



TUGAS AKHIR – TI 184833

**ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI SEMEN MENGGUNAKAN
INTERMODA KERETA API DAN TRUK PADA PT SEMEN
INDONESIA LOGISTIK**

KANNIDA PUSPA SHUBHI

NRP 02411540000024

PEMBIMBING

Dody Hartanto, S.T., M.T.

NIP. 197912292008121003

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019



FINAL PROJECT – TI 184833

**ANALYSIS OF CEMENT DISTRIBUTION SYSTEM USING
TRAIN INTERMODAL AND TRUCK AT PT SEMEN
INDONESIA LOGISTIK**

KANNIDA PUSPA SHUBHI

NRP 02411540000024

SUPERVISOR

Dody Hartanto, S.T., M.T.

NIP. 197912292008121003

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI SEMEN MENGGUNAKAN
INTERMODA KERETA API DAN TRUK PADA PT SEMEN
INDONESIA LOGISTIK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia

Oleh:

KANNIDA PUSPA SHUBHI
NRP 0241154000024

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Dody Hartanto, S.T., M.T.
NIP. 197912292008121003



ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI SEMEN MENGGUNAKAN INTERMODA KERETA API DAN TRUK PADA PT SEMEN INDONESIA LOGISTIK

Nama : Kannida Puspa Shubhi
NRP : 0241154000024
Pembimbing : Dody Hartanto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Sejak tahun 2014, PT Semen Indonesia Logistik (SILOG) telah bekerja sama dengan PT Kereta Api Indonesia (KAI) untuk mengirimkan semen ke 5 wilayah distributor dari total 37 wilayah distributor di daerah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Sementara untuk memenuhi *demand* semen di wilayah distributor lainnya, digunakan moda truk langsung dari Pabrik Tuban. Hal ini mengakibatkan kontainer gerbong datar kereta api yang disewa PT SILOG tidak pernah termuati semen secara penuh. Model matematis transportasi digunakan untuk mendapatkan solusi alternatif kombinasi moda transportasi yang paling efisien dalam pemenuhan *demand* 37 wilayah distributor. Terdapat 2 alternatif moda transportasi yaitu, intermoda kereta api-truk dan moda truk. Model simulasi diskrit dirancang sebagai sub model matematis untuk menentukan batasan jumlah kontainer yang dapat dikirim dengan menggunakan intermoda kereta api-truk. Pertimbangan dalam penggunaan model simulasi adalah batas maksimal kontainer yang dapat dikirim dengan kereta api, kedatangan tenaga kerja bongkar muat yang jumlahnya tidak pasti, serta *time window* dalam sistem distribusi. Selain itu, terdapat pertimbangan lain dalam penyusunan penelitian ini, yaitu mengenai jumlah kapasitas muatan menurut peraturan JBI (Jumlah Berat Diizinkan) yang akan membatasi kapasitas muatan truk dari mulanya sebesar 32 ton menjadi hanya 16 ton. Hasil dari penelitian ini merekomendasikan untuk melakukan 1655 ritase pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api-truk dan 1010 ritase pengiriman dengan menggunakan moda truk. Kombinasi ritase pengiriman tersebut menghasilkan total biaya paling efisien untuk memenuhi *demand* 37 wilayah distributor selama 1 bulan dengan kapasitas muatan truk sebesar 16 ton.

Kata kunci: alternatif moda transportasi, *discrete event simulation*, intermoda kereta api, JBI, model transportasi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALYSIS OF CEMENT DISTRIBUTION SYSTEM USING TRAIN INTERMODAL AND TRUCK AT PT SEMEN INDONESIA LOGISTIK

Name : Kannida Puspa Shubhi
NRP : 0241154000024
Supervisor : Dody Hartanto, S.T., M.T.

ABSTRACT

Since 2014, PT Semen Indonesia Logistik (SILOG) has collaborated with PT Kereta Api Indonesia (KAI) to deliver cement to 5 regions out of 37 regions of distributor in DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. While to fulfill the demand in other regions, truck mode is used directly from the Tuban Factory. This resulted in the containers of flat rail cars rented by PT SILOG never fully loaded with cement. The mathematical model of transportation is used to obtain alternative solutions to the most efficient combination of transportation modes in meeting the demand of 37 regions of distributor. There are 2 alternative modes of transportation, namely train intermodal and truck mode. The discrete event simulation is designed as a mathematical sub-model to determine the limits of the number of containers that can be sent using intermodal. Some consideration in the use of discrete event simulation model are the maximum limits of container that can be sent by intermodal, the numbers of *tenaga kerja bongkar muat* that is uncertain, and the time windows in distribution system. In addition, there are some considerations in this study, namely regarding the amount of load capacity according to the JBI (*Jumlah Berat Diizinkan*) regulation which will limit the truck's load capacity from the initial load capacity 32 tons to only 16 tons. The result of this study recommend to use 1655 shipping rits using intermodal and 1010 shipping rits using truck mode. The combination of these shipping rits produced the most efficient total cost to fulfill the demand of 37 distributor regions for 1 month with truck's load capacity of 16 tons.

Keyword: alternative transportation modes, discrete event simulation, JBI, train intermodal, transportation model.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Sistem Distribusi Semen Menggunakan Intermoda Kereta Api dan Truk pada PT Semen Indonesia Logistik**” ini tepat waktu. Salam dan shalawat juga senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini digunakan sebagai persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Laporan ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari beberapa pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dody Hartanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan motivasi kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Khoirul Basar selaku pembimbing eksternal, Bapak Bimo, Bapak Faris, Bapak Sigit, serta seluruh karyawan PT Semen Indonesia Logistik yang telah memberikan pengarahan dan wawasan terkait pembelajaran dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP, CLTD, Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D., serta Yudha Andrian Saputra, S.T., M.B.A. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan perbaikan untuk Tugas Akhir ini.
4. Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E, Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Industri ITS Surabaya yang telah memberikan arahan, dukungan, dan nasihat selama penulis menuntut ilmu di Departemen Teknik Industri.
5. Dra. Maduwireni (Almh.) dan Drs. Iskandar Zubir selaku kedua orang tua yang tidak pernah putus memberikan doa dan dukungan

yang luar biasa. Redatu Keris Negara S.T., selaku kakak penulis yang selalu memberikan motivasi terbaik selama masa perkuliahan.

6. Seluruh asisten laboratorium QMIPA dan Icarus yang telah banyak membantu penulis dan memberikan semangat serta motivasi selama masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
7. Sdr. Wim Adiyosantha, Sdri. Devita Indriana, Sdri. Desy Mevianti, Sdri. Ineke Septya Putri, dan Sdr. M. Haidar Rochim yang telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis selama proses penyelesaian penelitian Tugas Akhir ini.

Penulis merasa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang dapat membantu penyempurnaan penyusunan laporan ini. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi setiap orang yang membacanya.

Surabaya, Juli 2019

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	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.5.1 Batasan Penelitian	7
1.5.2 Asumsi Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Karakteristik Produk Semen PT Semen Indonesia	11
2.2 Manajemen Transportasi	13
2.2.1 Fungsi Utama Transportasi	13
2.2.2 Pihak-pihak dalam Transportasi	14
2.3 Moda Transportasi Truk	15
2.4 Moda Transportasi Kereta Api	16
2.5 Sistem <i>Third Party Logistics</i> (3PL)	21
2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan 3PL	22
2.6 Peraturan JBI	23
2.7 Simulasi Diskrit	24
2.8 Model Transportasi	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Studi Sistem	28

3.2	Pengumpulan Data	29
3.3	Penentuan <i>Throughput Rate</i> Intermoda Kereta Api-Truk Menggunakan Model Simulasi Diskrit.....	30
3.3.1	Pembuatan Model Konseptual.....	31
3.3.2	Pembuatan Model Simulasi	31
3.3.3	Perhitungan Jumlah Replikasi	31
3.3.4	Verifikasi dan Validasi	32
3.3.5	Pembuatan Ide Skenario dan Eksperimen	32
3.4	Perhitungan Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda Kereta Api-Truk dan dengan Moda Truk	32
3.5	Penentuan <i>Coverage Area</i> Menggunakan Model Matematis	33
3.6	Analisis dan Pembahasan.....	35
3.7	Kesimpulan dan Saran	35
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		37
4.1	Pengumpulan Data	37
4.1.1	Rincian Biaya Pengiriman Semen	37
4.1.2	Jenis Semen, Lokasi Pabrik, Lokasi Stasiun, dan Wilayah Distributor	40
4.1.3	Data Operasional Sistem Pengiriman Semen Menggunakan Intermoda Kereta Api.....	41
4.1.4	Data Historis Penjualan Semen Wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat	42
4.2	Pengolahan Data	43
4.2.1	Penentuan <i>Throughput Rate</i> Intermoda Kereta Api-Truk Menggunakan Simulasi Diskrit.....	44
4.2.2	Perhitungan Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda Kereta Api-Truk dan dengan Moda Truk	55
4.2.3	Penentuan <i>Coverage Area</i> Menggunakan Model Matematis	60
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		67
5.1	Analisis Hasil Penentuan <i>Throughput Rate</i> Intermoda Kereta Api-Truk	67
5.2	Analisis Hasil Penentuan <i>Coverage Area</i>	71

5.2.1	Analisis Pengaruh <i>Demand</i> dan Jarak dalam Penentuan Moda Transportasi	71
5.2.2	Analisis Pengaruh Jumlah Kapasitas Moda Transportasi Truk dalam Penentuan Moda Transportasi	73
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		77
6.1	Kesimpulan.....	77
6.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN A		81
LAMPIRAN B		85
LAMPIRAN C		95
BIOGRAFI PENULIS		103

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konsumsi Energi BBM Moda Transportasi	17
Tabel 2. 2 Jaringan Jalur Kereta Api.....	18
Tabel 2. 3 Produksi Angkutan Kereta Api.....	18
Tabel 2. 4 Klasifikasi Stasiun Babat	19
Tabel 2. 5 Klasifikasi Stasiun Pasoso	20
Tabel 2. 6 Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan MST, dan JBI.....	23
Tabel 3. 1 Elemen Sistem	30
Tabel 3. 2 Variabel Sistem	31
Tabel 4. 1 Asumsi Dasar Rincian Biaya	37
Tabel 4. 2 Indeks Biaya Pemeliharaan.....	38
Tabel 4. 3 Biaya Supir dan Kernet	39
Tabel 4. 4 Biaya Pajak, Kir, dan Asuransi Truk	39
Tabel 4. 5 Biaya Penyusutan Truk	39
Tabel 4. 6 Wilayah Distributor.....	40
Tabel 4. 7 Data Historis Penjualan Tahun 2018	42
Tabel 4. 8 Perhitungan Replikasi	49
Tabel 4. 9 Rekapitulasi <i>Real System</i> dan Simulasi	52
Tabel 4. 10 Hasil <i>Student's t Hypothesis Testing</i>	53
Tabel 4. 11 <i>Output</i> Skenario	54
Tabel 4. 12 Biaya Pengiriman Semen Tuban – Babat (<i>Fixed Cost</i>)	56
Tabel 4. 13 Biaya Pengiriman Semen Tuban – Babat (<i>Variable Cost</i> dan Total)	56
Tabel 4. 14 Tarif Pengiriman Semen Stasiun Babat - Stasiun Pasoso.....	57
Tabel 4. 15 Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda	57
Tabel 4. 16 Biaya Pengiriman Semen dengan Moda Truk	59
Tabel 4. 17 Verifikasi Biaya Pengiriman	61
Tabel 4. 18 Verifikasi Batasan <i>Supply</i> dan <i>Demand</i>	63
Tabel 4. 19 Hasil Uji Coba Titik Ekstrem.....	65
Tabel 5. 1 Hasil Skenario	67
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Pengiriman Semen dengan Kereta Api	68

Tabel 5. 3 <i>Saving Cost</i>	71
Tabel 5. 4 Ritase Pengiriman Bekasi, Kota Depok, dan Cilegon	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Konsumsi Semen Semester I-2018 (ASI, 2018)	1
Gambar 1. 2 Alur Distribusi Semen.....	3
Gambar 1. 3 Perbandingan Biaya Pengiriman Semen (PT SILOG, 2018)	4
Gambar 1. 4 Realisasi Kontainer Terkirim St. Babat – Pasoso Tahun 2018	4
Gambar 2. 1 Perubahan State Variables pada Simulasi Diskrit dan Kontinyu (Harrell, dkk., 2004).....	25
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	27
Gambar 3. 2 <i>Influence Diagram</i> Total Biaya Pengiriman dengan Moda Truk.....	33
Gambar 3. 3 <i>Influence Diagram</i> Total Biaya Pengiriman dengan Intermoda Kereta Api-Truk.....	34
Gambar 4. 1 Realisasi Kontainer Tahun 2018 (PT Semen Indonesia Logistik, 2018)	42
Gambar 4. 2 <i>Flowchart</i> Model Konseptual	45
Gambar 4. 3 Model Simulasi Keseluruhan	47
Gambar 4. 4 Model Simulasi di Pabrik Tuban.....	48
Gambar 4. 5 Model Simulasi di Stasiun Babat	48
Gambar 4. 6 Model Simulasi di Stasiun Pasoso	49
Gambar 4. 7 Verifikasi <i>Error</i> Model Simulasi	51
Gambar 4. 8 Verifikasi Jam Operasional Truk	51
Gambar 4. 9 Verifikasi Jam Kerja TKBM.....	52
Gambar 5. 1 Jumlah Kontainer yang Dapat Diangkut.....	70
Gambar 5. 2 Ritase Pengiriman dengan Jumlah Rata-rata Kontainer.....	74
Gambar 5. 3 Ritase Pengiriman dengan Jumlah Minimum Kontainer	75

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

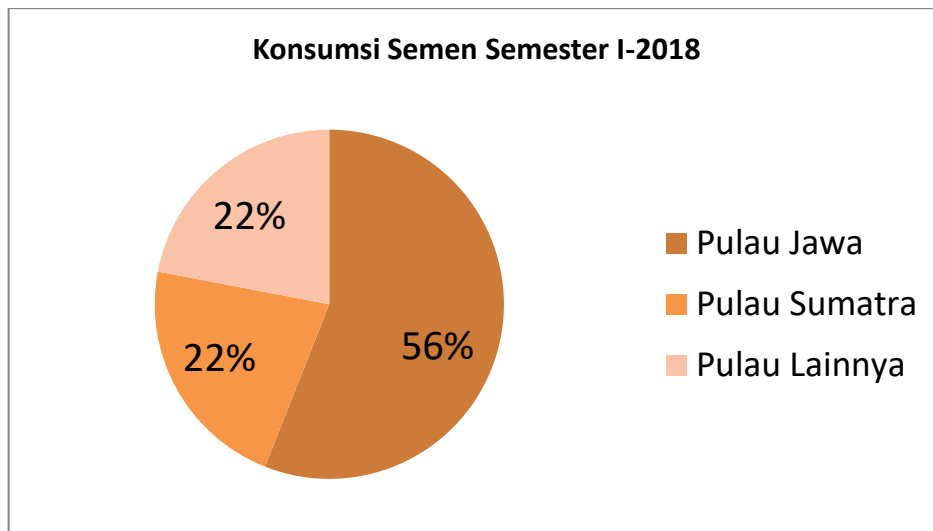
BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dari topik penelitian, rumusan masalah dari penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Semen merupakan salah satu dari sekian banyak jenis barang yang didistribusikan ke seluruh Pulau Jawa. Semen merupakan zat yang bersifat fundamental dalam proses pembangunan. Asosiasi Semen Indonesia mencatat pada semester I-2018, konsumsi semen di Pulau Jawa adalah sebesar 56%, Pulau Sumatera hanya sebesar 22%, dan pulau lainnya sebesar 22%.

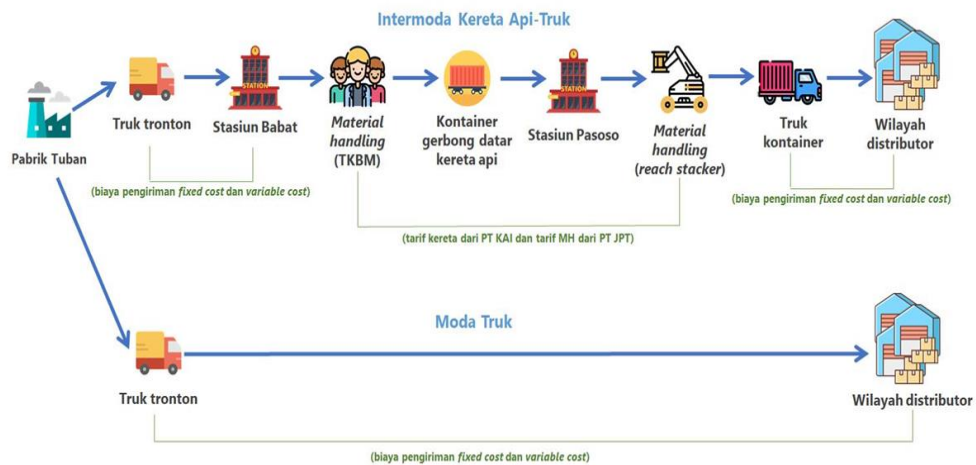


Gambar 1. 1 Konsumsi Semen Semester I-2018 (ASI, 2018)

Permintaan komoditas semen terbanyak terjadi di Pulau Jawa. Hal tersebut mengakibatkan sistem distribusi semen yang berjalan sangat padat di Pulau Jawa. Sesuai dengan salah satu misi PT Semen Indonesia yaitu “Mengembangkan usaha persemenan dan industri terkait yang berorientasikan kepuasan konsumen”, PT Semen Indonesia selalu berusaha untuk memenuhi

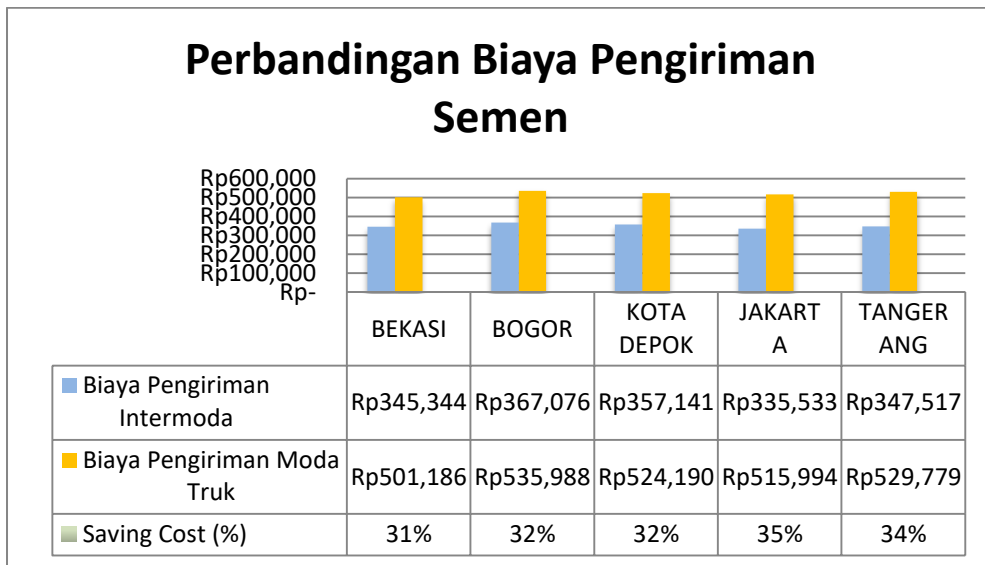
permintaan semen dari pelanggan-pelanggannya secara cepat dan tepat. Proses distribusi dimaksimalkan tidak hanya pada region Jawa Timur dan Jawa Tengah saja, tetapi meluas hingga daerah Jawa Barat. Pada mulanya, seluruh permintaan semen dikirim menggunakan truk sebagai moda transportasi. Truk akan mengirimkan semen yang diproduksi dari Pabrik Semen Indonesia di Tuban ke wilayah yang berada di Jawa Barat melalui jalur Pantura. Permasalahan yang timbul akibat proses distribusi menggunakan truk ini adalah tingginya jumlah kendaraan yang setiap harinya melintasi jalur Pantura tidak seimbang dengan kondisi atau struktur jalan yang ada. Dengan kondisi tersebut, pemerintah mengeluarkan peraturan JBI (Jumlah Berat yang Diizinkan) untuk angkutan bermuatan sehingga truk dengan muatan semen yang didistribusikan oleh PT Semen Indonesia juga terkena dampak peraturan JBI. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, PT Semen Indonesia Logistik (SILOG) yang merupakan salah satu anak perusahaan PT Semen Indonesia yang bergerak di bidang transportasi dan perdagangan barang industri, semen, tambang, serta bahan bangunan memutuskan untuk menggunakan alternatif moda transportasi berupa kereta api untuk mendistribusikan semen ke wilayah Jawa Barat.

Sejak tahun 2014, PT Semen Indonesia Logistik (SILOG) telah bekerja sama dengan PT Kereta Api Indonesia (KAI) untuk mengirim semen dari Stasiun Babat, Jawa Timur sampai ke Stasiun Pasoso, DKI Jakarta. Terdapat 30 gerbong datar kereta yang disewa setiap hari untuk mengangkut 36 ton sampai dengan 40 ton semen per gerbong datar. Satu gerbong datar kereta setara dengan 2 truk kontainer yang masing-masing kontainer tersebut dapat memuat 18 ton sampai dengan 20 ton semen. Sebelum sampai di Stasiun Babat, langsir gerbong datar kereta api dilakukan di Stasiun Kalimas, Surabaya. Semen yang berasal dari pabrik di Tuban akan dikirim dengan truk tronton sebanyak 42 truk ke Stasiun Babat. Kemudian zak-zak semen tersebut akan diangkat ke dalam kontainer gerbong datar kereta api menuju Stasiun Pasoso. Setelah itu, akan dilakukan proses bongkar muatan kontainer dari gerbong datar kereta api ke truk menggunakan *reach stacker* untuk kemudian zak-zak semen tersebut didistribusikan ke distributor-distributor yang terletak di wilayah Bekasi, Bogor, Jakarta, Kota Depok, dan Tangerang.



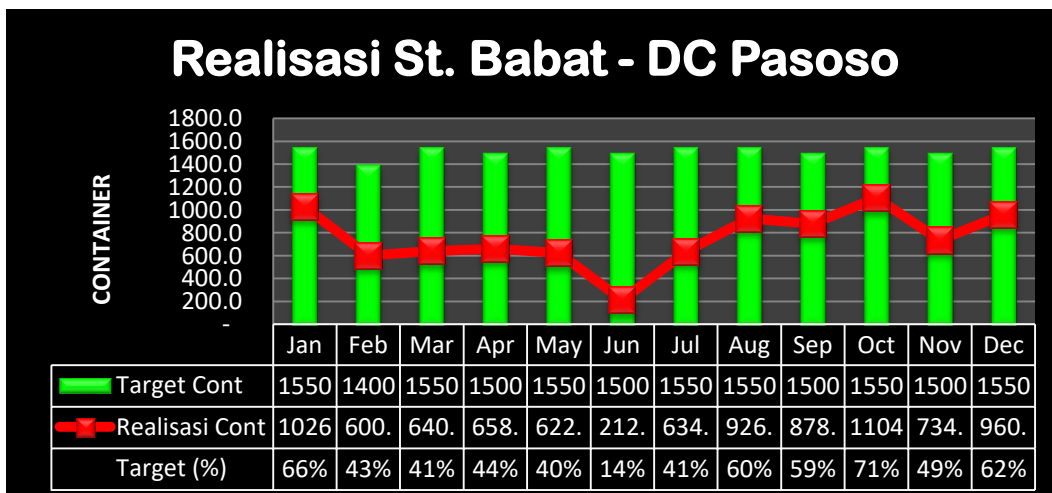
Gambar 1. 2 Alur Distribusi Semen

PT Semen Indonesia Logistik (SILOG) juga bekerjasama dengan PT Jatim Petroleum Transport (JPT) untuk menyediakan Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) di Stasiun Babat dalam proses *material handling*, mengelola semen yang sampai di gudang penyangga Pasoso, serta menyediakan truk untuk mengirim semen ke distributor wilayah Bekasi, Bogor, Jakarta, Kota Depok, dan Tangerang. Selain itu, PT Jatim Petroleum Transport (JPT) juga bertanggungjawab untuk mengatur dan mengisi muatan balik gerbong datar kereta api dari Stasiun Pasoso ke Stasiun Kalimas. Kontrak kerja PT SILOG dengan PT JPT ini berada di luar kontrak kerja PT SILOG dengan PT KAI. Pengiriman menggunakan intermoda kereta api memang terbukti lebih efisien dalam segi biaya. Berikut merupakan tabel perbandingan biaya pengiriman semen menggunakan kapasitas truk dan kereta api sebesar 16 ton. Dengan melakukan pengiriman semen ke wilayah Bekasi, Bogor, Jakarta, Kota Depok, dan Tangerang biaya pengiriman semen dapat dihemat sekitar 31% sampai dengan 35%.



Gambar 1. 3 Perbandingan Biaya Pengiriman Semen (PT SILOG, 2018)

Akan tetapi pada kenyataannya, pengisian semen ke kontainer gerbong datar pada saat pemberangkatan dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso tidak selalu terisi penuh. Rata-rata gerbong datar yang terisi zak semen setiap harinya berkisar antara 20 sampai dengan 25 gerbong datar saja. 5 sampai 10 gerbong datar yang kosong akan diisi muatan lain oleh PT JPT. Pada Gambar 1.4 akan dijabarkan realisasi jumlah kontainer yang dikirim dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso sepanjang tahun 2018.



Gambar 1. 4 Realisasi Kontainer Terkirim St. Babat – Pasoso Tahun 2018 (PT SILOG, 2018)

Terlihat selama 12 bulan, target kontainer dalam gerbong datar yang dikirim menggunakan kereta api dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso tidak pernah terpenuhi. Pencapaian tertinggi terjadi pada bulan Oktober sebesar 71% (1.100 kontainer terpenuhi dari target sebesar 1.550 kontainer). Penggunaan gerbong datar yang tidak maksimal (sesuai kontrak PT SILOG dengan PT KAI) ini dapat disebabkan karena beberapa faktor. Faktor yang pertama adalah fluktuasi *demand* yang timbul dari setiap wilayah. Faktor kedua dapat berupa kinerja dari Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) yang bertugas untuk memindahkan zak semen dari truk tronton ke kontainer gerbong datar kereta api tidak maksimal. Selain itu, pengiriman zak semen dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso yang tidak memenuhi target kontainer ini dapat terjadi karena masih terdapat pengiriman semen ke beberapa distributor di wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat yang menggunakan moda truk dari Pabrik Tuban.

Terdapat beberapa hal yang dapat dipertimbangkan dalam penentuan moda transportasi pengiriman zak semen. Salah satu hal yang harus dipertimbangkan dengan baik adalah biaya pengiriman semen. Perhitungan biaya pengiriman semen dapat dihitung dari penjumlahan *variable cost* dan *fixed cost*. Sementara untuk penggunaan intermoda transportasi kereta api dan truk jarak pendek, selain *variable cost* dan *fixed cost* dari penggunaan truk, juga harus dipertimbangkan tarif penggunaan gerbong datar kereta api yang disewakan oleh PT KAI. Selain faktor biaya, pemilihan moda transportasi pengiriman semen juga dapat didasarkan pada proses *material handling* yang dilakukan, jumlah ritase pengiriman, *demand* dari setiap wilayah, jarak pengiriman dari pabrik sampai ke wilayah distributor, serta peraturan pemerintah yang berlaku terkait Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI) untuk muatan angkut truk di jalan.

Junda (2013) melakukan penelitian mengenai perancangan distribusi semen dengan moda transportasi darat di PT Semen Gresik. Penelitian tersebut dilakukan untuk menentukan alokasi distribusi Pabrik Tuban dan Pabrik Rembang untuk pemenuhan *demand* semen di Pulau Jawa. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk menentukan jumlah truk yang optimal dari Pabrik Rembang untuk meminimasi tarif dari 3PL dengan menggunakan model matematis dan simulasi diskrit. Hasil akhir untuk pemilihan jumlah truk didasarkan pada

alternatif nilai minimum, maksimum, dan nilai yang sering muncul dari setiap aproksimasi. Selanjutnya Hanum (2013), melakukan penelitian mengenai evaluasi penentuan strategi alokasi pengiriman pada area 5 PT Semen Indonesia Logistik. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan algoritma perhitungan yang diaplikasikan pada media *Visual Basic Application* (VBA). Hasil akhir yang didapatkan adalah kebijakan alokasi pengiriman yang optimal.

Penelitian ini berfokus pada analisis pemenuhan *demand* semen yang didistribusikan oleh PT SILOG ke wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat dengan menggunakan moda transportasi kereta api dan truk. *Demand* dari setiap wilayah tersebut dapat dipenuhi dengan transportasi truk dan/atau intermoda kereta api dan truk. Metode simulasi diskrit dengan *software* ARENA digunakan untuk mengetahui *throughput rate* yang dapat diangkut oleh kereta api karena selama ini pengisian 30 gerbong datar tidak pernah terpenuhi. Metode simulasi diskrit digunakan ketika sebuah sistem memiliki kompleksitas, variabilitas, dan interaksi antar komponen sistem yang tinggi. Simulasi tersebut akan menghasilkan jumlah kapasitas *demand* yang dikirim dari Stasiun Pasoso ke setiap wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Kapasitas *demand* Stasiun Pasoso nantinya akan menjadi salah satu parameter dalam model matematis untuk menentukan *coverage area*. Setelah dilakukan perhitungan total biaya pengiriman semen untuk masing-masing wilayah, maka dilakukan penentuan *coverage area* dengan pertimbangan kapasitas *demand* Stasiun Pasoso menggunakan model matematis. Dari proses-proses tersebut maka didapatkan *coverage area* pemenuhan *demand* menggunakan intermoda kereta api-truk dan moda transportasi truk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini adalah bagaimana cara menentukan alternatif moda transportasi yang akan digunakan untuk pemenuhan *demand* semen di masing-masing wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Pemenuhan *demand* di wilayah tersebut dapat menggunakan moda transportasi

truk dan/atau intermoda kereta api dan truk jarak pendek dengan pertimbangan efisiensi biaya transportasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk menentukan kombinasi alternatif moda transportasi yang efisien (intermoda kereta api-truk dan/atau moda truk) dalam pengiriman semen PT Semen Indonesia Logistik ke wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjadi rujukan terkait pemilihan moda transportasi yang digunakan untuk mendistribusikan semen ke wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat yang dilakukan oleh PT SILOG.
2. Dapat meningkatkan pemahaman bagi penulis mengenai metode pengambilan keputusan penentuan *coverage area* dan metode simulasi diskrit.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari dua bagian, yaitu batasan dan asumsi penelitian.

1.5.1 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini, digunakan beberapa batasan permasalahan antara lain:

1. Semen yang didistribusikan merupakan semen jenis PPC dalam kemasan zak.
2. Semen diproduksi dari Pabrik Tuban.
3. Wilayah objek amatan distribusi semen adalah wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.

4. Moda transportasi yang diamati untuk proses distribusi merupakan moda transportasi darat (kereta api dan truk).
5. Kapasitas maksimal kereta api yang digunakan adalah sebesar 30 gerbong datar.
6. Stasiun kereta api yang digunakan untuk pengiriman semen adalah Stasiun Babat, Jawa Timur dan Stasiun Pasoso, DKI Jakarta.
7. Tarif angkutan kereta api didasarkan pada kontrak PT SILOG dengan PT KAI. Sementara tarif bongkar muat didasarkan pada kontrak PT SILOG dengan PT JPT.
8. Permintaan bulanan didasarkan pada data historis *demand* tahun 2018.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah hari kerja dalam satu bulan adalah 30 hari.
2. Setiap pengiriman dilakukan hanya untuk 1 tujuan.
3. Kecepatan truk dengan muatan adalah 25 Km/jam dan tanpa muatan adalah 50 Km/jam.
4. Biaya dalam rincian biaya pengiriman semen tidak mengalami perubahan.
5. PT SILOG dan PT JPT memiliki armada yang cukup untuk memenuhi *demand*.
6. *Margin* angkutan yang digunakan PT SILOG adalah sebesar 10%.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang diadakannya penelitian, masalah yang dirumuskan, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat dari penelitian, batasan dan asumsi, serta struktur penulisan laporan penelitian Tugas Akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjabarkan tentang teori-teori yang digunakan dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir. Teori-teori tersebut diharapkan dapat mendukung penelitian yang dilakukan dan memuat metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Di dalam bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan selama mengerjakan penelitian Tugas Akhir. Penyusunan langkah-langkah tersebut dilakukan agar penelitian menjadi lebih terarah dan sistematis.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai hasil pengumpulan data pada objek amatan penelitian Tugas Akhir terkait dan hasil pengolahan datanya. Hasil pengolahan data pada bab ini nantinya akan dianalisis pada bab selanjutnya.

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan penelitian Tugas Akhir yang dilakukan. Kesimpulan diharapkan dapat menjawab seluruh tujuan penelitian yang telah diungkapkan di awal. Di dalam bab ini juga tersedia saran yang ditujukan pada objek penelitian.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang digunakan selama proses penelitian berlangsung.

2.1 Karakteristik Produk Semen PT Semen Indonesia

Semen menjadi salah satu kebutuhan utama yang digunakan dalam proses konstruksi. Terdapat beberapa jenis semen yang digolongkan menurut kegunaannya. Berikut merupakan jenis-jenis semen yang diproduksi oleh PT Semen Indonesia:

1. *Ordinary Portland Cement (OPC)*

Ordinary Portland Cement atau (OPC) dapat digunakan untuk konstruksi umum bahan beton. Semen ini dapat diaplikasikan untuk pembangunan gedung, jembatan, jalan raya, rumah pemukiman, landasan pacu pesawat terbang, beton *precast* dan *prestress*. Sementara untuk elemen bangunan dapat diaplikasikan pada genteng, *hollow brick*, batako, *paving block*, *roster*, pabrikan semen, dan lainnya. Terdapat beberapa kemasan OPC yang diproduksi oleh PT Semen Indonesia yaitu kemasan zak 40 kg, zak 50 kg, *jumbo bag* 1 ton, dan curah. Produk ini memiliki SNI dengan nomor 15-7064-2004.

2. *Portland Composite Cement (PCC)*

Semen PCC cocok digunakan sebagai bahan pengikat dan direkomendasikan untuk konstruksi umum serta sebagai bahan bangunan. *Brand* dari produk PCC ini adalah Semen Gresik, Semen Tonasa, dan Semen Padang. Keunggulan dari PCC antara lain adalah lebih mudah dikerjakan, memiliki suhu beton lebih rendah yang mengakibatkan rekatan tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat, lebih kedap air, dan permukaan acian lebih halus. Semen ini dapat diaplikasikan pada gedung, jembatan, jalan raya, rumah pemukiman, irigasi, bendungan, pelabuhan, *power plant*, dan bangunan di tepi pantai serta elemen bangunan yang berupa genteng, *hollow brick*, batako, *paving block*, *roster*, pabrikan semen, dan lain-lain. Sama seperti OPC, ukuran kemasan PCC berupa

kemasan zak 40 kg, zak 50 kg, *jumbo bag* 1 ton, dan curah. PCC memiliki SNI dengan nomor 15-7064-2004.

3. *Portland Pozzoland Cement (PPC)*

Produk semen PPC memiliki fungsi ganda sebagai bahan konstruksi umum dan konstruksi yang membutuhkan ketahanan sulfat sedang. PPC memiliki 3 *brand* yaitu Semen Gresik, Semen Tonasa, dan Semen Padang. PPC dapat diaplikasikan pada gedung, jembatan jalan raya, rumah pemukiman, irigasi, bendungan, pelabuhan, *power plant*, dan bangunan di tepi pantai. Kemasan PPC terdiri dari ukuran zak 40 kg, zak 50 kg, *jumbo bag* 1 ton, dan curah. PPC memiliki SNI dengan nomor 0302:2014.

4. *Super White Cement*

Super White Cement merupakan semen yang digunakan untuk proses *finishing* dan aplikasi dekoratif maupun arsitektural pada bangunan umum. Semen jenis ini diproduksi dengan membatasi kandungan Fe₂O₃ dalam bahan bakunya agar tetap rendah. Semen ini memiliki *brand* Semen Gresik. Keunggulan yang dimiliki *Super White Cement* antara lain adalah memiliki ketahanan sulfat yang tinggi, memiliki panas dehidrasi yang rendah, setara dengan *Portland Type V*, dan memiliki pengembangan kuat tekan berjangka panjang. Semen jenis ini dapat diaplikasikan pada konstruksi dengan persyaratan ketahanan sulfat tinggi dan panas hidrasi rendah seperti jembatan terpapar air laut, dermaga *power plant*, dan fasilitas pengolahan limbah. Semen jenis ini dikemas dalam ukuran zak 40 kg, zak 50 kg, *jumbo bag* 1 ton, dan curah. *Super White Cement* memiliki nomor SNI 0302:2014.

5. *Max Strength Cement*

Max Strength Cement merupakan Semen *Portland Slag* pertama yang diproduksi di Indonesia yang memiliki tingkat kekuatan tekan dan kekuatan lentur yang tinggi, panas hidrasi yang rendah, dan bersifat ramah lingkungan. *Brand* dari semen jenis ini dikhususkan *Ready Mix* dan Beton *Precast*. *Max Strength Cement* dapat diaplikasikan pada mega struktur bangunan seperti jembatan, *flyover*, terowongan bawah tanah, *skyscraper*, dan tower.

Produk semen yang baik secara fisik adalah semen yang tidak menggumpal, semen yang telah membentuk *lumps* (gumpalan-gumpalan yang

akan hancur jika diremas) dan lama-lama akan mengeras merupakan ciri-ciri dari semen yang telah lama disimpan. Untuk masa kadaluarsa semen, tergantung pada proses penyimpanan semen tersebut. Penyimpanan yang kedap terhadap air akan memungkinkan semen dapat disimpan sampai sekitar 2 tahun. Tempat penyimpanan semen yang baik adalah tempat penyimpanan yang jauh dari kelembaban dan kantong semen tidak dapat ditembus oleh uap air. Sementara untuk tumpukan kantong semen sebaiknya tidak melebihi 2 meter dan sebaiknya disimpan di dalam gudang untuk menghindari hujan. Peletakkan tumpukan kantong-kantong semen tersebut sebaiknya tidak bersentuhan langsung dengan lantai dan dinding, serta diberikan bantalan palet atau kayu. Kantong-kantong semen sebaiknya ditumpuk secara berdekatan untuk mengurangi sirkulasi udara.

2.2 Manajemen Transportasi

Dalam proses *supply chain* transportasi memiliki peran yang sangat penting. Karena pada umumnya, mayoritas produk diproduksi dan dikonsumsi di tempat yang berbeda. Menurut Dr. Zaroni (2015), setelah menentukan strategi *supply chain* yang tepat maka harus diiringi dengan manajemen transportasi yang baik. Manajemen transportasi berfungsi untuk mengatur pergerakan barang dari hulu ke hilir. Manajemen transportasi yang dilaksanakan secara efektif dan efisien akan memastikan barang sampai ke pelanggan yang tepat, pada waktu yang tepat, jumlah yang tepat, serta dengan kualitas yang tepat. Selain itu, pengelolaan transportasi diperlukan karena komponen biaya transportasi mengambil lahan cukup besar dalam struktur biaya logistik. Sekitar 60% dari biaya logistik merupakan biaya transportasi.

2.2.1 Fungsi Utama Transportasi

Terdapat dua fungsi utama transportasi dalam *supply chain management* yaitu pergerakan produk (*product movement*) dan penyimpanan barang (*product storage*). Fungsi transportasi sebagai *product movement* adalah memindahkan bahan baku, *work in process*, dan produk dari satu tempat ke tempat yang lain. Dalam proses pergerakan produk, kinerja transportasi akan berkesinambungan dengan kinerja pengadaan, produksi, dan hubungan dengan *customer*. Tidak

terdapat *value added* yang diberikan karena aktivitas transportasi mengakibatkan penambahan *in-transit inventory*. Tetapi sebenarnya permasalahan *in-transit inventory* dapat diatasi dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi yang banyak dikembangkan dalam bidang *supply chain*. Penggunaan teknologi tersebut dapat menunjukkan secara akurat status kedatangan barang atau produk serta *delivery time* (waktu pengirimannya).

Sementara untuk fungsi transportasi sebagai *product storage* adalah sebagai tempat penyimpanan sementara dalam proses pengiriman barang atau produk ke lokasi tujuan. Hal tersebut dianggap lebih ekonomis dalam pemenuhan persediaan barang yang terjadwal dengan *lead time* yang disediakan. Biaya-biaya yang terkait dengan fungsi transportasi sebagai *product storage* adalah biaya *material handling* dan biaya gudang penyimpanan yang biasanya bernilai lebih besar dari biaya penggunaan kendaraan transportasi itu sendiri.

2.2.2 Pihak-pihak dalam Transportasi

Dalam manajemen transportasi setidaknya terdapat 6 pihak yang terlibat (Bowersox, 2013). Berikut merupakan 6 pihak tersebut:

1. Pengirim (*Shipper*) atau *Consigner*

Pada umumnya pengirim bertanggungjawab atas proses transaksi penjualan atau pembelian produk. Hasil akhir dari transaksi tersebut mengakibatkan pergerakan barang dari tempat asal ke tempat tujuan. Hal-hal yang dipertimbangkan oleh *shipper* antara lain adalah biaya transportasi, *lead time*, dan *service level* terhadap pelanggan.

2. Penerima (*Receiver*) atau *Consignee*

Penerima atau *consignee* adalah pihak yang menerima produk di lokasi tujuan pengiriman produk. Hal yang sama-sama harus diperhatikan oleh *shipper* dan *receiver* antara lain adalah waktu pengantaran dan penerimaan produk, waktu singgah, kehilangan dan kerusakan produk, serta keakuratan informasi.

3. *Carrier* dan Agen

Carrier akan membebankan tarif angkutan sebagai penyedia jasa transportasi. *Carrier* akan memaksimalkan tarif angkutan yang akan ditawarkan kepada pelanggan dan meminimalkan biaya tenaga kerja, bahan bakar kendaraan,

dan biaya operasional angkutan. Sementara agen merupakan *broker* dan *freight forwarder* yang memfasilitasi *carrier* dengan kebutuhan *shipper*. Koordinasi antara *carrier* dan *shipper* ini perlu dilaksanakan agar tercapai operasional transportasi yang efektif dan efisien.

4. Pemerintah

Pemerintah berperan sebagai penyedia jalan raya, bandar udara, pelabuhan, stasiun dan jaringan kereta api, serta infrastruktur transportasi lainnya. Pemerintah juga bertanggungjawab atas regulasi dan kebijakan-kebijakan transportasi.

5. Teknologi Informasi dan Komunikasi

Peran teknologi informasi dan komunikasi adalah sebagai perantara penyedia informasi secara *real time* mengenai proses transportasi. Berbagai pihak yang terlibat dalam proses transportasi dapat menggunakan beberapa aplikasi berbasis *web* atau *cloud* seperti *Transportation Management System* (TMS).

6. Masyarakat

Shipper, receiver, carrier, agen, dan pihak-pihak lainnya merupakan bagian dari masyarakat yang saling mempengaruhi kebutuhan transportasi. Secara tidak langsung perilaku masyarakat dapat mempengaruhi biaya transportasi, keamanan, keselamatan, dan keberlanjutan lingkungan terkait aktivitas transportasi.

2.3 Moda Transportasi Truk

Moda transportasi angkutan barang menggunakan truk merupakan jenis transportasi yang paling banyak diminati terutama di Pulau Jawa. Hal ini dikarenakan penyedia jasa angkutan transportasi dapat menikmati subsidi BBM yang diberikan oleh pemerintah serta aktivitas transportasi tidak terikat oleh jadwal yang tetap (fleksibel). Namun permasalahan timbul ketika kapasitas jalan tidak sebanding dengan peningkatan jumlah armada truk yang beroperasi mengangkut barang. Selain semakin tingginya pertumbuhan moda transportasi truk, kapasitas jalan juga dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk yang semakin pesat sehingga di jalanan, moda transportasi truk juga harus berbagi dengan kendaraan angkutan umum penumpang dan kendaraan pribadi masyarakat.

Beberapa jenis barang yang diperbolehkan untuk diangkut menggunakan jasa angkutan truk menurut Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 69 Tahun 1993 adalah barang umum, bahan berbahaya, barang khusus, alat berat, dan peti kemas. Jenis kendaraan untuk jasa angkutan truk berdasarkan klasifikasi aspek teknis dan terminologi Dinas Perhubungan adalah sebagai berikut:

1. Truk besar dengan kapasitas angkut lebih dari 8 ton yang digunakan untuk jasa angkutan alat berat dan peti kemas.
2. Truk sedang (tipe *single* 4 ban dan tipe *double* 6 ban) dengan kapasitas angkut antara 4-8 ton.
3. Truk kecil dengan tipe *pick up* memiliki kapasitas angkut di bawah 4 ton.

Pada umumnya terdapat 2 jenis bisnis angkutan moda transportasi truk, yaitu FTL (*full truckload*) dan LTL (*less-than truckload*). Berikut merupakan penjelasan dari FTL dan LTL:

1. FTL (*Full Truckload*)

Pengangkutan barang dengan total berat lebih dari 6 ton dan tidak membutuhkan pemberhentian antara 1 lokasi dengan lokasi yang lainnya merupakan jenis pengangkutan *full truckload*. Dikarenakan perjalanan dialokasikan hanya untuk 1 tujuan, maka sistem ini dapat meminimalisir terjadinya kerusakan barang akibat proses *material handling* yang tidak terlalu banyak. Banyak biaya transportasi yang dikeluarkan adalah berdasarkan panjangnya jarak yang ditempuh.

2. LTL (*Less-than Truckload*)

Biasanya proses pengangkutan barang di bawah 6 ton dilakukan dengan sistem *less-than truckload*. Proses pengangkutan ini harus dibarengi dengan proses konsolidasi agar dapat mencapai kapasitas maksimal dari truk. Selain itu, harus dilakukan penjadwalan serta penentuan rute *pick up* dan pengiriman.

2.4 Moda Transportasi Kereta Api

Moda transportasi kereta api biasanya digunakan untuk angkutan barang-barang yang berkapasitas besar, berat, memiliki densitas yang tinggi, dan berjalan dengan jarak yang jauh. Beberapa kelebihan menggunakan kereta api sebagai moda angkutan transportasi adalah sebagai berikut:

1. 1 kali perjalanan menggunakan moda transportasi kereta api setara dengan kurang lebih 300 truk bermuatan 10 ton.
2. Pemanfaatan infrastruktur kereta api lebih efisien biaya.
3. Kebutuhan ruang bebas lebih kecil jika dibandingkan dengan jalan tol karena jalan rel hanya memakan ruang sebesar 1.067 mm dan ruang bebas ke kanan serta ke kiri sebesar 12 m.
4. Konsumsi bahan bakar lebih rendah serta menghasilkan emisi gas buangan CO₂ yang lebih minim dibandingkan dengan moda transportasi darat lainnya, laut, dan udara. Dalam Tabel 2.1 akan dijelaskan mengenai konsumsi energi BBM dari masing-masing moda transportasi darat, laut, dan udara.

Tabel 2. 1 Konsumsi Energi BBM Moda Transportasi

Moda	Proporsi Konsumsi BBM (%)	Konsumsi Energi (BBM/Km)	Konsumsi Energi (BBM/Orang)
Darat			
Jalan Raya	63,8	0,5	0,0125
ASDP	12	-	-
Kereta Api	0,8	3	0,002
Laut	17,3	40	0,06
Udara	6,1	10	0,006

Sumber: Dinas Perhubungan, 2017

Sementara beberapa kekurangan dari moda transportasi kereta api adalah sebagai berikut:

1. Desain infrastruktur kereta api yang bersifat *fixed* dan *dedicated* untuk komoditas tertentu sehingga tidak mudah untuk multi komoditas.

2. Hanya mampu mengangkut dari stasiun ke stasiun. Masih diperlukan moda transportasi lain yang berimbang pada biaya transportasi secara keseluruhan.
3. Dibutuhkan investasi yang besar untuk mengoperasikan kereta api seperti pengadaan alat dan pemeliharaan sarana.

Pada Tabel 2.2 dan 2.3 akan diperlihatkan mengenai jaringan kereta api di Indonesia (Pulau Sumatera dan Pulau Jawa) baik yang beroperasi maupun tidak beroperasi, serta produksi angkutan kereta api di Pulau Sumatera dan Pulau Jawa.

Tabel 2. 2 Jaringan Jalur Kereta Api

Jaringan Jalur KA	Operasi	Tidak Operasi	Total
Sumatera	1.369 Km	466 Km	1.835 Km
Jawa	3.600 Km	2.724 Km	6.324 Km
Total	4.969 Km	3.190 Km	8.159 Km

Sumber: Statistik Perhubungan Bidang Perkeretaapian, 2016

Tabel 2. 3 Produksi Angkutan Kereta Api

Produksi Angkutan KA Sumatera	
Total Angkutan Pnp (2016)	6,04 juta pnp/th
Total Angkutan Barang (2016)	24,46 juta ton/th
Produksi Angkutan KA Jawa	
Total Angkutan Pnp (2016)	351,29 juta pnp/th
Total Angkutan Barang (2016)	8,04 juta ton/th

Sumber: Statistik Perhubungan Bidang Perkeretaapian, 2016

Terdapat beberapa jenis terminal angkutan barang PT Kereta Api Indonesia (Persero) yang dibedakan berdasarkan jenis pengelola kawasan bongkar muatnya. Berikut merupakan jenis-jenis terminal angkutan barang kereta api:

1. *Muti Operator Terminal*

Kawasan bongkar muat angkutan barang menggunakan kereta api yang dapat dikelola oleh lebih dari satu perusahaan dan masih dapat dikerjasamakan dengan pihak lain. Contoh stasiun angkutan barang yang merupakan *multi operator terminal* adalah Stasiun Babat yang berada di daerah Babat, Kabupaten Lamongan dengan komoditi semen, peti kemas, dan *general cargo* serta Stasiun Pasoso yang berada di Tanjung Priok, DKI Jakarta dengan komoditi peti kemas dan lain-lain. Kedua stasiun tersebut dikelola oleh PT Varia Usaha dan PT Jatim Petroleum Transport sebagai *transporter* untuk mendistribusikan produk PT Semen Indonesia dari Pabrik Semen Indonesia di Tuban ke beberapa wilayah yang berada di Bekasi, Bogor, Jakarta, Kota Depok, dan Tangerang. Pada Tabel 2.4 dan 2.5 akan ditampilkan mengenai klasifikasi Stasiun Babat dan Stasiun Pasoso.

Tabel 2. 4 Klasifikasi Stasiun Babat

Stasiun	Babat
Lokasi	Babat, Kab. Lamongan, Jawa Timur
Luas Lahan	6.454,58 m ²
Jenis Terminal	<i>Container Yard/Warehouse</i>
Fasilitas	Akses B/M, Perparkiran, <i>Security 24</i> Jam, Sumber Listrik
Akses	Jl Raya Gresik-Babat (\pm 0.02 km) Pasar Babat (\pm 0.6 km)
Pengelola Kawasan	<i>Multi Operator</i> (masih tersedia lahan untuk disewa)

Stasiun	Babat
Perusahaan Pemilik Barang	PT Semen Gresik
Perusahaan Pengangkut/ <i>Transporter</i>	PT Varia Usaha, PT Jatim Petroleum Transport

Sumber: PT Kereta Api Indonesia (Persero), 2017

Tabel 2. 5 Klasifikasi Stasiun Pasoso

Stasiun	Pasoso
Lokasi	Tanjung Priok, Jakarta Utara, DKI Jakarta
Luas Lahan	20.000 m ²
Jenis Terminal	<i>Container Yard</i>
Fasilitas	<i>Reach Stacker, Forklift, Security 24 Jam, Parkir, Sumber Listrik</i>
Akses	Pelabuhan Tanjung Priok (± 0.3 km) Marunda Center (± 10.2 km) Terminal Koja (± 2.3 km)
Pengelola Kawasan	PT Multi Terminal Indonesia
Perusahaan Pemilik Barang	<i>Multi User</i>
Perusahaan Pengangkut/ <i>Transporter</i>	PT Jatim Petroleum Transport, PT Mitra Adira Utama, PT Krakatau Bandar Samudera

Sumber: PT Kereta Api Indonesia (Persero), 2017

2. *Single Operator Terminal*

Kawasan bongkar muat angkutan barang menggunakan kereta api yang sudah berjalan saat ini dan hanya diperuntukkan oleh satu perusahaan saja.

3. Terminal Berpotensi

Kawasan bongkar muat angkutan barang menggunakan kereta api yang memerlukan investasi pembangunan.

2.5 Sistem *Third Party Logistics* (3PL)

Third party logistics merupakan kegiatan yang ditawarkan oleh perusahaan jasa untuk melakukan beberapa fungsi manajemen berupa pengiriman barang, bea cukai, pergudangan, pemenuhan pesanan, dan aktivitas distribusi. Peran *third party logistics* menjadi sangat strategis ketika *demand* untuk jasa logistik mulai meningkat dan bervariasi. Selain itu, dengan menggunakan jasa *third party logistics* juga dapat meningkatkan pelayanan dari perusahaan klien dan meminimalkan biaya transportasi.

Umumnya, perusahaan klien menggunakan jasa *third party logistics* dengan tujuan agar lebih fokus pada inti proses bisnis, pelayanan konsumen, restrukturisasi *supply chain*, serta efisiensi biaya transportasi. Dengan melakukan kerjasama dengan perusahaan *third party logistics*, perusahaan klien diharapkan dapat merespon permintaan pelanggan dengan baik. Beberapa jasa yang ditawarkan oleh perusahaan *third party logistics* adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan 3PL dengan Fasilitas *Asset-base* dan *Non-base*

Perusahaan 3PL *asset-base* adalah perusahaan *provider* logistik yang memiliki aset-aset yang berhubungan dengan transportasi dan *warehousing* seperti truk dan gudang. Sementara perusahaan 3PL *non-base* adalah perusahaan yang menggunakan subkontraktor untuk memenuhi kebutuhan aset berupa transportasi dan *warehousing*. Beberapa contoh perusahaan 3PL *non-asset* adalah perusahaan yang bekerja sebagai *forwarder*, *broke*, *marketing company*, dan *information system company*.

2. Perusahaan 3PL Bekerja Sesuai Kontrak

Kontrak yang disetujui antara perusahaan-perusahaan yang saling bekerja sama dibuat agar asumsi-asumsi dari berbagai macam kondisi dapat dinilai dengan lebih jelas. Kontrak tersebut dapat membuat hubungan antara perusahaan-

perusahaan lebih kuat karena terdapat pertanggungjawaban atas kontrak yang telah disepakati.

3. Perusahaan 3PL Sebagai Konsultan

Perusahaan 3PL juga memberikan pelayanan berupa konsultasi kepada perusahaan klien. Pelayanan ini termasuk hal yang penting bagi perusahaan klien karena perusahaan 3PL dapat memberikan pertimbangan-pertimbangan terkait pemenuhan keinginan perusahaan klien. Beberapa pertimbangan tersebut dapat terkait dengan strategi perusahaan klien, integrasi dari sistem informasi perusahaan klien, sistem transportasi, dan lain-lain.

2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan 3PL

Pertimbangan perusahaan klien dalam menentukan akan menggunakan *third party logistics* atau tidak didasarkan pada kelebihan dan kekurangan 3PL. Berikut merupakan beberapa kelebihan yang dimiliki *third party logistics*:

1. Perusahaan 3PL memiliki kompetensi dalam hal koordinasi dengan perusahaan-perusahaan lain atau dengan subkontraktor. Hal tersebut menguntungkan karena dapat mewujudkan aliran barang antar perusahaan terkait berjalan dengan efisien. Kompetensi perusahaan tersebut timbul akibat pengalaman-pengalaman yang telah dilewati oleh perusahaan 3PL.
2. Dengan melakukan *outsourcing* pada aktivitas logistik, perusahaan klien dapat mengurangi biaya investasi pada bidang logistik yang berhubungan juga dengan risiko finansial.

Sementara kekurangan yang dimiliki *third party logistics* adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan kesepakatan biaya yang sama-sama menguntungkan perusahaan klien dan perusahaan 3PL adalah hal yang tidak mudah. Ketika perusahaan 3PL tidak *reliable* maka perusahaan klien akan menderita kerugian secara ekonomi.
2. Begitu juga dengan pembentukan *partnership* atau hubungan kerjasama antara perusahaan klien dan perusahaan 3PL adalah persoalan yang tidak mudah. Diperlukan suatu sistem yang harus dibangun agar kerjasama berjalan dengan lancar. Dengan pembagian informasi yang baik, maka

aktivitas yang dijalankan oleh perusahaan-perusahaan terkait akan berjalan secara efisien.

2.6 Peraturan JBI

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 33 Tahun 2018, Jumlah berat yang Diizinkan atau JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Sementara JBKI atau Jumlah Berat Kombinasi yang Diizinkan adalah berat maksimum rangkaian kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Pembagian kelas jalan menurut UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 19 ayat 2, pengelompokkan jalan menurut kelas terdiri atas Jalan Kelas I, Jalan Kelas II, Jalan Kelas III, dan Jalan Kelas Khusus.

Besar kapasitas yang diizinkan berbanding lurus dengan jumlah sumbu kendaraan bermotor. Sumbu kendaraan bermotor memiliki fungsi sebagai tempat roda terpasang. Semakin banyak sumbu, maka akan semakin banyak jumlah roda yang dipasang. Untuk truk tronton *box* dan tronton bak dengan ukuran panjang muatan 630 cm, lebar muatan 220 cm, dan tinggi muatan 230 cm memiliki berat kosong sebesar 7,2 ton dan berat maksimal sebesar 15 ton. Pada Tabel 2.6 akan dijelaskan mengenai peraturan JBI berdasarkan Surat Edaran Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SE.02/AJ.108/DRJD/2008:

Tabel 2. 6 Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan MST, dan JBI

Konfigurasi Sumbu	Jumlah Sumbu	JBI Kelas II	JBI Kelas III
1.1	2	12 T	10 T
1.2	2	16 T	14 T
11.2	3	21 T	19 T
1.22	3	24 T	21 T

(Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Perhubungan Darat, 2008)

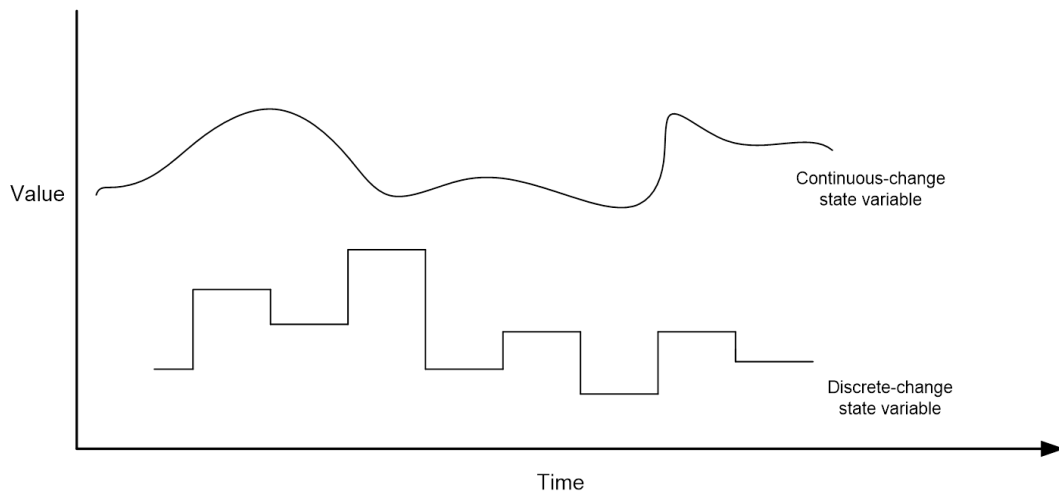
2.7 Simulasi Diskrit

Simulasi merupakan sebuah imitasi dari suatu proses atau sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk mengevaluasi atau meningkatkan performansi sistem (Harrell, dkk., 2004). Model simulasi dapat disebut sebagai suatu representasi dari sebuah sistem. Dengan melakukan simulasi, kecepatan dari animasi dan nilai parameter dapat disesuaikan dengan skenario-skenario lain yang diinginkan. Simulasi digunakan ketika suatu sistem memiliki kompleksitas internal, variabilitas yang dapat diprediksi maupun tidak dapat diprediksi, dan *interconnectedness* yang merupakan interaksi antar komponen sistem tinggi.

Sistem yang disimulasikan memiliki sekumpulan elemen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu. Entitas sistem merupakan objek yang diproses dalam suatu sistem oleh *resources* sebagai subjek. Karakteristik yang dimiliki oleh setiap entitas disebut atribut. Kegiatan memproses entitas tersebut disebut aktivitas. Sementara elemen sistem yang digunakan untuk mengatur bagaimana, kapan, dan bagaimana aktivitas dijalankan disebut *controls*. Terdapat 3 variabel dalam sistem yaitu:

1. *Decision variable* yang merupakan variabel keputusan yang mempengaruhi perilaku dari sistem.
2. *Response variable* yang merupakan variabel yang dipengaruhi oleh *decision variable* dan dijadikan parameter dari kinerja sistem.
3. *State variable* yang merupakan status sistem pada kondisi tertentu.

Discrete event simulation adalah simulasi perubahan keadaan model yang terjadi pada titik diskrit dalam waktu yang dipicu oleh peristiwa yang terjadi (Harrell, dkk., 2004). Perbedaan simulasi diskrit dan simulasi kontinyu terletak pada masing-masing *state variables*. Pada simulasi diskrit, *state variables* akan berubah tergantung pada perubahan peristiwa yang terjadi. Sementara pada simulasi kontinyu, *state variables* akan berubah berdasarkan panjang waktu. Pada Gambar 2.1 akan ditampilkan ilustrasi perbedaan simulasi diskrit dengan simulasi kontinyu.



Gambar 2. 1 Perubahan State Variables pada Simulasi Diskrit dan Kontinyu (Harrell, dkk., 2004)

2.8 Model Transportasi

Pada tahun 1941, model transportasi diperkenalkan pertama kali oleh F.L.Hitcock. Model transportasi digunakan untuk mengoptimalkan permasalahan dan meminimasi biaya distribusi dengan menggunakan bentuk program linear. Model dirancang dengan menggambarkan proses pengiriman dari *sources* menuju *destinations*. Berikut merupakan model matematis dari permasalahan transportasi:

- Fungsi Tujuan:

$$\text{Minimize } z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n x_{ij} \cdot c_{ij} \quad (2.1)$$

- Batasan:

$$\sum_{j=0}^n x_{ij} \leq s_i \quad \text{untuk masing-masing } source \ i \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{ij} \geq d_j \quad \text{untuk masing-masing } destination \ j \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{untuk masing-masing } i \text{ dan } j \quad (2.4)$$

- Keterangan:

x_{ij} = Jumlah produk yang dikirim dari *source* i ke *destination* j

c_{ij} = Biaya setiap produk yang dikirim dari *source* i ke *destination* j

s_i = Besar *supply* yang dimiliki *source* i

d_j = Besar *demand* yang dimiliki *destination* j

Ketika kasus yang dimodelkan menganggap jumlah *supply* harus sama dengan jumlah *demand* maka model tersebut harus diubah menjadi *balanced transportation model* sebagai berikut:

➤ Fungsi Tujuan:

$$\text{Minimize } z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n x_{ij} \cdot c_{ij} \quad (2.5)$$

➤ Batasan:

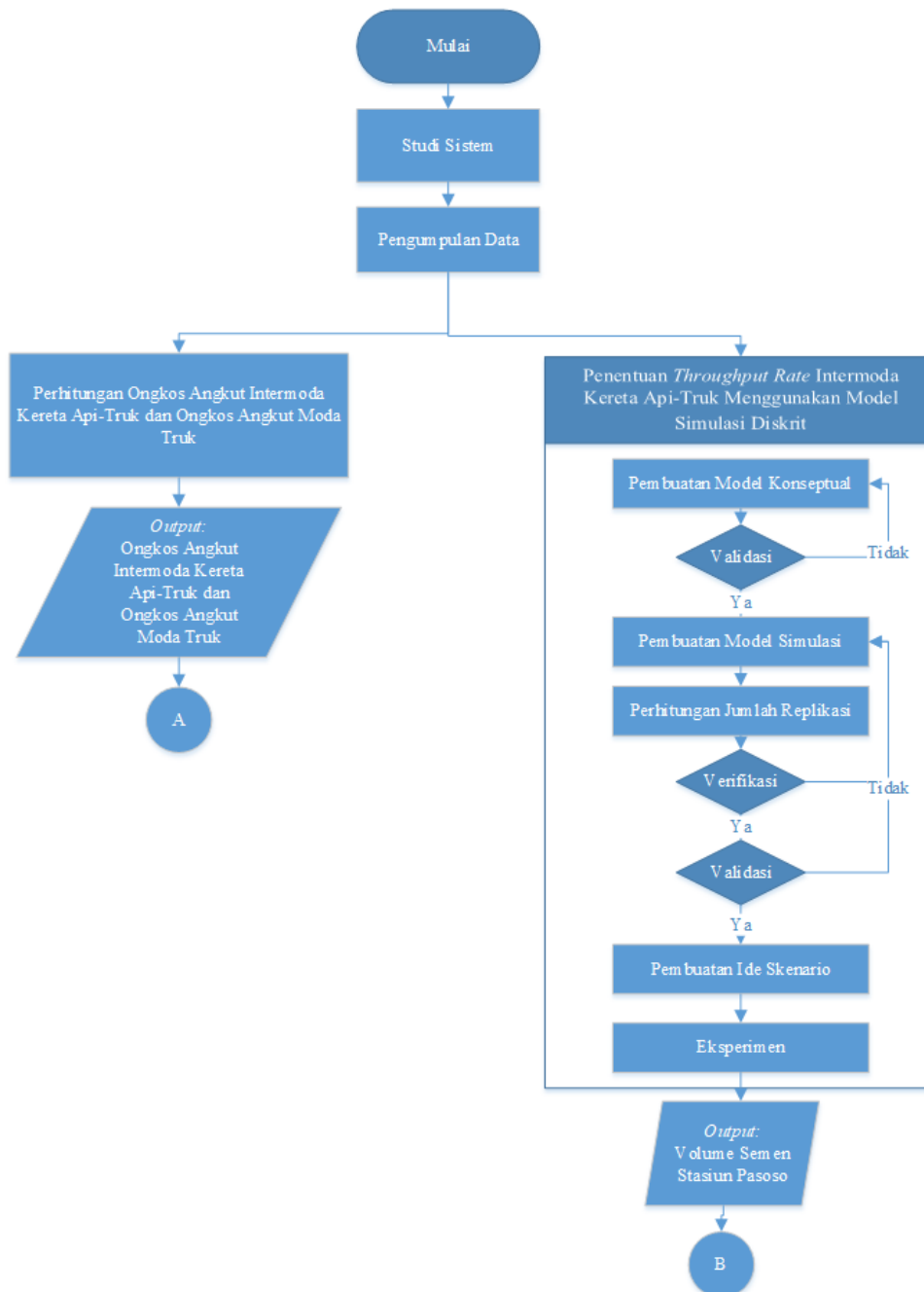
$$\sum_{j=0}^n x_{ij} = s_i \quad \text{untuk masing-masing } source \ i \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{ij} = d_j \quad \text{untuk masing-masing } destination \ j \quad (2.7)$$

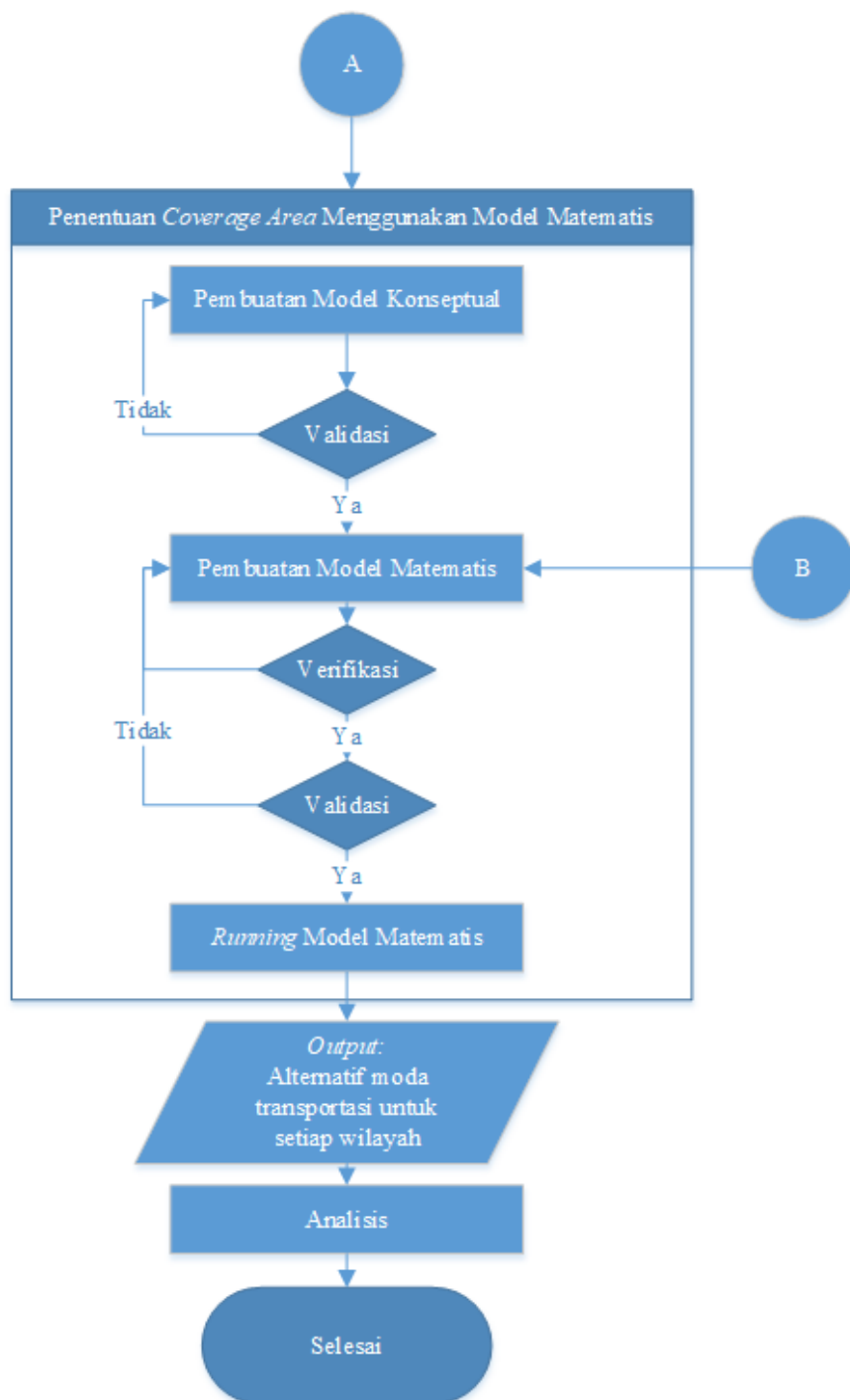
$$x_{ij} = 0 \quad \text{untuk masing-masing } i \text{ dan } j \quad (2.8)$$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir. Berikut merupakan *flowchart* dari penelitian Tugas Akhir:



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Studi Sistem

Terdapat 6 elemen permasalahan dalam suatu sistem yaitu pengambil keputusan, tujuan, kriteria keputusan, ukuran performansi, kontrol input, dan konteks permasalahan (Daellenbach, 2005).

1. Pengambil Keputusan
Yang memiliki wewenang untuk mengambil keputusan dalam permasalahan ini adalah PT SILOG.
2. Tujuan
Tujuan penyelesaian dari permasalahan ini adalah untuk menentukan moda transportasi (antara truk dan/atau intermoda kereta api dan truk jarak pendek).
3. Kriteria Keputusan
Kriteria keputusan dalam permasalahan ini adalah minimasi biaya distribusi semen ke wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat ketika menggunakan intermoda kereta api-truk dan/atau moda truk.
4. Ukuran Performansi
Ukuran performansi yang digunakan dalam permasalahan ini adalah total biaya distribusi semen ketika menggunakan moda transportasi truk dan intermoda kereta api-truk.
5. Kontrol Input (Variabel Keputusan)
Kontrol input dalam permasalahan ini adalah jumlah ritase pengiriman untuk memenuhi *demand*.
6. Konteks Permasalahan
Konteks permasalahan yang terjadi adalah pengisian semen pada 30 gerbong datar kereta api seringkali tidak maksimal (tidak terisi penuh sebanyak 30 gerbong datar). Oleh karena itu dilakukan simulasi untuk menentukan jumlah *demand* yang dikirim dari Stasiun Pasoso dan perhitungan matematis untuk menentukan *coverage area*.

3.2 Pengumpulan Data

Setelah melakukan identifikasi permasalahan, tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian. Berikut merupakan data yang dikumpulkan berdasarkan data historis perusahaan:

1. Rincian biaya pengiriman semen.
2. Jenis semen yang dikirimkan
3. Lokasi pabrik dan lokasi stasiun pengiriman semen.
4. Jumlah dan wilayah distributor.

5. Data operasional sistem pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api.
6. Data historis penjualan semen selama 1 tahun mulai Januari 2018 hingga Desember 2018 untuk wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.

3.3 Penentuan *Throughput Rate* Intermoda Kereta Api-Truk Menggunakan Model Simulasi Diskrit

Pada bagian ini akan dijabarkan mengenai langkah yang dilakukan untuk menentukan *throughput rate* intermoda kereta api-truk. *Output* yang dihasilkan adalah jumlah *demand* yang dikirim dari Stasiun Pasoso ke masing-masing wilayah di DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Penentuan *throughput rate* ini dilakukan dengan metode simulasi menggunakan *software* ARENA.

Dalam perspektif simulasi, sebuah sistem terdiri dari entitas, aktivitas, *resources*, dan *controls* (Harrell, dkk., 2004). Entitas merupakan hal-hal yang diproses dalam suatu sistem. Aktivitas merupakan tugas-tugas yang dilaksanakan pada sistem. *Resources* adalah sumber daya pada sistem yang melakukan aktivitas. *Controls* adalah hal-hal yang mengatur jalannya suatu sistem. Selain itu juga terdapat *decision variable*, *response variable*, dan *state variable*.

Tabel 3. 1 Elemen Sistem

Entitas	Aktivitas	<i>Resources</i>	<i>Controls</i>
Semen yang dikirimkan	Pengiriman semen dan proses <i>material handling</i>	Kereta api, truk, TKBM, dan <i>reach stacker</i>	Jadwal kereta api, jadwal kerja TKBM, <i>time window</i> jalan, dan peraturan JBI

Tabel 3. 2 Variabel Sistem

<i>Decision Variable</i>	<i>Response Variable</i>	<i>State Variable</i>
Volume semen yang diangkut Jumlah truk	<i>Troughput rate</i> semen	Kondisi kereta api (<i>idle/busy</i>) Kondisi truk (<i>idle/busy</i>) Kondisi TKBM (<i>idle/busy</i>) Kondisi <i>reach stacker</i> (<i>idle/busy</i>)

3.3.1 Pembuatan Model Konseptual

Model konseptual merupakan model yang menggambarkan sistem nyata distribusi semen menggunakan intemoda kereta api-truk yang menjadi objek penelitian. Saat melakukan proses validasi nantinya, model simulasi akan disesuaikan dengan menggunakan model konseptual. Pembuatan model konseptual dapat dilakukan dengan bentuk yang beragam seperti *flowchart* dan *entity flow diagram*.

3.3.2 Pembuatan Model Simulasi

Dalam tahap ini digunakan *software* ARENA untuk merancang model simulasi. Model simulasi dibuat berdasarkan acuan dari model konseptual yang menggambarkan kondisi nyata sistem. Data dari kondisi nyata sistem akan dimasukkan ke dalam *software* sehingga simulasi dapat merepresentasikan sistem.

3.3.3 Perhitungan Jumlah Replikasi

Replikasi digunakan untuk mengevaluasi hasil *random* dari *running* simulasi. Semakin banyak replikasi yang dilakukan maka *output* simulasi yang dihasilkan akan semakin mewakili kondisi nyata sistem. Untuk itu perlu dikakukan perhitungan *half width* dengan persamaan berikut:

$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \right) \times s}{\sqrt{n}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

hw: *half width*

$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$: faktor yang didapatkan dari *Student's t table*

s : standar deviasi

n : jumlah replikasi awal

3.1.1 Verifikasi dan Validasi

Proses verifikasi adalah proses untuk menentukan apakah model simulasi sudah dengan benar menggambarkan konseptual model. Sementara proses validasi merupakan proses untuk menentukan apakah model konseptual sudah dengan benar menggambarkan kondisi nyata sistem.

3.3.5 Pembuatan Ide Skenario dan Eksperimen

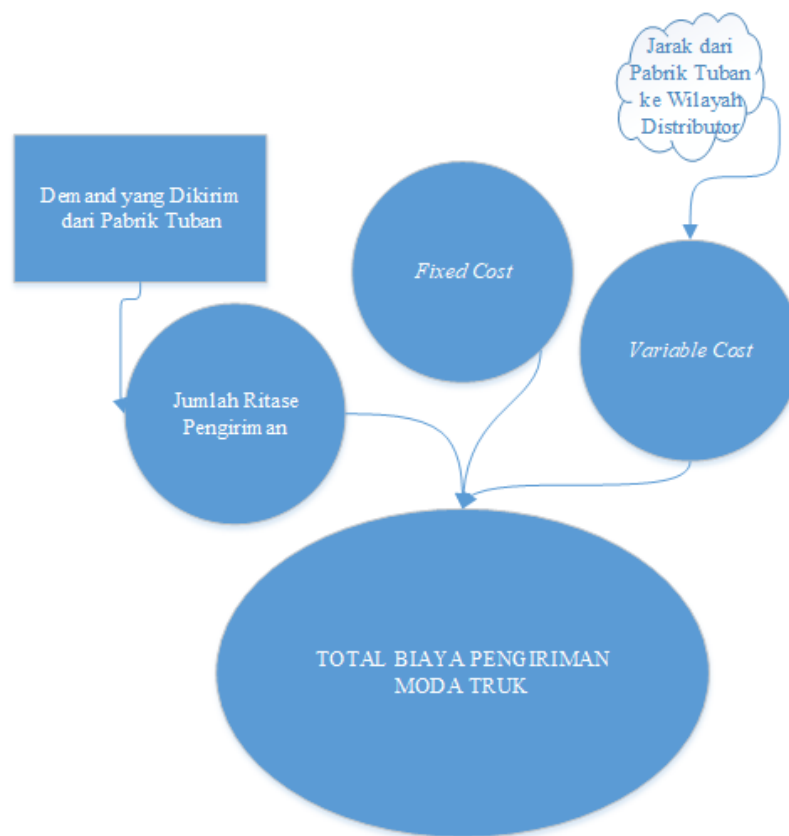
Pembuatan ide skenario dalam penentuan *throughput rate* intermoda kereta api dan truk dilakukan dengan cara menambah *resources* (jumlah truk) dalam proses pengiriman. Skenario tersebut akan ditambahkan jika pada tahap pengolahan data dirasa perlu untuk menambah *resources* sehingga *output* model simulasi yang berupa *throughput rate* intermoda kereta api dan truk menghasilkan nilai yang optimal. Eksperimen skenario dilakukan ketika seluruh model telah dinyatakan valid dan skenario dapat dijalankan.

3.4 Perhitungan Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda Kereta Api-Truk dan dengan Moda Truk

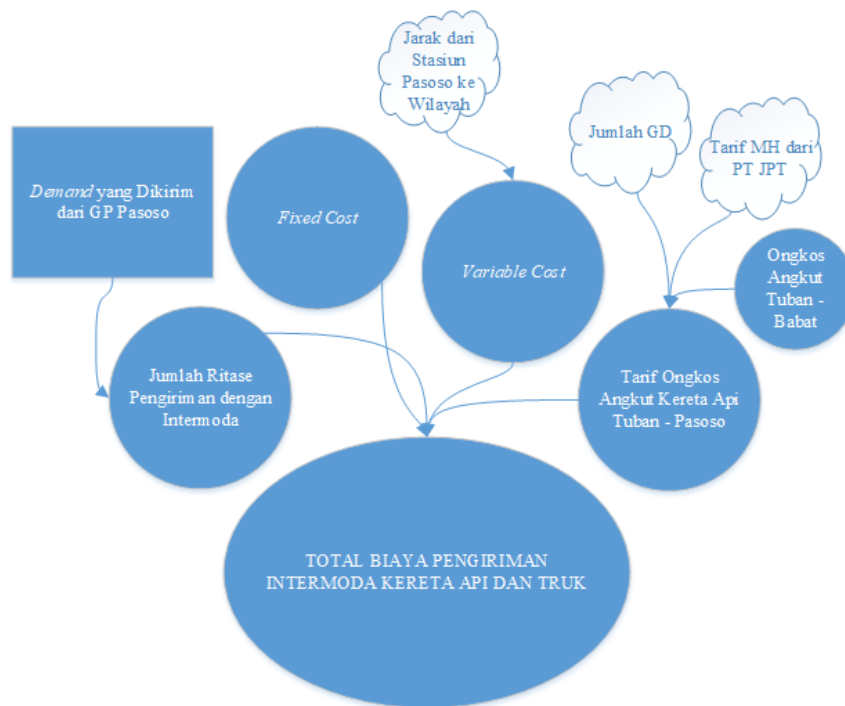
Perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan moda transportasi truk distribusi semen dari Pabrik Tuban ke masing-masing wilayah didasarkan pada *fixed cost* dan *variable cost*. Perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api-truk jarak pendek didasarkan pada hal yang sama seperti pada perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan moda transportasi truk. Tetapi terdapat penambahan biaya tarif sewa gerbong datar kereta api dari PT KAI dan biaya *material handling* dari PT JPT.

3.5 Penentuan *Coverage Area* Menggunakan Model Matematis

Setelah melakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk setiap alternatif moda transportasi yang ada dan menentukan *demand* yang dikirim dari Stasiun Pasoso dengan metode simulasi sebelumnya, dilakukan penentuan *coverage area* dengan menggunakan model matematis. Sebelumnya akan dibuat model konseptual mengenai permasalahan yang diidentifikasi. Berikut model konseptual yang digambarkan dengan *influence diagram* pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3:



Gambar 3. 2 *Influence Diagram* Total Biaya Pengiriman dengan Moda Truk



Gambar 3. 3 *Influence Diagram* Total Biaya Pengiriman dengan Intermoda Kereta Api-Truk

Model matematis yang digunakan untuk penentuan *coverage area* terdiri dari:

1. *Decision Variable*

Decision variable dalam model matematis ini adalah jumlah ritase pengiriman yang dilakukan untuk memenuhi *demand*.

2. Fungsi Objektif

Meminimasi total biaya pengiriman semen ke wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.

3. Batasan atau Konstrain

Beberapa batasan yang digunakan adalah kapasitas *demand* yang dapat dipasok dari Stasiun Pasoso (kapasitas disesuaikan dengan jumlah gerbong datar yang digunakan), kapasitas *demand* sesuai dengan kapasitas *supply* dari Pabrik Tuban, dan jumlah *demand* yang dikirim tidak kurang dari *demand* yang dibutuhkan oleh masing-masing wilayah.

3.6 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dari beberapa hasil pengolahan data. Pertama dilakukan analisis mengenai jumlah *demand* yang dikirim dari Stasiun Pasoso yang menghasilkan *output* berupa simulasi diskrit. Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan total biaya pengiriman semen dan *output* simulasi digunakan untuk melihat *coverage area* wilayah mana saja yang sistem distribusi semennya dilakukan menggunakan intermoda kereta api dan truk.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dibuat akan merangkum kelesuruhan penelitian yang dilakukan. Kesimpulan yang diberikan juga akan menjawab tujuan dari penelitian yang akan dicapai. Setelah itu akan disertakan saran untuk PT SILOG mengenai penggunaan moda transportasi (truk dan/atau intermoda kereta api-truk) yang sebaiknya digunakan untuk mendistribusikan semen ke wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data-data yang dibutuhkan untuk menghitung biaya kirim, membangun model simulasi (sebagai sub model matematis), dan membangun model matematis. Setelah itu dilakukan pengolahan data yang dibutuhkan dalam membangun model simulasi dan model matematis.

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini diperoleh dari PT Semen Indonesia Logistik. Data-data tersebut meliputi rincian biaya pengiriman semen, jenis semen yang dikirimkan, lokasi pabrik dan lokasi stasiun pengiriman semen, jumlah dan wilayah distributor, data operasional sistem pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api, serta data historis penjualan semen selama 1 tahun mulai Januari 2018 hingga Desember 2018 untuk wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat.

4.1.1 Rincian Biaya Pengiriman Semen

Rincian biaya pengiriman semen PT Semen Indonesia Logistik terdiri dari asumsi dasar yang digunakan dalam perhitungan biaya, indeks biaya pemeliharaan, biaya supir dan kernet, biaya pajak dan kir, asuransi truk, dan biaya penyusutan truk. Biaya-biaya tersebut akan dijabarkan pada tabel-tabel di bawah ini.

Pada Tabel 4.1 dijabarkan mengenai asumsi dasar rincian biaya yang digunakan dalam perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan intermoda dan moda truk. Asumsi dasar yang digunakan merupakan ketetapan dari PT SILOG.

Tabel 4. 1 Asumsi Dasar Rincian Biaya

DESKRIPSI	KETERANGAN
Tipe Truk	Tronton HINO 6 x 4

DESKRIPSI	KETERANGAN
Kapasitas Truk	16 Ton
Kargo	Semen Zak
Angkutan Balen	Tidak Ada
Pembiayaan	Bank 100%
Perhitungan Ritase	Indeks
Hari Operasi Efektif Per Bulan	30
Biaya Pemeliharaan	Best Practice VU
Hak Supir	UMK, Asuransi, Kinerja
Konsumsi BBM	<i>Best Practice VU</i>
Harga <i>Spare Part</i>	Tahun 2012 <i>include</i> PPN
Penyusutan	10 Tahun
Mel, Tilang, dan Biaya Lain	Kondisi <i>Real</i> 2012
Kondisi Bongkar Muat	Lancar Normal
Kecepatan Truk Km/Jam :	
- Muatan	25
- Kosongan	50
Waktu Istirahat per 200 KM (jam)	2
Margin Angkutan	10%

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

Pada Tabel 4.2 dijabarkan mengenai indeks biaya pemeliharaan truk. Perhitungan indeks untuk masing-masing komponen truk tersebut didasarkan pada harga setiap komponen dikalikan dengan jumlah komponen yang ada dan kemudian dibagi dengan umur komponen.

Tabel 4. 2 Indeks Biaya Pemeliharaan

Indeks Biaya Pemeliharaan		
1	Indeks Ban	668.0
2	Indeks <i>Filter</i> Solar	22.40
3	Indeks <i>Filter</i> Udara	20.63
4	Indeks <i>Filter</i> Oli	10.31
5	Indeks <i>Filter</i> Kanvas Rem	52.98
6	Indeks Kanvas Kopling	68.43

Indeks Biaya Pemeliharaan		
7	Indeks <i>Bearing</i> Roda	49.80
8	Indeks Oli Mesin	64.60
9	Indeks Oli Gardan	21.94
10	Indeks Oli Persneleng	18.00
11	Indeks Oli <i>Power Steering</i>	2.25
12	Indeks Per (<i>Under Carriage</i>)	80.00
13	Indeks <i>Accu</i>	6.93
TOTAL BIAYA SERVIS RUTIN		418.3

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

Pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dijabarkan mengenai biaya supir dan kernet serta biaya pajak, kir, dan asuransi yang sebelumnya sudah ditentukan oleh PT SILOG.

Tabel 4. 3 Biaya Supir dan Kernet

BIAYA SUPIR DAN KERNET	Upah (Per Bulan)	Uang Makan	Asuransi Kesehatan (Per Tahun)	Bonus, THR, Insentif
Supir	Rp 3,000,000	Rp 20,000	Rp 2,620,057	Rp 8,150,000
Kernet	Rp 1,500,000	Rp 20,000	-	-

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

Tabel 4. 4 Biaya Pajak, Kir, dan Asuransi Truk

Biaya Pajak, Kir, dan Asuransi Truk	
Pajak dan Kir	Rp 5,750,000
Asuransi	Rp 15,525,000

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

Pada Tabel 4.5 dijabarkan mengenai perhitungan biaya penyusutan truk setiap bulan yang selanjutnya dengan jumlah ritase pengiriman selama 1 bulan.

Tabel 4. 5 Biaya Penyusutan Truk

Biaya Penyusutan	
Harga Truk <i>on The Road</i>	Rp 750,000,000

Biaya Penyusutan	
Nilai Sisa	40%
Lama Penyusutan (Tahun)	10
Inflasi (<i>Time Value of Money</i>)	9%
Nilai Sisa Truk (NPV)	Rp 138,128,334
Nilai Truk yang Disusutkan	Rp 611,871,666
Penyusutan per Bulan	Rp 5,098,931

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

4.1.2 Jenis Semen, Lokasi Pabrik, Lokasi Stasiun, dan Wilayah Distributor

Jenis semen yang didistribusikan adalah semen PPC (*Portland Pozzoland Cement*) yang cocok digunakan sebagai bahan pengikat dan direkomendasikan untuk konstruksi umum serta sebagai bahan bangunan. Semen tersebut dikemas dalam kemasan zak. Lokasi pabrik produksi semen adalah di PT Semen Indonesia Pabrik Tuban (Desa Sumberarum, Kecamatan Kerek, Area Ladang, Kabupaten Tuban, Jawa Timur). Pengiriman semen menggunakan moda truk dilakukan langsung dari Pabrik Tuban ke wilayah distributor.

Stasiun pemberangkatan distribusi semen menggunakan intermoda kereta api dan truk adalah Stasiun Babat (Kabupaten Lamongan, Jawa Timur) dan stasiun tujuan adalah Stasiun Pasoso (Tanjung Priok, Jakarta Utara, DKI Jakarta). Distributor yang diamati dalam proses distribusi semen di DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat ini adalah sebanyak 37 wilayah distributor. Pada tabel 4.6 dapat dilihat lokasi dari 37 wilayah tersebut.

Tabel 4. 6 Wilayah Distributor

NO	WILAYAH	NO	WILAYAH
1	BEKASI	19	BANJAR
2	CIBITUNG	20	MAJALENGKA
3	CIKARANG	21	INDRAMAYU
4	BOGOR	22	KUNINGAN
5	SUKABUMI	23	CIREBON
6	CIANJUR	24	JAKARTA
7	PADALARANG	25	JAKARTA BARAT
8	CIMAHI	26	JAKARTA SELATAN
9	BANDUNG	27	JAKARTA TIMUR
10	GARUT	28	JAKARTA UTARA

NO	WILAYAH	NO	WILAYAH
11	SUMEDANG	29	CILEGON
12	KAB. BANDUNG	30	SERANG
13	KAB. KARAWANG	31	PANDEGLANG
14	KAB. KUNINGAN	32	RANGKASBITUNG
15	KAB. SUBANG	33	BALARAJA
16	KOTA DEPOK	34	SERPONG
17	TASIKMALAYA	35	TANGERANG
18	CIAMIS	36	KAB. TANGERANG
		37	KAB. LEBAK

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

4.1.3 Data Operasional Sistem Pengiriman Semen Menggunakan Intermoda Kereta Api

Data operasional menggambarkan operasi suatu sistem berjalan. Semen diproduksi di Pabrik Tuban yang beroperasi selama 24 jam dalam sehari. Truk yang disediakan untuk melakukan pengiriman semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat adalah sebanyak 42 truk dengan kapasitas muatan sebanyak 37,36 ton dengan waktu *loading* semen di pabrik berdistribusi TRIA(0.5,1.35,4.5). Jam keberangkatan truk dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat adalah pada pukul 16.00 hingga 04.00. Waktu perjalanan dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat berdistribusi TRIA(2,3,3.5).

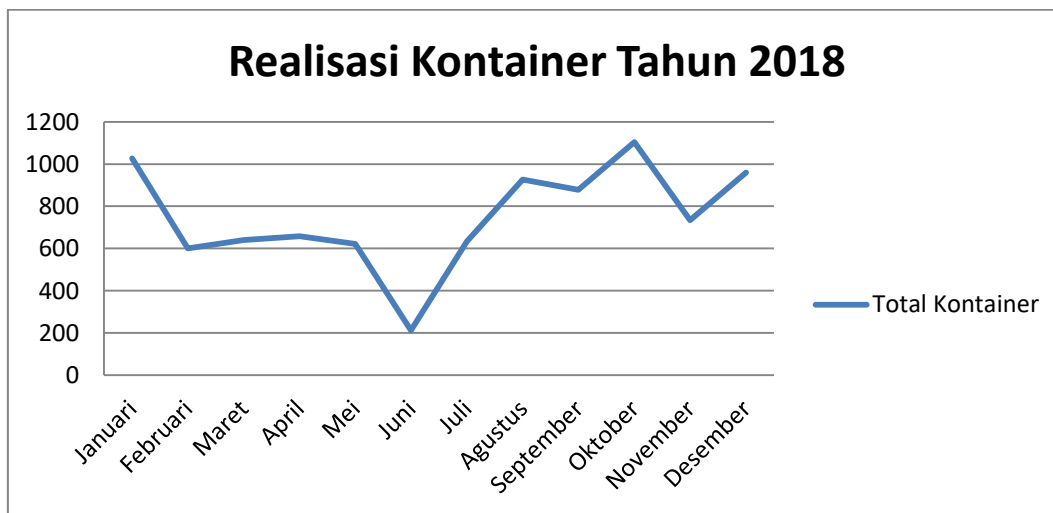
Jam kerja Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) dimulai pada pukul 07.00 sampai dengan 18.00 (dengan waktu istirahat antara pukul 12.00-13.00). Waktu *loading* zak semen dari truk ke kontainer kereta api berdistribusi NORM(0.778,0.171). Jumlah TKBM yang datang berkisar antara 20 sampai dengan 35 orang/hari. Kedatangan TKBM berdistribusi TRIA(4,6.1,7).

Jumlah maksimal gerbong datar yang disewa PT SILOG dari PT KAI Persero adalah sejumlah 30 gerbong datar/hari. Satu gerbong datar dapat memuat 2 kontainer dengan kapasitas masing-masing kontainer adalah 20 ton. Kereta berangkat dari Stasiun Babat pada pukul 23.40 dan tiba di Stasiun Pasoso pada pukul 12.00.

Proses *material handling* di Stasiun Pasoso dilakukan menggunakan alat berat berupa *reach stacker*. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemindahan

kontainer dengan *reach stacker* ini berdistribusi TRIA(5.5,8,9.5). Proses *material handling* dilakukan pada pukul 15.00 hingga 04.00. Jumlah truk kontainer yang terdapat di Stasiun Pasoso adalah sebanyak 20 truk dengan jam keberangkatan ke wilayah distributor pada pukul 18.00 hingga 04.00.

Data historis *demand* beberapa wilayah yang selama ini menggunakan kontainer intermoda kereta api untuk mengirimkan semen berdistribusi TRIA(11,16.7,30). Pada Gambar 4.1 memperlihatkan pola fluktuasi total kontainer sepanjang Januari sampai dengan Desember 2018.



Gambar 4. 1 Realisasi Kontainer Tahun 2018 (PT Semen Indonesia Logistik, 2018)

4.1.4 Data Historis Penjualan Semen Wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat

Pada Tabel 4.7 akan dijabarkan mengenai data historis penjualan semen di wilayah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat selama 12 bulan pada tahun 2018. Data historis penjualan semen ini akan menjadi salah satu input dalam model matematis.

Tabel 4. 7 Data Historis Penjualan Tahun 2018

No	Wilayah	Penjualan 2018 (Ton/Bulan)
1	BEKASI	3155.51
2	CIBITUNG	3763.23

No	Wilayah	Penjualan 2018 (Ton/Bulan)
3	CIKARANG	971.95
4	BOGOR	3983.97
5	SUKABUMI	280.43
6	CIANJUR	300.82
7	PADALARANG	101.67
8	CIMAHI	291.98
9	BANDUNG	1687.72
10	GARUT	186.28
11	SUMEDANG	440.70
12	KAB. BANDUNG	362.72
13	KAB. KARAWANG	2490.90
14	KAB. KUNINGAN	90.55
15	KAB. SUBANG	145.04
16	KOTA DEPOK	634.96
17	TASIKMALAYA	1343.84
18	CIAMIS	318.82
19	BANJAR	772.47
20	MAJALENGKA	525.98
21	INDRAMAYU	708.02
22	KUNINGAN	29.60
23	CIREBON	1712.87
24	JAKARTA	5304.43
25	JAKARTA BARAT	1431.29
26	JAKARTA SELATAN	1.60
27	JAKARTA TIMUR	163.49
28	JAKARTA UTARA	253.72
29	CILEGON	821.97
30	SERANG	1453.76
31	PANDEGLANG	167.55
32	RANGKASBITUNG	44.24
33	BALARAJA	137.82
34	SERPONG	1474.34
35	TANGERANG	6506.18
36	KAB. TANGERANG	267.13
37	KAB. LEBAK	37.17

(Sumber: PT Semen Indonesia Logistik)

4.2 Pengolahan Data

Pada sub bab ini dilakukan pengolahan dari data yang telah dikumpulkan dari sub bab 4.1. Pengolahan data meliputi penentuan *throughput rate* intermoda

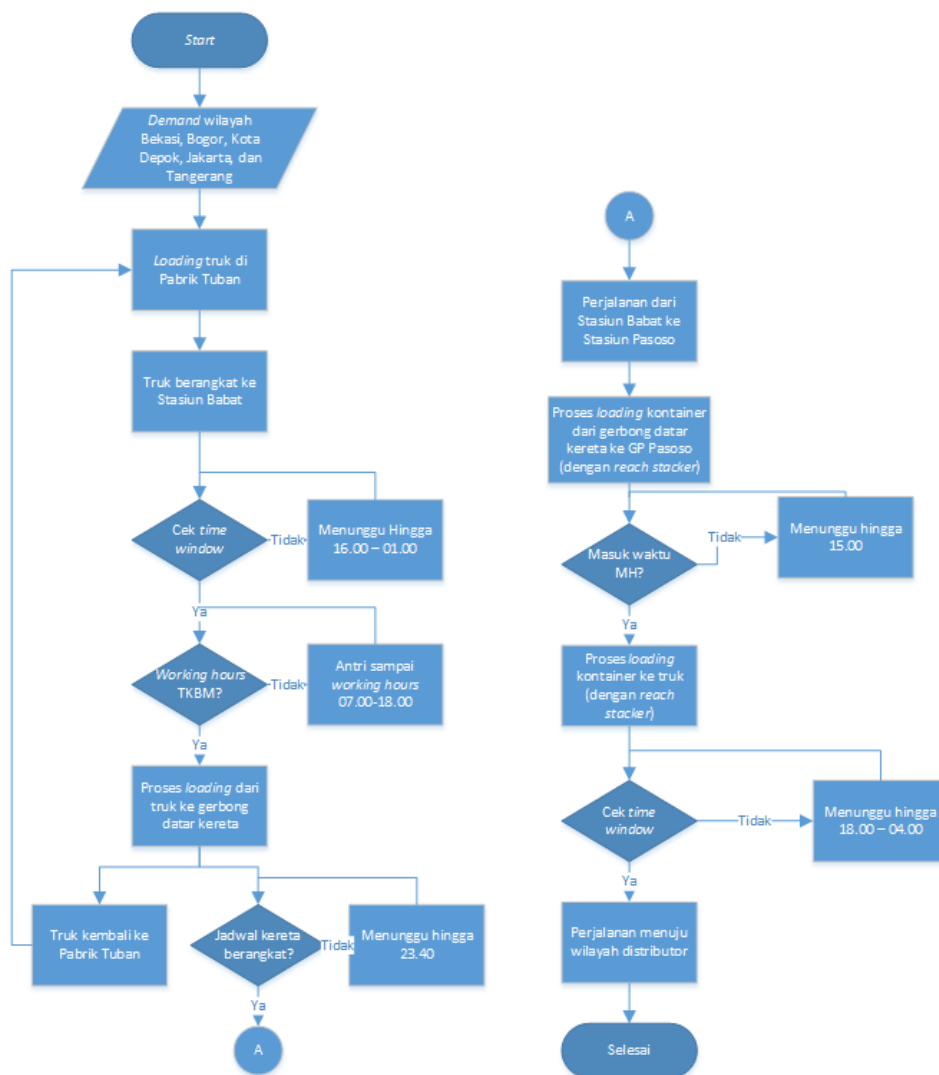
kereta api dengan simulasi diskrit (yang merupakan sub model dari model matematis), perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api dan moda truk, serta penentuan *coverage area* menggunakan model matematis.

4.2.1 Penentuan *Throughput Rate* Intermoda Kereta Api-Truk Menggunakan Simulasi Diskrit

Data operasional yang telah dikumpulkan pada sub bab 4.1.3 akan menjadi input dari penentuan *throughput rate* intermoda kereta api-truk. Penentuan *throughput rate* dilakukan dengan menyusun model konseptual, model simulasi, menghitung jumlah replikasi, validasi dan verifikasi, serta menyusun ide skenario dan eksperimen.

4.2.1.1 Pembuatan Model Konseptual

Pada Gambar 4.2 akan dijabarkan mengenai model konseptual pengiriman semen dengan menggunakan intermoda kereta api-truk.



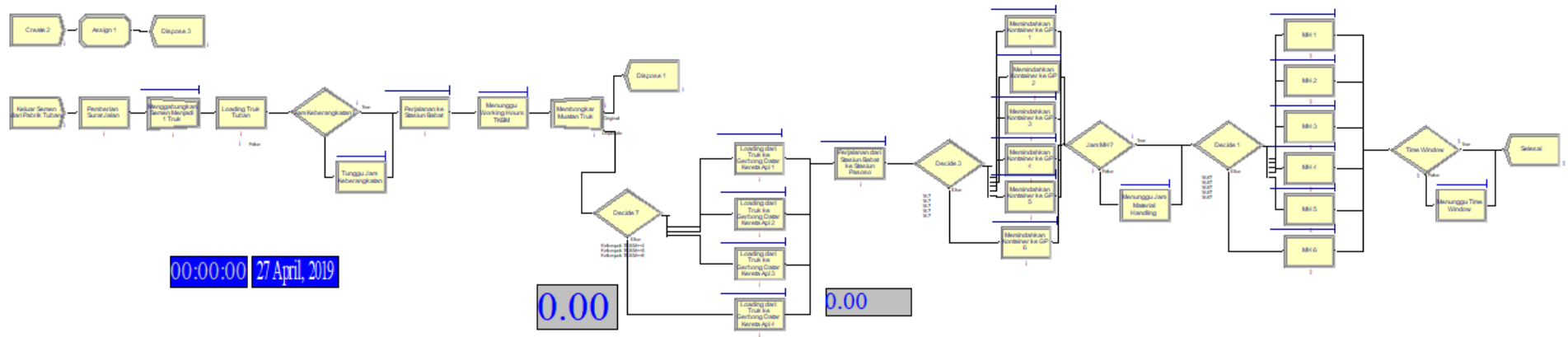
Gambar 4. 2 Flowchart Model Konseptual

Proses dimulai dengan memuat semen ke dalam truk yang dilaksanakan di Pabrik Tuban. Kapasitas truk yang berangkat dari Pabrik Tuban adalah sebesar 37,36 ton. Kemudian truk melakukan perjalanan ke Stasiun Babat. Sesampainya di Stasiun Babat, zak semen yang ada di dalam truk akan dimuat ke dalam kontainer gerbong datar kereta api dengan kapasitas 18,68 ton/kontainer oleh TKBM. Setelah itu, kereta api akan berangkat pada pukul 23.40 dan sampai di Stasiun Pasoso pada pukul 12.00. Kontainer yang berada di atas gerbong datar kereta api akan dipindahkan sementara ke gudang penyangga di Stasiun Pasoso. Ketika telah memasuki jam *material handling*, maka kontainer di gudang penyangga akan dipindahkan ke atas truk kontainer dengan menggunakan *reach*

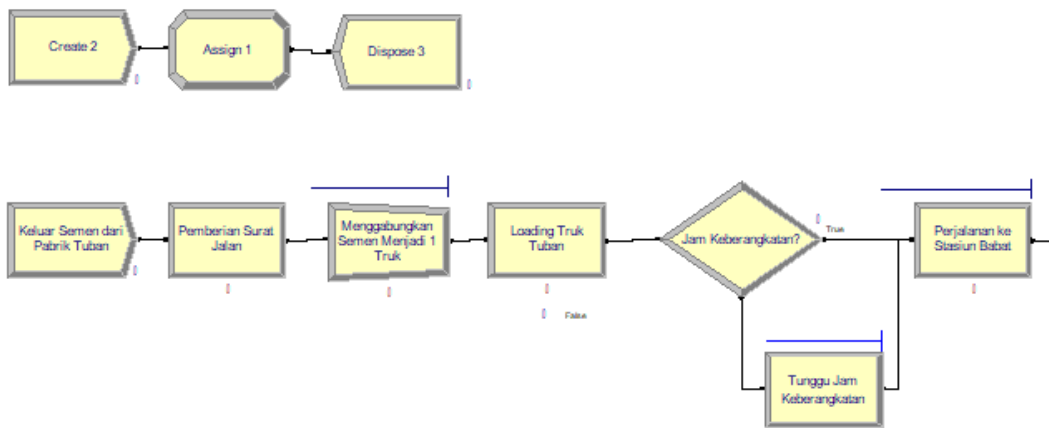
stacker. Proses yang terakhir adalah pengiriman semen menggunakan truk kontainer ke wilayah distributor.

4.2.1.2 Pembuatan Model Simulasi

Pada bagian ini akan ditunjukkan model simulasi sistem distribusi semen menggunakan intermoda kereta api dan truk dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat dan dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso. Model disusun dengan menggunakan *software* ARENA 14. Lama waktu simulasi adalah 1 bulan yang setara dengan 30 hari (720 jam). Gambar 4.3 berikut ini menunjukkan model simulasi sistem distribusi semen menggunakan intermoda kereta api dan truk secara keseluruhan. Gambar 4.4 menunjukkan model simulasi di Pabrik Tuban, Gambar 4.5 menunjukkan model simulasi di Stasiun Babat, serta Gambar 4.6 menunjukkan model simulasi di Stasiun Pasoso, DKI Jakarta.

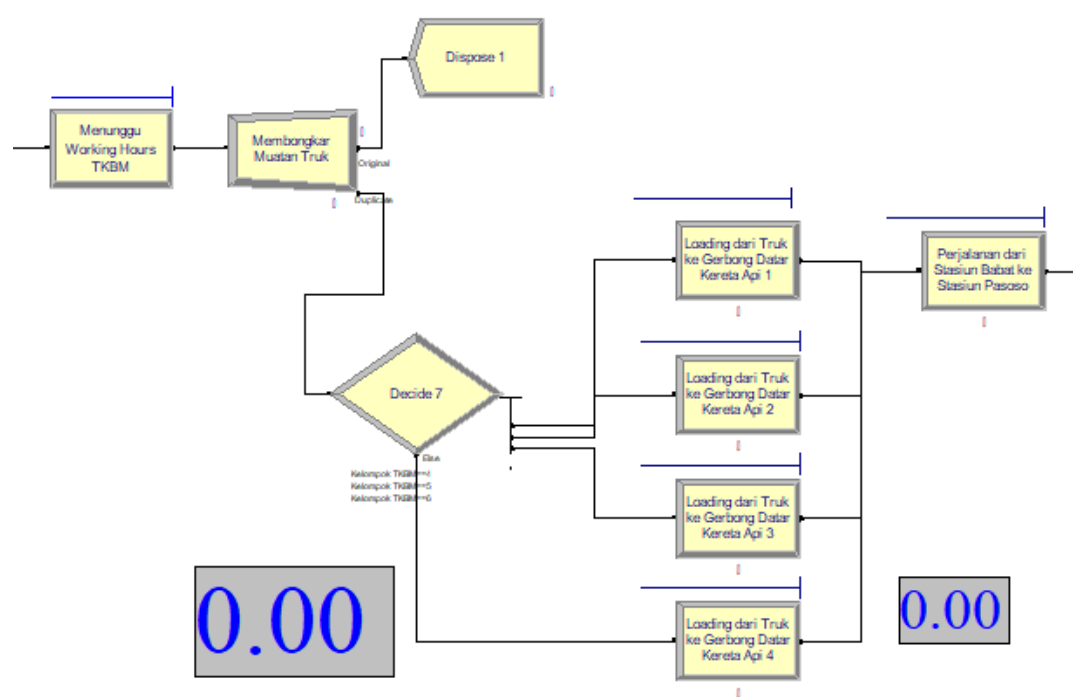


Gambar 4. 3 Model Simulasi Keseluruhan

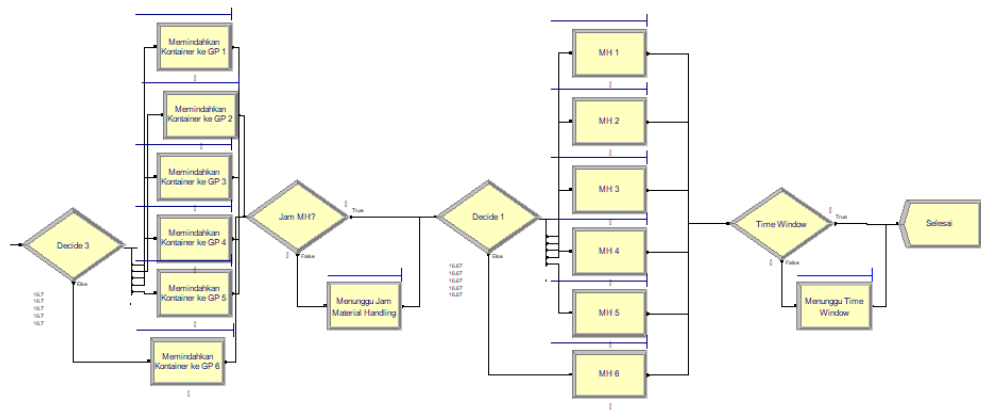


00:00:00 27 April, 2019

Gambar 4. 4 Model Simulasi di Pabrik Tuban



Gambar 4. 5 Model Simulasi di Stasiun Babat



Gambar 4. 6 Model Simulasi di Stasiun Pasoso

4.2.1.3 Perhitungan Jumlah Replikasi

Software ARENA menganut sistem *random input* dan *random output*. Simulasi yang dilakukan memiliki sifat acak dan hasil dari simulasi tersebut juga acak. Untuk mengatasi sifat tersebut, maka diperlukan replikasi dalam menjalankan simulasi. Replikasi dijalankan dengan tujuan hasil simulasi menjadi cukup mewakili hasil dari *real system*. Pada Tabel 4.8 ditunjukkan hasil dari simulasi dengan 5 kali replikasi.

Tabel 4. 8 Perhitungan Replikasi

Replikasi	Output Simulasi (kontainer)
1	704
2	700
3	710
4	702
5	700
6	700
7	712
8	714
9	706
10	706
Rata-rata	705.4
Standar Deviasi	5.168279318

Selanjutnya dilakukan perhitungan *half width* dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}} \quad (4.1)$$

Keterangan:

hw = *half width*

$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$ = Faktor yang didapatkan dari *Student's t table*

α = *Level of significance* (5%)

s = Standar deviasi

n = Jumlah replikasi awal

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

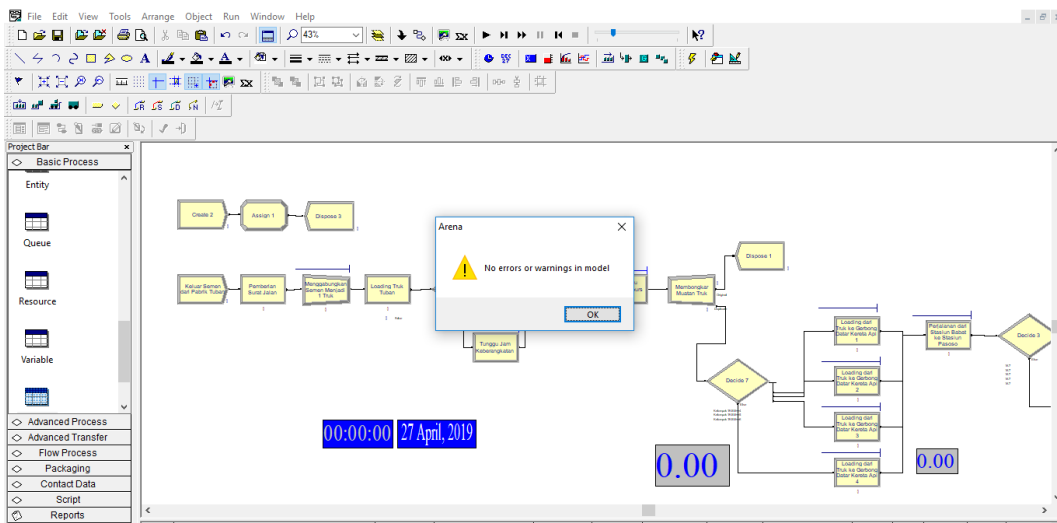
$$hw = \frac{\left(t_{9, 0.025}\right) \times 5.168}{\sqrt{10}}$$

$$hw = 3.697$$

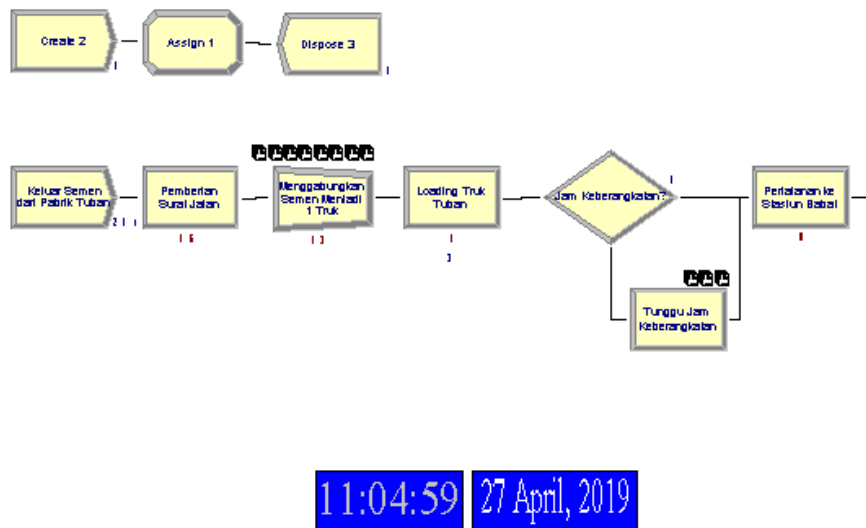
Didapatkan hasil *half width* sebesar 3.697 dan persentase *error* 0.524% dari rata-rata hasil simulasi yang telah dilakukan. Nilai tersebut sudah dapat dikatakan relatif kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan 10 kali replikasi pada simulasi sudah cukup mewakili sistem yang ada.

4.2.1.4 Verifikasi dan Validasi

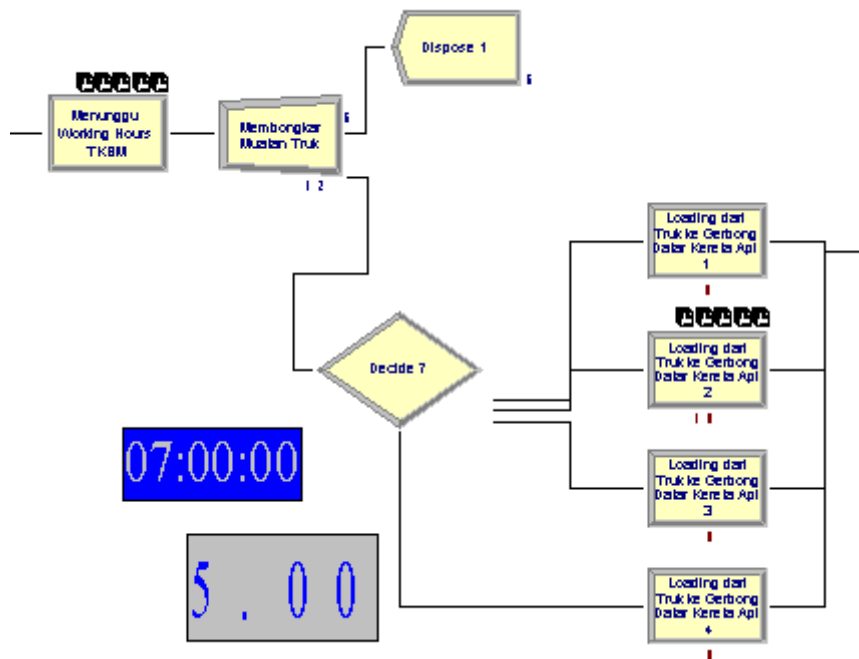
Verifikasi atau validasi internal model simulasi dilakukan dengan cara mengecek apakah model simulasi sudah sesuai dengan model konseptual yang dirancang. Langkah awal adalah mengecek *error* pada model. Verifikasi juga dilakukan untuk melihat waktu operasional. Pengiriman semen dilakukan pukul 16.00 hingga 04.00, apabila di luar jam tersebut maka truk akan menunggu pada modul *hold*. Selain itu untuk melihat proses pengangkutan semen oleh TKBM di jam kerja TKBM.



Gambar 4. 7 Verifikasi *Error Model Simulasi*



Gambar 4. 8 Verifikasi Jam Operasional Truk



Gambar 4. 9 Verifikasi Jam Kerja TKBM

Validasi model simulasi dilakukan dengan cara membandingkan *output* dari hasil simulasi dengan kondisi *real system*. Pada Tabel 4.9 akan dijabarkan mengenai hasil rekapitulasi kontainer selama 12 bulan dan hasil replikasi simulasi.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi *Real System* dan Simulasi

Data	Real System	Model Simulasi
1	1026	704
2	600	700
3	640	710
4	658	702
5	622	700
6	212	700
7	634	712
8	926	714
9	878	706
10	1104	706
11	734	
12	960	
Rata-rata	749.5	705.4

Data	Real System	Model Simulasi
Standar Deviasi	244.1223613	5.168279318

Metode *Student's t hypothesis* dilakukan karena *samples* yang digunakan bersifat independen. Berikut merupakan hipotesis yang digunakan untuk proses validasi:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (tidak terdapat perbedaan antara model simulasi dengan *real system*)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (terdapat perbedaan antara model simulasi dengan *real system*)

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan *Data Analysis* pada Microsoft Excel dengan *hypothesized mean difference* bernilai 0, tingkat error adalah 5% dan *degree of freedom (df)* sebesar 20. Nilai *t Critical* yang didapatkan adalah sebesar 2.085963447.

Tabel 4. 10 Hasil *Student's t Hypothesis Testing*

Parameter	Real System	Simulasi
Mean	749.5	705.4
Variance	59595.72727	26.711111
Observations	12	10
Pooled Variance	32789.67	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	20	
t Stat	0.568786591	
$P(T \leq t)$ one-tail	0.287916545	
t Critical one-tail	1.724718243	
$P(T \leq t)$ two-tail	0.575833089	
t Critical two-tail	2.085963447	

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai *t Stat* adalah sebesar 0.568786591. Berikut merupakan perbandingan nilai *t Stat* dengan *t Critical*:

$$- t \text{ Critical} \leq t \text{ Stat} \leq t \text{ Critical}$$

$$- 2.085963447 \leq 0.568786591 \leq 2.085963447$$

Hasil dari uji validitas tersebut adalah tidak menolak H_0 yang berarti model simulasi dapat dikatakan valid.

4.2.1.5 Pembuatan Ide Skenario dan Eksperimen

Langkah selanjutnya adalah membuat skenario model simulasi. Skenario tersebut dibuat untuk mengetahui jumlah *throughput rate* semen yang dapat diangkut oleh gerbong datar kereta api. Skenario disusun dengan cara memaksimalkan *input* berupa jumlah semen yang dapat diangkut 60 kontainer gerbong datar dengan kapasitas 16 ton setiap hari yaitu sebesar 28.800 ton/bulan ($16 \text{ ton} \times 60 \text{ kontainer} \times 30 \text{ hari}$). Kemudian jumlah *resources* truk yang digunakan untuk mengirimkan semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat ditambah hingga menjadi 60 truk yang beroperasi setiap hari. Skenario dijalankan dengan 5 kali replikasi untuk melihat *throughput rate* semen berupa total kontainer yang dapat diangkut oleh kereta api selama 1 bulan. Hasil dari skenario simulasi menunjukkan rata-rata kontainer yang dapat diangkut selama 1 bulan adalah sebesar 1655.60 kontainer atau setara dengan 26489.6 ton/bulan. Sementara, dari hasil skenario simulasi, jumlah minimum kontainer yang dapat diangkut kereta api adalah sebesar 1652 kontainer/bulan atau sebanyak 26432 ton/bulan.

Tabel 4. 11 *Output* Skenario

Replikasi	<i>Output</i> Skenario (Kontainer)
1	1655
2	1662
3	1652
4	1656
5	1653
Rata-rata	1655.60
Standar Deviasi	3.912

Dilakukan perhitungan *half width* untuk melihat apakah jumlah replikasi dalam simulasi sudah cukup mewakili kondisi *real system*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus yang telah dijabarkan pada sub bab 4.2.1.3.

$$hw = \frac{(t_{4,0.025}) \times 3.912}{\sqrt{5}}$$

$$hw = 3.957$$

Half width yang diperoleh adalah sebesar 3.957 sehingga didapatkan persentase *error* terhadap rata-rata sebanyak 1%. Sehingga jumlah replikasi yang dibutuhkan dalam simulasi skenario dapat dikatakan sudah cukup.

4.2.2 Perhitungan Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda Kereta Api-Truk dan dengan Moda Truk

Perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api-truk dan moda truk ini akan menjadi input dalam model matematis untuk menentukan *coverage area* (sistem pengiriman semen dapat dilakukan menggunakan intermoda kereta api-truk, dengan moda truk langsung dari Pabrik Tuban, atau dengan kombinasi kedua sistem tersebut).

4.2.2.1 Perhitungan Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda Kereta Api-Truk

Perhitungan biaya pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api-truk dimulai dengan menghitung biaya pengiriman semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat menggunakan truk tronton. Berikut akan dijabarkan rincian perhitungan biaya pengiriman semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat:

Tabel 4. 12 Biaya Pengiriman Semen Tuban – Babat (*Fixed Cost*)

NO	TUJUAN	<i>Fixed Cost (Rp)</i>										
		Timbangan & Mel	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	<i>FIXED COST</i>
1	TUBAN-BABAT	Rp 150,000	Rp 30,000	Rp 75,000	Rp 100,000	Rp 50,000	Rp 15,972	Rp 43,125	Rp 169,964	Rp 75,814	Rp 7,278	Rp 717,154

Tabel 4. 13 Biaya Pengiriman Semen Tuban – Babat (*Variable Cost* dan Total)

NO	TUJUAN	<i>Variable Cost (Rp)</i>						<i>GRAND TOTAL</i>	BIAYA UMUM & ADM 0,5%	MARGIN 10%	Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makan	Bonus	<i>VAR. COST</i>				
1	TUBAN-BABAT	Rp 294,000	Rp 65,464	Rp 61,486	Rp 44,600	Rp 22,639	Rp 488,189	Rp 1,205,343	Rp 6,027	Rp 120,534	Rp 83,244

Nilai biaya timbangan & mel, retribusi, dan bongkar muat merupakan ketetapan dari PT SILOG. Upah supir dan upah kernet didapatkan dari perhitungan upah per bulan dibagi dengan jumlah ritase yang dilakukan selama satu bulan. Begitu juga dengan perhitungan asuransi kesehatan. Untuk nilai pajak dan kir, serta asuransi truk didapatkan dari biaya tetap truk per bulan dibagi dengan jumlah ritase. Nilai biaya penyusutan truk didapatkan dari biaya penyusutan per bulan dibagi dengan jumlah ritase. Biaya bunga didapatkan dari biaya cicilan truk per bulan dibagi dengan jumlah ritase. Sementara untuk *variable cost* bergantung pada jarak tujuan pengiriman. Jarak pengiriman dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat adalah sekitar 49 Km.

Setelah melakukan perhitungan biaya pengiriman semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat, maka dilakukan perhitungan tarif pengiriman semen dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso.

Tabel 4. 14 Tarif Pengiriman Semen Stasiun Babat - Stasiun Pasoso

KETERANGAN	PERHITUNGAN TARIF
Kereta Api Babat - Pasoso	Rp 123,177
Kereta Api Langsir Kalimas - Babat	Rp 11,900
Total	Rp 135,077
Margin PT Varia Usaha	Rp 13,508
<i>Loading Unloading</i>	Rp 36,875
Pengelolaan GP Pasoso	Rp 488
Biaya Pengiriman Tuban - Babat	Rp 83,244
Total Tarif	Rp 269,192

Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya pengiriman semen dari Stasiun Pasoso ke 37 wilayah distributor. Rincian perhitungan yang dilakukan sama dengan rincian perhitungan biaya pengiriman semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat. Hanya saja pada perhitungan kali ini ditambahkan dengan tarif kereta api yang sudah dihitung sebelumnya.

Tabel 4. 15 Biaya Pengiriman Semen dengan Intermoda

NO	TUJUAN (DARI STASIUN PASOSO)	JARAK (Km)	BIAYA PENGIRIMAN SEMEN (KERETA - TRUK)
1	BEKASI	29.7	Rp 345,344
2	CIBITUNG	48.7	Rp 357,141
3	CIKARANG	58.7	Rp 363,351
4	BOGOR	64.7	Rp 367,076

NO	TUJUAN (DARI STASIUN PASOSO)	JARAK (Km)	BIAYA PENGIRIMAN SEMEN (KERETA - TRUK)
5	SUKABUMI	119.6	Rp 403,928
6	CIANJUR	226.5	Rp 473,067
7	PADALARANG	144.9	Rp 419,637
8	CIMAHI	150.1	Rp 422,866
9	BANDUNG	158.2	Rp 427,896
10	GARUT	225.7	Rp 472,571
11	SUMEDANG	210.4	Rp 463,070
12	KAB. BANDUNG	180.4	Rp 441,680
13	KAB. KARAWANG	76.3	Rp 374,279
14	KAB. KUNINGAN	260.8	Rp 494,365
15	KAB. SUBANG	142	Rp 417,836
16	KOTA DEPOK	48.7	Rp 357,141
17	TASIKMALAYA	266.7	Rp 502,107
18	CIAMIS	273.4	Rp 509,796
19	BANJAR	294.7	Rp 515,415
20	MAJALENGKA	199.2	Rp 453,354
21	INDRAMAYU	229.2	Rp 474,744
22	KUNINGAN	252.5	Rp 489,212
23	CIREBON	226.2	Rp 472,881
24	JAKARTA	13.9	Rp 335,533
25	JAKARTA BARAT	16.9	Rp 337,396
26	JAKARTA SELATAN	28	Rp 344,288
27	JAKARTA TIMUR	19	Rp 338,700
28	JAKARTA UTARA	6.3	Rp 330,814
29	CILEGON	111	Rp 398,588
30	SERANG	96	Rp 386,511
31	PANDEGLANG	120.4	Rp 404,424
32	RANGKASBITUNG	107.7	Rp 396,539
33	BALARAJA	60.5	Rp 364,468
34	SERPONG	46.3	Rp 355,651
35	TANGERANG	33.2	Rp 347,517
36	KAB. TANGERANG	58	Rp 362,916
37	KAB. LEBAK	139.9	Rp 408,395

4.2.2.2 Perhitungan Biaya Pengiriman Semen dengan Moda Truk

Rincian perhitungan biaya pengiriman semen dengan moda truk langsung dari Pabrik Tuban adalah sama dengan rincian biaya ketika melakukan perhitungan biaya semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat. Hanya saja pada

perhitungan kali ini ditambahkan biaya tol yang bergantung pada jauhnya jarak pengiriman.

Tabel 4. 16 Biaya Pengiriman Semen dengan Moda Truk

NO	TUJUAN	JARAK (Km)	BIAYA PENGIRIMAN SEMEN (TRUK)
1	BEKASI	686.5	Rp 501,186
2	CIBITUNG	680.7	Rp 497,584
3	CIKARANG	666.9	Rp 489,015
4	BOGOR	738.1	Rp 535,988
5	SUKABUMI	761.5	Rp 550,518
6	CIANJUR	786.4	Rp 565,979
7	PADALARANG	688.1	Rp 502,179
8	CIMAHI	693.3	Rp 505,408
9	BANDUNG	701.4	Rp 513,200
10	GARUT	644.8	Rp 475,293
11	SUMEDANG	578.8	Rp 431,549
12	KAB. BANDUNG	723.6	Rp 526,985
13	KAB. KARAWANG	650.5	Rp 478,832
14	KAB. KUNINGAN	494.5	Rp 376,442
15	KAB. SUBANG	614.7	Rp 456,603
16	KOTA DEPOK	719.1	Rp 524,190
17	TASIKMALAYA	580.8	Rp 432,791
18	CIAMIS	510.4	Rp 389,078
19	BANJAR	481.9	Rp 375,188
20	MAJALENGKA	473.1	Rp 375,012
21	INDRAMAYU	488.4	Rp 372,655
22	KUNINGAN	438.7	Rp 341,795
23	CIREBON	433.1	Rp 338,317
24	JAKARTA	705.9	Rp 515,994
25	JAKARTA BARAT	715.1	Rp 521,707
26	JAKARTA SELATAN	706.5	Rp 516,367
27	JAKARTA TIMUR	696.6	Rp 507,457
28	JAKARTA UTARA	707.3	Rp 516,863
29	CILEGON	801.5	Rp 567,067
30	SERANG	786.5	Rp 566,041
31	PANDEGLANG	810.9	Rp 583,954
32	RANGKASBITUNG	793.7	Rp 570,512
33	BALARAJA	751	Rp 543,998

NO	TUJUAN	JARAK (Km)	BIAYA PENGIRIMAN SEMEN (TRUK)
34	SERPONG	728.7	Rp 530,151
35	TANGERANG	728.1	Rp 529,779
36	KAB. TANGERANG	748.5	Rp 542,446
37	KAB. LEBAK	830.4	Rp 596,062

4.2.3 Penentuan *Coverage Area* Menggunakan Model Matematis

Untuk menentukan sistem pengiriman semen yang paling efisien dari segi biaya, maka dilakukan penentuan *coverage area* menggunakan model matematis. Model yang digunakan merupakan dasar dari model transportasi. Fungsi tujuan pada model matematis adalah untuk meminimasi total biaya pengiriman semen.

➤ Indeks

i: indeks sumber pengiriman (Pabrik Tuban atau Stasiun Pasoso)

j: indeks tujuan (37 wilayah distributor)

➤ Parameter

C_{ij} : Biaya pengiriman semen dari sumber pengiriman *i* ke wilayah distributor *j*

$Supply_i$: Kapasitas *supply* sumber pengiriman *i*

$Demand_j$: *Demand* pada wilayah distributor *j*

Kap_Moda : Kapasitas moda transportasi

➤ Variabel Keputusan

X_{ij} : Jumlah ritase pengiriman semen dari sumber pengiriman *i* untuk memenuhi *demand* di wilayah distributor *j*

➤ Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada model matematis ini adalah meminimasi total biaya pengiriman yang dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{37} X_{ij} \times C_{ij} \quad (4.2)$$

➤ Batasan

Beberapa batasan yang digunakan dalam model matematis ini, antara lain:

$$\sum_{j=1}^{37} X_{1j} \times Kap_Moda \leq Supply_1 \quad (4.3)$$

$$\sum_{j=1}^{37} X_{2j} \times Kap_Moda \leq Supply_2 \quad (4.4)$$

$$(X_{1j} \times Kap_Moda) + (X_{2j} \times Kap_Moda) \geq d_j \quad \forall j \quad (4.5)$$

$$X_{ij} \in (Integer) \quad (4.6)$$

Persamaan (4.3) memastikan bahwa jumlah semen yang dikirim dengan menggunakan moda truk (jumlah pengiriman yang dilakukan dengan moda truk dikalikan dengan kapasitas truk 16 ton) tidak melebihi kapasitas *supply* dari lokasi pengiriman Pabrik Tuban. Sedangkan persamaan (4.4) memastikan bahwa jumlah semen yang dikirim dengan intermoda kereta api-truk (jumlah pengiriman yang dilakukan dengan intermoda dikalikan dengan kapasitas truk 16 ton) tidak melebihi kapasitas *supply* dari lokasi pengiriman Stasiun Pasoso. Persamaan (4.5) memastikan bahwa jumlah *demand* yang dikirim dengan moda truk, atau intermoda kereta api-truk, atau kombinasi keduanya tidak kurang dari sama dengan *demand* yang dibutuhkan wilayah distributor *j*. Persamaan (4.6) memastikan bahwa jumlah ritase pengiriman yang dilakukan merupakan bilangan bulat.

Verifikasi model matematis dilakukan dengan cara mengecek hasil dari fungsi tujuan. *Objective value* atau hasil fungsi tujuan pada *software* LINGO dibandingkan dengan hasil fungsi tujuan yang dihitung pada Microsoft Excel. Berdasarkan hasil fungsi tujuan pada *software* LINGO didapatkan total biaya pengiriman sebesar 0.1668913×10^{11} dan dari perhitungan pada Microsoft Excel total biaya pengiriman yang dihasilkan adalah sebesar 16,689,131,423. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil dari fungsi tujuan pada *software* LINGO sudah sesuai dengan model matematis yang dirancang sebelumnya.

Tabel 4. 17 Verifikasi Biaya Pengiriman

No	Tujuan	Total Biaya Pengiriman
1	BEKASI	Rp 1,094,049,025
2	CIBITUNG	Rp 1,847,418,839
3	CIKARANG	Rp 477,279,048
4	BOGOR	Rp 1,462,431,739

No	Tujuan	Total Biaya Pengiriman
5	SUKABUMI	Rp 116,331,175
6	CIANJUR	Rp 172,057,561
7	PADALARANG	Rp 56,244,058
8	CIMAHI	Rp 153,644,007
9	BANDUNG	Rp 870,387,091
10	GARUT	Rp 91,256,238
11	SUMEDANG	Rp 193,334,022
12	KAB. BANDUNG	Rp 193,930,310
13	KAB. KARAWANG	Rp 1,195,165,166
14	KAB. KUNINGAN	Rp 36,138,473
15	KAB. SUBANG	Rp 73,056,476
16	KOTA DEPOK	Rp 228,570,490
17	TASIKMALAYA	Rp 581,671,121
18	CIAMIS	Rp 124,504,857
19	BANJAR	Rp 294,147,011
20	MAJALENGKA	Rp 198,006,103
21	INDRAMAYU	Rp 268,311,428
22	KUNINGAN	Rp 10,937,428
23	CIREBON	Rp 584,612,536
24	JAKARTA	Rp 1,782,351,799
25	JAKARTA BARAT	Rp 485,850,066
26	JAKARTA SELATAN	Rp 5,508,611
27	JAKARTA TIMUR	Rp 59,611,170
28	JAKARTA UTARA	Rp 84,688,395
29	CILEGON	Rp 331,624,973
30	SERANG	Rp 562,760,435
31	PANDEGLANG	Rp 71,178,700
32	RANGKASBITUNG	Rp 19,033,855
33	BALARAJA	Rp 52,483,441
34	SERPONG	Rp 529,208,931
35	TANGERANG	Rp 2,263,030,744

No	Tujuan	Total Biaya Pengiriman
36	KAB. TANGERANG	Rp 98,713,158
37	KAB. LEBAK	Rp 19,602,941
Total		Rp 16,689,131,423

Pengecekan selanjutnya dilakukan dengan melihat hasil dari program optimasi tidak melanggar batasan-batasan yang telah diberikan. Berdasarkan hasil dari program optimasi, model matematis tidak melanggar batasan-batasan yang diberikan berupa batasan *supply* dan batasan *demand*.

Tabel 4. 18 Verifikasi Batasan *Supply* dan *Demand*

No	Tujuan	Total Pengiriman (Ton)	Demand (Ton)
1	BEKASI	3168	3155.51
2	CIBITUNG	3776	3763.23
3	CIKARANG	976	971.95
4	BOGOR	3984	3983.97
5	SUKABUMI	288	280.43
6	CIANJUR	304	300.82
7	PADALARANG	112	101.67
8	CIMAHI	304	291.98
9	BANDUNG	1696	1687.72
10	GARUT	192	186.28
11	SUMEDANG	448	440.70
12	KAB. BANDUNG	368	362.72
13	KAB. KARAWANG	2496	2490.90
14	KAB. KUNINGAN	96	90.55
15	KAB. SUBANG	160	145.04
16	KOTA DEPOK	640	634.96
17	TASIKMALAYA	1344	1343.84
18	CIAMIS	320	318.82
19	BANJAR	784	772.47

No	Tujuan	Total Pengiriman (Ton)	Demand (Ton)
20	MAJALENGKA	528	525.98
21	INDRAMAYU	720	708.02
22	KUNINGAN	32	29.60
23	CIREBON	1728	1712.87
24	JAKARTA	5312	5304.43
25	JAKARTA BARAT	1440	1431.29
26	JAKARTA SELATAN	16	1.60
27	JAKARTA TIMUR	176	163.49
28	JAKARTA UTARA	256	253.72
29	CILEGON	832	821.97
30	SERANG	1456	1453.76
31	PANDEGLANG	176	167.55
32	RANGKASBITUNG	48	44.24
33	BALARAJA	144	137.82
34	SERPONG	1488	1474.34
35	TANGERANG	6512	6506.18
36	KAB. TANGERANG	272	267.13
37	KAB. LEBAK	48	37.17
Total		42640	42364.73

Validasi pada program optimasi dapat dilakukan dengan memberikan pengujian titik ekstrem yang dapat diprediksi hasilnya. Fungsi tujuan dalam model matematis adalah untuk meminimasi total biaya pengiriman semen. Untuk mencapai total biaya pengiriman yang paling minimum, maka program optimasi akan cenderung memilih moda transportasi yang memiliki tarif lebih rendah. Pengujian titik ekstrem dilakukan dengan menaikkan tarif pengiriman semen menggunakan kereta api hingga mencapai 5 kali lipat. Ketika tarif kereta api dinaikkan hingga 5 kali lipat, dapat diprediksi bahwa pengiriman semen ke seluruh wilayah distributor akan dilakukan dengan moda truk (tidak menggunakan intermoda kereta api-truk) karena biaya pengiriman dengan moda truk menjadi

jauh lebih murah dibandingkan biaya pengiriman dengan intermoda kereta api-truk. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil uji coba pada program optimasi ketika tarif kereta api dinaikkan sebanyak 5 kali lipat. Sehingga dapat dikatakan bahwa model matematis yang dibuat sudah sesuai dengan kondisi *real system*.

Tabel 4. 19 Hasil Uji Coba Titik Ekstrem

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman (1 Bulan)	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	198	0
2	CIBITUNG	236	0
3	CIKARANG	61	0
4	BOGOR	249	0
5	SUKABUMI	18	0
6	CIANJUR	19	0
7	PADALARANG	7	0
8	CIMAHI	19	0
9	BANDUNG	106	0
10	GARUT	12	0
11	SUMEDANG	28	0
12	KAB. BANDUNG	23	0
13	KAB. KARAWANG	156	0
14	KAB. KUNINGAN	6	0
15	KAB. SUBANG	10	0
16	KOTA DEPOK	40	0
17	TASIKMALAYA	84	0
18	CIAMIS	20	0
19	BANJAR	49	0
20	MAJALENGKA	33	0
21	INDRAMAYU	45	0
22	KUNINGAN	2	0
23	CIREBON	108	0
24	JAKARTA	332	0
25	JAKARTA BARAT	90	0

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman (1 Bulan)	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
26	JAKARTA SELATAN	1	0
27	JAKARTA TIMUR	11	0
28	JAKARTA UTARA	16	0
29	CILEGON	52	0
30	SERANG	91	0
31	PANDEGLANG	11	0
32	RANGKASBITUNG	3	0
33	BALARAJA	9	0
34	SERPONG	93	0
35	TANGERANG	407	0
36	KAB. TANGERANG	17	0
37	KAB. LEBAK	3	0
Total		2665	0

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data sebelumnya yang berupa penentuan *throughput rate* intermoda kereta api-truk dengan simulasi diskrit dan penentuan *coverage area* menggunakan model matematis.

5.1 Analisis Hasil Penentuan *Throughput Rate* Intermoda Kereta Api-Truk

Berdasarkan hasil simulasi dari skenario, didapatkan total kontainer yang dapat diangkut oleh gerbong datar kereta api dari Stasiun Babat ke Stasiun Pasoso selama 1 bulan dengan memaksimalkan penggunaan 60 kontainer gerbong datar. Selain itu, kapasitas truk yang berangkat dari Pabrik Tuban dikurangi dari yang mulanya sebanyak 37,36 ton/truk menjadi 16 ton/truk. Begitu juga dengan kapasitas kontainer kereta api yang mulanya sebesar 18,68 ton/kontainer menjadi 16 ton/kontainer. Pengurangan kapasitas tersebut didasarkan pada Peraturan JBI (Jumlah Berat yang Diizinkan). Pada Tabel 5.1 akan dijabarkan mengenai hasil dari simulasi skenario yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 5. 1 Hasil Skenario

Replikasi	Output Skenario (Kontainer)
1	1655
2	1662
3	1652
4	1656
5	1653
Rata-rata	1655.60

Dari hasil skenario tersebut dapat diketahui jumlah rata-rata kontainer yang dapat diangkut oleh gerbong datar kereta api selama 1 bulan adalah sebesar 1655.60 kontainer (26489.6 ton) dan jumlah minimum kontainer yang dapat diangkut oleh gerbong datar kereta api selama 1 bulan adalah sebesar 1652

kontainer (26432 ton). Kedua nilai tersebut akan menjadi *input* parameter kapasitas *supply* sumber pengiriman dari Stasiun Pasoso dalam model matematis. Penggunaan nilai minimum kontainer dimaksudkan untuk mengatasi kondisi nyata di lapangan dalam sistem pengiriman semen ke wilayah distributor ketika kontainer yang dapat diangkut tidak sebanyak nilai rata-rata yang dihasilkan model simulasi.

Sepanjang tahun 2018, target pencapaian kontainer dari PT SILOG adalah sebesar 1550 kontainer/bulan. Sementara dari hasil simulasi diskrit yang telah dilakukan, proses muat kontainer di Stasiun Babat dapat mencapai 1656 kontainer/bulan. Hal tersebut menunjukkan bahwa PT SILOG dapat mengisi sekitar 27 hingga 28 gerbong datar kereta api/hari. Hal ini menunjukkan peningkatan target pengisian kontainer gerbong datar dari yang mulanya sebesar 20-25 gerbong datar/hari menjadi 27-28 gerbong datar/hari.

Selanjutnya dari hasil *running* skenario tersebut akan dianalisis mengenai jumlah TKBM dan jumlah truk yang sebaiknya digunakan dalam melakukan pengiriman semen menggunakan intermoda kereta api-truk.

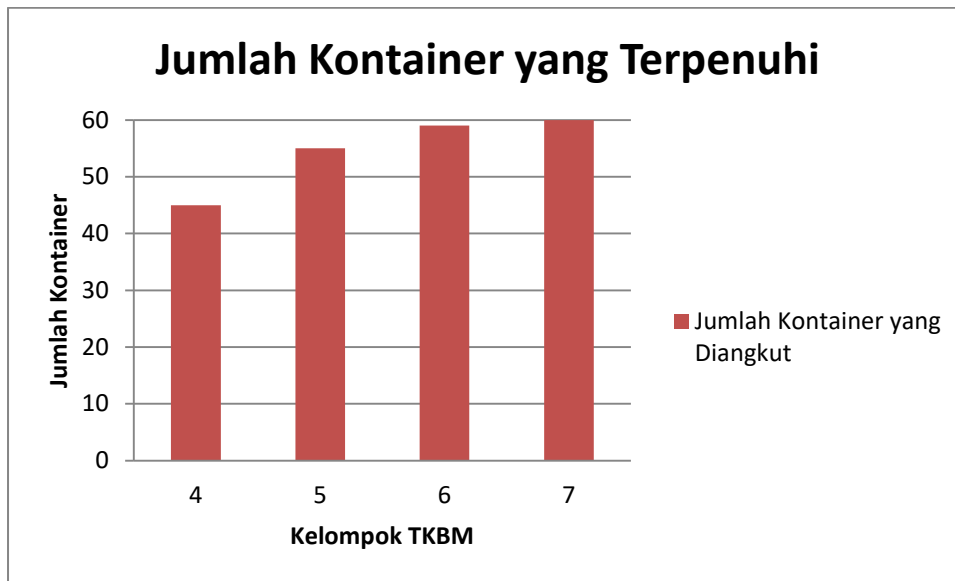
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Pengiriman Semen dengan Kereta Api

Hari ke-	Truk Tuban	Total dengan Sisa Kontainer	Kontainer Kereta	Sisa Kontainer	TKBM
1	59	59	59	0	7
2	59	59	55	4	5
3	55	59	59	0	6
4	57	57	56	1	5
5	56	57	57	0	6
6	59	59	59	0	7
7	55	55	55	0	6
8	56	56	56	0	6
9	58	58	58	0	6
10	59	59	59	0	7
11	54	54	54	0	5
12	58	58	57	1	6
13	57	58	58	0	6
14	58	58	58	0	6
15	57	57	57	0	6
16	58	58	58	0	6

Hari ke-	Truk Tuban	Total dengan Sisa Kontainer	Kontainer Kereta	Sisa Kontainer	TKBM
17	56	56	56	0	6
18	56	56	53	3	5
19	58	61	60	1	7
20	55	56	56	0	6
21	60	60	60	0	7
22	57	57	57	0	6
23	54	54	54	0	5
24	60	60	60	0	7
25	55	55	55	0	5
26	58	58	58	0	6
27	57	57	45	12	4
28	55	67	60	7	7
29	59	66	60	6	7

Setiap hari akan dilakukan pengiriman semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat dengan menggunakan truk. Truk yang berasal dari Pabrik Tuban tersebut memiliki kapasitas muatan sebesar 16 ton. Kemudian semen dipindahkan dari truk ke dalam kontainer kereta api yang juga berkapasitas 16 ton. Sehingga dapat dikatakan bahwa kapasitas 1 truk setara dengan kapasitas 1 kontainer.

Proses pemindahan semen dari truk ke kontainer kereta api dilakukan oleh TKBM yang bekerja dalam 1 kelompok beranggotakan 5 orang TKBM. Berdasarkan data historis, kedatangan TKBM berkisar antara 4 sampai dengan 7 kelompok (20 hingga 35 orang)/hari. Ketika jumlah truk yang datang dari Pabrik Tuban cukup banyak, sementara jumlah TKBM yang datang hanya sedikit, maka akan tersisa truk semen yang belum dimuat ke dalam kontainer kereta di Stasiun Babat. Atau dengan kata lain, terdapat truk yang mengantri dan menunggu untuk dibongkar muat keesokan harinya. Batas maksimal truk antri yang dapat ditampung Stasiun Babat adalah sebanyak 15 truk/hari.



Gambar 5. 1 Jumlah Kontainer yang Dapat Diangkut

Berdasarkan hasil simulasi skenario, rata-rata truk yang digunakan untuk mengirimkan semen dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat adalah sebanyak 57 truk/hari. Rata-rata TKBM yang datang adalah sebanyak 6 kelompok (30 orang). Pada hari ke-27 simulasi, jumlah truk yang datang dari Pabrik Tuban adalah sebanyak 57 truk, akan tetapi jumlah TKBM yang datang pada hari itu hanya sebanyak 20 orang (4 kelompok), dan 4 kelompok TKBM ini hanya berhasil melakukan proses pemuatan semen ke dalam 45 kontainer kereta api, sehingga tersisa 12 truk semen yang belum dibongkar muat. Jika jumlah TKBM hanya sebanyak 5 kelompok (25 orang), maka jumlah kontainer yang berhasil dimuati semen adalah sebesar 53 sampai dengan 55 kontainer. Jika pada hari tersebut sebanyak 6 kelompok (30 orang) TKBM datang, maka jumlah kontainer yang berhasil dimuati semen adalah sebesar 55 hingga 59 kontainer. Dan jika sebanyak 7 kelompok TKBM (35 orang) yang datang, maka jumlah kontainer yang berhasil dimuati semen adalah sebesar 59 hingga 60 kontainer. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk memuat sebanyak 57 kontainer diperlukan antara 6 kelompok atau 7 kelompok TKBM.

5.2 Analisis Hasil Penentuan Coverage Area

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisis penentuan *coverage area* berdasarkan hasil dari program optimasi. Sebelumnya untuk *input* parameter batasan kapasitas sumber pengiriman Stasiun Pasoso digunakan hasil dari program simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk nilai rata-rata kontainer yang dapat diangkut gerbong datar kereta api selama 1 bulan dari kelima replikasi adalah sebesar 1655.60 kontainer atau setara dengan 26489.6 ton. Untuk nilai minimum kontainer yang dapat diangkut gerbong datar kereta api adalah sebesar 1652 kontainer atau setara dengan 26432 ton. Kedua nilai tersebut masing-masing akan menjadi *input* untuk parameter batasan kapasitas sumber pengiriman Stasiun Pasoso. Sehingga akan didapatkan hasil penentuan *coverage area* dengan menggunakan nilai rata-rata kontainer dan hasil penentuan *coverage area* dengan menggunakan nilai minimum kontainer.

5.2.1 Analisis Pengaruh Demand dan Jarak dalam Penentuan Moda Transportasi

Demand dari setiap wilayah distributor menjadi sebuah faktor penting dalam penentuan moda transportasi yang biayanya paling efisien. Karena *demand* dapat mempengaruhi jumlah ritase pengiriman yang harus dilakukan truk. Selain *demand*, jarak juga memberikan dampak yang besar terhadap penentuan moda transportasi yang paling efisien. Hal tersebut dikarenakan pada perhitungan biaya pengiriman semen, perhitungan *variable cost* dipengaruhi oleh jarak dari sumber pengiriman ke wilayah distributor. Pada tabel berikut akan dijabarkan mengenai *saving cost* yang dihasilkan ketika menggunakan intermoda kereta api-truk dibandingkan dengan menggunakan moda truk. Perhitungan di bawah ini belum menyertakan faktor *demand* dari masing-masing wilayah distributor.

Tabel 5. 3 *Saving Cost*

No	Tujuan	<i>Saving Cost</i>
1	BEKASI	31%
2	CIBITUNG	28%
3	CIKARANG	26%
4	BOGOR	32%

No	Tujuan	Saving Cost
5	SUKABUMI	27%
6	CIANJUR	16%
7	PADALARANG	16%
8	CIMAHI	16%
9	BANDUNG	17%
10	GARUT	1%
11	SUMEDANG	-7%
12	KAB. BANDUNG	16%
13	KAB. KARAWANG	22%
14	KAB. KUNINGAN	-31%
15	KAB. SUBANG	8%
16	KOTA DEPOK	32%
17	TASIKMALAYA	-16%
18	CIAMIS	-31%
19	BANJAR	-37%
20	MAJALENGKA	-21%
21	INDRAMAYU	-27%
22	KUNINGAN	-43%
23	CIREBON	-40%
24	JAKARTA	35%
25	JAKARTA BARAT	35%
26	JAKARTA SELATAN	33%
27	JAKARTA TIMUR	33%
28	JAKARTA UTARA	36%
29	CILEGON	30%
30	SERANG	32%
31	PANDEGLANG	31%
32	RANGKASBITUNG	30%
33	BALARAJA	33%
34	SERPONG	33%
35	TANGERANG	34%
36	KAB. TANGERANG	33%
37	KAB. LEBAK	31%

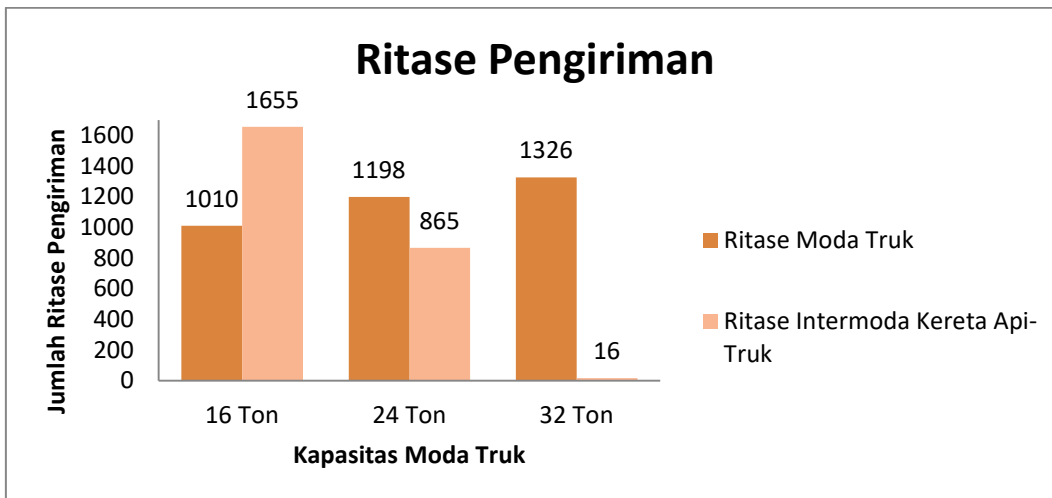
Sebagai contoh berdasarkan tabel tersebut, wilayah distributor Cikarang yang memiliki jarak pulang pergi dari Stasiun Pasoso sebesar 117.40 Km masih dapat memberikan *saving cost* sebesar 26% jika pengiriman semen dilakukan dengan menggunakan intermoda kereta api-truk. Namun berdasarkan hasil program optimasi yang sudah mempertimbangkan jumlah *demand* dari wilayah

distributor Cikarang, moda transportasi terpilih adalah moda transportasi truk langsung dari Pabrik Tuban. Sehingga pengiriman semen untuk wilayah Cikarang menggunakan moda transportasi truk dan tidak menggunakan intermoda kereta api-truk sama sekali. Hal ini dikarenakan jumlah *demand* wilayah distributor Cikarang sebanyak 972 ton yang lebih sedikit dibandingkan dengan wilayah distributor lainnya. Seperti misalnya untuk wilayah distributor di Bogor dengan jarak pulang pergi dari Stasiun Pasoso sebesar 129.40 Km, berdasarkan hasil program optimasi, pengiriman semen untuk wilayah Bogor semuanya dilakukan dengan menggunakan intermoda kereta api-truk. Hal ini disebabkan karena jumlah *demand* di wilayah Bogor terbilang cukup tinggi, yaitu sebesar 3984 ton.

5.2.2 Analisis Pengaruh Jumlah Kapasitas Moda Transportasi Truk dalam Penentuan Moda Transportasi

Salah satu hal yang melatarbelakangi penelitian Tugas Akhir ini adalah peraturan pemerintah mengenai Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI). Peraturan tersebut mengakibatkan kapasitas truk ketika melakukan pengiriman semen harus dikurangi hingga batas maksimal 16 ton dari yang mulanya sebesar 32 ton. Peraturan ini seharusnya sudah dijalankan dari tahun 2012, tetapi hingga tahun 2019 peraturan JBI ini belum secara tegas dijalankan oleh pemerintah. Pada tahun 2012, PT SILOG menginformasikan bahwa terjadi uji coba untuk menjalankan peraturan ini dengan memangkas kapasitas truk hingga mencapai 50%. Akan tetapi, uji coba tersebut tidak berjalan dengan lancar. Sehingga sampai sekarang masih terdapat banyak truk yang beroperasi dengan kapasitas muatan lebih dari 16 ton. Oleh karena itu pada sub bab ini akan dijabarkan mengenai perhitungan program optimasi ketika moda transportasi truk berkapasitas 16 ton dan ketika moda transportasi truk memiliki kelonggaran kapasitas muatan sebesar 150% (24 ton) dan 200% (32 ton) dari batas kapasitas peraturan JBI.

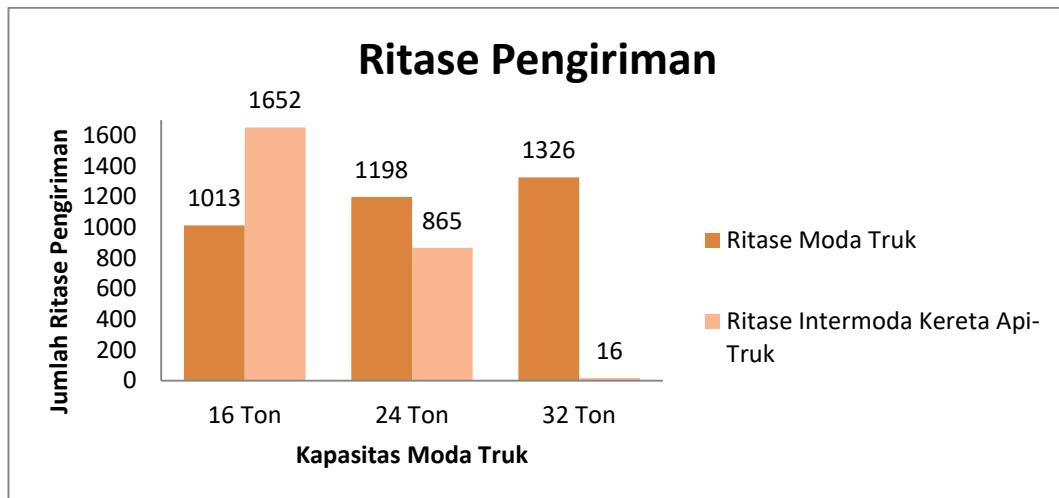
Pada Gambar berikut akan dijelaskan mengenai jumlah ritase pengiriman ketika moda transportasi truk berkapasitas 16 ton, 24 ton, dan 32 ton. Sementara untuk jumlah kontainer Stasiun Pasoso yang digunakan adalah sebesar 1655 kontainer.



Gambar 5. 2 Ritase Pengiriman dengan Jumlah Rata-rata Kontainer

Ketika kapasitas moda truk adalah 16 ton dan kapasitas intermoda kereta api-truk juga sebesar 16 ton, maka seluruh jumlah kontainer yang ada di Stasiun Pasoso dapat digunakan untuk memenuhi *demand* wilayah distributor selama 1 bulan. Ketika kapasitas moda truk dinaikkan sebesar 150% atau sebesar 24 ton, maka pengiriman melalui Stasiun Pasoso menjadi tidak maksimal. Dengan kapasitas moda truk langsung dari Pabrik Tuban sebanyak 24 ton, pengiriman semen dari Stasiun Pasoso hanya menghabiskan sebanyak 865 kontainer. Sementara jika kapasitas moda truk dinaikkan sebanyak 200% atau setara dengan 32 ton, maka pengiriman dari Stasiun Pasoso menurun tajam hingga 16 kontainer saja yang digunakan untuk memenuhi *demand* selama 1 bulan. Hal ini dapat disebabkan karena *saving cost* yang dihasilkan dari pengiriman moda darat dengan kapasitas yang tinggi bernilai lebih besar dibandingkan dengan menggunakan intermoda kereta api-truk.

Pada Gambar 5.3 akan dijabarkan mengenai jumlah ritase pengiriman ketika moda transportasi truk berkapasitas 16 ton, 24 ton, dan 32 ton. Sementara untuk jumlah kontainer Stasiun Pasoso yang digunakan adalah sebesar 1652 kontainer.



Gambar 5. 3 Ritase Pengiriman dengan Jumlah Minimum Kontainer

Hasil yang sama terlihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3. Ketika kapasitas moda transportasi truk dan intermoda kereta api-truk bernilai sama besar (16 ton) maka seluruh kontainer yang berada di Stasiun Pasoso akan digunakan untuk memenuhi *demand* wilayah distributor selama 1 bulan. Sementara jika kapasitas moda truk dinaikkan hingga 150% dan 200% maka penggunaan kontainer di Stasiun Pasoso menurun hingga mencapai 865 kontainer dan 16 kontainer saja.

Sebagai contoh pada tabel berikut akan dijelaskan mengenai penurunan pengiriman kontainer dari Stasiun Pasoso pada wilayah Distributor Bekasi, Kota Depok, dan Cilegon.

Tabel 5. 4 Ritase Pengiriman Bekasi, Kota Depok, dan Cilegon

Wilayah	16 Ton		24 Ton		32 Ton	
	Moda Truk	Intermoda	Moda Truk	Intermoda	Moda Truk	Intermoda
BEKASI	0	198	131	1	99	0
KOTA DEPOK	0	40	26	1	20	0
CILEGON	0	52	33	2	26	0

Demand selama 1 bulan pada wilayah Bekasi dapat terpenuhi dengan melakukan ritase pengiriman menggunakan intermoda kereta api-truk sebanyak

198 ritase. Menurut hasil dari program optimasi ketika kapasitas moda truk adalah 16 ton dan intermoda juga 16 ton, maka seluruh pengiriman semen untuk wilayah Bekasi dilakukan dengan menggunakan intermoda. Tetapi ketika kapasitas moda truk dinaikkan hingga 150%, pemenuhan *demand* selama 1 bulan untuk wilayah Bekasi dilakukan dengan moda truk sebanyak 131 ritase dan dengan intermoda sebanyak 1 ritase. Ketika kapasitas moda truk dinaikkan kembali hingga 200% maka seluruh pengiriman semen untuk wilayah Bekasi dilakukan dengan menggunakan moda truk dan sama sekali tidak menggunakan intermoda kereta api-truk. Walaupun wilayah Bekasi dengan Stasiun Pasoso hanya berjarak sekitar 29.7 Km, tetapi dari segi efisiensi biaya ketika menggunakan moda truk dengan kapasitas 32 ton dapat memberikan penghematan biaya pengiriman sebesar 27%.

Begitu juga dengan wilayah Kota Depok dan Cilegon. Pada mulanya, ketika kapasitas moda truk dan intermoda adalah sama, yaitu sebesar 16 ton, pemenuhan *demand* semen selama 1 bulan seluruhnya menggunakan intermoda kereta api-truk karena menghasilkan total biaya yang lebih efisien. Sementara ketika kapasitas moda truk dinaikkan hingga 32 ton, maka pemenuhan *demand* selama 1 bulan beralih seluruhnya menggunakan moda truk. Jika menggunakan moda truk berkapasitas 32 ton, masing-masing wilayah tersebut dapat memberikan penghematan biaya sebesar 27% dan 29%, meskipun wilayah Kota Depok dan Cilegon masing-masing dari Stasiun Pasoso hanya berjarak sekitar 48.7 Km dan 111 Km.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian Tugas Akhir.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Model matematis disusun dengan tujuan untuk menentukan alternatif kombinasi moda transportasi yang efisien untuk pengiriman semen ke wilayah distributor di daerah DKI Jakarta, Banten, dan Jawa Barat. Terdapat 2 alternatif moda transportasi, yaitu moda truk dengan sumber pengiriman langsung dari Pabrik Tuban dan intermoda kereta api-truk dengan sumber pengiriman dari Stasiun Pasoso, Jakarta. Untuk menentukan volume semen yang dapat dikirimkan dari Stasiun Pasoso, dirancang model simulasi yang mempertimbangkan jumlah maksimal kontainer yang dapat diangkut kereta api, kedatangan TKBM yang jumlahnya tidak pasti, dan *time window* dalam sistem distribusi.
2. Dari program simulasi didapatkan hasil rata-rata kontainer yang dapat dikirimkan dari Stasiun Pasoso adalah sebanyak 1655 kontainer, dan hasil minimum kontainer yang dapat dikirimkan dari Stasiun Pasoso adalah sebanyak 1652 kontainer. Kedua nilai tersebut masing-masing akan digunakan sebagai *input* dalam batasan kapasitas sumber pengiriman Stasiun Pasoso pada model matematis.
3. Berdasarkan hasil simulasi, jumlah rata-rata truk semen yang datang dari Pabrik Tuban ke Stasiun Babat untuk dimuat ke dalam kontainer adalah sebanyak 57 truk. Untuk memuat 57 truk semen ke dalam kontainer ini dibutuhkan sekitar 30 hingga 35 orang TKBM atau setara dengan 6 sampai 7 kelompok TKBM.
4. Dengan *input* batasan kapasitas sumber pengiriman Stasiun Pasoso sebesar nilai rata-rata kontainer, dibutuhkan sebanyak 1010 ritase

pengiriman dengan moda truk dan 1655 ritase pengiriman dengan intermoda kereta api-truk untuk memenuhi *demand* wilayah distributor selama 1 bulan. Total biaya pengiriman yang dikeluarkan untuk pemenuhan *demand* dengan nilai rata-rata kontainer ini adalah sebesar Rp16,689,130,000. Sementara dengan *input* batasan kapasitas sumber pengiriman Stasiun Pasoso sebesar nilai minimum kontainer, dibutuhkan sebanyak 1013 ritase pengiriman dengan moda truk dan 1652 ritase pengiriman dengan intermoda kereta api-truk, serta total biaya pengiriman yang dikeluarkan adalah sebesar Rp16,695,870,000.

6.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya dilakukan pencatatan secara terstruktur mengenai sistem aktivitas bongkar muat semen yang terjadi di Stasiun.
2. Dalam perhitungan biaya pengiriman semen dibutuhkan kalkulasi dari perusahaan 3PL (*third party logistics*) yang bersangkutan agar perhitungan profit dari masing-masing perusahaan jelas.
3. Mempertimbangkan jumlah inventori dari masing-masing wilayah wilayah distributor dalam penyusunan model matematis.

DAFTAR PUSTAKA

- ASI's administrator. (2018). *Cement Industry in Indonesia*. [online] Tersedia di: <http://asi.or.id/cement-industry-in-indonesia/> [diakses pada tanggal 12 Maret 2019].
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Bowersox, D., Bixby Cooper, M. and Closs, D. (2013). *Supply Chain Logistics Management*. 4th ed. Boston, MA [etc.]: McGraw-Hill, pp.270-273.
- Cerasis. (2018). *The Essential Guide to Third Party Logistics*. [online] Tersedia di: <http://cerasis.com> [diakses pada tanggal 5 Februari 2019].
- Daellenbach, H. G. (2005). *Management Science: Decision Making Through System Thinking*. New York: Palgrave.
- Harrell, C., Gosh, B. K. & Bowden, R. O., (2004). *Simulation Using Promodel*. 2nd ed. California: Mc. Graw Hill.
- Kereta Api Indonesia. (2018). *Angkutan Semen*. [online] Tersedia di: <https://cargo.kai.id/produk/semen> [diakses pada tanggal 5 Februari 2019].
- Kereta Api Indonesia. (2018). *Jenis Terminal*. [online] Tersedia di: <https://cargo.kai.id/> [diakses pada tanggal 5 Februari 2019].
- Law, Averill M., and Kelton, W. David., (1991). *Simulation Modeling and Analysis*, McGraw-Hill.
- Semen Indonesia, (2018). *Portland Pozoland Cement (PPC)*. [online] Tersedia di: <https://semenindonesia.com/ppc/> [diakses pada tanggal 13 Februari 2019].
- Semen Indonesia, (2018). *Visi – Misi Semen Indonesia*. [online] Tersedia di: <https://semenindonesia.com/visi-misi/> [diakses pada tanggal 1 Februari 2019].
- Setijadi. (2018). *Moda Transportasi Jalan*. [online] Tersedia di: www.SupplyChainIndonesia.com [diakses pada tanggal 1 Februari 2019].

Zaroni, CISCP. (2015). *Transportasi dalam Rantai Pasok dan Logistik*. [online]
Tersedia di: <http://supplychainindonesia.com/new/transportasi-dalam-rantai-pasok-dan-logistik/> [diakses pada tanggal 1 Februari 2019].

LAMPIRAN A

Waktu *Loading* Pabrik Tuban

Jam Masuk	Jam Keluar
20:47:59	00:28:12
00:37:03	03:05:09
21:34:56	01:00:20
22:10:39	02:19:12
22:12:58	01:34:50
10:11:29	11:33:42
22:19:23	00:40:54
22:13:26	00:57:43
09:54:31	11:18:28
09:54:31	11:18:28
09:54:31	11:18:28
09:26:20	10:29:31
09:26:20	10:29:31
09:26:20	10:29:31
01:50:57	03:09:06
01:49:51	03:26:52
01:33:07	04:15:22
01:54:47	04:11:25
01:28:38	03:42:58
11:28:48	13:48:38
11:28:48	13:48:38
11:28:48	13:48:38
01:54:57	03:11:36
12:46:10	13:34:53
12:46:10	13:34:53
09:26:57	10:13:46

Data *Monitoring* TKBM

Tanggal	Jumlah Truk Datang	Jumlah Truk Bongkar	Jumlah Truk Inap	Jumlah TKBM
	Pasoso	Pasoso	Pasoso	
1-Nov-18	15	16	-	25
2-Nov-18	17	11	6	15
3-Nov-18	25	16	9	25
4-Nov-18	9	9	-	20
5-Nov-18	17	9	8	25

Tanggal	Jumlah Truk Datang	Jumlah Truk Bongkar	Jumlah Truk Inap	Jumlah TKBM
	Pasoso	Pasoso	Pasoso	
6-Nov-18	24	12	12	25
7-Nov-18	19	10	9	30
8-Nov-18	23	10	13	34
9-Nov-18	19	15	4	35
10-Nov-18	16	15	1	30
11-Nov-18	11	10	1	25
12-Nov-18	15	10	5	30
13-Nov-18	13	12	1	30
14-Nov-18	16	12	4	35
15-Nov-18	15	8	7	30
16-Nov-18	14	12	2	20
17-Nov-18	14	12	2	25
18-Nov-18	14	12	2	25
19-Nov-18	14	12	2	27
20-Nov-18				
21-Nov-18	16	15	1	30
22-Nov-18	16	12	4	30
23-Nov-18	17	15	2	23
24-Nov-18	14	14		30
25-Nov-18	14	14		30
26-Nov-18	10	10		28
27-Nov-18	15	15		30

Waktu Loading dengan Reach Stacker

<i>ASSIGN ADDRESS HOUR</i>	<i>OUT HOUR</i>
09:33:36	09:43:03
09:17:40	09:25:58
09:23:25	09:31:39
09:45:35	09:53:49
09:51:40	09:59:56
09:59:39	10:10:07
10:10:51	10:19:13
10:25:27	10:34:42
11:12:05	11:20:18
14:28:08	14:37:20
15:18:22	15:27:37
15:46:09	15:56:34
15:57:39	16:05:51
16:10:49	16:19:01

<i>ASSIGN ADDRESS HOUR</i>	<i>OUT HOUR</i>
16:15:07	16:23:20
17:50:29	17:59:40
19:03:23	19:12:35
19:17:40	19:28:04
19:21:44	19:32:07
19:27:15	19:37:38
19:42:57	19:51:06
02:42:28	02:51:39
02:50:09	02:59:21
02:58:42	03:07:53
03:07:32	03:16:43
10:17:40	10:25:51
15:58:01	16:06:14
16:28:49	16:37:00
16:01:16	16:11:40

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN B

Cycle Time Wilayah dari Stasiun Pasoso

NO	TUJUAN	JARAK PP (Km)	CYCLE TIME (JAM)				TOTAL
			Perjalanan PP	Bongkar	Muat	Istirahat	
1	BEKASI	59.4	1.78	11.00	0.17	0.59	13.54
2	CIBITUNG	97.4	2.92	11.00	0.17	0.97	15.06
3	CIKARANG	117.4	3.52	11.00	0.17	1.17	15.86
4	BOGOR	129.4	3.88	11.00	0.17	1.29	16.34
5	SUKABUMI	239.2	7.18	11.00	0.17	2.39	20.73
6	CIANJUR	453	13.59	11.00	0.17	4.53	29.29
7	PADALARANG	289.8	8.69	11.00	0.17	2.90	22.76
8	CIMAHI	300.2	9.01	11.00	0.17	3.00	23.17
9	BANDUNG	316.4	9.49	11.00	0.17	3.16	23.82
10	GARUT	451.4	13.54	11.00	0.17	4.51	29.22
11	SUMEDANG	420.8	12.62	11.00	0.17	4.21	28.00
12	KAB. BANDUNG	360.8	10.82	11.00	0.17	3.61	25.60
13	KAB. KARAWANG	152.6	4.58	11.00	0.17	1.53	17.27
14	KAB. KUNINGAN	521.6	15.65	11.00	0.17	5.22	32.03
15	KAB. SUBANG	284	8.52	11.00	0.17	2.84	22.53
16	KOTA DEPOK	97.4	2.92	11.00	0.17	0.97	15.06
17	TASIKMALAYA	533.4	16.00	11.00	0.17	5.33	32.50
18	CIAMIS	546.8	16.40	11.00	0.17	5.47	33.04
19	BANJAR	589.4	17.68	11.00	0.17	5.89	34.74
20	MAJALENGKA	398.4	11.95	11.00	0.17	3.98	27.10
21	INDRAMAYU	458.4	13.75	11.00	0.17	4.58	29.50
22	KUNINGAN	505	15.15	11.00	0.17	5.05	31.37
23	CIREBON	452.4	13.57	11.00	0.17	4.52	29.26
24	JAKARTA	27.8	0.83	11.00	0.17	0.28	12.28
25	JAKARTA BARAT	33.8	1.01	11.00	0.17	0.34	12.52
26	JAKARTA SELATAN	56	1.68	11.00	0.17	0.56	13.41

NO	TUJUAN	JARAK PP (Km)	CYCLE TIME (JAM)				TOTAL
			Perjalanan PP	Bongkar	Muat	Istirahat	
27	JAKARTA TIMUR	38	1.14	11.00	0.17	0.38	12.69
28	JAKARTA UTARA	12.6	0.38	11.00	0.17	0.13	11.67
29	CILEGON	222	6.66	11.00	0.17	2.22	20.05
30	SERANG	192	5.76	11.00	0.17	1.92	18.85
31	PANDEGLANG	240.8	7.22	11.00	0.17	2.41	20.80
32	RANGKASBITUNG	215.4	6.46	11.00	0.17	2.15	19.78
33	BALARAJA	121	3.63	11.00	0.17	1.21	16.01
34	SERPONG	92.6	2.78	11.00	0.17	0.93	14.87
35	TANGERANG	66.4	1.99	11.00	0.17	0.66	13.82
36	KAB. TANGERANG	116	3.48	11.00	0.17	1.16	15.81
37	KAB. LEBAK	279.8	8.39	11.00	0.17	2.80	22.36

Cycle Time Wilayah dari Pabrik Tuban

NO	TUJUAN	JARAK PP (Km)	CYCLE TIME (JAM)				TOTAL
			Perjalanan PP	Bongkar	Muat	Istirahat	
1	BEKASI	1373	41.19	11.00	2.00	13.73	67.92
2	CIBITUNG	1361.4	40.84	11.00	2.00	13.61	67.46
3	CIKARANG	1333.8	40.01	11.00	2.00	13.34	66.35
4	BOGOR	1476.2	44.29	11.00	2.00	14.76	72.05
5	SUKABUMI	1523	45.69	11.00	2.00	15.23	73.92
6	CIANJUR	1572.8	47.18	11.00	2.00	15.73	75.91
7	PADALARANG	1376.2	41.29	11.00	2.00	13.76	68.05
8	CIMAHI	1386.6	41.60	11.00	2.00	13.87	68.46
9	BANDUNG	1402.8	42.08	11.00	2.00	14.03	69.11
10	GARUT	1289.6	38.69	11.00	2.00	12.90	64.58
11	SUMEDANG	1157.6	34.73	11.00	2.00	11.58	59.30
12	KAB. BANDUNG	1447.2	43.42	11.00	2.00	14.47	70.89
13	KAB. KARAWANG	1301	39.03	11.00	2.00	13.01	65.04
14	KAB. KUNINGAN	989	29.67	11.00	2.00	9.89	52.56
15	KAB. SUBANG	1229.4	36.88	11.00	2.00	12.29	62.18
16	KOTA DEPOK	1438.2	43.15	11.00	2.00	14.38	70.53
17	TASIKMALAYA	1161.6	34.85	11.00	2.00	11.62	59.46
18	CIAMIS	1020.8	30.62	11.00	2.00	10.21	53.83
19	BANJAR	963.8	28.91	11.00	2.00	9.64	51.55
20	MAJALENGKA	946.2	28.39	11.00	2.00	9.46	50.85

NO	TUJUAN	JARAK PP (Km)	CYCLE TIME (JAM)				TOTAL
			Perjalanan PP	Bongkar	Muat	Istirahat	
21	INDRAMAYU	976.8	29.30	11.00	2.00	9.77	52.07
22	KUNINGAN	877.4	26.32	11.00	2.00	8.77	48.10
23	CIREBON	866.2	25.99	11.00	2.00	8.66	47.65
24	JAKARTA	1411.8	42.35	11.00	2.00	14.12	69.47
25	JAKARTA BARAT	1430.2	42.91	11.00	2.00	14.30	70.21
26	JAKARTA SELATAN	1413	42.39	11.00	2.00	14.13	69.52
27	JAKARTA TIMUR	1393.2	41.80	11.00	2.00	13.93	68.73
28	JAKARTA UTARA	1414.6	42.44	11.00	2.00	14.15	69.58
29	CILEGON	1603	48.09	11.00	2.00	16.03	77.12
30	SERANG	1573	47.19	11.00	2.00	15.73	75.92
31	PANDEGLANG	1621.8	48.65	11.00	2.00	16.22	77.87
32	RANGKASBITUNG	1587.4	47.62	11.00	2.00	15.87	76.50
33	BALARAJA	1502	45.06	11.00	2.00	15.02	73.08
34	SERPONG	1457.4	43.72	11.00	2.00	14.57	71.30
35	TANGERANG	1456.2	43.69	11.00	2.00	14.56	71.25
36	KAB. TANGERANG	1497	44.91	11.00	2.00	14.97	72.88
37	KAB. LEBAK	1660.8	49.82	11.00	2.00	16.61	79.43

Biaya Pengiriman dengan Moda Truk

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)													Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makaan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST		
1	BEKASI	4,119,000	917,164	861,429	339,600	22,639	6,259,832	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	501,186	
2	CIBITUNG	4,084,200	909,415	854,151	337,280	22,639	6,207,686	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	497,584	
3	CIKARANG	4,001,400	890,978	836,835	331,760	22,639	6,083,612	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	489,015	
4	BOGOR	4,428,600	986,102	926,178	360,240	22,639	6,723,758	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	535,988	
5	SUKABUMI	4,569,000	1,017,364	955,540	369,600	22,639	6,934,143	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	550,518	
6	CIANJUR	4,718,400	1,050,630	986,785	379,560	22,639	7,158,015	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	565,979	
7	PADALARANG	4,128,600	919,302	863,437	340,240	22,639	6,274,218	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	502,179	
8	CIMAHI	4,159,800	926,249	869,962	342,320	22,639	6,320,970	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	505,408	
9	BANDUNG	4,208,400	937,070	880,126	345,560	22,639	6,393,795	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	513,200	
10	GARUT	3,868,800	861,453	809,104	322,920	22,639	5,884,915	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	475,293	
11	SUMEDANG	3,472,800	773,277	726,286	296,520	22,639	5,291,522	150,000	240,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	957,154	431,549	
12	KAB. BANDUNG	4,341,600	966,730	907,983	354,440	22,639	6,593,391	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	526,985	
13	KAB. KARAW	3,903,000	869,060	816,256	325,200	22,639	5,936,100	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	478,830	

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)												
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makaan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST	Biaya Pengiriman
	ANG	00	8		00	9	63	0	00	0		00	0	2	5		4			2
14	KAB. KUNINGAN	2,967,000	660,652	620,505	262,800	22,639	4,533,596	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	376,442
15	KAB. SUBANG	3,688,200	821,239	771,334	310,880	22,639	5,614,292	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	456,603
16	KOTA DEPOK	4,314,600	960,718	902,336	352,640	22,639	6,552,933	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	524,190
17	TASIKMALAYA	3,484,800	775,949	728,796	297,320	22,639	5,309,503	150,000	240,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	957,154	432,791
18	CIAMIS	3,062,400	681,894	640,457	269,160	22,639	4,676,550	150,000	240,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	957,154	389,078
19	BANJAR	2,891,400	643,818	604,695	257,760	22,639	4,420,312	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	375,188
20	MAJALENGKA	2,838,600	632,062	593,652	254,240	22,639	4,341,193	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	375,012
21	INDRAMAYU	2,930,400	652,502	612,851	260,360	22,639	4,478,752	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	372,655
22	KUNINGAN	2,632,200	586,103	550,487	240,480	22,639	4,031,909	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	341,795
23	CIREBON	2,598,600	578,622	543,460	238,240	22,639	3,981,560	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	338,317
24	JAKARTA	4,235,400	943,082	885,773	347,360	22,639	6,434,254	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	515,994
25	JAKARTA BARAT	4,290,600	955,374	897,317	351,040	22,639	6,516,970	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	521,707
26	JAKARTA SELATAN	4,239,000	943,884	886,526	347,600	22,639	6,439,649	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	516,367

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)												Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makaan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST	
	N																			
27	JAKARTA TIMUR	4,179,600	930,658	874,103	343,640	22,639	6,350,640	150,000	280,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	997,154	507,457
28	JAKARTA UTARA	4,243,800	944,953	887,530	347,920	22,639	6,446,841	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	516,863
29	CILEGON	4,809,000	1,070,804	1,005,733	385,600	22,639	7,293,776	150,000	200,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	917,154	567,067
30	SERANG	4,719,000	1,050,764	986,911	379,600	22,639	7,158,914	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	566,041
31	PANDEGLANG	4,865,400	1,083,362	1,017,528	389,360	22,639	7,378,289	150,000	360,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,077,154	583,954
32	RANGKASBITUNG	4,762,200	1,060,383	995,945	382,480	22,639	7,223,647	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	570,512
33	BALARAJA	4,506,000	1,003,336	942,365	365,400	22,639	6,839,740	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	543,998
34	SERPONG	4,372,200	973,543	914,383	356,480	22,639	6,639,245	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	530,151
35	TANGERANG	4,368,600	972,742	913,630	356,240	22,639	6,633,850	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	529,779
36	KAB. TANGERANG	4,491,000	999,996	939,228	364,400	22,639	6,817,263	150,000	320,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,037,154	542,446
37	KAB. LEBAK	4,982,400	1,109,414	1,041,997	397,160	22,639	7,553,610	150,000	360,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	1,077,154	596,062

Biaya Pengiriman dengan Intermoda Kereta Api-Truk

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)													Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST		
1	BEKASI	178,200	39,679	37,268	67,713	22,639	345,449	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	76,152	
2	CIBITUNG	292,200	65,063	61,109	75,313	22,639	516,325	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	87,950	
3	CIKARANG	352,200	78,423	73,658	79,313	22,639	606,233	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	94,159	
4	BOGOR	388,200	86,439	81,186	81,713	22,639	660,178	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	97,884	
5	SUKABUMI	717,600	159,786	150,076	103,673	22,639	1,153,774	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	134,736	
6	CIANJUR	1,359,000	302,604	284,215	146,433	22,639	2,114,891	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	203,876	
7	PADALARANG	869,400	193,586	181,822	113,793	22,639	1,381,241	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	150,445	
8	CIMAHU	900,600	200,534	188,347	115,873	22,639	1,427,993	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	153,674	
9	BANDUNG	949,200	211,355	198,511	119,113	22,639	1,500,819	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	158,704	
10	GARUT	1,354,200	301,535	283,211	146,113	22,639	2,107,699	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	203,379	
11	SUMEDANG	1,262,400	281,094	264,013	139,993	22,639	1,970,139	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	193,879	
12	KAB. BANDUNG	1,082,400	241,014	226,368	127,993	22,639	1,700,415	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	172,488	
13	KAB. KARAWANG	457,800	101,937	95,742	86,353	22,639	764,471	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	105,087	

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)												Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST	
14	KAB. KUNINGAN	1,564,800	348,429	327,255	160,153	22,639	2,423,276	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	225,173
15	KAB. SUBANG	852,000	189,712	178,184	112,633	22,639	1,355,168	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	148,645
16	KOTA DEPOK	292,200	65,063	61,109	75,313	22,639	516,325	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	87,950
17	TASIKMALAYA	1,600,200	356,311	334,659	162,513	22,639	2,476,322	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	232,915
18	CIAMIS	1,640,400	365,262	343,066	165,193	22,639	2,536,561	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	240,605
19	BANJAR	1,768,200	393,719	369,794	173,713	22,639	2,728,065	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	246,223
20	MAJALINGKA	1,195,200	266,131	249,959	135,513	22,639	1,869,442	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	184,162
21	INDRAMAYU	1,375,200	306,211	287,603	147,513	22,639	2,139,167	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	205,552
22	KUNINGAN	1,515,000	337,340	316,840	156,833	22,639	2,348,653	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	220,020
23	CIREBON	1,357,200	302,203	283,839	146,313	22,639	2,112,194	150,000	120,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	837,154	203,689
24	JAKARTA	83,400	18,570	17,442	61,393	22,639	203,445	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	66,341
25	JAKARTABARAT	101,400	22,578	21,206	62,593	22,639	230,417	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	68,204

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)												Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST	
26	JAKARTASELATAN	168,000	37,408	35,135	67,033	22,639	330,215	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	75,096
27	JAKARTATIMUR	114,000	25,384	23,841	63,433	22,639	249,298	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	69,508
28	JAKARTAUTARA	37,800	8,417	7,905	58,353	22,639	135,114	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	61,622
29	CILEGON	666,000	148,296	139,284	100,233	22,639	1,076,453	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	129,396
30	SERANG	576,000	128,256	120,462	94,233	22,639	941,590	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	117,320
31	PANDEGLANG	722,400	160,854	151,080	103,993	22,639	1,160,966	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	135,233
32	RANGKASBITUNG	646,200	143,887	135,143	98,913	22,639	1,046,783	150,000	80,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	797,154	127,347
33	BALARAJA	363,000	80,828	75,916	80,033	22,639	622,416	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	95,277
34	SERPONG	277,800	61,857	58,098	74,353	22,639	494,747	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	86,459
35	TANGERANG	199,200	44,355	41,660	69,113	22,639	376,967	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	78,325

NO	TUJUAN	Variable Cost (Rp)						Fixed Cost (Rp)												Biaya Pengiriman
		BBM	Ban	Pemeliharaan	Uang Makan	Bonus	JUMLAH VAR. COST	Timbangan dan Mel	Tol	Retribusi	Bongkar Muat	Upah Supir	Upah Kernet	Pajak & Kir	Asuransi Truk	Penyusutan Truk	Biaya Bunga	Asuransi Kesehatan	JUMLAH FIXED COST	
36	KAB. TANGERANG	348,000	77,488	72,779	79,033	22,639	599,939	150,000	40,000	30,000	75,000	100,000	50,000	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	757,154	93,724
37	KAB. LEBAK	839,400	186,906	175,548	111,793	22,639	1,336,287	150,000	80,000	30,000	75,000	21,444	10,722	15,972	43,125	169,964	75,814	7,278	679,320	139,203

LAMPIRAN C

Jumlah Ritase Pengiriman dengan Nilai Rata-rata Kontainer (Kapasitas Moda 16 Ton)

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	0	198
2	CIBITUNG	222	14
3	CIKARANG	61	0
4	BOGOR	0	249
5	SUKABUMI	0	18
6	CIANJUR	19	0
7	PADALARANG	7	0
8	CIMAHI	19	0
9	BANDUNG	106	0
10	GARUT	12	0
11	SUMEDANG	28	0
12	KAB. BANDUNG	23	0
13	KAB. KARAWANG	156	0
14	KAB. KUNINGAN	6	0
15	KAB. SUBANG	10	0
16	KOTA DEPOK	0	40
17	TASIKMALAYA	84	0
18	CIAMIS	20	0
19	BANJAR	49	0
20	MAJALENGKA	33	0
21	INDRAMAYU	45	0
22	KUNINGAN	2	0
23	CIREBON	108	0
24	JAKARTA	0	332
25	JAKARTA BARAT	0	90
26	JAKARTA SELATAN	0	1
27	JAKARTA TIMUR	0	11
28	JAKARTA UTARA	0	16
29	CILEGON	0	52
30	SERANG	0	91
31	PANDEGLANG	0	11
32	RANGKASBITUNG	0	3

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
33	BALARAJA	0	9
34	SERPONG	0	93
35	TANGERANG	0	407
36	KAB. TANGERANG	0	17
37	KAB. LEBAK	0	3
Total		1010	1655

Jumlah Ritase Pengiriman dengan Nilai Minimum Kontainer (Kapasitas Moda 16 Ton)

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	0	198
2	CIBITUNG	225	11
3	CIKARANG	61	0
4	BOGOR	0	249
5	SUKABUMI	0	18
6	CIANJUR	19	0
7	PADALARANG	7	0
8	CIMAHI	19	0
9	BANDUNG	106	0
10	GARUT	12	0
11	SUMEDANG	28	0
12	KAB. BANDUNG	23	0
13	KAB. KARAWANG	156	0
14	KAB. KUNINGAN	6	0
15	KAB. SUBANG	10	0
16	KOTA DEPOK	0	40
17	TASIKMALAYA	84	0
18	CIAMIS	20	0
19	BANJAR	49	0
20	MAJALENGKA	33	0
21	INDRAMAYU	45	0
22	KUNINGAN	2	0
23	CIREBON	108	0
24	JAKARTA	0	332
25	JAKARTA BARAT	0	90

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
26	JAKARTA SELATAN	0	1
27	JAKARTA TIMUR	0	11
28	JAKARTA UTARA	0	16
29	CILEGON	0	52
30	SERANG	0	91
31	PANDEGLANG	0	11
32	RANGKASBITUNG	0	3
33	BALARAJA	0	9
34	SERPONG	0	93
35	TANGERANG	0	407
36	KAB. TANGERANG	0	17
37	KAB. LEBAK	0	3
Total		1013	1652

Jumlah Ritase Pengiriman dengan Nilai Rata-rata Kontainer (Kapasitas Moda 24 Ton)

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	131	1
2	CIBITUNG	157	0
3	CIKARANG	40	1
4	BOGOR	166	0
5	SUKABUMI	12	0
6	CIANJUR	12	1
7	PADALARANG	3	2
8	CIMAHI	11	2
9	BANDUNG	69	2
10	GARUT	8	0
11	SUMEDANG	19	0
12	KAB. BANDUNG	14	2
13	KAB. KARAWANG	104	0
14	KAB. KUNINGAN	4	0
15	KAB. SUBANG	5	2
16	KOTA DEPOK	26	1
17	TASIKMALAYA	56	0

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
18	CIAMIS	14	0
19	BANJAR	33	0
20	MAJALENGKA	22	0
21	INDRAMAYU	30	0
22	KUNINGAN	2	0
23	CIREBON	72	0
24	JAKARTA	0	332
25	JAKARTA BARAT	1	88
26	JAKARTA SELATAN	0	1
27	JAKARTA TIMUR	7	0
28	JAKARTA UTARA	0	16
29	CILEGON	33	2
30	SERANG	60	1
31	PANDEGLANG	7	0
32	RANGKASBITUNG	2	0
33	BALARAJA	6	0
34	SERPONG	61	1
35	TANGERANG	0	407
36	KAB. TANGERANG	10	2
37	KAB. LEBAK	1	1
Total		1198	865

Jumlah Ritase Pengiriman dengan Nilai Minimum Kontainer (Kapasitas Moda 24 Ton)

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	131	1
2	CIBITUNG	157	0
3	CIKARANG	40	1
4	BOGOR	166	0
5	SUKABUMI	12	0
6	CIANJUR	12	1
7	PADALARANG	3	2
8	CIMAHI	11	2
9	BANDUNG	69	2

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
10	GARUT	8	0
11	SUMEDANG	19	0
12	KAB. BANDUNG	14	2
13	KAB. KARAWANG	104	0
14	KAB. KUNINGAN	4	0
15	KAB. SUBANG	5	2
16	KOTA DEPOK	26	1
17	TASIKMALAYA	56	0
18	CIAMIS	14	0
19	BANJAR	33	0
20	MAJALENGKA	22	0
21	INDRAMAYU	30	0
22	KUNINGAN	2	0
23	CIREBON	72	0
24	JAKARTA	0	332
25	JAKARTA BARAT	1	88
26	JAKARTA SELATAN	0	1
27	JAKARTA TIMUR	7	0
28	JAKARTA UTARA	0	16
29	CILEGON	33	2
30	SERANG	60	1
31	PANDEGLANG	7	0
32	RANGKASBITUNG	2	0
33	BALARAJA	6	0
34	SERPONG	61	1
35	TANGERANG	0	407
36	KAB. TANGERANG	10	2
37	KAB. LEBAK	1	1
Total		1198	865

Jumlah Ritase Pengiriman dengan Nilai Rata-rata Kontainer (Kapasitas Moda 32 Ton)

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	99	0

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
2	CIBITUNG	118	0
3	CIKARANG	30	1
4	BOGOR	124	1
5	SUKABUMI	9	0
6	CIANJUR	9	1
7	PADALARANG	3	1
8	CIMAHI	9	1
9	BANDUNG	53	0
10	GARUT	6	0
11	SUMEDANG	14	0
12	KAB. BANDUNG	11	1
13	KAB. KARAWANG	78	0
14	KAB. KUNINGAN	3	0
15	KAB. SUBANG	5	0
16	KOTA DEPOK	20	0
17	TASIKMALAYA	42	0
18	CIAMIS	10	0
19	BANJAR	25	0
20	MAJALENGKA	17	0
21	INDRAMAYU	23	0
22	KUNINGAN	1	0
23	CIREBON	54	0
24	JAKARTA	166	0
25	JAKARTA BARAT	45	0
26	JAKARTA SELATAN	0	1
27	JAKARTA TIMUR	5	1
28	JAKARTA UTARA	8	0
29	CILEGON	26	0
30	SERANG	45	1
31	PANDEGLANG	5	1
32	RANGKASBITUNG	1	1
33	BALARAJA	4	1
34	SERPONG	46	1
35	TANGERANG	203	1
36	KAB. TANGERANG	8	1
37	KAB. LEBAK	1	1
Total		1326	16

Jumlah Ritase Pengiriman dengan Nilai Minimum Kontainer (Kapasitas Moda 32 Ton)

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
1	BEKASI	99	0
2	CIBITUNG	118	0
3	CIKARANG	30	1
4	BOGOR	124	1
5	SUKABUMI	9	0
6	CIANJUR	9	1
7	PADALARANG	3	1
8	CIMAHI	9	1
9	BANDUNG	53	0
10	GARUT	6	0
11	SUMEDANG	14	0
12	KAB. BANDUNG	11	1
13	KAB. KARAWANG	78	0
14	KAB. KUNINGAN	3	0
15	KAB. SUBANG	5	0
16	KOTA DEPOK	20	0
17	TASIKMALAYA	42	0
18	CIAMIS	10	0
19	BANJAR	25	0
20	MAJALENGKA	17	0
21	INDRAMAYU	23	0
22	KUNINGAN	1	0
23	CIREBON	54	0
24	JAKARTA	166	0
25	JAKARTA BARAT	45	0
26	JAKARTA SELATAN	0	1
27	JAKARTA TIMUR	5	1
28	JAKARTA UTARA	8	0
29	CILEGON	26	0
30	SERANG	45	1
31	PANDEGLANG	5	1
32	RANGKASBITUNG	1	1
33	BALARAJA	4	1
34	SERPONG	46	1
35	TANGERANG	203	1

No	Tujuan	Jumlah Ritase Pengiriman	
		Moda Truk	Intermoda Kereta Api-Truk
36	KAB. TANGERANG	8	1
37	KAB. LEBAK	1	1
Total		1326	16

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di kota Surabaya pada tanggal 3 Januari 1997. Tumbuh di kota Surabaya, penulis menjalani masa sekolah formal di SDN Banyu Urip III/364 Surabaya, SMP N 6 Surabaya, SMA N 5 Surabaya. Pada saat menjalani masa sekolah menengah pertama penulis mengikuti beberapa perlombaan Pramuka seperti Lomba Tingkat Dasar 5 Kota Surabaya (Tahun 2009), Lomba *Maca Geguritan* Kota Surabaya (Tahun 2009), Juara 2 Bahasa Indonesia S2LC SMA N 5 Surabaya (2012). Selain itu penulis juga aktif mengikuti beberapa kegiatan ekstrakurikuler selama masa sekolah, yaitu Pramuka, Paskibra, dan teater.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti beberapa kepanitiaan besar di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Beberapa kepanitiaan yang diikuti penulis adalah Sie Acara ITS EXPO 2016, Koordinator *Liaison Office* IE Games 12th Edition, Koordinator Sie Acara *Opening* ITS EXPO 2016, Sie Acara GERIGI ITS 2016 dan 2017, dan Sie Acara Gemastik 11 ITS 2018. Dalam menyelesaikan pendidikan gelar Strata-1 di Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna sehingga untuk memberikan saran dan kritik mengenai Tugas Akhir ini dapat disampaikan kepada penulis melalui kannidapuspa@gmail.com.