	14.353
Distributor 11	0.000	Distributor 36	7.402	Distributor 61	23.278
Distributor 12	0.000	Distributor 37	10.843	Distributor 62	21.565
Distributor 13	0.068	Distributor 38	8.010	Distributor 63	23.438
Distributor 14	0.027	Distributor 39	10.882	Distributor 64	21.669
Distributor 15	0.000	Distributor 40	10.012	Distributor 65	19.095
Distributor 16	0.704	Distributor 41	8.676	Distributor 66	21.187
Distributor 17	0.146	Distributor 42	8.280	Distributor 67	15.715
Distributor 18	12.958	Distributor 43	8.164	Distributor 68	14.848
Distributor 19	12.086	Distributor 44	8.584	Distributor 69	14.338
Distributor 20	9.282	Distributor 45	9.007	Distributor 70	13.701
Distributor 21	12.430	Distributor 46	8.326	Distributor 71	16.805
Distributor 22	10.826	Distributor 47	7.594	Distributor 72	13.373
Distributor 23	10.964	Distributor 48	10.959	Distributor 73	13.961
Distributor 24	13.556	Distributor 49	8.967	Distributor 74	12.628
Distributor 25	9.936	Distributor 50	8.250		

4.7.3 Cycle time Pengiriman

Cycle time pengiriman merupakan akumulasi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali pengiriman ke tujuan tertentu. Waktu Siklus dihitung mulai truk melakukan antri *loading* sampai truk kembali lagi ke pabrik setelah melakukan pengiriman. Dari hasil running skenario perbaikan, didapatkan hasil waktu siklus pengiriman sebagai berikut.



Gambar 4. 26 Histogram Waktu Siklus Perbaikan (Dalam Jam)

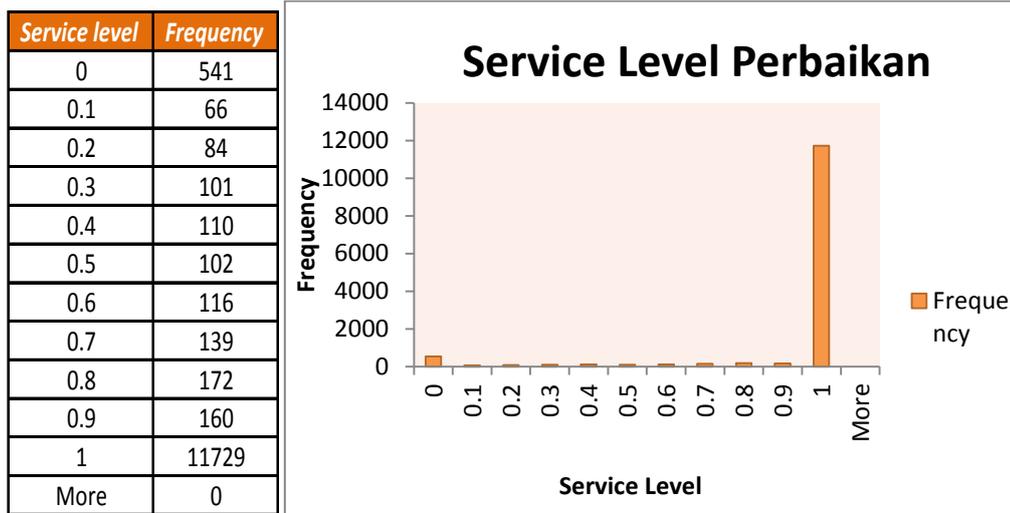
Berikut ini adalah rata-rata *cycle time* tiap distributor setelah dilakukan running sesuai skenario perbaikan

Tabel 4. 13 Rata-rata Waktu Siklus Tiap Distributor (Dalam Jam)

Distributor	Rata-rata Waktu Siklus	Distributor	Rata-rata Waktu Siklus	Distributor	Rata-rata Waktu Siklus
Distributor 1	13.475	Distributor 26	46.192	Distributor 51	52.406
Distributor 2	15.530	Distributor 27	41.824	Distributor 52	52.397
Distributor 3	15.415	Distributor 28	44.504	Distributor 53	55.359
Distributor 4	13.656	Distributor 29	44.232	Distributor 54	56.091
Distributor 5	15.094	Distributor 30	44.916	Distributor 55	70.644
Distributor 6	14.775	Distributor 31	46.811	Distributor 56	70.825
Distributor 7	17.386	Distributor 32	43.767	Distributor 57	69.162
Distributor 8	17.360	Distributor 33	46.070	Distributor 58	67.354
Distributor 9	17.242	Distributor 34	47.821	Distributor 59	83.116
Distributor 10	19.735	Distributor 35	45.812	Distributor 60	90.841
Distributor 11	20.319	Distributor 36	46.293	Distributor 61	112.976
Distributor 12	21.236	Distributor 37	48.635	Distributor 62	118.493
Distributor 13	21.537	Distributor 38	49.022	Distributor 63	118.059
Distributor 14	21.668	Distributor 39	49.630	Distributor 64	115.561
Distributor 15	21.532	Distributor 40	48.180	Distributor 65	119.001
Distributor 16	24.152	Distributor 41	49.179	Distributor 66	115.384
Distributor 17	23.702	Distributor 42	49.776	Distributor 67	121.642
Distributor 18	43.967	Distributor 43	50.163	Distributor 68	122.351
Distributor 19	42.905	Distributor 44	48.043	Distributor 69	124.089
Distributor 20	42.524	Distributor 45	49.268	Distributor 70	123.146
Distributor 21	43.254	Distributor 46	47.747	Distributor 71	126.163
Distributor 22	43.218	Distributor 47	52.729	Distributor 72	124.838
Distributor 23	44.121	Distributor 48	52.687	Distributor 73	125.353
Distributor 24	43.588	Distributor 49	52.412	Distributor 74	132.761
Distributor 25	42.593	Distributor 50	51.289		

4.7.4 Service level Distributor

Service level menunjukkan kemampuan distributor untuk memenuhi permintaan. Pada penelitian ini *service level* dihitung menggunakan pendekatan fill rate sesuai dengan rumus perhitungan (4.1). Hasil running simulasi kebijakan eksisting, didapatkan *service level* distributor sebagai berikut



Gambar 4. 27 Histogram *Service level* Perbaikan

Rata-rata *Service level* masing-masing distributor pada simulasi kebijakan eksisting adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Rata-rata Service Level Tiap Distributor

Distributor	Rata-rata Service Level	Distributor	Rata-rata Service Level	Distributor	Rata-rata Service Level
Distributor 1	0.5588	Distributor 26	0.8022	Distributor 51	0.9546
Distributor 2	0.9211	Distributor 27	0.4666	Distributor 52	0.9411
Distributor 3	0.9575	Distributor 28	0.9130	Distributor 53	0.9596
Distributor 4	0.9445	Distributor 29	0.8587	Distributor 54	0.9650
Distributor 5	0.9560	Distributor 30	0.6355	Distributor 55	0.9614
Distributor 6	0.9426	Distributor 31	0.9300	Distributor 56	0.9514
Distributor 7	0.9671	Distributor 32	0.9623	Distributor 57	0.9500
Distributor 8	0.9622	Distributor 33	0.9601	Distributor 58	0.9547
Distributor 9	0.9567	Distributor 34	0.9488	Distributor 59	0.9578
Distributor 10	0.9613	Distributor 35	0.9482	Distributor 60	0.9489
Distributor 11	0.9788	Distributor 36	0.9516	Distributor 61	0.9672
Distributor 12	0.9611	Distributor 37	0.9718	Distributor 62	0.9574
Distributor 13	0.9778	Distributor 38	0.7121	Distributor 63	0.9610
Distributor 14	0.9796	Distributor 39	0.9745	Distributor 64	0.9653
Distributor 15	0.9597	Distributor 40	0.9546	Distributor 65	0.9727
Distributor 16	0.9509	Distributor 41	0.9620	Distributor 66	0.9633
Distributor 17	0.9709	Distributor 42	0.9598	Distributor 67	0.9428
Distributor 18	0.9602	Distributor 43	0.9364	Distributor 68	0.9649
Distributor 19	0.9804	Distributor 44	0.9687	Distributor 69	0.9681
Distributor 20	0.7479	Distributor 45	0.9557	Distributor 70	0.9743
Distributor 21	0.6339	Distributor 46	0.9588	Distributor 71	0.9473
Distributor 22	0.7598	Distributor 47	0.9594	Distributor 72	0.9567
Distributor 23	0.9072	Distributor 48	0.9497	Distributor 73	0.9547
Distributor 24	0.7187	Distributor 49	0.9477	Distributor 74	0.9639
Distributor 25	0.9336	Distributor 50	0.9601		

4.7.5 Utilitas Truk

Dalam simulasi in diperhatikan pula tingkat kegunaan atau utilitas kendaraan. Utilitas truk merupakan perbandingan antara waktu pemakaian truk terhadap waktu keseluruhan running simulasi. Berikut ini adalah report ARENA terkait utilitas truk pada simulasi kebijakan eksisting selama tiga kali replikasi.

Truk 40 Ton	
Usage	Average
Number Scheduled	1,000.00
Scheduled Utilization	0.4066
Instantaneous Utilization	0.4066
Number Busy	406.56
Total Number Seized	30,123.00

Gambar 4. 28 Utilitas Truk Simulasi Perbaikan Pada Replikasi 1

Truk 40 Ton	
Usage	Value
Scheduled Utilization	0.4025
Total Number Seized	29,827.00
Number Busy	402.54
Number Scheduled	1,000.00
Instantaneous Utilization	0.4025

Gambar 4. 29 Utilitas Truk Simulasi Perbaikan Pada Replikasi 1

Truk 40 Ton	
Usage	Value
Scheduled Utilization	0.4017
Number Busy	401.68
Number Scheduled	1,000.00
Instantaneous Utilization	0.4017
Total Number Seized	29,852.00

Gambar 4. 30 Utilitas Truk Simulasi Perbaikan Pada Replikasi 1

Dari hasil 3 kali replikasi running simulasi perbaikan yang didapatkan dari report resources software ARENA, didapatkan rata-rata utilitas truk pada simulasi perbaikan sebesar 0,4036 atau sebesar 40,36%.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

ANALISA DAN INTERPRETASI DATA

5.1 Analisis Simulasi Kebijakan Eksisting

Simulasi kebijakan eksisting yang dilakukan dalam penelitian ini merepresentasikan mekanisme pengiriman yang diterapkan perusahaan. Trigger pengiriman dilakukan berdasarkan rasio banyaknya produk yang sudah dikirim ke distributor terhadap keseluruhan order distributor yang dibuat di awal bulan. Trigger pengiriman ini tidak mencerminkan kebutuhan riil di pasar. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata *service level* pada simulasi kondisi eksisting sebesar 82%.

Setelah adanya keputusan pengiriman, proses selanjutnya adalah *loading* semen zak ke truk. Semua pengiriman akan dilakukan di line yang sama tanpa memperhatikan tujuan. Proses *loading* dilayani dengan sistem first in first out setelah dilakukan penugasan. Hal ini berdampak pada lama waktu antri *loading* untuk semua distributor rata-rata sama termasuk untuk pengiriman dengan jarak dekat. Hal ini berdampak pada *cycle time* yang semakin lamaserta perputaran truk yang lebih lambat.

Setelah melakukan proses *loading*, truk akan langsung diberangkatkan tanpa mempertimbangkan waktu pengiriman. Hal ini berakibat pada banyaknya truk yang harus menunggu distributor tujuan buka pada jam *time windows*nya dan waktu tunggu *time windows* ini bisa lebih lama daripada waktu kirimnya. Waktu tunggu *time windows* ini juga akan sangat lama jika truk tiba tidak pada hari kerja. Hal ini akan berakibat truk harus menunggu berhari-hari untuk bisa di-*unloading*.

Lama waktu siklus eksisting yang cenderung cukup lama akibat banyaknya waktu-waktu non-produktif juga berpengaruh pada beberapa hal. Waktu siklus yang tinggi merupakan salah satu dampak lamanya perputaran truk. Hal ini mengakibatkan produktivitas truk turun dan terbatasnya pengiriman yang bisa dilakukan karena banyaknya truk yang

dapat digunakan. Keterbatasan truk yang dapat digunakan dalam pengiriman karena lamanya waktu siklus ini juga dapat mempengaruhi *service level* distributor menjadi rendah.

5.2 Analisis Skenario Perbaikan

Pada skenario perbaikan, trigger pengiriman diubah menjadi *Stock to Demand ratio* yang memperhatikan kekritisian stok yang dimiliki distributor (*on hand* dan *in transit*) dibandingkan dengan kebutuhan distributor selama *lead time* pengiriman. Hal ini menyebabkan pengiriman tepat dilakukan untuk distributor yang sedang membutuhkan pasokan. Mekanisme pengiriman dengan menggunakan *trigger* SDR meningkatkan nilai *service level* terbobot menjadi sebesar 92%. Pada penerapan SDR sebagai trigger pengiriman dibutuhkan *information visibility* terkait kondisi stok distributor dan rata-rata kebutuhan hariannya.

Setelah truk ditugaskan, tahapan selanjutnya adalah melakukan proses *loading*. Pada simulasi perbaikan ini dilakukan pembagian *line loading* menjadi *line loading* ekspres dan *line loading standart*. *line loading* ekspres dikhususkan untuk melayani pengiriman dengan tujuan jarak pendek. Hal ini diharapkan dapat mengurangi waktu antrian untuk pengiriman jarak pendek, sehingga waktu siklus pengiriman menjadi lebih singkat dan perputaran truk menjadi lebih cepat. Sedangkan untuk *line loading* standart digunakan untuk pengiriman jarak menengah dan jarak jauh. Pengiriman jarak menengah dan jauh juga dapat menggunakan *line loading* ekspres ketika *line loading* sedang tidak digunakan untuk melakukan *loading* pengiriman jarak dekat.

Setelah *loading*, dalam skenario perbaikan ini dilakukan klasifikasi waktu kirim. Semua pengiriman jarak dekat akan dikirim pada pukul 06.00 – 12.00. range waktu ini diestimasikan agar truk dapat sampai di tempat tujuan tepat pada hari itu juga. Untuk pengiriman jarak menengah akan dikirimkan pada malam hari pada pukul 18.00 – 24.00. hal ini

dilakukan dengan mengestimasi bahwa truk akan sampai di lokasi tujuan pada keesokan harinya sehingga semen yang dikirim dapat langsung digunakan untuk memenuhi permintaan. Sedangkan untuk pengiriman jarak jauh, tidak disediakan waktu kirim khusus. Pengiriman jarak jauh dapat dilakukan kapanpun. Hal ini dilakukan karena tingginya tingkat ketidakpastian di perjalanan untuk pengiriman jarak jauh dan lama waktu pengiriman yang berhari-hari sehingga akan sulit diestimasi waktu pengiriman yang tepat.

Dampak dari penerapan mekanisme pengiriman perbaikan ini juga dapat dilihat pada lebih singkatnya waktu siklus pengiriman. Hal ini berdampak baik pada perputaran truk yang semakin cepat sehingga jumlah truk rata-rata yang tersedia juga lebih banyak. Hal ini secara tidak langsung juga mempengaruhi naiknya *service level* distributor tujuan karena ketersediaan truk yang cukup banyak ketika diperlukan dilakukan pengiriman.

5.3 Perbandingan Kebijakan Eksisting dan Skenario Perbaikan

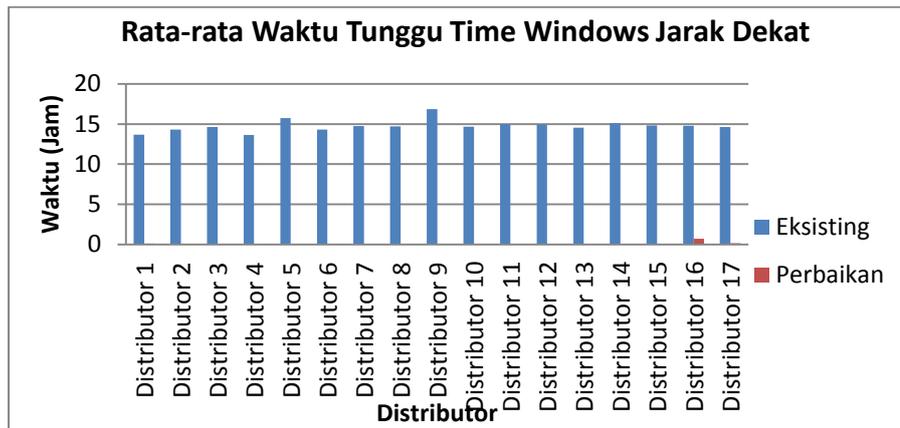
Pada tahap ini dilakukan analisa perbandingan antara hasil dari simulasi kebijakan eksisting dengan skenario perbaikan yang telah dilakukan.

5.3.1 Analisa Perbandingan Waktu Tunggu Time Windows Sesuai Klasifikasi Jarak

Waktu tunggu time windows dihitung mulai truk tiba di lokasi distributor sampai gudang distributor buka pada *time windows*nya. Dari hasil *running* simulasi kebijakan eksisting dan simulasi perbaikan didapatkan hasil seperti pada gambar di bawah ini

1. Perbandingan Waktu Tunggu Time Windows Jarak Dekat

Pada pengiriman jarak dekat, yaitu pada range jarak dibawah 150 Km didapatkan hasil waktu tunggu *time windows* seperti pada grafik di bawah ini.

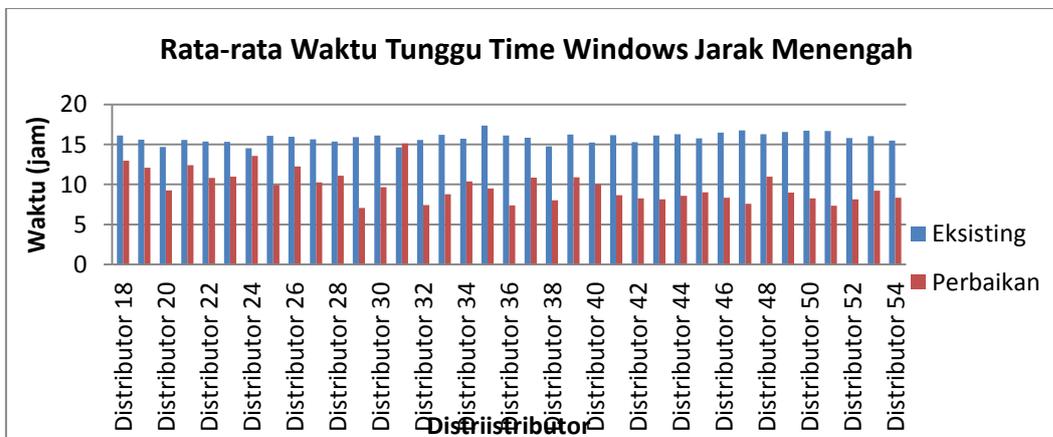


Gambar 5. 1 Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Dekat (Dalam Jam)

Secara keseluruhan untuk waktu tunggu *time windows* tujuan jarak dekat menurun setelah dilakukan perbaikan dengan menerapkan klasifikasi waktu kirim untuk pengiriman jarak dekat dimulai dari pukul 06.00 – 12.00. Bahkan hampir seluruh distributor dengan jarak dekat tidak perlu menunggu *time windows* sama sekali (waktu tunggu *time windows* = 0). Hal ini terjadi karena setelah dilakukan perbaikan, secara umum pengiriman untuk jarak dekat dapat sampai di lokasi distributor langsung pada hari itu juga dan di dalam *range time windows* distributor.

2. Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Menengah

Berikut ini adalah hasil perbandingan waktu tunggu *time windows* eksisting dan setelah dilakukan perbaikan dengan melakukan pengiriman sesuai range waktu yang disediakan.

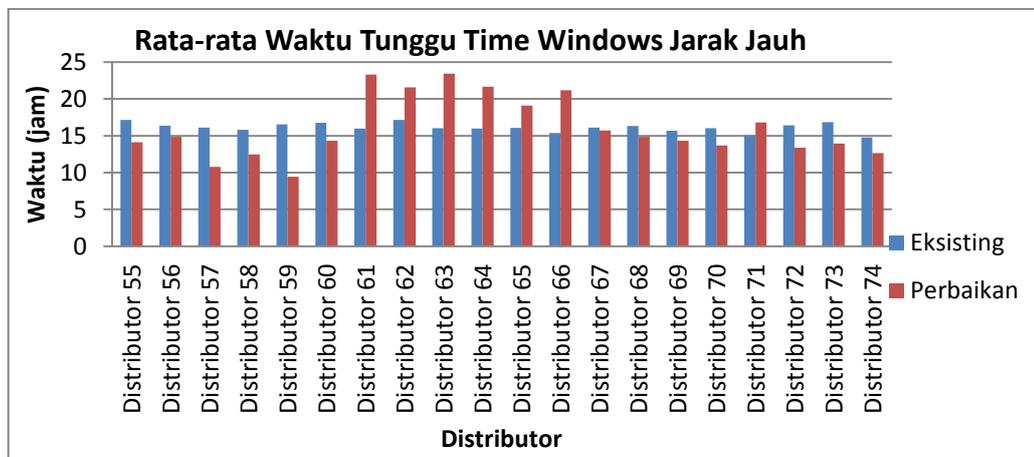


Gambar 5. 2 Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Menengah (Dalam Jam)

Dari hasil perbandingan diatas dapat diketahui bahwa semua distributor jarak menengah mengalami penurunan waktu tunggu *time windows*. Hal ini terjadi karena pada jarak menengah pada simulasi perbaikan, untuk pengiriman jarak menengah diterapkan aturan pengiriman dilakukan pada pukul 18.00 – 24.00. hal ini dilakukan agar pengiriman dapat sampai di lokasi distributor pada keesokan harinya, sehingga jumlah truk yang tiba di lokasi tujuan diluar *time windows* distributor menurun dan berakibat menurunnya rata-rata waktu tunggu *time windows*.

3. Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Jauh

Berikut ini adalah hasil perbandingan waktu tunggu *time windows* eksisting dan setelah dilakukan perbaikan dengan melakukan pengiriman sesuai range waktu yang disediakan.

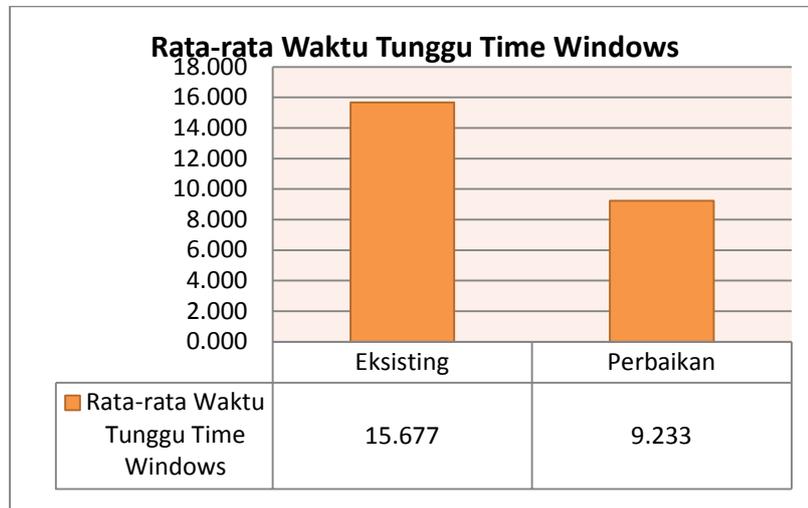


Gambar 5. 3 Waktu Tunggu *Time Windows* Jarak Jauh (Dalam Jam)

Pada tujuan jarak jauh, waktu tunggu *time windows* tidak terlalu banyak berubah. Hal ini dikarenakan pada skenario perbaikan tidak ada mekanisme yang mengatur waktu pengiriman untuk jarak jauh dikarenakan terlalu besarnya ketidakpastian di jalan akibat jarak tempuh yang jauh.

4. Perbandingan Waktu tunggu *Time Windows* secara Keseluruhan

Berikut ini adalah gambaran perbandingan waktu tunggu *time windows* keseluruhan antara simulasi kebijakan eksisting dengan simulasi perbaikan.



Gambar 5. 4 Perbandingan Waktu Tunggu *Time Windows* Keseluruhan (Dalam Jam)

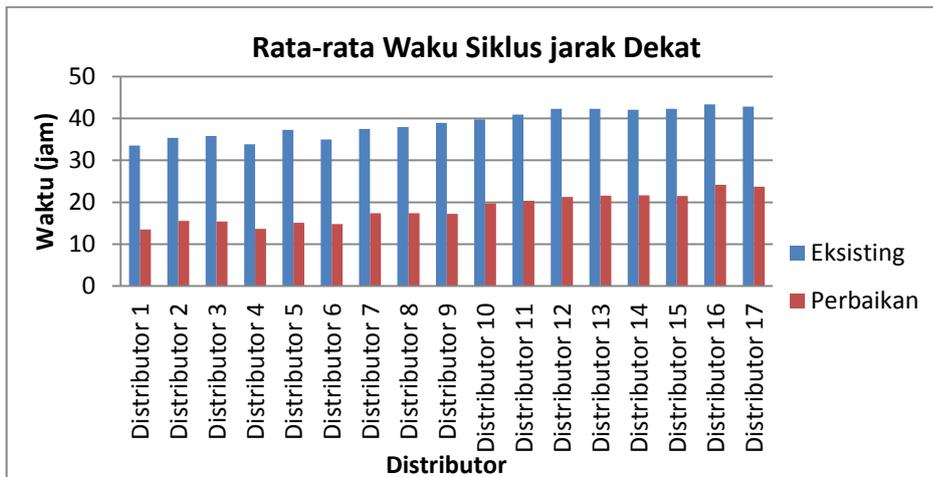
Penerapan klasifikasi waktu pemberangkatan untuk jarak dekat, jarak menengah dan jarak jauh telah berhasil mengurangi waktu tunggu *time windows* secara keseluruhan. Dari hasil simulasi yang dilakukan, waktu tunggu *time windows* perbaikan turun dari awalnya 15,677 jam menjadi 9, 233 jam. Penurunan yang terjadi sebesar 6,443 jam atau sekitar 41,1% dibanding waktu tunggu *time windows* eksisting.

5.3.2 Analisa Perbandingan Waktu siklus Sesuai Klasifikasi jarak

Perhitungan waktu siklus dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melakukan satu pengiriman ke distributor dan kembali lagi ke pabrik

1. Perbandingan Waktu Siklus Pengiriman Jarak Dekat

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara waktu siklus pada simulasi kebijakan eksisting dengan waktu siklus pada skenario perbaikan.

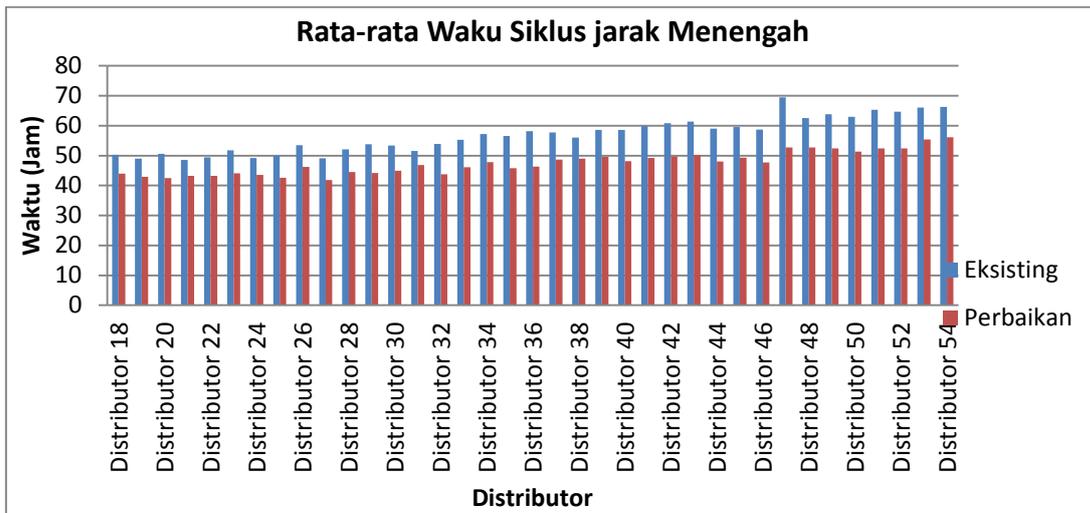


Gambar 5. 5 Perbandingan *Cycle time* Tujuan Jarak dekat (Dalam Jam)

Grafik diatas menunjukkan penurunan yang signifikan antara waktu siklus eksisting dan setelah perbaikan untuk tujuan pengiriman jarak dekat. Hal ini terjadi karena pada skenario perbaikan diterapkan kebijakan pembagian *loading* standart dan *loading* ekspres. *Loading* ekspres diutamakan untuk pengiriman jarak dekat dengan tujuan untuk mengurangi waktu antri *loading* pengiriman jarak dekat. Selain itu, penurunan *cycle time* ini juga merupakan dampak dari penurunan waktu tunggu *time windows* setelah dilakukan klasifikasi waktu kirim. Waktu siklus perbaikan menjadi 18,45 jam dari waktu siklus eksisting yang selama 38,86 jam. Presentase penurunan waktu siklus untuk jarak dekat cukup signifikan yaitu 52,5%.

2. Perbandingan Waktu Siklus Pengiriman Jarak Menengah

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara waktu siklus pada simulasi kebijakan eksisting dengan waktu siklus pada skenario perbaikan untuk pengiriman jarak jauh.

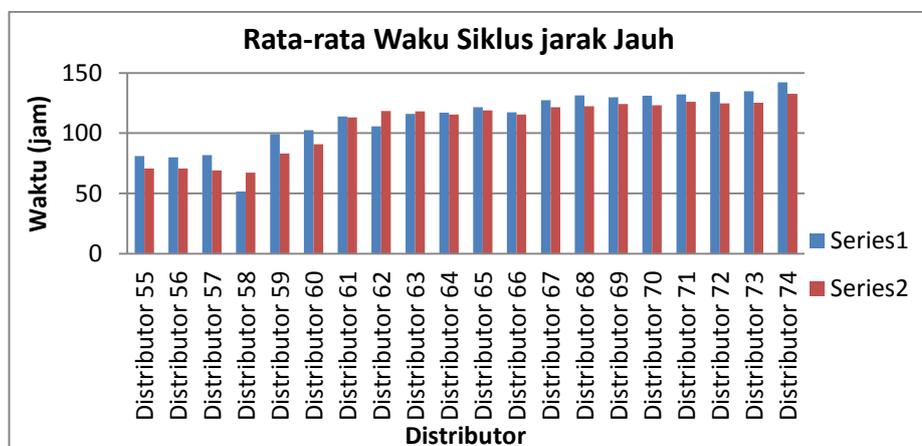


Gambar 5. 6 Perbandingan Cycle time Tujuan Jarak Menengah (Dalam Jam)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa secara umum waktu siklus dalam satu kali pengiriman untuk tujuan jarak menengah berkurang, meskipun tidak cukup signifikan dibandingkan kondisi pada kebijakan eksisting. Hal ini dikarenakan waktu siklus dimulai sejak dimulainya keputusan penugasan. Sehingga waktu untuk menunggu jam keberangkatan juga masuk dalam perhitungan *cycle time*.

3. Perbandingan Waktu Siklus Pengiriman Jarak Jauh

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara waktu siklus pada simulasi kebijakan eksisting dengan waktu siklus pada skenario perbaikan untuk pengiriman jarak jauh.

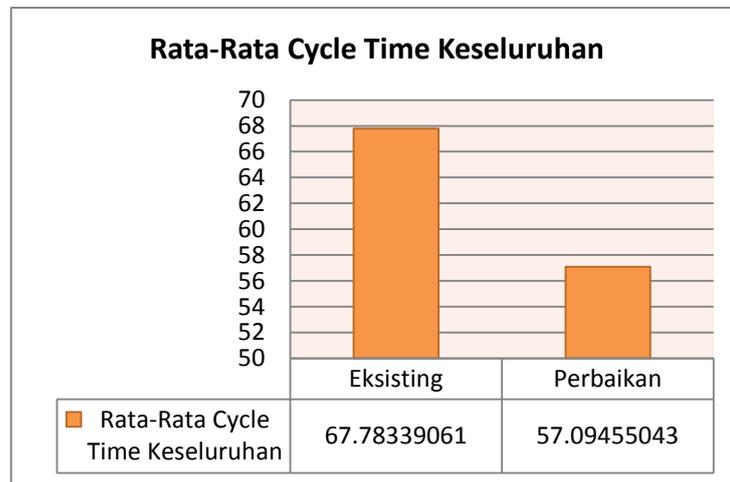


Gambar 5. 7 Perbandingan Cycle time Tujuan Jarak Jauh (Dalam Jam)

Dilihat dari grafik diatas, waktu siklus untuk pengiriman jarak jauh tidak terlalu berkurang secara signifikan. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini tidak terlalu difokuskan untuk pengiriman jarak jauh dikarenakan sulitnya dilakukan control maupun estimasi pada pengiriman jarak jauh akibat tingginya ketidakpastian selama di jalan dan lamanya waktu kirim.

4. Perbandingan Waktu Siklus Keseluruhan

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara waktu siklus pada simulasi kebijakan eksisting dengan waktu siklus pada skenario perbaikan secara keseluruhan.

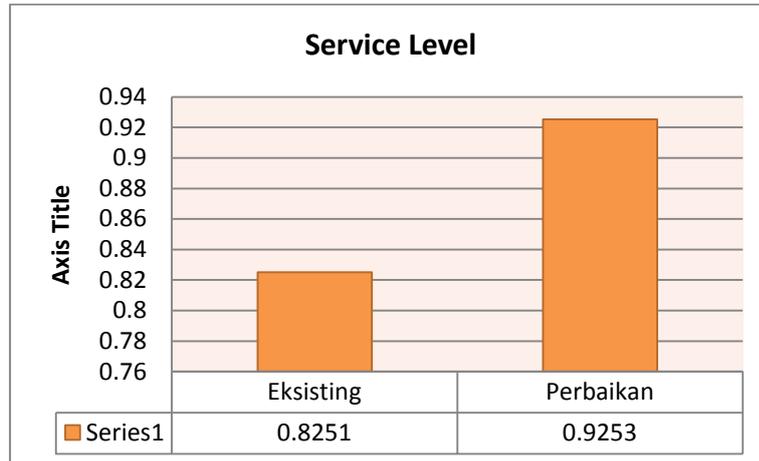


Gambar 5. 8 Perbandingan Cycle Time Keseluruhan (Dalam Jam)

Dari hasil perbaikan yang telah dilakukan dalam skenario perbaikan melalui penerapan klasifikasi line *loading* dan klasifikasi waktu kirim telah berhasil mereduksi *cycle time* secara keseluruhan untuk 74 distributor tujuan. Perbaikan yang dilakukan telah berhasil mengurangi waktu siklus dari 67,78 jam menjadi 57,094 jam. Hal ini berarti waktu siklus setelah dilakukan perbaikan berkurang 10,68 jam atau 16% dibanding kebijakan eksisting.

5.3.3 Analisa Perbandingan *Service level* Distributor

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara *service level* pada simulasi kebijakan eksisting dengan *service level* pada skenario perbaikan secara keseluruhan.

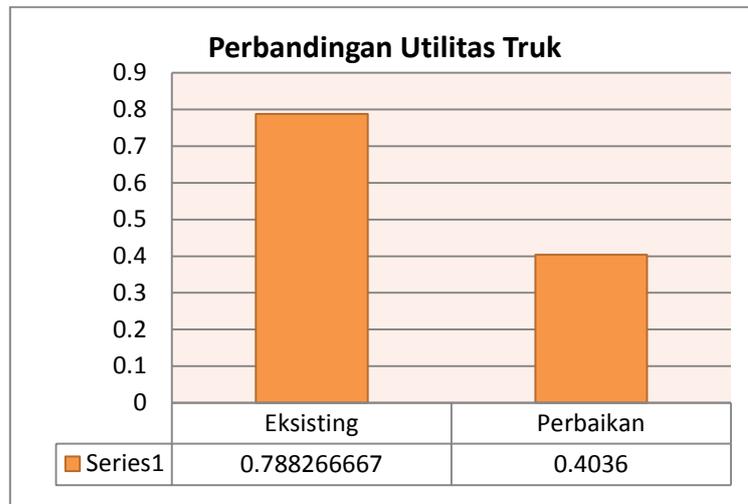


Gambar 5. 9 Perbandingan *Service level* Keseluruhan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *service level* dari simulasi perbaikan menunjukkan nilai yang lebih baik. Peningkatan *service level* terbobot yang terjadi sekitar 0.1 atau 10%. Hal ini terjadi akibat penerapan *Stock to Demand Ratio* dalam melakukan pengiriman, sehingga pengiriman dapat dilakukan tepat pada distributor yang *stockinventory*-nya kritis.selain itu, hal ini juga diakibatkan oleh penerapan klasifikasi line *loading* dan waktu pengiriman yang berakibat waktu siklus lebih cepat. Dengan waktu siklus yang lebih cepat, ketersediaan kendaraan menjadi lebih banyak sehingga kebutuhan pengiriman dapat dipenuhi.

5.3.4 Analisa Perbandingan Utilitas Truk

Berikut ini merupakan grafik perbandingan antara utilitas truk pada simulasi kebijakan eksisting dengan utilitas pada skenario perbaikan secara keseluruhan.



Gambar 5. 10 Perbandingan Utilitas Truk

Dari grafik diatas diketahui bahwa utilitas truk rata-rata pada simulasi perbaikan cenderung berkurang dibandingkan pada simulasi eksisting. Hal ini dikarenakan waktu siklus perbaikan lebih singkat dibanding waktu silus pada simulasi eksisting. Waktu siklus yang lebih cepat ini membuat perputaran truk lebih cepat, sehingga rata-rata truk yang digunakan mengalami penurunan. Khususnya untuk pengiriman jarak dekat yang penurunan waktu siklusnya cukup signifikan sehingga membuat perputaran truk menjadi lebih cepat. Dari data rata-rata selama 3 kali replikasi didapatkan rata-rata utilitas truk pada skenario eksisting adalah 0,7826 atau dibutuhkan rata-rata 783 truk untuk melakukan pengiriman, sedangkan pada skenario perbaikan utilitas truk sebesar 0,4036 atau dibutuhkan rata-rata 404 truk. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan skenario perbaikan, berpotensi menghemat jumlah truk yang digunakan sebesar 384 truk atau dapat dikatakan simulasi perbaikan dapat menghemat penggunaan truk sebesar 48,79% dari jumlah truk yang dibutuhkan pada simulasi kebijakan eksisting.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran bagi penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain :

1. Pada simulasi perbaikan telah dilakukan sorting tujuan kirim berdasarkan *stock criticality* menggunakan *Stock to Demand Ratio* yang menyebabkan pengiriman dilakukan dengan *trigger* yang akurat.
2. Perbaikan berupa penerapan jadwal kirim untuk pengiriman jarak dekat pada pukul 06.00 – 12.00, jarak menengah pada pukul 18.00 – 12.00 menyebabkan penurunan pada waktu tunggu *time windows* untuk tiap distributor. Hasil ini dibuktikan dengan turunnya waktu tunggu *time windows* keseluruhan dari eksisting selama 15,667 jam dan setelah perbaikan turun menjadi selama 9,233 jam. Penurunan waktu tunggu *time windows* yang terjadi adalah 6,443 jam atau sekitar 41,1% dibanding waktu tunggu *time windows* eksisting.
3. Perbaikan berupa penerapan klasifikasi line *loading* dan klasifikasi waktu kirim telah berhasil mereduksi *cycle time* secara keseluruhan untuk 74 distributor tujuan. Perbaikan yang dilakukan telah berhasil mengurangi waktu siklus dari 67,78 jam menjadi 57,094 jam. Hal ini berarti waktu siklus setelah dilakukan perbaikan berkurang 10,68 jam atau 16% dibanding kebijakan eksisting.
4. Setelah dilakukan perbaikan, terjadi peningkatan *service level* terbobot sekitar 0.1 atau 10%. Hal ini terjadi akibat penerapan *Stock to Demand Ratio* dalam melakukan pengiriman, sehingga pengiriman dapat dilakukan tepat pada distributor yang *stockinventory*-nya kritis. selain itu, hal ini juga diakibatkan oleh penerapan klasifikasi line *loading* dan waktu pengiriman yang berakibat waktu siklus lebih cepat. Dengan waktu siklus yang lebih cepat, ketersediaan kendaraan menjadi lebih banyak sehingga kebutuhan pengiriman dapat dipenuhi.

5. Waktu siklus yang lebih cepat ini membuat perputaran truk lebih cepat, sehingga rata-rata truk yang digunakan mengalami penurunan. Dengan menerapkan kebijakan skenario rata-rata utilitas truk pada skenario eksisting adalah 0,7826 atau dibutuhkan rata-rata 783 truk untuk melakukan pengiriman, sedangkan pada skenario perbaikan utilitas truk sebesar 0,4036 atau dibutuhkan rata-rata 404 truk. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan skenario perbaikan, berpotensi menghemat jumlah truk yang digunakan sebesar 384 truk atau dapat dikatakan simulasi perbaikan dapat menghemat penggunaan truk sebesar 48,79% dari jumlah truk yang dibutuhkan pada simulasi kebijakan eksisting.
6. Mekanisme Trigger pengiriman sebaiknya menggunakan *Stock to Demand Ratio* karena mempertimbangkan *stock criticality* dan terbukti dapat meningkatkan *service level* distributor.
7. Klasifikasi waktu kirim yang dapat mengurangi waktu siklus pengiriman adalah jarak dekat pada pukul 06.00 – 12.00, jarak menengah pada pukul 18.00 – 24.00 dan jarak jauh pada sembarang waktu.

6.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Jumlah tujuan yang digunakan dalam pengiriman lebih banyak dan lebih rinci sehingga mendekati kondisi *real* di lapangan. Termasuk juga pertimbangkan toko-toko yang dilayani secara langsung oleh perusahaan
2. Pada penelitian ini tidak mempertimbangkan ekspediter dan perilaku dari masing-masing distributor. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dipertimbangkan pengiriman dengan menggunakan ekspediter yang memiliki tujuan-tujuan yang dilayani.

DAFTAR PUSTAKA

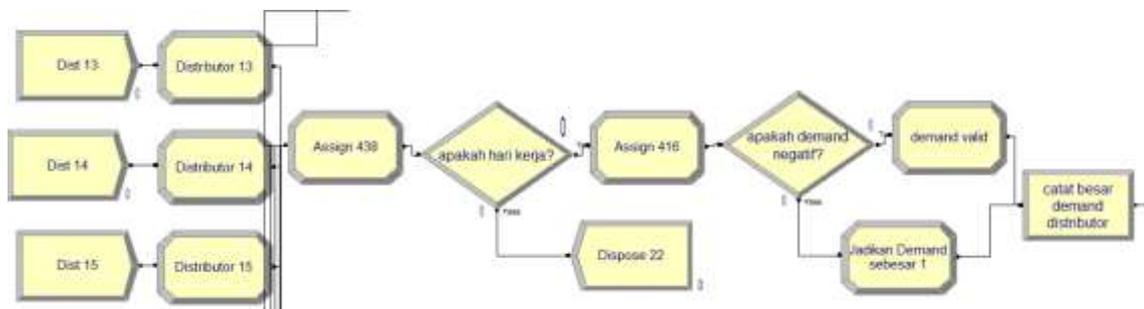
- Ballou, Ronald H. 2004, *Business Logistic Management*, Fifth Edition. Prectice Hall, New jersey.
- Derigs, Ulrich., Pullmann, Markus., & Vogel, Ulrich. (2012) *Truck and Trailer routing — Problems, heuristics and computational experience*. Computers & Operations Research 40 pp 536–546
- Kelton, D. W., Sadowski, R.P., & Sturrock,D. T. (2006). *Simulation With Arena*. Mc Graw-Hill Book Co., Singapore.
- Madasari, W. R. (2012), Analisis Biaya Distribusi dan Transportasi Untuk Jaringan Distribusi Semen Dengan Adanya Packing Plant (StudiKasus: PT. Semen Gresik (Persero), Tbk.). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Moretto, Antonella. Et al. 2014. *The benefits of supply Chain Visibility: A Value assessment Model*. International Journal production Economics pp 1-19,
- Pujawan, I Nyoman.,& Mahendrawathi, 2010, *Supply Chain Management* (Edisi Kedua). Surabaya: Guna Widya.
- Renspandy, R. P. (2013). *Penjadwalan Dispatching Truk dari Packer Di Pabrik Semen Indonesia Tuban*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tersine, Richard J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*(Fourth Edition). New Jersey: A Simon & Schuster Company.
- Yu, Vincent F., Lin,Shih-Wei., & Chou, Shuo-Yan. (2010). *A note on the truck and trailer routing problem*. Journal of Expert Systems with Applications, pp 899–903
- Zipkin, P. (1996). Managing *Inventory* with The Prospect of Obsolescence. *Operations Research*, 44, 215-222.

LAMPIRAN

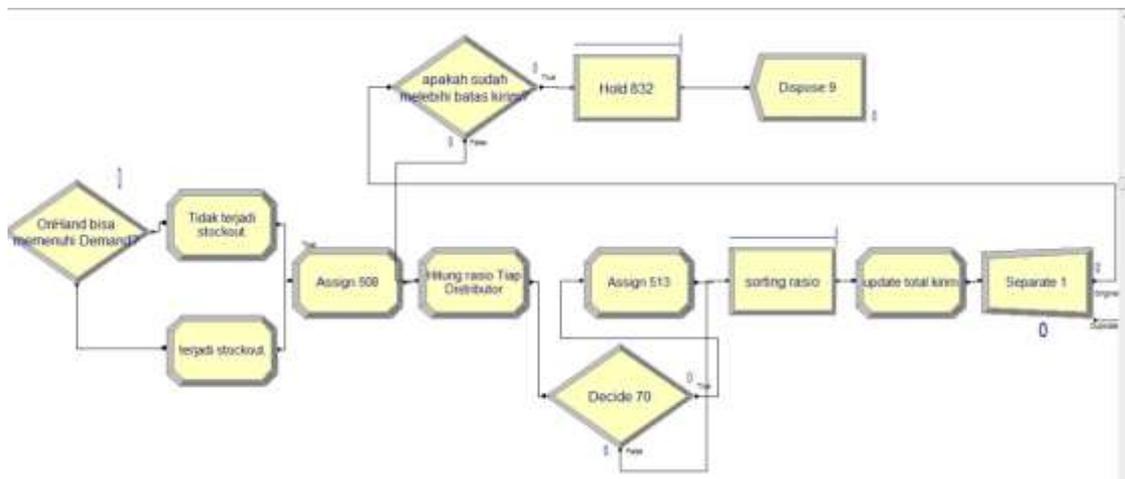
Pada lampiran berikut ini ditunjukkan logika model simulasi pada software ARENA dalam membangun simulasi kebijakan eksisting dan simulasi perbaikan. Pada gambar lampiran berikut ini tidak ditampilkan proses untuk seluruh distributor tujuan dikarenakan *space* tidak mencukupi, sehingga proses yang ditampilkan secara keseluruhan namun diwakili oleh beberapa distributor tujuan.

1. Simulasi Kebijakan Eksisting

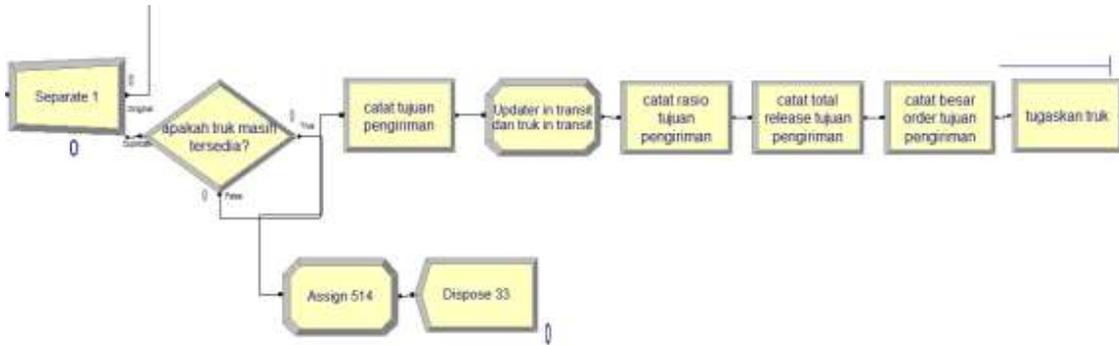
Logika kedatangan permintaan setiap hari pada ARENA



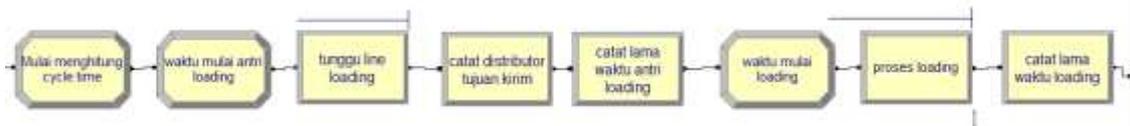
Logika sorting tujuan pengiriman berdasarkan rasio kirim pada ARENA



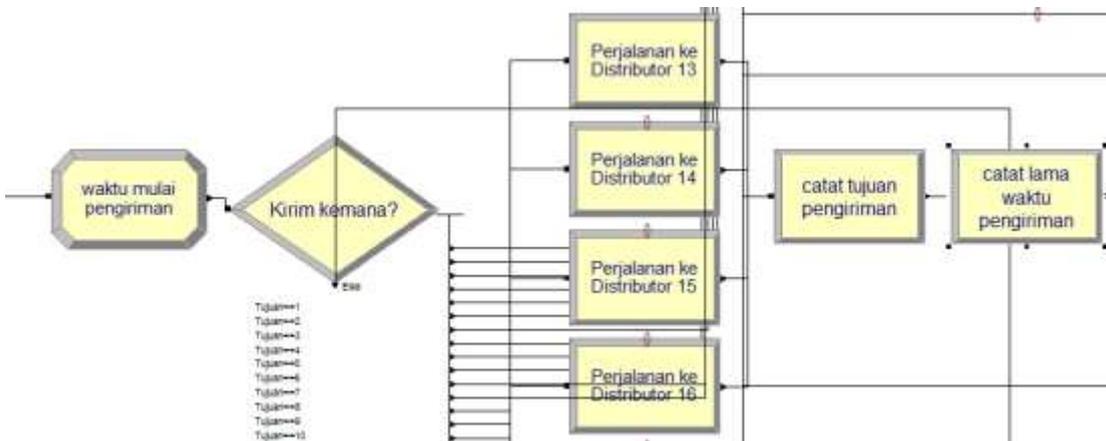
Logika penugasan truk pada ARENA



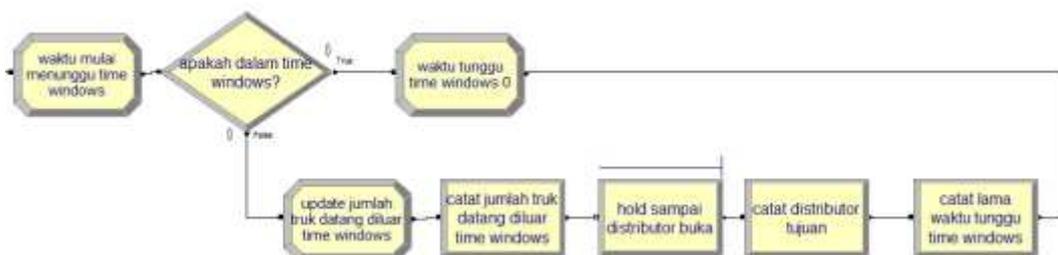
Logika proses loading pada ARENA



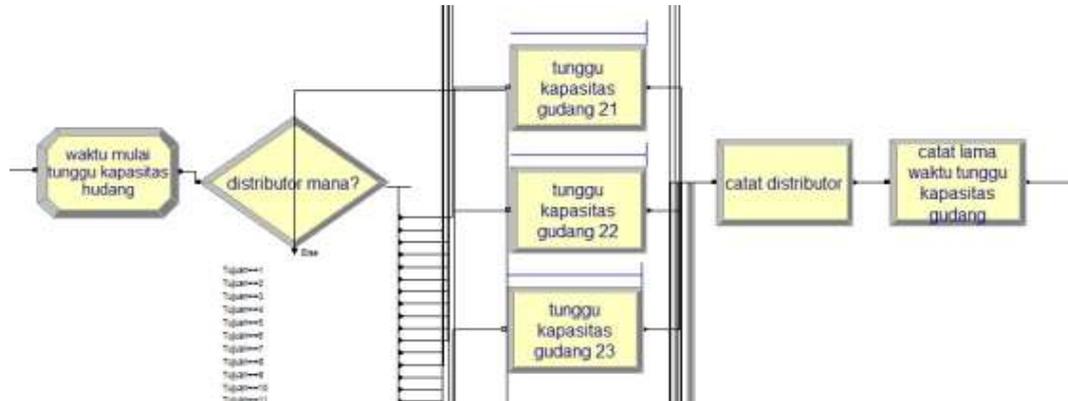
Logika proses pengiriman pada ARENA



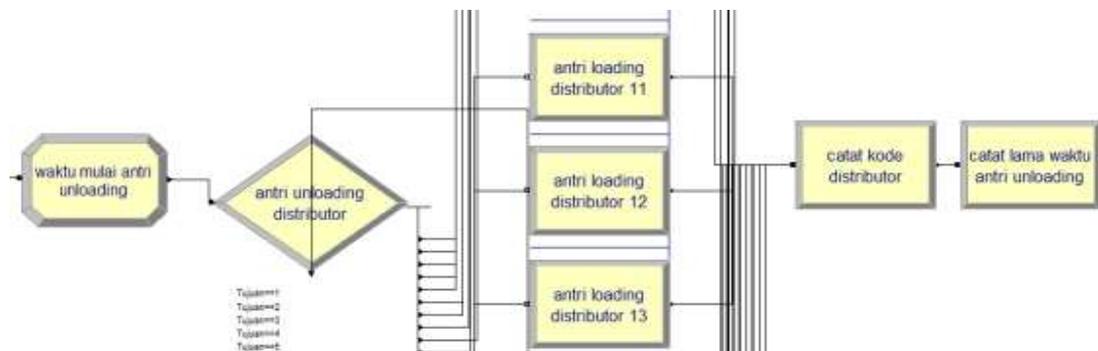
Logika proses menunggu Time windows pada ARENA



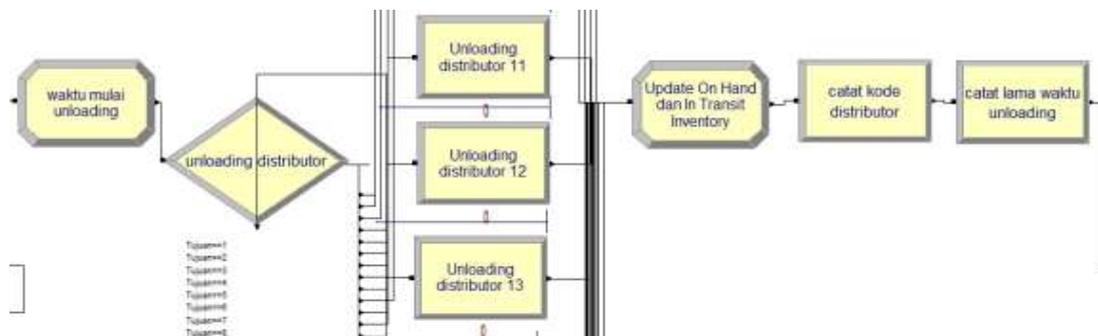
Logika Proses Menunggu Kapasitas Gudang pada ARENA



Logika Proses Antri Loading pada ARENA



Logika Proses Unloading pada ARENA

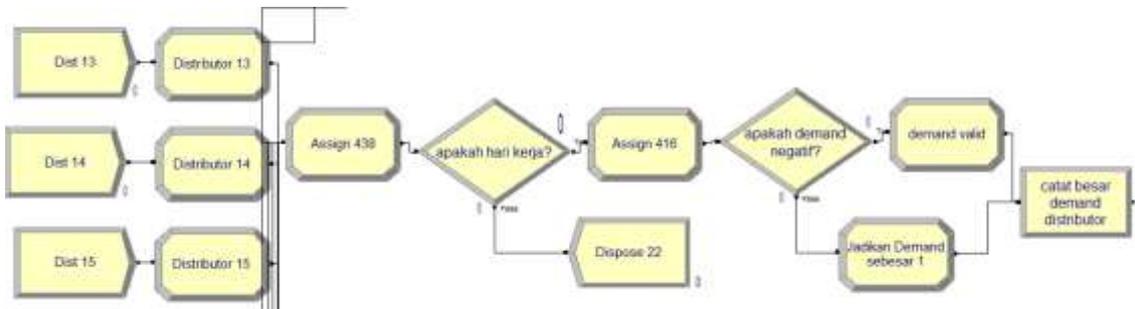


Logika Proses Perjalanan Kembali ke Pabrik pada ARENA

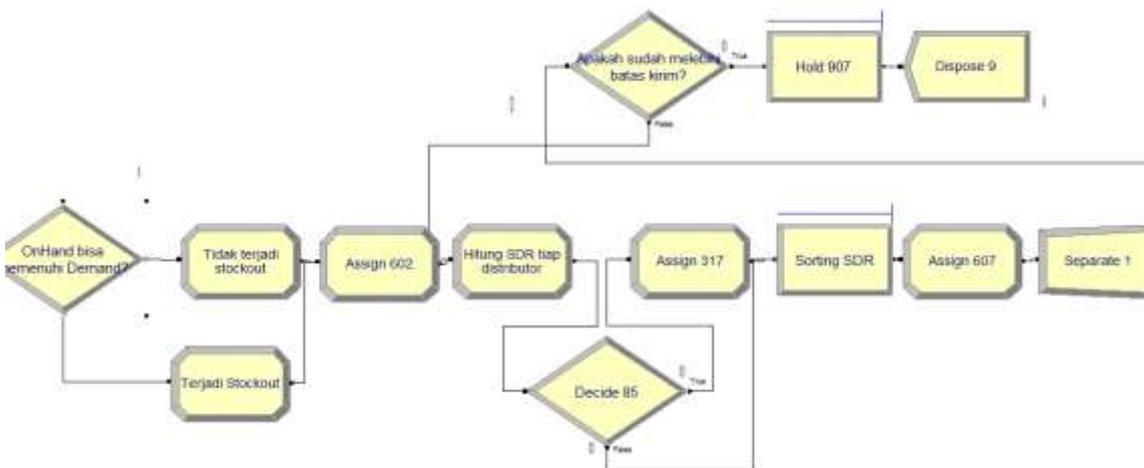


2. Skenario Perbaikan

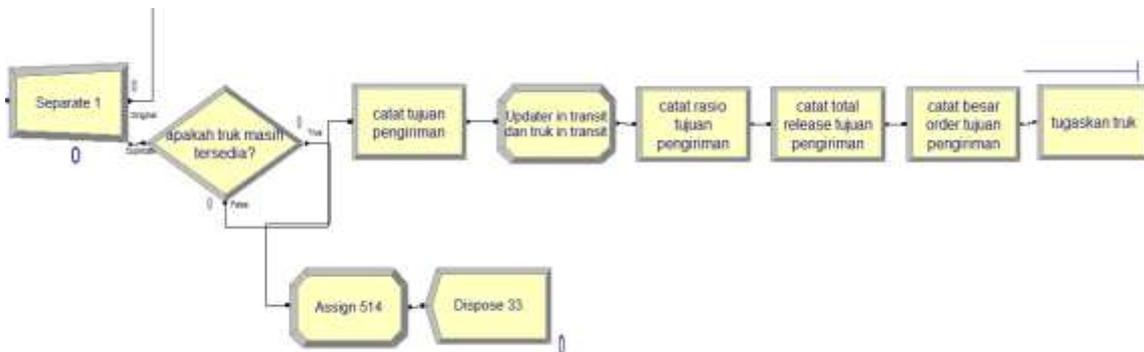
Logika kedatangan permintaan setiap hari pada ARENA



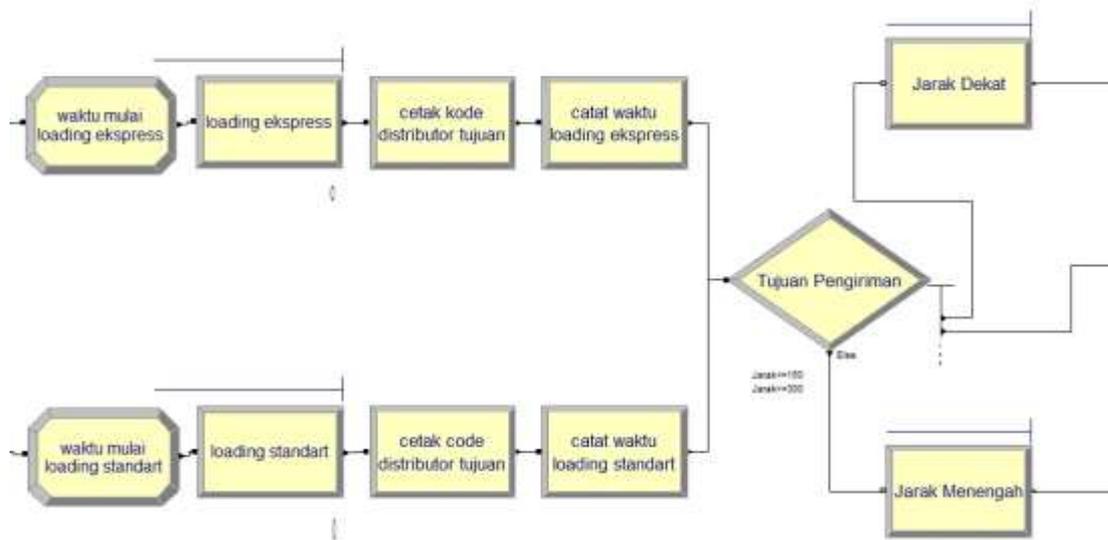
Logika sorting tujuan pengiriman berdasarkan *Stock to Demand Ratio* pada ARENA



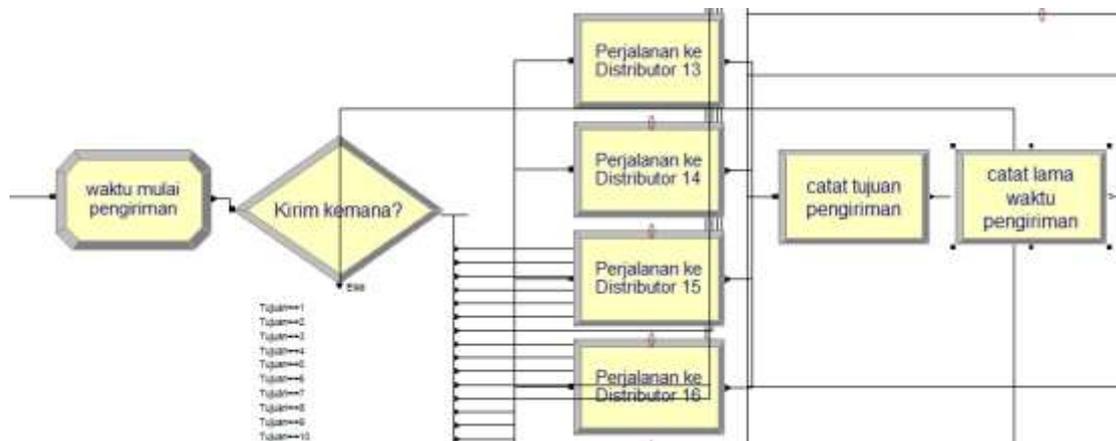
Logika penugasan truk pada ARENA



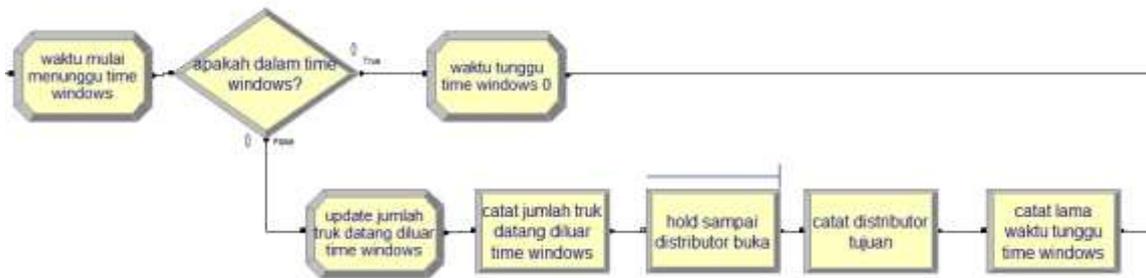
Logika proses *loading line standart* dan *line* ekspres serta segmentasi waktu pengiriman pada ARENA



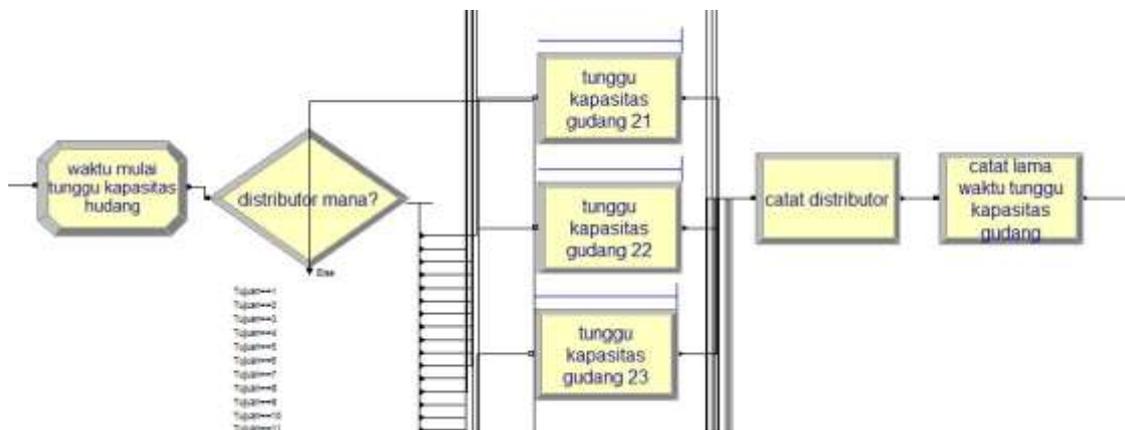
Logika proses pengiriman pada ARENA



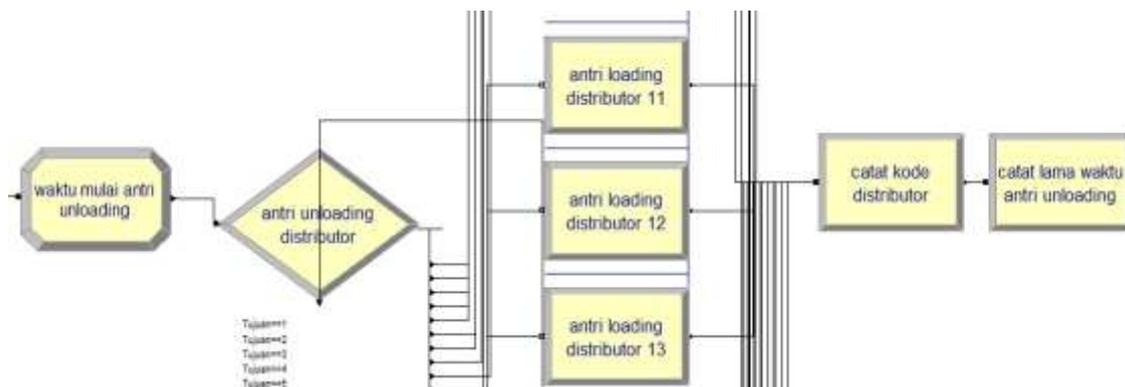
Logika proses menunggu Time windows pada ARENA



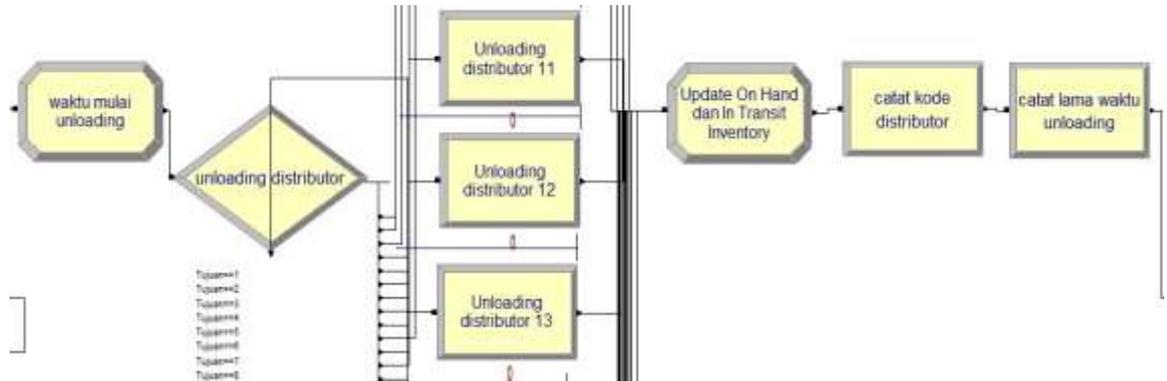
Logika Proses Menunggu Kapasitas Gudang pada ARENA



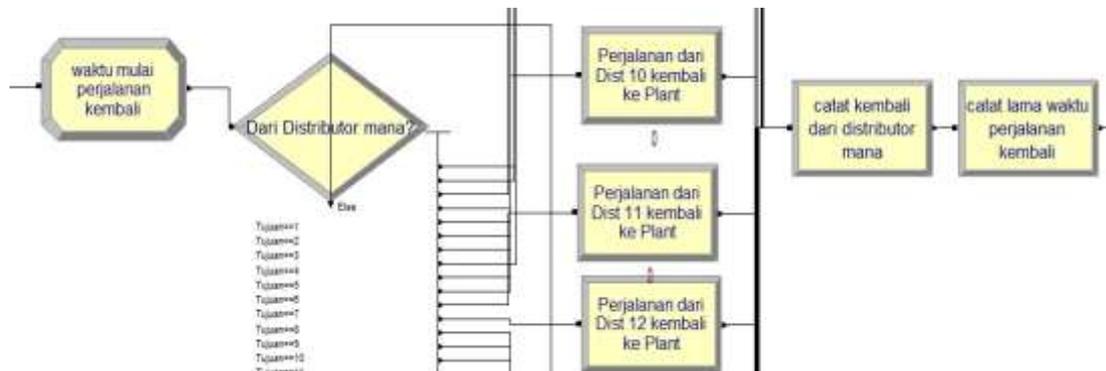
Logika Proses Antri Loading pada ARENA



Logika Proses Unloading pada ARENA



Logika Proses Perjalanan Kembali ke Pabrik pada ARENA



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Evi Nila Cristina, yang lahir pada 12 Agustus 1992 di kota Lamongan ini tercatat sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Industri ITS angkatan 2010. Sebelumnya penulis menempuh pendidikannya di SDN Pacar Kembang 1, SMP Negeri 9 Surabaya dan SMA Negeri 2 Surabaya.

Selama masa kuliah di Teknik Industri ITS, penulis yang memiliki hobi *traveling* ini aktif mengikuti organisasi dan kegiatan yang mengasah softskill dan hardskill. Pada tahun pertama kuliah penulis bergabung dengan UKM entrepreneurship WE&T, pada tahun kedua kuliah penulis bergabung dengan Himpunan Mahasiswa Teknik Industri sebagai staff departemen Sosial Masyarakat dan mengikuti PPLKMM yang menjadikan penulis sebagai Pemandu LKMM FTI ITS. Pada tahun ketiga kuliah, penulis berkesempatan mendapatkan Djarum Beasiswa Plus dari Djarum Foundation yang memberikan tidak hanya support finansial namun juga berbagai kesempatan mengikuti pelatihan softskill dan pengembangan diri. Selain itu, penulis juga berkesempatan menjadi senator pada Senat Mahasiswa Teknik Industri serta menjadi Asisten Laboratorium Logistik dan Supply Chain Management sampai tahun keempat perkuliahan. Pada tahun keempat perkuliahan, penulis juga berkesempatan untuk bergabung dalam tim penelitian di Balai Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum.

Penulis memiliki ketertarikan pada bidang logistik dan rantai pasok khususnya distribusi. Selama bergabung menjadi Asisten Laboratorium Logistik dan Supply Chain Management, penulis berkesempatan menjadi asisten untuk beberapa mata kuliah diantaranya *production & planning control*, manajemen logistik, *Supply Chain Management*, dan tergabung dalam tim asisten mata kuliah Perancangan Sistem Industri. Penulis dapat dihubungi melalui email evi.nila@rocketmail.com