TUGAS AKHIR - TI184833

OPTIMASI JUMLAH TRUK DAN PENJADWALAN PENGIRIMAN SEMEN PADA INDUSTRI SEMEN DI AREA DISTRIBUSI KOTA SURABAYA

ALFIAN
NRP. 02411640000008

Dosen Pembimbing
Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.
NIP. 197109271999031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Dan Rekayasa Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR - TI184833

OPTIMASI JUMLAH TRUK DAN PENJADWALAN PENGIRIMAN SEMEN PADA INDUSTRI SEMEN DI AREA DISTRIBUSI KOTA SURABAYA

ALFIAN
NRP. 02411640000008

Dosen Pembimbing
Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.
NIP. 197109271999031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
Fakultas Teknologi Dan Rekayasa Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT - TI184833

OPTIMIZATION OF TOTAL TRUCK AND SCHEDULING DELIVERY OF CEMENT IN CEMENT INDUSTRY IN SURABAYA DISTRICT DISTRIBUTION AREA

ALFIAN
NRP. 02411640000008

Supervisor
Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.
NIP. 197109271999031002

INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI JUMLAH TRUK DAN PENJADWALAN PENGIRIMAN SEMEN PADA INDUSTRI SEMEN DI AREA DISTRIBUSI KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Dan Industri

Fakultas Teknologi Dan Rekayasa Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Alfian

NRP 02411640000008

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

09/2020

Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.

NIP. 197109271999031002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI

SURABAYA, AGUSTUS 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

OPTIMASI JUMLAH TRUK DAN PENJADWALAN PENGIRIMAN SEMEN PADA INDUSTRI SEMEN DI AREA DISTRIBUSI KOTA SURABAYA

Nama	: Alfian
NRP	: 024 116 40000 008
Dosen Pembimbing	: Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Salah satu aktivitas yang memakan biaya sebesar lebih dari 10% pada PT X adalah aktivitas pengiriman atau distribusi, biaya tersebut merupakan biaya pengeluaran terbesar setelah pengeluaran terhadap energi. Aktivitas pengiriman semen pada PT X dengan area distribusi Surabaya dilakukan dari pabrik hingga ke titik ritel dengan melewati titik *transshipment* terlebih dahulu menggunakan moda berupa truk dengan kuantitas pengangkutan yang disesuaikan terhadap titik yang akan dituju. Namun, saat ini terdapat kebijakan baru terkait *Over Dimension Overload*, dimana kuantitas pengangkutan tidak boleh melebihi aturan baru yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan optimasi penentuan jumlah truk dan penjadwalan pengiriman semen dengan menggunakan model *integer programming*. Pada penelitian ini, akan dilakukan *running* terhadap model yang dibentuk terhadap wilayah distribusi Kota Surabaya. Hasil dari *running* komputasi adalah penjadwalan yang optimal sesuai target waktu yang ditetapkan. Meskipun pada skenario diterapkannya ODOL terjadi penambahan pada biaya dan juga *demand rate*, hal tersebut adalah wajar karena kuantitas pada muatan dari setiap jenis truk berkurang dan diambil kebijakan untuk tidak menambah jumlah truk karena pada *running* diawal tidak terjadi pelanggaran pada batasan waktu pengriman. Untuk mengantisipasi pemberlakuan kebijakan ODOL, disarankan untuk perusahaan mempersiapkan setidaknya Rp 470.300.272.- untuk pengiriman dari plan menuju gudang serta Rp 323.750.000.- untuk pengiriman dari gudang menuju retailer.

Kata Kunci : Jumlah Truk, Penjadwalan, Optimasi, *Integer Programming*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

OPTIMIZATION OF TOTAL TRUCK AND SCHEDULING DELIVERY OF CEMENT IN CEMENT INDUSTRY IN SURABAYA DISTRICT DISTRIBUTION AREA

Name : Alfian
NRP : 024 116 40000 008
Supervisor : Prof. Iwan Vanany ST., M.T., Ph.D.

ABTRACT

One of the activities that cost more than 10% at PT X is the activity of shipping or distribution, these costs are the largest expenses after spending on energy. Cement delivery activities at PT X with the Surabaya distribution area are carried out from the factory to the retail point by passing the transshipment point in advance using a truck mode with a transport quantity that is adjusted to the destination point. However, currently there is a new policy related to Over Dimension Overload, whereby the quantity of transportation must not exceed the new rules that have been set. Therefore, in this research, optimization of the number of trucks and scheduling of cement delivery is carried out by using an integer programming model. In this research, a model will be done running on the distribution area of Surabaya City. The result of running computing is optimal scheduling according to the set time target. Although in the scenario of applying ODOL there is an increase in costs and also demand rates, it is reasonable because the quantity of load of each type of truck is reduced and a policy is taken not to increase the number of trucks because at the beginning there is no violation in the delivery time limit. To anticipate the enactment of the ODOL policy, it is recommended for companies to prepare at least IDR 470,300,272.- for shipments from the plan to the warehouse and IDR 323,750,000 .- for shipments from the warehouse to retailers.

Keywords: Total Trucks, Scheduling, Optimization, Integer Programming.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rakhmat, hidayah, dan izin-Nya penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **"Optimasi Jumlah Truk Dan Penjadwalan Pengiriman Semen Pada Industri Semen Di Area Distribusi Kota Surabaya"** sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata (S-1) dan meraih gelar Sarjana Teknik. Penulis juga mengucapkan rasa terimakasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung penulis dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan banyak ide, masukkan, evaluasi, motivasi, dan saran bagi penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Ahmad Yani selaku pembimbing dari perusahaan yang telah memberikan bantuan dan informasi bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng. dan Ibu Retno Widyaningrum ST., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji penulis saat melaksanakan seminar proposal dan siding Tugas Akhir yang telah memberikan evaluasi, masukkan, dan saran terkait penelitian penulis.
4. Bapak Nurhasi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
5. Seluruh bapak dan ibu dosen, karyawan, serta keluarga besar Departemen Teknik Industri ITS yang telah memfasilitasi dan menjadi bagian dari proses pendidikan yang penulis lewati selama masa perkuliahan.
6. Bapak Heri Yudha Purwanto dan Ibu Minarsih selaku orang tua penulis yang tanpa lelah memberikan segala bentuk fasilitas selama mengerjakan Tugas Akhir serta Vira Loverinca Millenia yang selalu

memberikan bantuan moral maupun ide untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Teman-teman, kakak, dan adik mahasiswa Teknik Industri yang selalu memberikan motivasi, informasi, dan evaluasi dalam menyelesaikan studi.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Maka dari itu, kritik dan saran dari pembaca diperlukan bagi penulis sebagai pembelajaran untuk menjadi lebih baik di masa yang akan datang. Mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Agustus 2020

Alfian

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I
ABSTRAK III
ABTRACT V
KATA PENGANTAR VII
DAFTAR ISI IX
DAFTAR TABEL XIII
DAFTAR GAMBAR XV
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 6
1.5.1. Batasan Penelitian 6
1.5.2. Asumsi Penenlitian 6
1.6 Sistematika Penulisan. 6
BAB II KAJIAN PUSTAKA 9
2.1 Manajemen Transportasi dan Distribusi 9
2.1.1. Distribution Network 9
2.1.2. Management Transportasi. 12
2.2 Alur Distribusi dan Transportasi pada Industri Semen PT.X 14
2.3 Mathematical and Computer Modelling. 15
2.4 Operational Research. 16
2.5 Interger Programming 18
2.6 Optimasi Network Models 18
2.6.1. General Network-Flow Problem 18
2.6.2. Special Network Problem 19
2.6.3. Model Alokasi Kendaraan 25
2.7 Penelitian Terdahulu. 27

BAB III METODOLOGI 31
3.1 Diagram Alir Penelitian 31
3.2 Studi Pendahuluan 32
3.3 Tahap Pengumpulan Data 33
3.4 Tahap Pengolahan Data 33
3.5.1. Rekapitulasi Data ke dalam Microsoft Excel 33
3.5.2. Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh Antar Titik 34
3.5.3. Perhitungan Cycle Time dan Demand Rate 34
3.5.4. Formulasi Model 34
3.5.5. Verifikasi dan Validasi Model 34
3.5.6. Running Model 35
3.5.7. Konversi Jumlah Trip Menuju Rupiah 35
3.5 Tahap Analisis dan Interpretasi Data 35
3.6 Tahap Penarikan Kesimpulan 35
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 37
4.1 Pengumpulan Data 37
4.1.1. Data Lokasi dan Permintaan Gudang. 37
4.1.2. Data Lokasi dan Permintaan Retailer 38
4.1.3. Data Kendaraan Angkutan 38
4.1.4. Data Terkait Operasional 40
4.2 Pengolahan Data 41
4.2.1. Pembuatan Database 41
4.2.2. Perhitungan Waktu Tempuh 42
4.2.3. Perhitungan Cycle Time dan Demand Rate 43
4.2.4. Formulasi Model Programming 45
4.2.4. Verifikasi dan Validasi Model 47
4.2.5. Running Model pada Titik Distribusi 54
4.2.1. Running Model Alokasi Trip 57
4.2.2. Konversi Jumlah Trip Menjadi Rupiah 58
BAB V ANALISIS DAN INTEPRETASI HASIL 61
5.1 Analisis Optimasi Penjadwalan Pengiriman Colt Diesel 61
5.2 Analisis Optimasi Alokasi Perjalanan Pengiriman Direct Address 65

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 67
6.1 Kesimpulan 67
6.2 Saran..... 67
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN A 71
LAMPIRAN B 73
LAMPIRAN C 78
LAMPIRAN D 80
LAMPIRAN E 81
LAMPIRAN F..... 84
LAMPIRAN G 85
LAMPIRAN H 90
LAMPIRAN I 93
BIOGRAFI PENULIS 107

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Performance Delivery pada Masing-Masing Desain Jaringan. 11
Tabel 2.2 Perbandingan Karakteristik Moda Transportasi. 13
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu 27

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Biaya Distribusi PT X pada 2014 – 2018..... 2
Gambar 1.2 Kluster area distribusi PT X Operasional Jawa Timur..... 2
Gambar 1.3 Alur Distribusi PT X Area Operasional Jawa Timur 3
Gambar 1.4 Kondisi di Lapangan Terkait Fenomena *Over Dimension Overload*.. 4
Gambar 2.1 Alur Distribusi PT X Area Operasional Jawa Timur 14
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian 31
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian (Lanjutan)..... 32
Gambar 4.1 Penentuan Waktu Pengiriman 42
Gambar 4.2 Debug Pada Verifikasi Model Penjadwalan 48
Gambar 4.3 Debug Validasi Model Alokasi Trip 52
Gambar 4.4 Coding pada Model 55
Gambar 4.5 Error pada Running Model..... 55
Gambar 4.6 Hasil Running pada Salah Satu Percobaan 56
Gambar 5.1 Perbedaan Ritase Pengiriman..... 62

Halaman ini sengaja dikosongkan

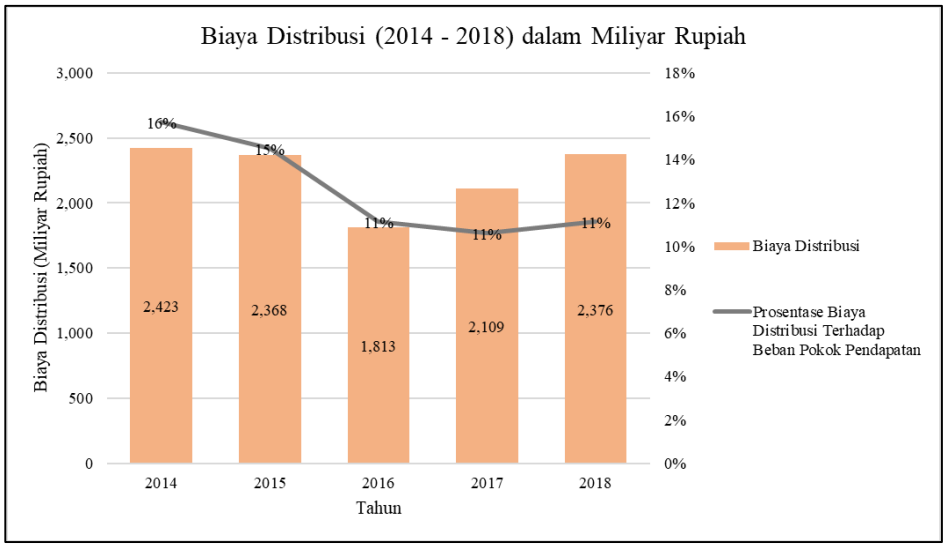
BAB I
PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yaitu batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang Masalah

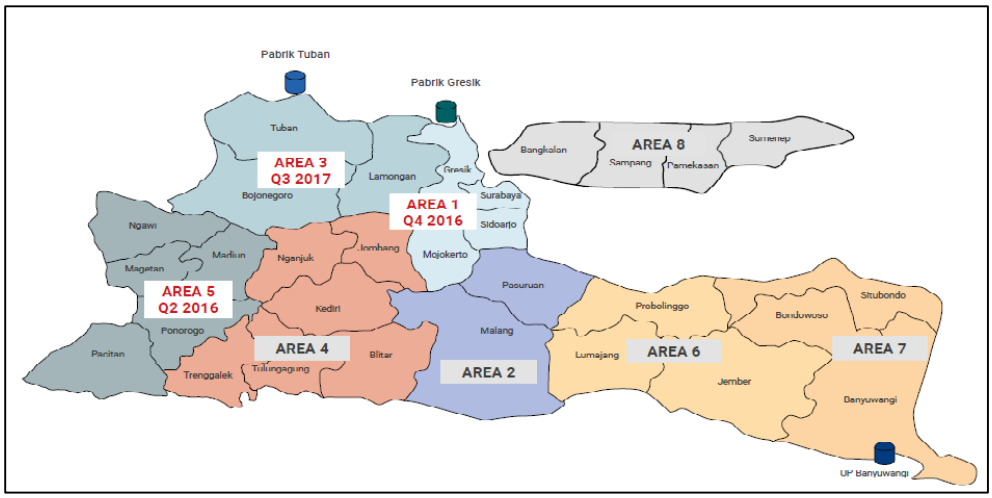
Dalam dunia bisnis, distribusi dan transportasi memiliki peranan yang sangat penting. Dua kegiatan yang telah disebutkan berpengaruh senilai 33% hingga 66% dari keseluruhan pengeluaran logistic (Ballou, 2004). Dengan adanya jaringan distribusi dan transportasi yang layak, memungkinkan perusahaan dalam memindahkan produk mereka dari satu lokasi produksi ke lokasi konsumen yang sering kali terbatasi oleh jarak. Distribusi dan transportasi yang layak merupakan hal penting agar produk mampu dikirim kepada konsumen secara tepat waktu, tepat pada tempat yang telah ditentukan, dan dalam kondisi yang baik (Muhammad, Bakhtiar, & Rahmi, 2017). Banyak faktor yang perlu diperhatikan dalam proses distribusi, seperti jumlah permintaan konsumen yang berbeda, batas waktu pengiriman, kapasitas kendaraan, kecepatan yang ditempuh, dan tempat pengiriman yang berbeda. Oleh karena itu dibutuhkan cara agar proses distribusi dapat lebih baik dan sampai ke pelanggan dengan tepat waktu. Dalam proses distribusi, salah satu cara yang tepat adalah dengan mengoptimalkan jumlah kendaraan serta penjadwalan pengiriman agar waktu yang digunakan untuk melayani konsumen lebih efisien dan barang dapat sampai ke konsumen tepat waktu. Keputusan penentuan jumlah kendaraan dan jadwal pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman.

Pada PT X yang merupakan objek pada penelitian ini, diketahui bahwa aktivitas distribusi memakan lebih dari 10% total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Biaya tersebut merupakan pengeluaran terbesar kedua setelah pengeluaran energi.



Gambar 1.1 Biaya Distribusi PT X pada 2014 – 2018
Sumber: PT X

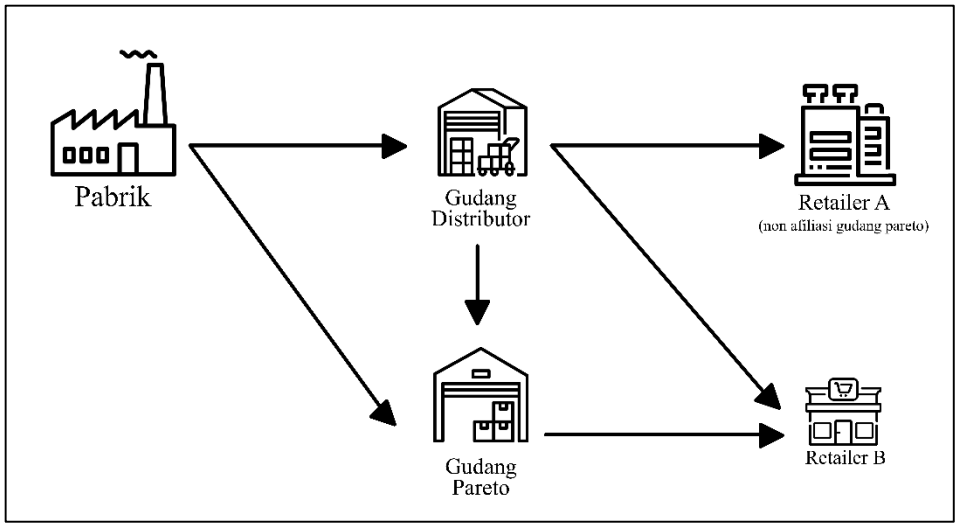
Jaringan distribusi terpadu milik PT X tersebar di seluruh area operasional Indonesia, baik di pulau Sumatera, Sulawesi dan Jawa dengan permintaan terbesar ke-3 yaitu area Jawa Timur. Pada area Jawa Timur, permintaan pada area distribusi 1 (Surabaya, Gresik, Sidoarjo dan Mojokerto) menyumbang kurang lebih 20% dari total permintaan area Jawa Timur itu sendiri.



Gambar 1.2 Kluster area distribusi PT X Operasional Jawa Timur
Sumber: PT X

Dalam pemenuhan permintaan pada area tersebut, PT X memanfaatkan jenis moda darat yaitu truk serta membagi pihak yang berperan pada proses proses distribusi menjadi beberapa titik. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak

manajemen perusahaan, didapatkan bahwa PT X memiliki alur distribusi sebagai berikut:



Gambar 1.3 Alur Distribusi PT X Area Operasional Jawa Timur
Sumber: Wawancara pihak manajemen perusahaan

Pada diagram alur tersebut dapat dilihat bahwa terdapat pihak yang berperan sebagai titik persinggahan barang atau yang disebut pula titik *transshipment*, yaitu pihak gudang pareto yang menjadi titik *transshipment* dari pabrik dan gudang distributor menuju ritel tipe B. Gudang pareto sendiri mendapat pasokan dari pabrik serta gudang *distributor* dengan porsi 70% dan 30% secara berturut-turut. Ada pula gudang *distributor* yang menjadi titik *transshipment* dari pabrik menuju gudang pareto, ritel tipe A, maupun ritel tipe B. Gudang *distributor* dapat melakukan pengiriman kepada ritel tipe B apabila mendapat instruksi dari gudang pareto, karena ritel B merupakan pihak ritel yang berafiliasi dengan gudang pareto. Sedangkan untuk pengiriman menuju ritel tipe A, pihak gudang distributor dapat melakukan pengiriman secara langsung karena ritel tipe A merupakan toko yang tidak berafiliasi dengan gudang pareto manapun.

Pada awal 2020, Menteri Perhubungan Budi Karya Sumadi menyampaikan kebijakan terhadap setiap penggiat industri termasuk PT X terkait penertiban moda transportasi dengan kondisi *over dimension overload* (ODOL). Kebijakan ini akan memberlakukan sanksi kepada pelaku bisnis yang masih mengoperasikan moda transportasinya melebihi muatan yang telah dibatasi pada Undang-Undang nomor

22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Penegakan dilakukan untuk menanggapi fenomena yang muncul karena bahaya dan kerugian kepada pihak negara karena penggunaan moda transportasi darat yang melebihi batas muatan. Dilaporkan bahwa kerugian negara mencapai kurang lebih 43 Milyar pada tahun 2018 karena perusahaan yang bandel menggunakan moda darat secara *over dimension overload*. Berikut contoh fenomena yang muncul pada kondisi tersebut:

Gambar 1.4 Kondisi di Lapangan Terkait Fenomena *Over Dimension Overload*

Dipaparkan oleh Direktorat Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, terdapat peraturan yang menjelaskan tentang Jumlah Berat Yang Diizinkan atau sering kali disebut dengan JBI. Yaitu batasan yang ditetapkan oleh Dinas Perhubungan secara resmi tentang muatan maksimal yang diperbolehkan kepada pihak distribusi dalam mengangkut produk yang diantarkan. Satuan yang digunakan dalam volumes serta berat dan dikelompokkan berdasarkan konfigurasi sumbu pada moda transportasi yang digunakan. Mulai dari truk *colt diesel* engkel degan roda 4 memiliki kapasitas maksimal 16 ton higga truk trailer dengan total roda 12 memiliki kapasitas 45 ton. Setiap kombinasi dari konfigurasi sumbu truk menentukan kapasitas yang bervariasi.

Oleh karena kebijakan tersebut, PT X berupaya melakukan antisipasi kebijakan *over dimension overload* dengan menata ulang model distribusi yang digunakan. Sehingga akan terjadi perubahan moda, perubahan jalur, dan penjadwalan yang cukup besar. Berdasarkan kriteria proses distribusi yang

dilakukan oleh PT X, model permasalah transportasi yang tepat adalah model *transshipment problem*. Model tersebut merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur pengiriman dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sejenis ke tempat tujuan dan melewati titik *transshipment* secara optimal. Pada permasalahan ini, terdapat satu atau lebih depot awal dan sejumlah tempat untuk dikunjungi dengan permintaan yang dapat berbeda-beda. Sebuah kendaraan diharapkan untuk memenuhi permintaan dengan kapasitas yang berbeda pada setiap tempat tersebut. Secara ringkas, karakteristik yang terdapat pada *transshipment problem* antara lain bahwa cara pengiriman barang dari tempat permintaan tidak dapat dilakukan secara langsung. Barang yang diangkut harus mengalami dua atau lebih cara pengangkutan. Dalam penelitian ini, diharapkan bahwa model dapat menganalisa kondisi eksisting dan mengantisipasi perubahan dari kebijakan *over dimension overload* dikarenakan model kondisi eksisting dirasa belum optimal, baik penentuan jumlah truk dan penjadwalannya tidak menggunakan model yang komprehensif (model optimasi).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana merancang model optimasi jumlah kendaraan dan penjadwalan pengiriman yang optimal pada PT X area distribusi Kota Surabaya dan membuat skenario apabila kondisi kebijakan *over dimension overload* diterapkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merancang model untuk menentukan jumlah truk serta penjadwalan pengiriman yang optimal.
2. Menganalisa kondisi eksiting dengan hasil dari model yang optimal untuk penentuan jumlah truk dan penjadwalan.
3. Menganalisa skenario apabila kondisi kebijakan *over dimension overload* diterapkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan rekomendasi kepada PT X dalam menjalankan proses distribusi semen pada area distribusi Kota Surabaya.
2. Memberikan rekomendasi kepada PT X dalam menenentukan jadwal pengiriman semen pada area distribusi Kota Surabaya.
3. Memberikan rekomendasi terkait skenario apabila kebijakan *over dimension overload* diterapkan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan dan asumsi dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1. Batasan Penelitian

Berikut adalah batasan yang digunakan pada penelitian ini:

1. Area distribusi PT. X yang akan diteliti adalah area Kota Surabaya.
2. Produk yang diteliti hanya produk dalam bentuk semen zak.
3. Moda transportasi yang dipertimbangkan hanya jenis truk.

1.5.2. Asumsi Penenlitian

Asumsi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Tidak terjadi perubahan yang signifikan pada jumlah pabrik, gudang *distributor*, gudang pareto, maupun *ritel*.
2. Tidak terjadi perubahan kebijakan pemasaran dan area distribusi.
3. Tidak terjadi perubahan jadwal operasional distribusi Semen oleh PT X baik pada pabrik, gudang *distributor*, gudang pareto, maupun *ritel*.

1.6 Sistematika Penulisan.

Sistematika penulisan pada laporan penelitian tugas akhir ini berisi penjelasan ringkas dari masing-masing bagian yang terdapat dalam laporan. Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yaitu batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka ini dijelaskan mengenai landasan yang digunakan peneliti dalam pelaksanaan penelititan tugas akhir, yaitu berupa studi lapangan dan studi literatur yang membantu peneliti dalam memahami serta menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

Studi lapangan yang dilakukan yaitu mengenai alur distribusi yang digunakan oleh PT X. Hasil tersebut didapatkan setelah peneliti melakukan wawancara secara daring bersama pihak manajemen PT X. Sedangkan pada studi literatur, dilakukan *review* terhadap beberapa sumber yang membahas tentang manajemen transportasi dan distribusi, *distribution network*, management transportasi, *mathematical and computer modelling*, pendekatan optimasi dalam *operational research*, *integer programming*, optimasi model jaringan, dan model penjadwalan.

BAB III METODOLOGI

Pada bab metodologi ini dijelaskan secara detail mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini menunjukkan alur pelaksanaan penelitian yang digunakan peneliti selama pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian ini meliputi tahap studi pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, rekapitulasi data ke dalam microsoft excel, perhitungan jarak dan waktu tempuh antar titik, formulasi model *transshipment*, formulasi model penjadwalan, verifikasi dan validasi model, *running* model, tahap analisis dan interpretasi data, dan tahap penarikan kesimpulan

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab pengumpulan dan pegolahan data ini akan dijelaskan secara sistematis terkait dengan metode pengumpulan dan pengolahan data sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan di awal.

BAB V ANALISIS DAN INTEPRETASI DATA

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan intepretasi terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis dan intepretasi data akan dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapati dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil pelaksanaan penelitian tugas akhir sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian sehingga hasil penelitian ini sesuai dengan permasalan yang dihadapi. Bab ini juga berisi saran dan rekomendasi untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi peninjauan kembali terhadap literatur untuk membantu peneliti dalam melihat permasalahan secara lebih komprehensif dan menetukan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

2.1 Manajemen Transportasi dan Distribusi

Pada sub-bab ini akan dijelaskan hasil *review* terhadap pustaka yang berkaitan dengan manajemen distribusi dan transportasi yang dibagi menjadi beberaba bagian.

2.1.1. Distribution Network

Distribusi mengacu pada langkah-langkah yang diambil untuk memindahkan dan menyimpan produk dari pemasok kepada pelanggan dalam rantai pasokan. Distribusi terjadi di antara setiap pasangan pada tahap dalam rantai pasokan. Bahan baku dan komponen dipindahkan dari pemasok ke produsen, sedangkan produk jadi dipindahkan dari produsen ke konsumen akhir. Distribusi adalah pendorong utama dari keseluruhan profitabilitas perusahaan dikarenakan biaya distribusi mempengaruhi biaya rantai pasok serta pengalaman pelanggan secara langsung. Bahkan pada produk akomodasi, biaya distribusi memiliki nilai yang lebih tinggi dari biaya produk. Di India, biaya distribusi keluar semen sekitar 30% dari biaya produksi dan penjualan semen (Chopra, 2007).

Ketika mempertimbangkan distribusi di antara pasangan tahap lainnya, seperti pemasok ke produsen atau bahkan perusahaan jasa yang melayani pelanggannya melalui jaringan distribusi, banyak opsi yang dapat diambil. Manajer harus membuat dua keputusan dasar ketika merancang jaringan distribusi yaitu apakah produk akan dikirim ke lokasi pelanggan atau diambil dari pihak yang sudah ditentukan sebelumnya dan apakah produk akan mengalir melalui perantara (atau lokasi perantara).

Dari pertimbangan terhadap dua hal tersebut, dapat dilakukan penyesuaian terhadap rancangan dari *distribution network* (jaringan distribusi) terhadap salah satu rancangan yang telah disederhanakan oleh Chopra sebagai berikut:

1. *Retail Storge with Customer Pickup*, atau sering dipandang sebagai jenis rantai pasokan yang paling tradisional, dengan kondisi persediaan disimpan di toko ritel. Pelanggan dapat secara langsung masuk ke toko tersebut atau memesan secara daring atau melalui telepon dan mengambilnya di toko.
2. *Manufacturer Storage with Direct Shipping*, yaitu produk dikirim langsung dari produsen ke pelanggan akhir, melewati pengecer (yang menerima pesanan dan mengakumulasi menjadi permintaan pengiriman). Opsi ini juga disebut sebagai *drop-shipping*, dengan produk dikirim langsung dari produsen ke pelanggan.
3. *Manufacturer Storage with In-Transit Merge*, tidak seperti *drop-shipping*, dimana setiap produk dalam pesanan dikirim langsung dari pabrikannya ke pelanggan akhir, pada kondisi ini terjadi penggabungan produk ketika sedang dalam perjalanan. Penggabungan tersebut merupakan aktivitas penggabungan dari beberapa produk yang berasal dari sumber yang berbeda, sehingga pelanggan akan mendapatkan pesanan yang terdiri dari beberapa produk tersebut dalam satu pengiriman.
4. *Distributor Storage with Package Carrier Delivery*. Pada rancangan ini, simpanan produk tidak berada pada pabrik tetapi berada pada gudang distributor atau gudang perantara, dan pengiriman menggunakan paket daimbil untuk mengangkut produk dari lokasi gudang distributor atau gudang perantara menuju pelanggan akhir.
5. *Distributor Storage with Last-Mile Delivery*, yaitu pengiriman jarak jauh yang mengacu pada pihak distributor / pengecer yang berkewajiban mengantarkan produk menuju rumah pelanggan.
6. *Manufacturer Storage with Pickup*. Pada rancangan ini, produk disimpan pada gudang produsen atau distributor tetapi pelanggan melakukan pemesanan secara daring atau melalui telepon dan kemudian melakukan pengambilan menuju tempat yang ditunjuk sebagai pengumpulan barang. Pesanan dikirimkan dari lokasi penyimpanan ke tempat pengambilan sesuai kebutuhan.

Dari masing-masing desain jaringan tersebut, terdapat keunggulannya masing-masing, yang dapat ditransformasikan menjadi tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Performance Delivery pada Masing-Masing Desain Jaringan.

	Response Time	Product Variety	Product Avaibility	Customer Experience	Time to Market	Order Visibility	Returnability
Retail Storage with Customer Pickup	1	4	4	1-5	4	1	1
Manufacturer Storage with Direct Shipping	4	1	1	4	1	5	5
Manufacturer Storage with In-Transit Merge	4	1	1	3	1	4	5
Distributor Storage with Package Carier Delivery	3	2	2	2	2	3	4
Distribution Storage with Last-Mile Delivery	2	3	3	1	3	2	3
Manufacturer Storage with Pickup	4	1	1	5	1	6	2

Sumber: (Chopra, 2007)

Dalam tabel tersebut, angka 1 menunjukkan korespondensi dengan kinerja terkuat dan angka 6 merupakan kinerja terlemah. *Response time* adalah jumlah waktu yang dibutuhkan pelanggan untuk menerima pesanan. *Product variety* adalah jumlah dari pilihan produk yang ditawarkan. *Product avaibility* adalah tingkat persediaan yang kemungkinan pelanggan untuk dapat memesan produk pada waktu tertentu. *Customer experience* merupakan tingkat kemudahan yang dapat dirasakan oleh pelanggan untuk mendapatkan dan menerima pesanan serta sejauh mana pengalaman ini disesuaikan terhadap target pelanggan. *Time to market* adalah waktu yang diperlukan untuk membawa produk baru ke pasaran. *Order visibility* adalah kemudahan yang diberikan kepada pelanggan untuk melacak pesanan mereka dari tempat beli hingga pengiriman. *Returnability* adalah kemudahan yang didapatkan pelanggan ketika akan mengembalikan barang yang tidak memuaskan dan kemampuan dari jaringan untuk menangani pengembalian tersebut.

2.1.2. Management Transportasi.

Menurut Chopra (2007), transportasi merupakan perpindahan produk di antara berbagai tahap dalam rantai pasokan. Transportasi memiliki dampak besar pada responsifitas dan efisiensi suatu rantai pasokan. Transportasi yang cepat memungkinkan rantai pasokan menjadi lebih responsif tetapi dapat mengurangi tingkat efisiensi. *Trade-off* mendasar untuk transportasi adalah antara biaya transportasi terhadap produk tertentu (mengutamakan efisiensi) dan transportasi yang cepat untuk mengantarkan produk tersebut (mengutamakan responsifitas). Pendapat lain mengemukakan bahwa transportasi merupakan aktivitas dalam pergerakan produk serta penyimpanan baik dalam bentuk bahan baku, komponen, *work-in-process*, atau barang jadi. Proposisi nilai transportasi yang utama adalah pergerakan produk menuju hilir dan menuju hulu rantai pasokan. Kinerja transportasi sangat penting terutama bagi kegiatan pengadaan, manufaktur, dan distribusi. Tanpa transportasi yang andal, sebagian besar aktivitas komersial tidak dapat berfungsi. Dalam pelaksanaannya, tansportasi menghabiskan beberapa sumber daya seperti waktu (*inventoy-in-transit*), sumber daya keuangan (upah pengemudi, operasional kendaraan, modal yang diinvestasikan dalam peralatan, bahan bakar, dan administrasi), dan lingkungan (Bowersox, 2002).

Dalam merancang maupun mengoperasikan kegiatan transportasi, dibutuhkan langkah identifikasi terhadap beberapa komponen yaitu:

1. *Design of Transportation Network*

Jaringan transportasi adalah kumpulan moda transportasi, lokasi, dan rute yang dilalui selama melakukan pengiriman. Perusahaan harus memutuskan apakah transportasi yang bermula dari sumber pasokan akan langsung ke titik permintaan atau akan melalui titik konsolidasi menengah (*transshipment*). Keputusan rancangan juga mencakup apakah beberapa titik permintaan akan dimasukkan dalam satu kali proses pengiriman atau tidak. Kajian lebih lanjut mengenai jaringan transportasi telah dijabarkan pada sub-bab sebelumnya. Akhirnya, perusahaan juga harus memutuskan set moda transportasi yang akan digunakan.

2. Pilihan Moda Transportasi

Moda transportasi adalah fasilitas di mana suatu produk dipindahkan dari satu lokasi dalam jaringan rantai pasokan ke lokasi yang lain. Perusahaan dapat

memilih antara moda udara, darat, kereta api, laut, dan pipa sebagai moda transportasi untuk mengirimkan produk. Setiap mode memiliki karakteristik yang berbeda sehubungan dengan kecepatan, biaya pengiriman, keandalan, fleksibilitas, dan kemampuan yang membuat perusahaan dapat memilih satu mode tertentu daripada moda yang lain.

Tabel 2.2 Perbandingan Karakteristik Moda Transportasi.

Karakteristik	**Darat**	**Kereta Api**	**Laut**	**Udara**	**Pipa**
Kecepatan	2	3	4	1	5
Biaya Angkut	4	3	1	5	2
Keandalan	2	3	4	5	1
Fleksibilitas	2	3	4	5	1
Kemampuan	4	3	2	5	1

Sumber: (Amir Kumar, 2015)

Pada tabel tersebut, angka 1 menunjukkan korespondensi positif sedangkan angka 5 negatif.

3. Metrik Terkait Transportasi

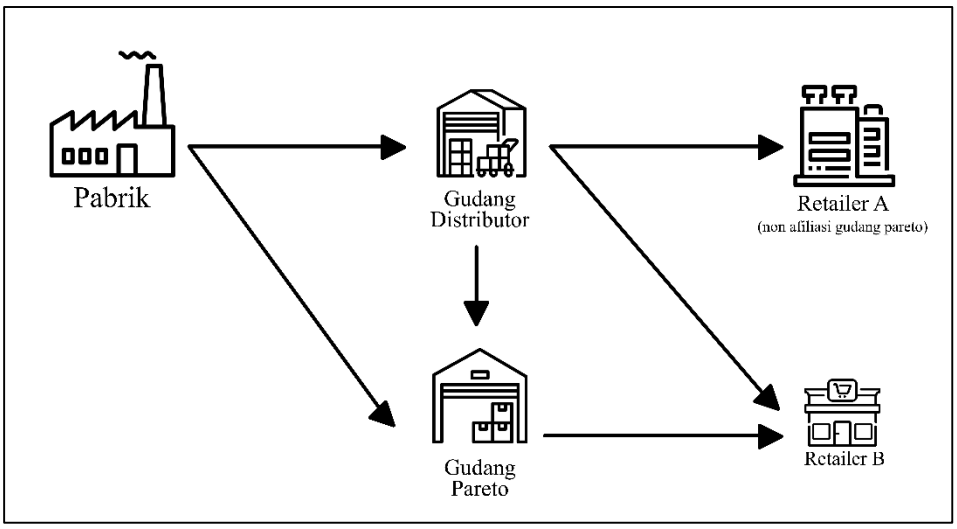
Seorang manajer harus memahami metrik terkait transportasi berikut yang memengaruhi kinerja rantai pasokan:

a. Rata-rata biaya transportasi inbound, yaitu terkait biaya untuk membawa produk menuju titik fasilitas dan dianggap sebagai persentase dari penjualan atau harga pokok penjualan (COGS).
b. Ukuran pengiriman rata-rata yang inbound, yaitu merupakan jumlah rata-rata biaya dalam setiap pengiriman yang masuk di titik fasilitas.
c. Biaya transportasi inbound rata-rata per pengiriman, yaitu biaya transportasi rata-rata dari setiap pengiriman yang masuk.
d. Biaya transportasi outbound rata-rata, yaitu biaya pengiriman produk dari fasilitas kepada pelanggan.
e. Ukuran pengiriman outbound rata-rata, yaitu jumlah rata-rata biaya pada setiap pengiriman keluar di suatu fasilitas.
f. Biaya transportasi keluar rata-rata per pengiriman, yaitu biaya transportasi rata-rata dari setiap pengiriman keluar.

g. Fraksi yang diangkut berdasarkan moda, yaitu fraksi transportasi (dalam satuan atau unit mata uang) dalam menggunakan masing-masing moda transportasi.

2.2 Alur Distribusi dan Transportasi pada Industri Semen PT.X

PT X memiliki alur distribusi yang terbagi menjadi beberapa pihak. Melalui diskusi dengan pihak manajemen, didapatkan gambaran mengenai alur distribusi perusahaan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Alur Distribusi PT X Area Operasional Jawa Timur

Pada diagram alur tersebut dapat dilihat bahwa terdapat beberapa pihak yang berperan sebagai titik *transshipment* semen PT X yaitu gudang distributor dan gudang pareto. Titik *transshipment* merupakan pihak yang berperan sebagai tempat penyimpanan produk secara sementara sebelum dikirimkan kepada pihak ritel yang berperan sebagai titik akhir produk untuk dijual kepada konsumen akhir.

Pihak ritel pada aktivitas PT X dibagi menjadi dua yaitu ritel tipe A (tidak terafiliasi dengan gudang pareto) dan ritel tipe B (terafiliasi dengan gudang pareto). Pihak gudang pareto mendapat pasokan dari dua pihak yaitu pabrik serta gudang *distributor* dengan porsi 70% dan 30% berturut-turut.

Gudang distributor juga memiliki fungsi sebagai pemasok kepada gudang pareto apabila terdapat permintaan yang mendadak pada pihak gudang pareto. Sedangkan gudang pareto memiliki fungsi untuk memberikan pasokan kepada ritel

tipe B yang berafiliasi dengan pihak gudang pareto, serta berhak untuk memberi instruksi kepada gudang distributor untuk melakukan pasokan kepada ritel yang berafiliasi apabila terdapat permintaan yang tidak bisa mereka penuhi. Sedangkan ritel tipe A, yaitu toko yang tidak berafiliasi dengan gudang pareto manapun mendapat pasokan semen dari gudang distributor.

2.3 Mathematical and Computer Modelling.

Menurut Ballou (2004), dari sekian banyak model individual yang dapat digunakan untuk melakukan analisa, model tersebut dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori yaitu:

1. Model Simulasi.

Model simulasi terbagi menjadi dua jenis, simulasi deterministik dan stokastik atau monte carlo. Simulasi akan melibatkan replikasi terhadap struktur biaya, batasan, dan faktor-faktor lain yang mewakili model. Replikasi ini biasanya dilakukan melalui hubungan matematika, yang sering bersifat stokastik. Dari Hiller dan Lieberman (2001), prosedur simulasi biasanya dilakuakn melalui percobaan pengambilan sampel pada sistem model.

Mengutip Harpell (1989), model simulasi dapat dipilih ketika detail substansial dalam deskripsi masalah memiliki kompleksitas yang sangat tinggi, yaitu ketika ada elemen stokastik dalam masalah tersebut.

2. Model Heuristik.

Menurut Hinkle dan Kuehn (1967) heuristik merupakan sebuah proses yang mencari solusi yang “memuaskan”, bukan sekedar optimal. Heuristik terdiri dari aturan atau prosedur komputasi, yang membatasi jumlah solusi alternatif untuk suatu masalah, berdasarkan pada proses *trial-and-error* untuk mencapai solusi yang dapat diterima pada masalah dengan yang tidak memiliki algoritma pengoptimalan.

Heuristik berguna ketika diinginkan solusi terbaik, tetapi terlalu banyak hal yang perlu dikompromikan untuk memecahkan masalah dengan mengoptimalkan metode. Heuristik sering digunakan dalam masalah perencanaan seperti penempatan titik *warehouse* baru atau penempatan titik kustomer dalam sebuah rute baru.

3. Metode Optimasi.

Menurut Powers (1989), model optimisasi didasarkan pada prosedur matematika untuk mengevaluasi alternatif dan menjamin solusi optimal (alternatif terbaik) telah ditemukan untuk masalah yang diusulkan secara matematis. Artinya, dapat dibuktikan secara matematis bahwa solusi yang dihasilkan adalah yang terbaik. Banyak model penelitian operasi deterministik menggunakan model jenis ini. Model optimasi mengakomodir pemrograman matematika (linier, non-linear, dinamis, dan integer), enumerasi, *sequencing*, variasi kalkulus, dan model penggantian peralatan.

Ada beberapa keuntungan dari pendekatan optimasi, yaitu (1) menjamin didapatinya solusi terbaik untuk sekumpulan asumsi dan data yang diberikan, (2) dapat mengakomodir banyak model yang memiliki struktur rumit, (3) analisis yang lebih efisien dapat dilakukan ketika semua alternatif telah dihasilkan dan dievaluasi, (4) Perbandingan *run-to-run* yang andal dapat dibuat, karena solusi terbaik telah dijamin untuk setiap proses, (5) *cost-savings* atau keuntungan antara solusi optimal dan heuristik yang dihasilkan adalah signifikan.

2.4 Operational Research.

Salah satu teknik yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan adalah metode penelitian operasional (*operational research*). Secara umum, teknik penelitian operasional digunakan secara luas digunakan untuk memecahkan masalah yang ada dalam kenyataan, terutama dalam manajemen operasi. Saat ini, ada beberapa bidang yang menggunakan penelitian operasional untuk mengoptimalkan operasi mereka seperti manufaktur, transportasi, dan sebagainya. Menurut Hillier and Lieberman (2001) Terdapat beberapa teknik dalam penelitian operasional yaitu:

1. *Linear Programming*.

Pemrograman linear biasanya digunakan untuk menyelesaikan masalah pengalokasian sumber daya alokasi. Pemrograman linier menggunakan model matematika untuk menggambarkan masalah yang diamati. Kata linear mengartikan bahwa bahwa semua fungsi matematika dalam model ini harus merupakan fungsi linier. Pemrograman kata tidak merujuk untuk pemrograman computer, melainkan

pada dasarnya adalah arti kata untuk perencanaan. Dengan demikian, pemrograman linier melibatkan perencanaan kegiatan untuk mendapatkan hasil yang optimal, yaitu hasil yang mencapai tujuan terbaik yang ditentukan (sesuai dengan model matematika) di antara semua alternatif yang layak.

2. *Dynamic Programming*.

Pemrograman dinamis adalah teknik matematika yang digunakan untuk membuat urutan keputusan yang saling terkait. Hal tersebut membentuk prosedur sistematis dalam menentukan kombinasi keputusan yang optimal. Berbeda dengan pemrograman linier, tidak ada formulasi matematis standar dari masalah pemrograman dinamis. Sebaliknya, pemrograman dinamis adalah jenis pendekatan umum untuk pemecahan masalah, dan persamaan khusus yang digunakan harus dikembangkan agar sesuai dengan setiap situasi baru yang muncul.

3. *Non-Linear Programming*.

Asumsi pada pemrograman linier adalah bahwa semua fungsinya baik fungsi objektif maupun fungsi kendala merupakan linier. Meskipun asumsi tersebut dapat berlaku untuk banyak kasus, namun sering kali ditemui kasus yang tidak sekedar linier. Pada kenyataannya, banyak peneliti telah menemukan bahwa beberapa fungsi non-linier harus dijadikan aturan dan tidak bisa dijadikan pengecualian. Oleh karena itu, sering kali perlu untuk digunakan masalah pemrograman nonlinier

4. *Integer Programming*.

Dalam pemrograman linier, ada satu batasan utama yang mencegah penggunaanya terhadap beberapa kasus yaitu *assumtion of divisibility*, yang mensyaratkan bahwa nilai-nilai noninteger diizinkan untuk dijadikan variabel keputusan. Jika memasukkan nilai integer adalah satu-satunya cara menyelesaikan masalah dengan dasar formulasi pemrograman linier, maka model tersebut dapat disesuaikan menjadi pemrograman integer. (Nama yang lebih lengkap adalah *integer linear programming*). Model matematika untuk pemrograman integer adalah model pemrograman linier dengan satu atau lebih batasan tambahan bahwa variabel harus memiliki nilai integer. Di antara beberapa teknik, model pemrograman integer banyak digunakan dalam perencanaan produksi karena kesederhanaan dan efektivitasnya.

Prosedur penelitian operasi terdiri dari enam langkah, definisi masalah dan pengumpulan data, formulasi model matematika, pemrograman komputer, uji dan penyempurnaan model, menyiapkan aplikasi model, dan implementasi.

2.5 Interger Programming

Integer programming merupakan salah satu model dari *linear programming* dengan ciri bahwa beberapa atau semua variabel keputusannya bernilai integer (Williams, 2013). Dalam *integer programming*, terdapat tiga komponen utama yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi Tujuan

Komponen ini merupakan fungsi untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya yang terbatas dengan tujuan memperoleh hasil yang optimal. Contoh dari fungsi tujuan adalah sebagai berikut. Minimize $\sum_{i=1}^{m} c_{ij}x_{ij}$

2. Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan nilai yang dapat diubah secara berkala untuk mendapatkan hasil yang optimal dari fungsi tujuan yang telah ditetapkan. Contoh dari variabel keputusan adalah sebagai berikut. X_{ij} = Jumlah produk yang dikirim dari titik i menuju titik j.

3. Fungsi Pembatas

Fungsi batasan memiliki fungsi untuk memberikan batas pada nilai variabel keputisan. Misal $X_{ij} \geq 0$ yang berarti bahwa jumlah produk yang dikirim dari titik i menuju titik j harus lebih dari 0.

2.6 Optimasi Network Models

Pada sub-bab ini akan dijelaskan skenario yang sering muncul pada model network, model dasar maupun pengembangan pada penelitian yang pernah ada.

2.6.1. General Network-Flow Problem

Skenario umum dari masalah network models yang muncul dalam logistik industri menyangkut distribusi produk homogen tunggal dari pabrik (asal) ke pasar konsumen (tujuan). Jumlah total unit yang diproduksi di setiap pabrik dan jumlah unit yang dibutuhkan di setiap pasar diasumsikan diketahui. Produk tidak perlu

dikirim langsung dari sumber ke tujuan, tetapi dapat dialihkan melalui titik perantara yang mencerminkan gudang atau pusat distribusi. Selanjutnya, mungkin ada pembatasan kapasitas yang membatasi beberapa tautan pengiriman. Tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya variabel produksi dan pengiriman produk untuk memenuhi permintaan konsumen.

Network models pada masalah umum diformulasikan sebagai berikut:

$$Minimize\ z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} - \sum_{k=1}^{p} x_{ki} = b_i \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{2}$$

$$l_{ij} \leq x_{ij} \leq u_{ij} \tag{3}$$

Pada formulasi tersebut, terdapat beberapa notasi yang memiliki arti sebagai berikut:

a. i merupakan titik pasokan dengan jumlah dari 1 hingga m.
b. j merupakan titik permintaan dengan jumlah dari 1 hingga n.
c. k merupakan titik persimpangan dengan jumlah dari 1 hingga p.
d. c_{ij} merupakan biaya angkut dari titik i menuju titik j.
e. x_{ij} merupakan jumlah yang diangkut dari titik i menuju titik j.
f. l_{ij} dan u_{ij} merupakan batas bawah dan batas atas kapasitas pengantaran.

2.6.2. Special Network Problem

Pada sub-bab berikut akan dijelaskan beberapa model yang spesial karena memiliki dampak yang signifikan pada pengembangan teori network problem menurut Bradley (1977).

1. *Transportation Problem.*

Transportation problem merupakan network-problem tanpa adanya lokasi intermediet dan diasumsikan bahwa total pasokan sama dengan total permintaan. Kasus tersebut akan diformulasikan sebagai berikut:

$$Minimize\ z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i \qquad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} (-x_{ij}) = -b_j \qquad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \qquad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Pada formulasi tersebut, terdapat beberapa notasi yang memiliki arti sebagai berikut:

a. i merupakan titik pasokan dengan jumlah dari 1 hingga m.

b. j merupakan titik permintaan dengan jumlah dari 1 hingga n.

c. a_i merupakan biaya angkut dari titik i menuju titik j.

d. b_j merupakan jumlah yang diangkut dari titik i menuju titik j.

e. c_{ij} merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengirim barang dari titik i menuju titik j.

f. x_{ij} merupakan jumlah barang yang dikirim dari titik i menuju titik j.

Dari formulasi tersebut dapat dijabarkan pada setiap persamaan sebagai berikut: (1) fungsi tujuan meminimalkan total dari seluruh biaya yang dikeluarkan selama distribusi. (2) total dari seluruh barang yang dikirimkan dari titik i harus sama dengan jumlah pasokan. (3) total dari seluruh barang yang dikirimkan menuju titik j harus sama dengan jumlah permintaan. (4) menunjukkan bahwa jumlah barang harus lebih dari 0.

2. *Assignment Problem*.

Contoh dalam kasus ini adalah pengalokasian sumber daya manusia terhadap pekerjaan yang ada:

$$Minimize\ z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

$$x_{ij} = 0 \; atau \; 1 \qquad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n \tag{4}$$

Pada formulasi tersebut, terdapat beberapa notasi yang memiliki arti sebagai berikut:

a. i merupakan jumlah sumber daya manusia.

b. j merupakan jumlah pekerjaan.

c. c_{ij} merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengirim barang dari titik i menuju titik j.

d. x_{ij} merupakan jumlah barang yang dikirim dari titik i menuju titik j.

Rangkaian kendala pertama menunjukkan bahwa setiap sumber daya manusia harus ditugaskan tepat satu pekerjaan dan kedua serta ketiga menunjukkan bahwa setiap pekerjaan harus dilakukan oleh satu orang.

3. *Transshipment Problem*.

Pada masalah transportasi, hanya memungkinkan pengiriman yang langsung dari titik pasokan ke titik permintaan. Namun dalam banyak situasi, pengiriman memerlukan adanya titip yang berada antara titik pasokan dan titik permintaan. Titik tersebut yang dinamakan dengan titik transshipment.

Dalam sub-bab berikut, akan dipaparkan formulasi dalam penyelesaian kasus transshipment. Titik pasokan akan didefinisikan menjadi titik yang dapat mengirim barang ke titik lain tetapi tidak dapat menerima barang dari titik lain. Demikian pula, titik permintaan adalah titik yang dapat menerima barang dari titik lain tetapi tidak dapat mengirim barang ke titik lain. Titik transshipment adalah titik yang dapat menerima barang dari titik lain dan mengirim barang ke titik lain.

Berikut merupakan formulasi yang akan dipaparkan dengan kondisi transshipment balanced, yaitu kondisi ketika jumlah pasokaan tepat sesuai dengan jumlah permintaan (Pasagic, 2003):

$$\min T = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{r} c_{ik}x_k + \sum_{k=1}^{r}\sum_{j=1}^{n} c_{jk}x_k + \sum_{k=1}^{r} c_k \sum_{j=1}^{n} x_{jk} \tag{1}$$

$$\sum_{k=1}^{r} x_{jk} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \tag{2}$$

$$\sum_{k=1}^{r} x_{ik} \leq a_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ik} = \sum_{j=1}^{n} x_{jk} \tag{4}$$

$$x_{ik} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, r \tag{5}$$

$$x_{jk} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, r \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ik} \leq s_k, \quad k = 1, 2, \dots, r \tag{7}$$

Pada formulasi tersebut, terdapat beberapa notasi yang memiliki arti sebagai berikut:

a. i merupakan titik pasokan dengan jumlah dari 1 hingga m.

b. j merupakan titik permintaan dengan jumlah dari 1 hingga n.

c. k merupakan titik transshipment dengan jumlah dari 1 hingga r.

d. a_i merupakan kapasitas yang dapat dipasok dari titik i.

e. b_j merupakan permintaan yang diminta oleh titik j.

f. x_{ik} merupakan jumlah yang diangkut dari titik i menuju titik k.

g. x_{kj} merupakan jumlah yang diangkut dari titik k menuju titik j.

h. c_{ik} merupakan biaya angkut dari titik i menuju titik k.

i. c_{kj} merupakan biaya angkut dari titik k menuju titik j.

j. c_k merupakan biaya penyimpanan di titik k.

k. s_k merupakan kapasitas penyimpanan di titik k.

Dari formulasi tersebut dapat dijabarkan pada setiap persamaan sebagai berikut: (1) Fungsi tujuan adalah meminimalkan semua biaya yang terlibat yaitu biaya transportasi dari titik asal ke titik trans-pengiriman, biaya transportasi dari titik transshipment ke tujuan dan biaya pergudangan di titik transshipment. (2) Permintaan semua pada semua titik tujuan harus terpenuhi. (3) Membatasi jumlah produk yang dibawa kepada titik transshipment agar tidak melebihi kemampuan titik pasok untuk menyediakan produk. (4) Jumlah produk yang dimasukkan pada

titik trasshipment berjumlah sama dengan jumlah produk yang dikeluarkan Pembatasan (5) dan (6) memastikan agar variabel pengambilan keputusan tidak negatif. (7) Memastikan bahwa jumlah produk yang diantarkan kepada titik transshipment tidak melebihi kapasitas titik transshipment.

Dalam kondisi nyata, terdapat penyesuaian yang harus dilakukan terhadap proses pengerjaan transshipment dikarenakan terdapa jenis kondisi yang mungkin terjadi, antara lain:

a. *Unbalanced Transshipment*.

Kasus ini terjadi ketika total pasokan (dari asal) tidak sama dengan permintaan (di tujuan) sehingga menjadikannya masalah transshipment yang tidak seimbang.

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \neq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

Model ini dikonversikan ke model seimbang dengan penambahan pasokan dummy atau permintaan dummy tergantung pada posisi mana ketidakseimbangan terjadi.

b. *The Impaired Flow Transshipment Model*

Kasus ini terjadi ketika terdapat sejumlah produk yang telah dijadwalkan untuk dialokasikan secara pasti kepada satu atau lebih titik permintaan dikarenakan alasan tertentu seperti keadaan darurat. Sehingga terdapat konstrain tambahan yaitu:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=m+1}^{m+n} x_{ij} = Q$$

Model di atas jelas berbeda dari model umum karena memperhitungkan kendala tambahan yang dikenal sebagai kendala aliran terganggu (*impaired flow*). *Impaired flow* terjadi atas dasar arahan dari manajer operasi sehingg tidak harus mengubah dasar-dasar dan standar model *transshipment* asli.

c. *The Enhanced Flow Transshipment Model*

Model ini terjadi ketika pada titik pesanan terjadi permintaan yang lebih secara tidak terduga, hal tersebut membuat distribusi perlu ditingkatnya serta produksi juga perlu diperbanyak untuk mengatasi penambahan permintaan tersebut. Kejadian yang telah dijelaskan dapat diformulasikan menjadi sebagai berikut:

$$\left(max \left\{ \sum_{i=1}^{m} a_i + (m+n)T, \qquad \sum_{j=m+1}^{m+n} b_j + (m+n)T \right\} < Q' \right)$$

Menurut Khurana (2015) penyesuaian dari model ini memberikan pembuat keputusan lebih banyak pilihan keputusan untuk kebutuhan pasar yang dinamis.

Terdapat pula model yang telah diformulasikan oleh penelitian sebelumnya yaitu El Achemi, 2011. Model tersebut merupakan penyesuaian terhadap kondisi ketika pada pelaksanaan pengirimannya menggunakan jenis kendaraan yang berbeda pada setiap tahap pengirimannya:

$$\min Z = \sum_{j \in J} \sum_{f \in F} \sum_{w=W} \sum_{p=P} c_{fw} trip^{j}{}_{fwp} \tag{1}$$

$$stock_{wp}^{j} \leq S_p^{max} \; ; \forall w \in W, \forall p \in P, \forall j \in J \tag{2}$$

$$stock_{wp}^{0} = S_{wp} \; ; \forall w \in W, \forall p \in P \tag{3}$$

$$stock_{wp}^{j-1} + \sum_{f \in F} trip_{fwp}^{j} = D_{wp}^{j} + stock_{wp}^{j} \; ; \forall w \in W, \forall p \in P, \forall j \in J \tag{4}$$

$$\sum_{w \in W} \sum_{p \in P} trip_{fwp}^{j} \leq U * open_f^j \; ; \forall f \in F, \forall j \in J \tag{5}$$

$$\sum_{f \in F} open_f^j \leq nbL \; ; \forall j \in J \tag{6}$$

$$\sum_{w \in W} \sum_{p \in P} trip_{fwp}^{j} \leq L * open_f^j \; ; \forall f \in F, \forall j \in J \tag{7}$$

Pada formulasi tersebut, terdapat beberapa notasi yang memiliki arti sebagai berikut:

a. F merupakan area lokasi penghasil produk.

b. W merupakan jumlah dari pabrik pembuat produk.

c. P merupakan jumlah jenis dari muatan.

d. J merupakan jumlah hari.

e. S_p^{max} merupakan jumlah maksimal harian dari muatan penuh produk p yang berada pada pabrik.

f. S_{wp} merupakan jumlah awal produk p yang berada pada pabrik w.

g. U merupakan jumlah batas atas muatan penuh yang dapat dikirimkan dari titik antar.

h. L merupakan jumlah batas bawah muatan penuh yang dapat dikirimkan dari titik antar.

i. D_{wp}^{j} merupakan jumlah permintaan dari produk p pada pabrik w di hari ke j.

j. nbL merupakan jumlah pengangkut yang tersedia.

k. c_{fw} merupakan biaya transportasi antara titik f menuju titik w.

l. $open_{f}^{j}$ merupakan variabel biner yang bernilai 1 apabila area lokasi penghasil produk dibuka pada hari ke j.

m. $trip_{fwp}^{j}$ merupakan variabel integer positif yang menunjukkan jumlah dari muatan penuh pada produk p yang berasal dari titik f menuju w pada hari ke j.

n. $stock_{wp}^{j}$ merupakan variabel integer yang menunjukkan jumlah dari muatan penuh produk p yang berada di pabrik w pada hari ke j.

Dari formulasi tersebut dapat dijabarkan pada setiap persamaan sebagai berikut: (1) berfungsi untuk meminimumkan biaya yang dikeluarkan selama pengantaran. (2) berfungsi memastikan bahwa jumlah persediaan harian pada setiap produk yang berada pada pabrik tidak melebihi jumlah batas maksimal. (3) menentukan jumlah awal dari setiap produk. (4) berfungsi untuk memastikan bahwa permintaan terpenuhi untuk jangka waktu yang telah ditentukan. (5) berfungsi untuk memastikan bahwa setiap pengangkut tidak melebihi muatan (6) berfungsi membatasi variabel dari lokasi penghasil produk. (7) berfungsi untuk memastikan bahwa apabila pengangkut beroperasi pada hari yang diberikan secara menyeluruh, maka harus melayani sejumlah pengantaran minimal.

2.6.3. Model Alokasi Kendaraan

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai model formulasi dalam menentukan alokasi kendaraan pada pengiriman yang dapat menggunakan lebih

dari satu jenis kendaraan. Berikut formulasi yang merupakan hasil penelitian oleh Djamari (2011):

$$min\, Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} ct_{ij}x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} v_{ij}x_{ij} \geq d_i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \leq t_{ij} \quad (3)$$

$$x_{ij} = integer \quad (4)$$

Pada formulasi tersebut, terdapat beberapa notasi yang memiliki arti sebagai berikut:

a. ct_{ij} merupakan biaya yang dikeluarkan ketika menggunakan angkutan j menuju titik i.
b. x_{ij} merupakan jumlah angkutan j yang digunakan menuju titik i.
c. v_{ij} merupakan muatan maksimum pada angkutan j menuju titik i.
d. d_i merupakan jumlah permintaan pada titik i.
e. d_{ij}merupakan jumlah trip maksimum yang diperbolehkan menuju titik i dengan angkutan j

Dari formulasi tersebut dapat dijabarkan pada setiap persamaan sebagai berikut: (1) berfungsi untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan dalam melakukan pengiriman. (2) berfungsi untuk memastikan bahwa setiap pengiriman dapat memenuhi permintaan yang dibutuhkan. (3) berfungsi untuk memastikan bahwa jumlah trip yang diperbolehkan tidak akan melebihi batas yang ada .(4) berfungsi memastikan nilai dari jumlah masing-masing jenis angkutan adalah integer.

2.7 Penelitian Terdahulu.

Pada sub-bab ini ditampilkan penelitian terdahulu yang digunakan peneliti dalam melakukan pembandingan baik dari konsep pemunculan problem hingga evaluasi dari metode yang akan digunakan.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Pendekatan yang Digunakan	Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian
1	(Shih, 1998)	Cement Transportation Planning Via Fuzzy Linear Programming	Fuzzy Linear Programming Methods	Menggunakan tiga jenis model pemrograman linier fuzzy untuk menentukan jumlah transportasi yang optimal dan kapasitas fasilitas baru. Ditekankan tentang bagaimana merumuskan masalah perencanaan transportasi di mana kapasitas pelabuhan, pemenuhan permintaan, kapasitas operasi trans-shipping dan kendala kemacetan lalu lintas dimasukkan.
2	(Chukwuma, et al., 2015)	Optimizing Cement Distribution In The Nigerian Cement Manufacturing Industry: The Case of Cement Distribution from Selected Firms to Market in Ebonyi State	Integer Programming (Transportation Models)	Bertujuan mengoptimalkan distribusi semen di industri pembuatan semen Nigeria dengan lingkup yaitu distribusi semen dari tiga pabrik terpilih ke empat pasar di negara bagian Ebonyi. Studi ini merekomendasikan agar perusahaan penghasil semen mengadopsi model ini sebagai alat untuk meminimalkan biaya transportasi dengan mengidentifikasi rute yang paling efisien.

No	Penulis	Judul	Pendekatan yang Digunakan	Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian
3	(Abdul, et al., 2014)	An Evaluation of Transport and Logistics System Options for Cement Distribution in Nigeria	Literature Review	Studi ini meneliti logistik distribusi salah satu merek semen ke pusat-pusat pasar di Nigeria. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi opsi sistem transportasi dan logistik yang digunakan oleh perusahaan semen di Nigeria. Penelitian ini menyimpulkan bahwa total outsourcing dengan mengontrak perusahaan pengangkutan merupakan pilihan terbaik.
4	(Duenas, 2007)	Transshipment Networks for Last-Mile Delivery in Congested Urban Areas	Transshipment Model with Two Echelon Location-Routing	Penelitian ini mengembangkan pendekatan sistemik untuk memungkinkan operasi transshipment di daerah perkotaan yang padat, berdasarkan pada dua kebutuhan logistik kota yang mendasar yaitu pemanfaatan infrastruktur yang ada secara efisien dan fleksibilitas untuk operator logistik. Konsep ini sangat relevan untuk dinamika ritel yang diamati di wilayah metropolitan besar di negara berkembang.
5	(Aizawa, et al., 1996)	Optimization Systems in Production and Distribution of the Cement Industry	Mixed Integer Programming	Menggunakan beberapa model programming yang bertujuan untuk mengurangi total biaya produksi dan pengiriman atau untuk mengoptimalkan efisiensi investasi peralatan. Beberapa penggunaan analisis sensitivitas yang efektif dan pendekatan integrasi sistem juga diperkenalkan.

No	Penulis	Judul	Pendekatan yang Digunakan	Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian
6	(Paraphantakul, et al., 2012)	Scheduling Deliveries with Backhauls in Thailand's Cement Industry	Delivery with Backhaul, Ant Colony Optimization	Penelitian ini mengkat masalahnya yang muncul secara nyata pada produsen semen terkemuka di Thailand, yaitu kondisi bahwa pengalokasian dari pengiriman menuju konsumen maupun dari tambang menuju pabrik berdasarkan perhitungan manual. Kerangka kerja matematika dan komputasi dimodelkan sebagai solusi dari permasalahan.
7	(Naso, et al., 2006)	Genetic Algorithms for Supply-Chain Scheduling: A Case Study in The Distribution of Ready-Mixed Concrete	Meta-Heuristic Approach Based On a Hybrid Genetic Algorithm	Makalah ini berfokus pada pengiriman beton siap-campuran dengan kendala waktu yang ketat (tidak ada terlambat atau lebih daulu) dalam melakukan aktivitas distribusi pasokan. Penelitian ini mengusulkan pendekatan meta-heuristik baru berdasarkan algoritma genetika hibrida yang dikombinasikan dengan heuristik yang konstruktif.
8	(Maghrebi, et al., 2013)	Scheduling Concrete Delivery Problems by a Robust Meta Heuristic Method	Genetic Algorithm	Dalam penelitian ini, pendekatan baru (membangun struktur solusi ketika metode heuristik diskrit digunakan) diusulkan sebagai solusi dalam penentuan alokasi dari distribusi ready-mixed concrete. Algoritma genetika digunakan untuk mengimplementasikan ide yang diusulkan dan untuk mengevaluasi model, dataset skala besar digunakan. Dataset mencakup RMC aktif untuk periode satu bulan. Tes komprehensif menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu menemukan solusi yang layak tanpa perlu menyesuaikan metode.

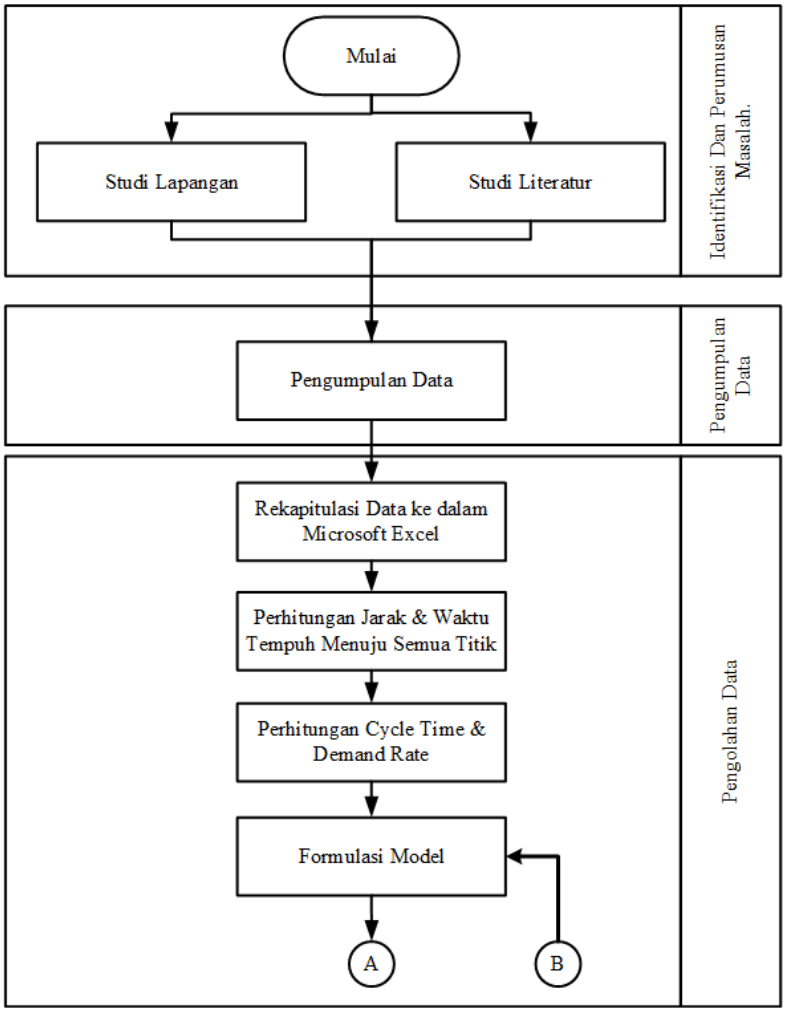
No	Penulis	Judul	Pendekatan yang Digunakan	Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian
9	(Liu, et al., 2014)	Integrated Scheduling of Ready-Mixed Concrete Production and Delivery	Genetic Algorithm	Studi ini menyajikan pendekatan untuk meningkatkan operasi produksi dan pengiriman di pabrik ready-mixed concrete. Metode network-flow diterapkan untuk merumuskan masalah penjadwalan terintegrasi produksi ready-mixed concrete dan pengiriman dengan truk, di mana terdapat batasan bahwa lokasi konstruksi berada dalam time-window tertentu. Sebuah metode dikembangkan yang menerapkan algoritma genetika di mana kromosom terdiri dari tiga urutan (situs konstruksi, pesanan pengiriman dan ID kendaraan) dan operator bekerja pada urutan lokasi konstruksi.

BAB III
METODOLOGI

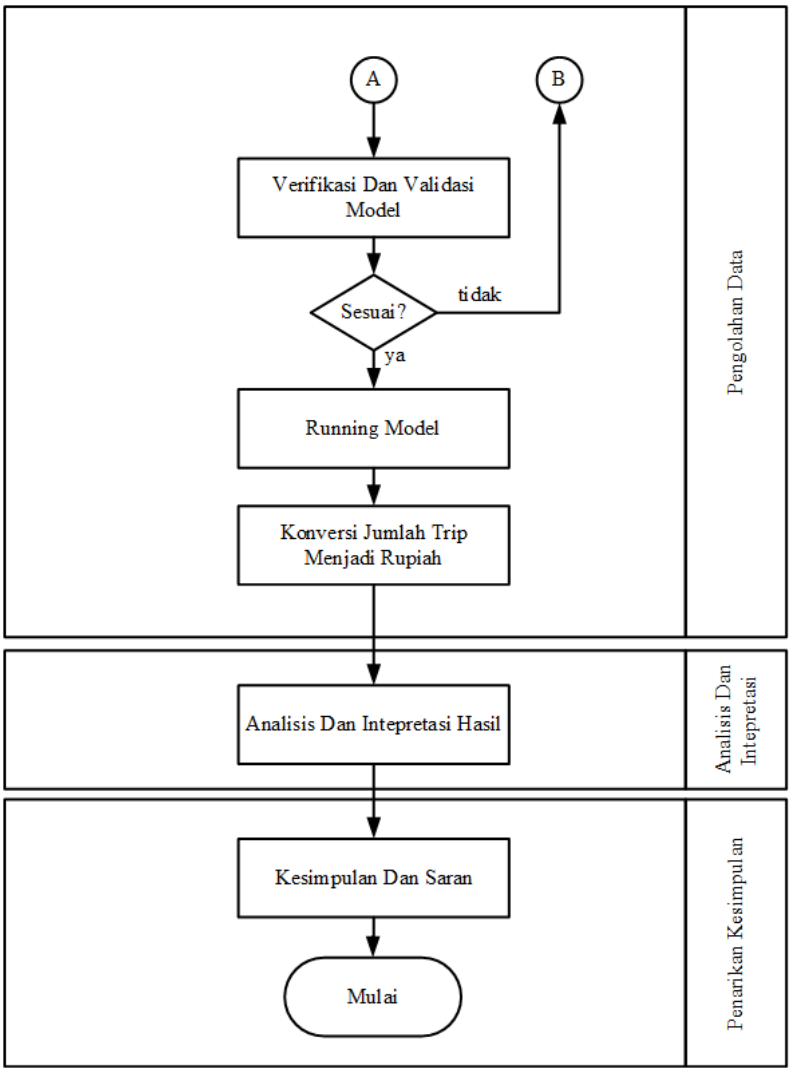
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian tugas akhir yang dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu studi pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, serta tahap penarikan kesimpulan.

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir penelitian yang menggambarkan alur kerja dan pemikiran dari peneliti dalam melaksanakan penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian (Lanjutan)

3.2 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan terdiri dari studi lapangan dan studi literatur. Pada studi lapangan, dilakukan wawancara kepada pihak PT X untuk mengetahui secara langsung sistem distribusi semen yang terjadi di lapangan. Sedangkan untuk studi literatur, dilakukan aktivitas pembelajaran terhadap literatur buku, jurnal, maupun literatur lain yang relevan.

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data baik secara wawancara maupun literatur yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian yang dilakukan. Data tersebut antara lain:

1. Terkait Moda Transportasi
   1.1. Jenis kendaraan yang sedang dan akan digunakan.
   1.2. Jumlah pada masing-masing jenis kendaraan.
   1.3. Kapasitas masing-masing jenis kendaraan sebelum dan seduah kebijakan ODOL.
   1.4. Kecepatan rata-rata kendaraan.
2. Terkait alur distribusi:
   2.1. Alur distribusi yang digunakan PT X.
   2.2. Daftar gudang distributor, gudang pareto, toko ritel.
   2.3. Koordinat setiap gudang distributor, gudang pareto, toko ritel.
   2.4. Permintaan setiap gudang distributor, gudang pareto, toko ritel.
   2.5. Daftar kluster yang telah ada.
3. Data lain:
   3.1. Durasi loading dan unloading.
   3.2. Durasi administrasi.
   3.3. Biaya operasional kendaraan.

3.4 Tahap Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian akan digunakan dalam pengerjaan penelitian ini menggunakan metode dan pendekatan yang telah ditetapkan. Hasil dari tahap pengolahan data ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisa sehingga dapat diketahui alokasi kendaraan dan penjadwalan pengiriman semen yang optimal.

3.5.1. Rekapitulasi Data ke dalam Microsoft Excel

Tahap pertama dalam pengolahan data yang harus dilakukan adalah melakukan rekapitulasi data ke dalam Microsoft Excel. Adapun data yang telah

dilakukan rekapitulasi tersebut akan berupa tabel yang berisi data atribut seperti nama titik, alamat, koordinat geografis, jumlah kebutuhan.

3.5.2. Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh Antar Titik

Pada tahap ini dilakukan estimasi jarak dan waktu tempuh menggunakan google maps. Platform pemetaan google maps digunakan untuk menambah nilai keakuratan dari jarak dan waktu tempuh.

3.5.3. Perhitungan Cycle Time dan Demand Rate

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dari *cycle time* yang merupakan waktu untuk menyelesaikan satu kali pengiriman mulai dari berangakt dari titik awal hingga kembali lagi menuju titik tersebut yang terdiri dari waktu pengiriman, waktu *unloading*, dan waktu administrasi. Dilakukan pula perhitungan terhadap *demand rate* yang merupakan tingkat permintaan yang disesuaikan dengan kapasitas kendaraan yang digunakan.

3.5.4. Formulasi Model

Pada tahap ini dilakukan formulasi model yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Pada PT X diketahui bahwa formulasi yang dibutuhkan adalah untuk mencari tahu berapa biaya yang dikeluarkan dalam melakukan pengiriman, hal ini berkaitan dengan jumlah trip dari kendaraan yang digunakan.

3.5.5. Verifikasi dan Validasi Model

Disebutkan dalam standar ISO/IEC 17025:2005, bahwa verifikasi merupakan proses konfirmasi, melalui penyediaan bukti objektif, bahwa persyaratan yang ditentukan telah dipenuhi. Tahap verifikasi akan dilakukan dengan *debug* dari model yang dibangun dalam perangkat lunak atau *tools coding* optimasi. Validasi adalah konfirmasi melalui pengujian dan penyediaan bukti objektif bahwa persyaratan tertentu untuk suatu maksud khusus dipenuhi. Validasi dari suatu model bertujuan untuk menjamin kemampuan suatu model untuk merepresentasikan sistem nyata. Apabila model tidak tervalidasi dan terverifikasi,

maka harus dilakukan peninjauan ulang model hingga model terverifikasi dan tervalidasi.

3.5.6. Running Model

Running model akan menghasilkan penjadwalan pengiriman yang optimal pada perusahaan, dimana tahapan ini dilakukan dengan menggunakan model yang telah terverifikasi dan tervalidasi pada langkah sebelumnya. Running akan dilakukan untuk masing-masing wilayah yang menjadi titik retailer. Untuk running model *transshipment* maupun penjadwalan digunakan software Lingo 18.0.

3.5.7. Konversi Jumlah Trip Menuju Rupiah

Bagian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan setelah adanya kebijakan Over Dimesion Overload.

3.5 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil optimasi penentuan jumlah truk dan penjadwalan pengiriman ke titik gudang serta pengiriman hingga ke titik retailer.

3.6 Tahap Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan terhadap kesimpulan dan saran dari hasil analisis dan interpretasi data. Kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian dan saran akan diberikan kepada perusahaan terkait sekaligus penelitian yang akan dilaksanakan selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab pengumpulan dan pengolahan data ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data yang akan digunakan pada penelitian dan pengolahan meliputi pembuatan database pada excel, perhitungan waktu tempuh, perhitungan *cycle time* dan *demand rate*, validasi dan verifikasi, running model, serta konversi trip menjadi rupiah.

4.1 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini didapat dengan melakukan diskusi secara daring bersama pihak manajemen PT X. Data-data yang didapatkan berupa data primer melalui diskusi tersebut dan data sekunder yang berasal dari data perusahaan. Data yang didapat antara lain adalah data kendaraan angkut, data lokasi gudang serta retailer, serta data terkait kegiatan operasional.

4.1.1. Data Lokasi dan Permintaan Gudang.

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data lokasi pada tiap gudang baik distributor maupun pareto. Adapun daftar lokasi yang dimaksud terdiri dari koordinat, nilai demand, serta status gudang apakah merupakan gudang pareto atau distributor. Pada tabel 4.1 akan diuraikan daftar lokasi untuk setiap gudang. Adapun daftar lokasi tiap gudang secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A.

Tabel 4.1 Daftar Lokasi Gudang

No	Gudang	Koordinat		Demand	Keterangan
		X	Y		
1	Jaya Subur	-7.2913	112.592	3,767	Gudang Pareto
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera	-7.2756	112.7247	2,337	Gudang Pareto
3	Sinar Rejeki Putra, PT	-7.2741	112.719	1,920	Gudang Pareto
…	…	…	…	…	…
21	Berhasil Indonesia Gemilang	-7.3043	112.629	2,800	Distributor
22	Berhasil Indonesia Gemilang	-7.2298	112.768	3,500	Distributor
23	Koperasi Warga Semen Gresik	-7.2293	112.665	200	Distributor

4.1.2. Data Lokasi dan Permintaan Retailer

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data lokasi dan permintaan pada setiap titik retailer. Jumlah total permintaan per bulannya didapatkan dari data riwayat perusahaan. Daftar tersebut terbagi berdasarkan jenis aktivitas yang berlangsung dalam pengiriman semen, yaitu *direct address* dan *colt diesel*. Pada jenis *direct address*, yaitu pengiriman dari plan menuju gudang digunakan kendaraan dengan tipe tronton, gandeng, trailer pendek, dan trailer panjang. Sedangkan pengiriman *colt diesel*, yaitu pengiriman dari gudang menuju titik *retailer* digunakan kendaraan dengan tipe *colt diesel*. Pada tabel 4.2 akan diuraikan mengenai daftar lokasi dan permintaan pada setiap retailer. Adapun daftar lokasi dan permintaan di tiap retailer secara lengkap disajikan pada Lampiran B dan C yang telah terangkum menjadi *database* untuk menjadi data awal pada input model yang akan dibuat.

Tabel 4.2 Daftar Lokasi dan Permintaan Retailer

No	**Gudang**	**No**	**Kecamatan**	**Koordinat**		**Demand**
				X	**Y**	
1	Jaya Subur	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	151
	Jaya Subur	2	Benowo	-7.2488	112.6351	113
	Jaya Subur	3	Bubutan	-7.2485	112.731	75
…	…	…	…	…	…	…
18	Tiga Jaya	1	Wonocolo	-7.3226	112.7285	23
	Tiga Jaya	2	Wonokromo	-7.2916	112.7233	93

4.1.3. Data Kendaraan Angkutan

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data kendaraan angkutan pada PT X. Jenis kendaraan yang digunakan dalam pengiriman semen berjenis *colt diesel*, tronton, gandeng, trailer pendek, dan trailer panjang. Untuk pengiriman dari plan menuju gudang digunakan pilihan jenis yaitu tronton, gandeng, trailer pendek, dan trailer panjang. Sedangkan untuk pengiriman dari gudang menuju toko retailer menggunakan *colt diesel*. Setiap jenis truk tersebut memiliki daya angkut masing-masing serta mengalami penurunan kuantitasnya setelah diterapkannya kebijakan ODOL. Berikut merupakan data terkait muatan setiap jenis truk baik sebelum adanya kebijakan ODOL maupun setelahnya.

Tabel 4.3 Kapasitas Setiap Jenis Truk.

Jenis Truk	Kapasitas Truk		Persentase Penurunan
	Sebelum ODOL	Setelah ODOL	
Colt Diesel	8	5	38%
Tronton	32	16	50%
Gandeng	35	18	49%
Trailer Pendek	40	22	45%
Trailer Panjang	60	40	33%

Terdapat pula data mengenai jumlah asset kendaraan yang dimiliki oleh setiap titik distribusi PT X. Jumlah tersebut digunakan sebagai acuan dalam menentukan penjadwalan pengiriman.

Tabel 4.4 Jumlah Kendaraan Yang Digunakan Pengiriman Direct Address

Jenis Truk	**Jumlah**
Tronton	41
Trailler	7
Trailler Pendek	5
Gandeng	2

Tabel 4.5 Jumlah Kendaraan Yang Digunakan Pengiriman Colt Diesel

No	**Nama**	**Jumlah Colt Diesel**
1	Jaya Subur	15
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	10
3	Sinar Rejeki Putra, PT	8
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	4
5	Wojo	2
6	Rachmad Joyo Abadi	3
7	Abdi Dharma Baru	3
8	Subur Buana Raya	1
9	ACC	1
10	Santoso, TK	1
11	Bhineka, TK	2
12	Moro Seneng, UD	2

No	**Nama**	**Jumlah Colt Diesel**
13	Agung	2
14	Mujur, TK	1
15	Putra Makmur	1
16	Antariksa, TK	2
17	Berkat Abadi	3
18	Tiga Jaya	1
19	Berhasil Indonesia Gemilang	15
20	Berhasil Indonesia Gemilang	9
21	Berhasil Indonesia Gemilang	8
22	Berhasil Indonesia Gemilang	13
23	Koperasi Warga Semen Gresik	1

Dalam penggunaannya, setiap kendaraan memiliki biaya operasional masing-masing. Hal tersebut dipengaruhi oleh tonase (berat yang dapat diangkut) pada masing-masing jenis kendaraan. Selain itu pada pengiriman *direct address* dipengaruhi pula oleh zona titik tujuan berada. Pada area distribusi Surabaya, zona tersebut terbagi menjadi tiga zona yaitu zona pertama adalah Surabaya bagian barat, zona kedua adalah Surabaya bagian utara dan tengah, serta zona ketiga adalah Surabaya bagian timur dan selatan. Pada tabel 4.6 hingga 4.8 akan diuraikan mengenai biaya operasional setiap jenis truk pada setiap jenis pengiriman.

Tabel 4.6 Biaya Operasional Truk Pengiriman Direct Address Sebelum ODOL

Jenis Truk	Kapasitas Truk	Zona 1	Zona 2	Zona 3
		Rp/Truk	Rp/Truk	Rp/Truk
Tronton	32	Rp 2,470,280	Rp 2,523,358	Rp 2,596,902
Gandeng	35	Rp 2,701,868	Rp 2,759,923	Rp 2,840,361
Trailer Pendek	40	Rp 3,087,850	Rp 3,154,198	Rp 3,246,127
Trailer Panjang	60	Rp 4,631,774	Rp 4,731,296	Rp 4,869,191

Tabel 4.7 Biaya Operasional Truk Pengiriman Direct Address Setelah ODOL

Jenis Truk	Kapasitas Truk	Zona 1	Zona 2	Zona 3
		Rp/Truk	Rp/Truk	Rp/Truk
Tronton	16	Rp 1,543,925	Rp 1,577,099	Rp 1,623,064
Gandeng	18	Rp 1,736,915	Rp 1,774,236	Rp 1,825,947
Trailer Pendek	22	Rp 2,122,897	Rp 2,168,511	Rp 2,231,712
Trailer Panjang	40	Rp 3,859,812	Rp 3,942,747	Rp 4,057,659

Tabel 4.8 Biaya Operasional Truk Pengiriman Colt Diesel

Kondisi	Kapasitas Truk	Rp/Truk
Sebelum ODOL	8	450000
Seteleh ODOL	5	350000

4.1.4. Data Terkait Operasional

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data terkait operasional pengiriman. Data tersebut meliputi durasi administrasi, serta durasi unloading semen pada titik tujuan. Pada pelaksanaan unloading akan menyesuaikan dengan jumlah kebutuhan dari masing-masing titik tujuan.

Tabel 4.9 Data Terkait Operasional Pengiriman

Truk	Jumlah Kuli	Beban/ Kelompok	Waktu (Jam)
Trailer	14	143	1.19119
Trailer Pendek	14	79	0.65807
Gandeng	14	65	0.54145
Tronton	14	58	0.48314
Colt Diesel	6	42	0.34986

Pada setiap kali kegiatan unloading dilakukan, setiap kuli dikelompokkan menjadi dua orang dan bekerja secara parallel (bersamaan). Sedangkan untuk durasi administrasi yang digunakan adalah 5 menit pada setiap kedatangan yang apabila dikonversikan menjadi jam adalah 0.083 jam.

4.2 Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data akan dilakukan pembuatan database menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel yang akan digunakan sebagai input dalam melakukan perhitungan. Selain itu akan ditampilkan pula model matematis yang telah dirancang. Selanjutnya akan dilakukan uji verifikasi dan validasi dan model akan digunakan pada proses running komputasi apabila telah lolos pada tahap verifikasi dan validasi.

4.2.1. Pembuatan Database

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil pembuatan database menggunakan perangkat lunak Microsoft excel. Adapun isi dari database tersebut meliputi nama titik, koordinat, dan jumlah demand setiap bulan. Berikut merupakan tampilan kerangka dari database yang telah dibuat.

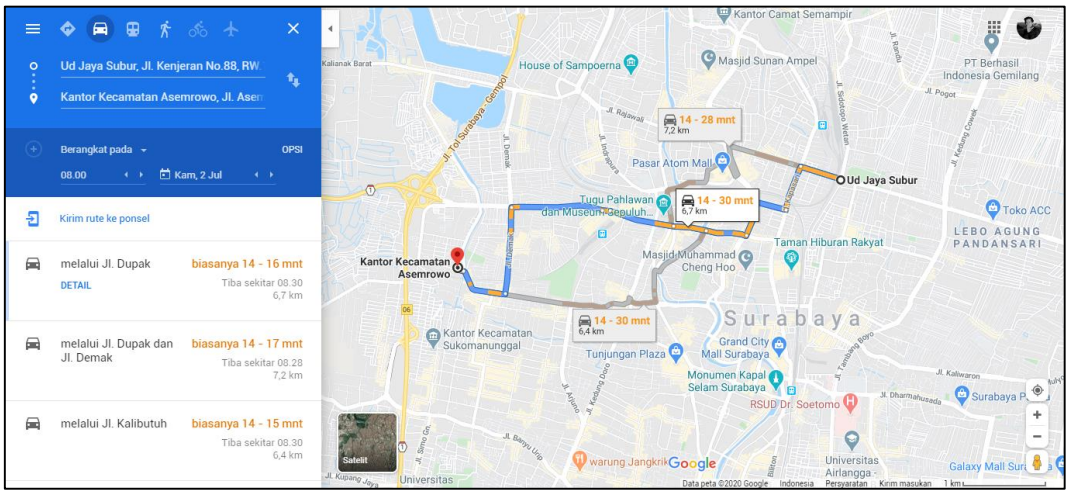
Tabel 4.10 Database Pengiriman

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
1	Jaya Subur	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	151
	Jaya Subur	2	Benowo	-7.2488	112.6351	113
	Jaya Subur	3	Bubutan	-7.2485	112.731	75
…	…	…	…	…	…	…

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
18	Tiga Jaya	1	Wonocolo	-7.3226	112.7285	23
	Tiga Jaya	2	Wonokromo	-7.2916	112.7233	93

4.2.2. Perhitungan Waktu Tempuh

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai perhitungan waktu tempuh yang baik dari plan menuju gudang maupun gudang menuju retailer. Pada penentuan waktu tempuh tersebut digunakan bantuan perangkat lunak google maps. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan waktu tempuh yang akurat sesuai dengan kondisi lapangan. Berikut merupakan tangkapan layar yang menunjukkan penggunaan google maps dalam mencari nilai waktu tempuh dari titik gudang jaya subur menuju kecamatan Asemrowo.



Gambar 4.1 Penentuan Waktu Pengiriman

Pada tangkapan layar tersebut dapat dilihat bahwa dilakukan penyesuain terlebih daulu yaitu mengatur waktu keberangkatan menjadi pukul 08.00 yang dimaksudkan agar setiap waktu tempuh yang didapat adalah sama untuk setiap titik. Pada penelitian ini, diasumsukan bahwa pada keberangkatan baik pukul 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 memiliki kondisi waktu perjalanan yang sama untuk keberangkatan menuju titik tujuan tertentu. Sehingga meskipun dilakukan penjadwalan terhadap empat waktu keberangkatan, namun data yang diambil untuk durasi perjalanan hanya pada pukul 08.00. Pada tabel 4.11 akan diuraikan mengenai

waktu tempuh untuk setiap pengiriman. Rekapitulasi waktu tempuh dapat dilihat pada Lampiran E.

Tabel 4.11 Waktu Tempuh Menuju Setiap Titik Pengiriman

	Asemrowo	Benowo	Bubutan	…	Wiyung	Wonocolo	Wonokromo
Jaya Subur	17	49	11	…	32	30	23
Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	14	33	12	…	24	21	9
Sinar Rejeki Putra, PT	13	30	10	…	21	20	7
Tunggal Indo Perkasa, CV	23	43	22	…	22	16	17
…	…	…	…	…	…	…	…
Berhasil Indonesia Gemilang	32	48	31	…	30	22	26
Berhasil Indonesia Gemilang	26	47	19	…	38	50	30
Koperasi Warga Semen Gresik	21	25	20	…	33	38	28

4.2.3. Perhitungan Cycle Time dan Demand Rate

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai perhitungan cycle time dan demand rate untuk tiap titik kecamatan. Berikut adalah contoh perhitungan cycle time serta demand rate untuk kecamatan Asemrowo pada gudang Jaya Subur.

Tabel 4.12 Perhitungan Cycle Time dan Demand Rate

Gudang	**Kecamatan**	**Demand**	**Colt Diesel (5)**	
			Cycle Time	**Demand Rate**
Jaya Subur	Asemrowo	151	1.000	31
Jaya Subur	Benowo	113	2.067	23
Jaya Subur	Bubutan	76	0.800	16
…	…	…	…	…
Berkat Abadi	Benowo	388	0.767	78
Berkat Abadi	Lakarsantri	156	1.133	32
Tiga Jaya	Wonocolo	24	0.900	5
Tiga Jaya	Wonokromo	93	0.700	19

Demand rate diperoleh dengan cara membagi total kebutuhan dengan kapasitas kendaraan yang tersedia. Pada pengantaran gudang jaya subur menuju kecamatan asemrowo, digunakan colt diesel dengan muatan 5 ton. Sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$Demand\ rate\ Kecamatan\ Asemrowo = \frac{151}{5} = 30.2\ \approx 31$$

Dari perhitungan tersebut, diketahui bahwa untuk memenuhi seluruh demand pada kecamatan Asemrowo dibutuhkan pengiriman sejumlah 31 kali pengiriman menggunakan colt diesel. Selanjutnya dilakukan perhitungan cycle time dengan mempertimbangkan waktu tempuh, waktu unloading, serta waktu pengurusan administrasi. Waktu tempuh yang dimaksud adalah waktu tempuh dari titik asal yaitu gudang jaya subur menuju lokasi permintaan yaitu kecamatan Asemrowo dan kembali lagi menuju gudang jaya subur dengan asumsi bahwa waktu tempuh keberangkatan sama dengan waktu tempuh kembali lagi menuju gudang. Waktu tempuh tersebut didapatkan dengan bantuak perangkat lunak Google Maps. Lalu waktu unloading merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengosongkan muatan dari truk setelah sampai pada titik tujuan. Waktu yang dibutuhkan untuk untuk menurunkan satu kantong semen berukuran 40 kg dari truk pengangkut oleh satu kuli adalah lebih kurang 30 detik. Pada titik Asemrowo diketahui bahwa jumlah kuli yang bertugas adalah 6 orang kuli yang berpasangan masing-masing dua orang. Sehingga waktu unloading dan total cycle time adalah sebagai berikut:

$$Waktu\ tempuh = 17\ menit * 2 = 34\ menit = \ 0.567\ jam$$
$$Waktu\ pengurusan\ administrasi = 0.083\ jam$$
$$Jumlah\ beban\ yang\ diangkut\ oleh\ enam\ kuli = 6/2 * 40\ kg = 120\ kg$$
$$Jumlah\ pengangkutan\ dalam\ satu\ kali\ pengiriman = \frac{5 * 1000}{120} = 41.6\ \approx 42$$
$$Waktu\ unloading = 42 * 0.00833\ jam = \ 0.349\ jam$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk seluruh pengiriman baik dari pabrik menuju gudang maupun dari gudang menuju titik retailer (kecamatan). Hasil

perhitungan cycle time dan demand rate selengkapnya disajikan pada Lampiran G hingga H.

4.2.4. Formulasi Model Programming

Pada bagian ini akan ditampilkan model *programming* yang telah dibangun untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan pengiriman semen.

Indeks:

i = {1, 2, …, p} ; indeks titik tujuan

j = {1, 2, …, q} ; indeks jam berangkat

k = {1, 2, …, r} ; indeks hari berangkat

Variabel Keputusan:

Y = Jumlah truk

R_i = Total ritase pengiriman menuju titik i

DR_i = Demand rate pada titik i

X_{ijk} = Jumlah pengiriman menuju titik i pada jam berangkat ke j dan hari ke k

Parameter:

p = Jumlah titik tujuan

q = Total jam berangkat

r = Total hari berangkat

CT_i = Cycle time pada titik i

d_i= Batas durasi dalam satu ritase pengiriman.

RJ = Batas maksimal jumlah pengiriman per jam

KJH = Batas maksimal jumlah pengiriman menuju satu titik per jam per hari

Fungsi Objektif:

$$\min Z = \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{r} X_{ijk} \qquad (1)$$

Pembatas:

$$\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{r} X_{ijk} = R_i \; ; \; \forall i = 1, 2, \dots, p \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{p} R_i * CT_i \leq Y * \sum_{i=1}^{p} di \quad ; \; \forall j = 1, 2, \dots, q \; ; \; \forall k = 1, 2, \dots, r \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^{q}\sum_{k=1}^{r} X_{ijk} \geq DR_i \; ; \; \forall i = 1, 2, \dots, p \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{p} X_{ijk} \leq RJ \; ; \; \forall j = 1, 2, \dots, q \; ; \; \forall k = 1, 2, \dots, r \tag{5}$$

$$X_{ijk} \leq KJH \; ; \; \forall i = 1, 2, \dots, p \; ; \; \forall j = 1, 2, \dots, q \; ; \; \forall k = 1, 2, \dots, r \tag{6}$$

$$X_{ijk} \leq integer \tag{7}$$

Fungsi objektif yang disajikan pada model tersebut ditunjukkan oleh persamaan (1) yaitu untuk meminimumkan jumlah pegiriman yang dilakukan. Pembatas (2) untuk mendefinisikan total ritase pengiriman pada titik tujuan *i*. Pembatas (3) berfungsi untuk memastikan bahwa total ritase pengiriman menuju titik *i* dikali dengan *cycle time* harus bernilai kurang dari jumlah truk yang beroperasi selama jam dan hari pengiriman sesuai durasi yang ditentukan. Pembatas (4) berfungsi memastikan bahwa semua permintaan pada titik tujuan *i* terpenuhi. Pembatas (5) berfungsi memastikan pengiriman yang dilakukan kurang dari sama dengan batas maksimal jumlah pengiriman per jam. Pembatas (6) berfungsi memastikan setiap pengiriman yang dilakukan harus kurang dari sama dengan batas maksimal jumlah pengiriman ke satu titik tujuan per jam per hari. Sedangkan yang terakhir, pembatas (7) berfungsi memastikan bahwa jumlah pengiriman bernilai integer.

Berikutnya adalah formulasi untuk penentuan alokasi dari kendaraan pada pengiriman plan menuju gudang dikarenakan menggunakan lebih dari dua jenis angkutan.

<u>Indeks:</u>

i = {1, 2, …, m} ; indeks titik tujuan

j = {1, 2, …, n} ; indeks jenis angkutan

Variabel Keputusan:

X_{ij} = Jumlah pengiriman menuju titik i pada menggunakan kendaraan j.

v_{ij} = Batas maksimal muatan kendaraan j menuju titik i

Parameter:

m = jumlah titik tujuan

n = jumlah jenis angkutan

d_i = Demand pada titik i

ct_{ij} = Biaya pengiriman menuju titik i menggunakan kendaraan j

Fungsi Objektif:

$$min\, Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} ct_{ij}x_{ij} \quad (1)$$

Pembatas:

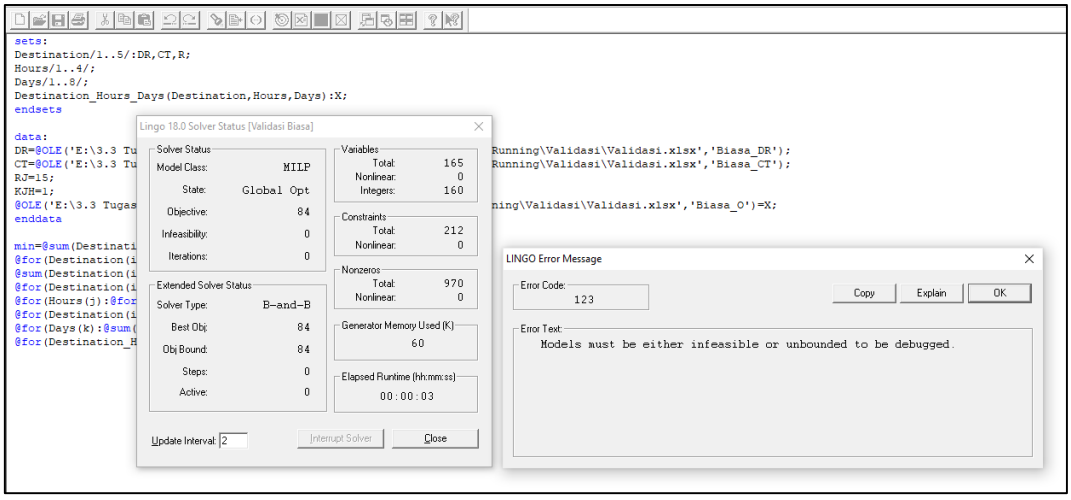
$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} v_{ij}x_{ij} \geq d_i \quad (2)$$

$$x_{ij} = integer \quad (3)$$

Dari formulasi tersebut dapat dijabarkan pada setiap persamaan sebagai berikut: (1) berfungsi untuk meminimalkan biaya yang dikeluarkan dalam melakukan pengiriman. (2) berfungsi untuk memastikan bahwa setiap pengiriman dapat memenuhi permintaan yang dibutuhkan. (3) berfungsi memastikan nilai dari jumlah masing-masing jenis angkutan adalah integer.

4.2.4. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi adalah proses mengetahui kesesuaian model yang telah dibuat dengan melakuakn perbandingan. Dalam sumber lain, disebutkan bahwa verifikasi dilakukan untuk mengecek adanya *error* pada model yang telah dibuat. Pada penelitian ini, tahap verifikasi akan dilakukan dengan melakukan debug pada perangkat lunak Lingo. Berikut merupakan tangkapan layar debug pada perangkat lunak Lingo yang menunjukkan bahwa model telah memiliki solusi yang optimum serta layak untuk digunakan.



Gambar 4.2 Debug Pada Verifikasi Model Penjadwalan

Selanjutnya validasi dilakukan dengan running pada model menggunakan perangkat lunak Lingo. Validasi memiliki tujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil model dengan kondisi nyata. Model akan dinyatakan valid apabila hasil dari running model tidak melanggar konstrain serta output dari model relevan dengan kondisi nyata. Validasi pada model ini dilakukan dengan data pengiriman pada gudang Rachmad Joyo Abadi menuju titik kecamatan yang ada. Berikut merupakan data yang digunakan dalam melakukan validasi.

Tabel 4.13 Data Validasi Model Penjadwalan Kondisi Biasa

Kecamatan	**Biasa**		
	Demand	**Cycle Time**	**Demand Rate**
Asemrowo	136	1.033	28
Bubutan	34	1.133	7
Gayungan	102	1.267	21
Wiyung	34	1.333	7
Wonocolo	102	1.667	21

Menggunakan data tersebut, dilakukan running terhadap model yang telah dibuat, dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.14 Output Validasi Model Penjadwalan Kondisi Biasa

Kecamatan	**Hari ke-1**				**Hari ke-2**				**Hari ke-3**				**Hari ke-4**				**Hari ke-5**				**Hari ke-6**				**Hari ke-7**				**Hari ke-8**			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bubutan	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Gayungan	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7				Hari ke-8			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Wiyung	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Wonocolo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Pada tabel 4.14 tersebut diketahui jadwal pengiriman untuk lima kecamatan dengan menggunakan 15 buah truk colt diesel. Diketahui bahwa jumlah dari pengiriman untuk keseluruhan kecamatan adalah sama dengan demand rate yang ditentukan, hal tersebut memiliki artian bahwa semua kebutuhan permintaan dari keseluruhan kecamatan telah dapat terpenuhi tanpa ada batasan pada model yang tidak dilaksanakan. Oleh karena hal tersebut, model dapat dikatakan valid.

Selanjutnya dilakukan validasi menggunakan kondisi ekstrim, dengan mengubah variabel keputusan yaitu jumlah demand menjadi lebih besar. Maka dari itu, demand diubah menjadi dua kali lebih besar.

Tabel 4.15 Data Validasi Model Penjadwalan Kondisi Ekstrim

Kecamatan	Ekstrim		
	Demand	Cycle Time	Demand Rate
Asemrowo	272	1.033	55
Bubutan	68	1.133	14
Gayungan	204	1.267	41
Wiyung	68	1.333	14
Wonocolo	204	1.667	41

Menggunakan data tersebut, dilakukan running terhadap model yang telah dibuat, dan didapatkan hasil sebagai berikut.

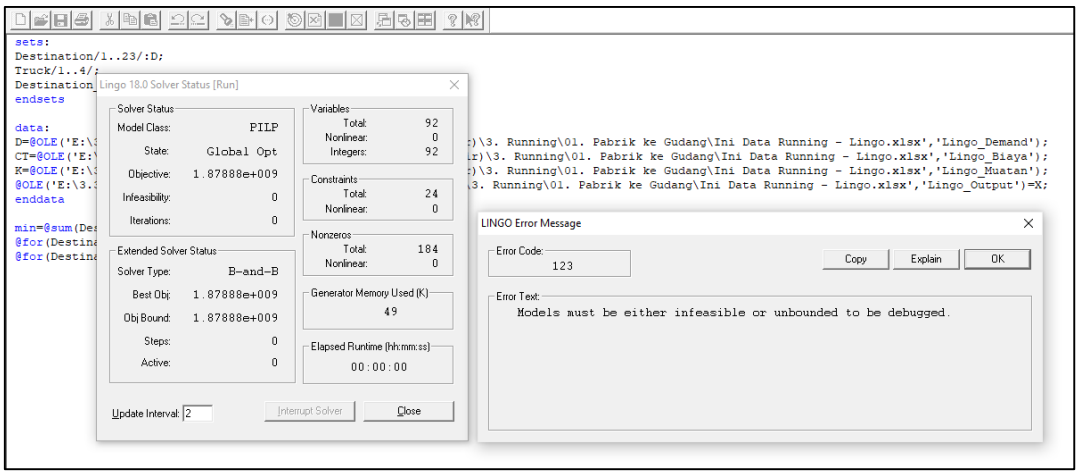
Tabel 4.16 Output Validasi Model Penjadwalan Kondisi Ekstrim

Kecamatan	**Hari ke-1**				**Hari ke-2**				**Hari ke-3**				**Hari ke-4**				**Hari ke-5**				**Hari ke-6**				**Hari ke-7**			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bubutan	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gayungan	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wiyung	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wonocolo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	**Hari ke-8**				**Hari ke-9**				**Hari ke-10**				**Hari ke-11**				**Hari ke-12**				**Hari ke-13**				**Hari ke-14**			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gayungan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wiyung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wonocolo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Dapat dilihat pada tabel 4.16 bahwa perubahan pada demand yang sejumlah dua kali lipat turut membuat demand rate berubah menjadi lebih besar pula, serta pada hasil running juga didapatkan jumlah hari yang lebih lama dikarenakan kenaikan tersebut. Kondisi tersebut masih sesuai dengan kondisi riil sehingga dapat dikatakan bahwa model valid.

Selanjutnya dilakukan verifikasi dan validasi pada model alokasi trip pada pengiriman plan menuju gudang. Untuk melakukan verifikasi, dilakukan debug pada perangkat lunak Lingo. Berikut merupakan tangkapan layar debug pada perangkat lunak Lingo yang menunjukkan bahwa model telah memiliki solusi yang optimum serta layak untuk digunakan.



Gambar 4.3 Debug Validasi Model Alokasi Trip

Selanjutnya validasi dilakukan dengan running pada model menggunakan perangkat lunak Lingo. Berikut merupakan data yang digunakan dalam melakukan validasi.

Tabel 4.17 Data Validasi Model Alokasi Trip Pengiriman Direct Address Kondisi Biasa

Gudang	Demand	Zona
Subur Buana Raya	249	1
Berkat Abadi	543	1
Koperasi Warga Semen Gresik	200	1
Tunggal Indo Perkasa, CV	838	2
ACC	180	2
Santoso, TK	71	2

Sedangkan data biaya untuk setiap jenis angkutan serta batas muatan yang digunakan telah dijelaskan pada sub-bab 4.1.3 tentang data kendaraan angkutan. Menggunakan data tersebut, dilakukan running terhadap model yang telah dibuat, dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.18 Output Validasi Model Alokasi Trip Pengiriman Direct Address Kondisi Biasa

Jumlah Trip				
Gudang	**Tronton**	**Gandeng**	**Trailer Pendek**	**Trailer Panjang**
Subur Buana Raya	2	3	2	0
Berkat Abadi	9	5	2	0
Koperasi Warga Semen Gresik	0	4	0	1
Tunggal Indo Perkasa, CV	4	2	7	6
ACC	0	0	0	3
Santoso, TK	1	0	1	0

Dari hasil tersebut, didapatkan bahwa jumlah dari trip pada masing-masing gudang dapat memenuhi permintaan yang telah ditentukan sebelumnya tanpa melanggar konstrain yang ada. Oleh karena hal tersebut, model dapat dikatakan valid.

Selanjutnya dilakukan validasi menggunakan kondisi ekstrim, dengan mengubah variabel keputusan yaitu jumlah demand menjadi lebih besar. Maka dari itu, demand diubah menjadi dua kali lebih besar.

Tabel 4.19 Data Validasi Model Alokasi Trip Pengiriman Direct Address Kondisi Ekstrim

Gudang	Demand	Zona
Subur Buana Raya	498	1
Berkat Abadi	1,086	1
Koperasi Warga Semen Gresik	400	1
Tunggal Indo Perkasa, CV	1,676	2
ACC	360	2
Santoso, TK	142	2

Menggunakan data tersebut, dilakukan running terhadap model yang telah dibuat, dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.20 Output Validasi Model Alokasi Trip Pengiriman Direct Address Kondisi Ekstrim

Jumlah Trip				
Gudang	**Tronton**	**Gandeng**	**Trailer Pendek**	**Trailer Panjang**
Subur Buana Raya	4	2	6	1

Jumlah Trip				
Gudang	**Tronton**	**Gandeng**	**Trailer Pendek**	**Trailer Panjang**
Berkat Abadi	3	22	4	1
Koperasi Warga Semen Gresik	0	8	3	0
Tunggal Indo Perkasa, CV	3	12	2	18
ACC	0	0	0	6
Santoso, TK	1	2	1	0

Dapat dilihat pada tabel 4.20 bahwa hasil running menunjukkan jumlah trip yang lebih banyak dikarenakan kenaikan pada demand. Dari kesuluruhan total trip pada kondisi biasa serta kondisi ekstrim, terjadi peningkatan sebesar 90%. Kondisi tersebut masih sesuai dengan kondisi riil sehingga dapat dikatakan bahwa model valid.

4.2.5. Running Model pada Titik Distribusi

Setelah didapati bahwa model telah terverifikasi dan tervalidasi, maka selanjutnya akan dilakukan running komputasi untuk penelitian tugas akhir berikut.

Model yang telah dibuat bertujuan untuk mengetahui penjadwalan pengiriman yang optimal pada PT X area distribusi Surabaya serta jumlah trip yang dilakukan sehingga dapat diketahui biaya transportasi yang dikeluarkan oleh perusahaan. Berikut adalah hasil optimasi dari model yang telah disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Pada bagian ini akan ditampilkan salah satu hasil dari running model sebagai gambaran tentang berjalannya model yang telah dibuat

Sebagai contoh, ditampilkan running pada pengiriman gudang Sinar Rejeki Putra terhadap downline/ retailer yang tersebar pada 11 kecamatan dengan menggunakan colt diesel berjumlah 8.

Pada skenario pertama, dilakukan running dengan waktu sejumlah 18 hari. Berikut adalah tampilan coding model untuk pengiriman tersebut:

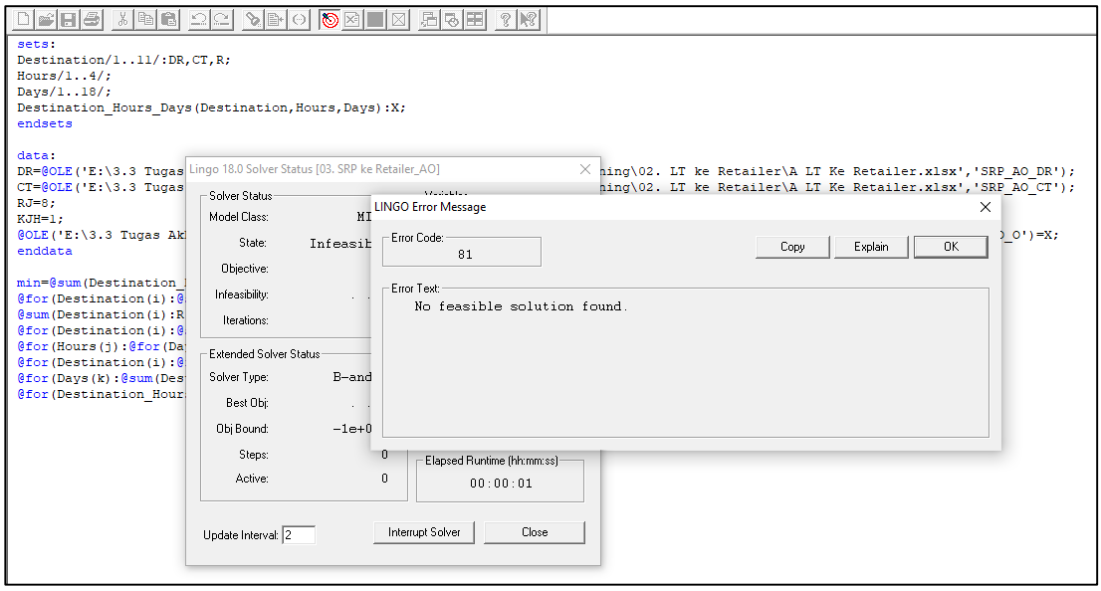
```
sets:
Destination/1..11/:DR,CT,R;
Hours/1..4/;
Days/1..18/;
Destination_Hours_Days(Destination,Hours,Days):X;
endsets

data:
DR=@OLE('E:\3.3 Tugas Akhir V.3\Tugas Akhir Tahap 2 (Sidang Akhir)\3. Running\02. LT ke Retailer\A LT Ke Retailer.xlsx','SRP_AO_DR');
CT=@OLE('E:\3.3 Tugas Akhir V.3\Tugas Akhir Tahap 2 (Sidang Akhir)\3. Running\02. LT ke Retailer\A LT Ke Retailer.xlsx','SRP_AO_CT');
RJ=8;
KJH=1;
@OLE('E:\3.3 Tugas Akhir V.3\Tugas Akhir Tahap 2 (Sidang Akhir)\3. Running\02. LT ke Retailer\A LT Ke Retailer.xlsx','SRP_AO_O')=X;
enddata

min=@sum(Destination_Hours_Days(i,j,k):X(i,j,k));
@for(Destination(i):@sum(Hours(j):@sum(Days(k):X(i,j,k)))=R(i));
@sum(Destination(i):R(i)*CT(i))<=8*18*4;
@for(Destination(i):@sum(Hours(j):@sum(Days(k):X(i,j,k)))>=DR(i));
@for(Hours(j):@for(Days(k):@sum(Destination(i):X(i,j,k))<=RJ));
@for(Destination(i):@for(Days(k):@for(Hours(j):X(i,j,k)<=KJH)));
@for(Days(k):@sum(Destination(i):@sum(Hours(j):X(i,j,k)))<=RJ*4);
@for(Destination_Hours_Days(i,j,k):@gin(X(i,j,k)));
```

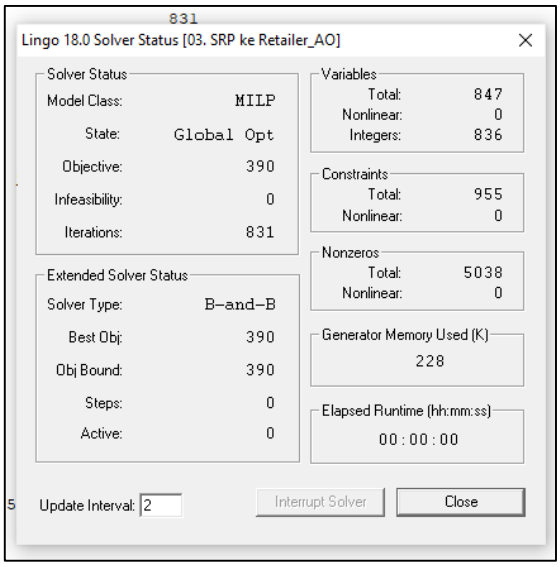
Gambar 4.4 Coding pada Model

Setelah dilakukan running pada model, didapatkan bahwa dengan kondisi tersebut, pengiriman tidak dapat dilakukan. Hal tersebut terjadi karena adanya konstrain pada batasan hari dan pengiriman.



Gambar 4.5 Error pada Running Model

Oleh karena itu, dilanjutkan running pada skenario kedua yaitu dengan waktu 19 hari. Berikut hasil running apabila menggunakan waktu 19 hari.



Gambar 4.6 Hasil Running pada Salah Satu Percobaan

Setelah dilakukan running terhadap model tersebut, didapatkan hasil solusi yang feasible. Dilakukan pula running untuk beberapa skenario, berikut rangkuman dari hasil running tersebut.

Tabel 4.21 Rekapitulasi Percobaan Running Model Penjadwalan

Target Hari	**Hasil Running Model**
18	Infeasible
19	Feasible
20	Feasible
21	Feasible

Dari rangkuman tersebut, didapatkan bahwa untuk melakukan pengiriman dari gudang Sinar Rejeki Putra menuju retailer/ downliner mereka membutuhkan waktu efektif selama 19 hari. Selain hasil tersebut, dari running model tersebut didapatkan rekapitulasi penjadwalan yang mana dapat dilihat sebagi berikut:

Tabel 4.22 Rekapitulasi Running Model Penjadwalan Pengiriman Colt Diesel

Kecamatan	**Hari ke-1**				**Hari ke-2**		**…**	**Hari ke-18**		**Hari ke-19**			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**…**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	1	1	1	1	1	…	0	0	0	0	0	0
Benowo	0	0	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2		…	Hari ke-18		Hari ke-19			
	8	10	12	14	8	10	…	12	14	8	10	12	14
Bubutan	0	0	0	0	0	0	…	0	0	0	0	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Sukomanunggal	0	0	0	0	0	0	…	1	1	1	1	1	1
Tandes	0	0	0	0	0	0	…	1	1	1	1	1	1
Tegalsari	0	1	1	1	1	1	…	1	1	1	1	1	1

Dari tabel tersebut dapat dilihat jadwal pengiriman yang optimal dari gudang Sinar Rejeki Putra. Seperti pada hari ke-1 pada pukul 10 akan dilakukan pengiriman menuju asemrowo menggunakan colt diesel pertama. Langkah seperti diatas dilakukan berulang kali untuk keseluruhan pengiriman. Untuk rekapitulasi hasil running secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran I.

4.2.1. Running Model Alokasi Trip

Pada bab ini dipaparkan mengenai hasil running model alokasi trip pada pengiriman plan menuju gudang. Model yang telah dibuat bertujuan untuk mengetahui jumlah trip yang optimal untuk masing-masing pilihan kendaraan yaitu truk tronton, gandeng, trailer pendek, dan trailer panjang terhadap masing-masing gudang tujuan pengiriman. Berikut adalah hasil optimasi dari model yang telah disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

Tabel 4.23 Rekapitulasi Running Model Alokasi Trip Pengiriman Direct Address

Jumlah Trip				
Gudang	**Tronton**	**Gandeng**	**Trailer Pendek**	**Trailer Panjang**
Abdi Dharma Baru	1	36	0	0
Subur Buana Raya	1	13	0	0
Berkat Abadi	34	0	0	0
Berhasil Indonesia Gemilang	0	112	2	1
Berhasil Indonesia Gemilang	0	100	0	0
Koperasi Warga Semen Gresik	1	8	0	1
Tunggal Indo Perkasa, CV	6	9	10	9
ACC	0	10	0	0
Santoso, TK	0	4	0	0
Jaya Subur	63	134	14	1

Jumlah Trip				
Gudang	**Tronton**	**Gandeng**	**Trailer Pendek**	**Trailer Panjang**
Wojo	0	18	0	0
Rachmad Joyo Abadi	7	18	10	1
Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	1	129	0	0
Sinar Rejeki Putra, PT	120	0	0	0
Mujur, TK	11	0	0	0
Putra Makmur	10	0	0	0
Berhasil Indonesia Gemilang	175	0	0	0
Berhasil Indonesia Gemilang	43	154	0	1
Bhineka, TK	4	3	1	7
Moro Seneng, UD	1	0	0	9
Agung	23	0	0	0
Antariksa, TK	2	0	1	6
Tiga Jaya	2	0	2	1

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa jumlah total trip untuk masing-masing jenis kendaraan adalah 505, 748, 40, dan 37 perjalanan secara berturut-turut untuk tronton, gandeng, trailer pendek, dan trailer panjang.

4.2.2. Konversi Jumlah Trip Menjadi Rupiah

Pada bab ini dijelaskan mengenai cara melakukan konversi dari jumlah trip terhadap rupiah. Melalui pihak perusahaan, didapatkan data mengenai biaya yang dikeluarkan untuk setiap kali pengiriman. Pada pengiriman dari plan menuju gudang, biaya tersebut bervariasi tergantung zona tempat gudang berada. Sedangkan pengiriman dari gudang menuju titik retailer, digunakan harga yang sama dikarenakan berada pada satua area yaitu Surabaya. Seperti pada contoh diatas, didapatkan bahwa dalam melakukan pengiriman selama satu bulan, dibutuhkan biaya sebesar Rp136.500.000,-

Tabel 4.24 Konversi Jumlah Trip Menjadi Rupiah

Kecamatan	Jumlah Trip	Biaya Transportasi
Asemrowo	56	Rp19,600,000.00
Benowo	19	Rp6,650,000.00
Bubutan	7	Rp2,450,000.00
Dukuh Pakis	19	Rp6,650,000.00

Kecamatan	Jumlah Trip	Biaya Transportasi
Kenjeran	19	Rp6,650,000.00
Kembangan	25	Rp8,750,000.00
Pakal	13	Rp4,550,000.00
Sawahan	44	Rp15,400,000.00
Sukomanunggal	69	Rp24,150,000.00
Tandes	44	Rp15,400,000.00
Tegalsari	75	Rp26,250,000.00
Total Biaya Transportasi		**Rp136,500,000.00**

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
ANALISIS DAN INTEPRETASI HASIL

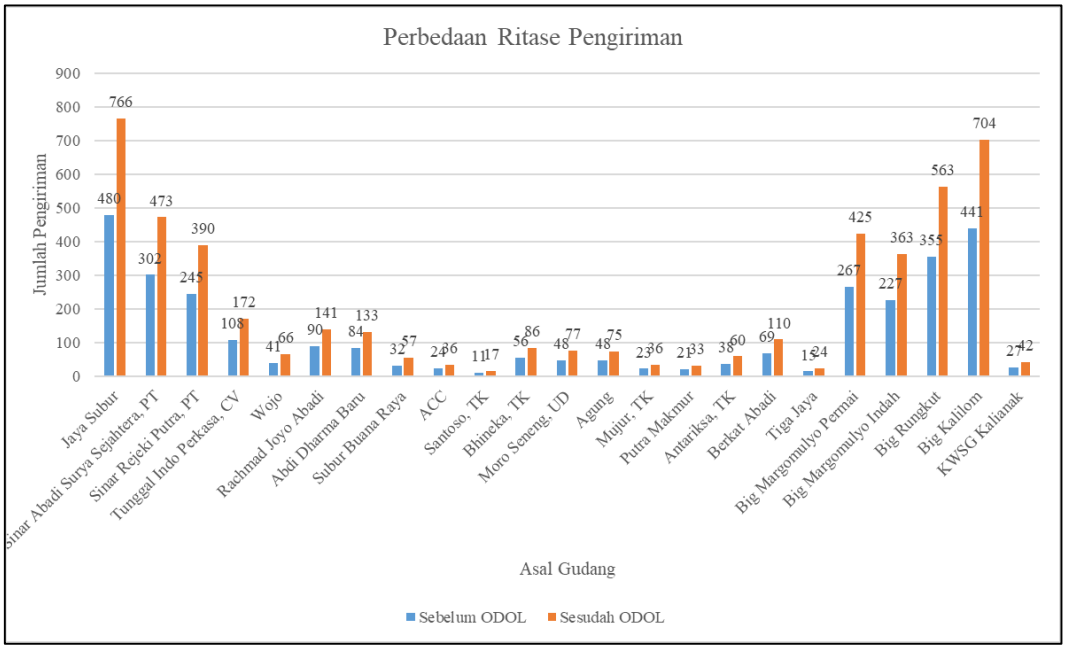
Dalam bab analisis dan intepretasi hasil ini akan dijelaskan mengenai analisis terkait optimasi jumlah pengiriman, optimasi penjadwalan pengiriman, serta implikasi yang mungkin muncul kepada perusahaan.

5.1 Analisis Optimasi Penjadwalan Pengiriman Colt Diesel

Pengiriman yang dilakukan oleh masing-masing gudang menuju titik retailer yang berupa kecamatan menggunakan jumlah truk berjenis *colt diesel* yang bervariasi. Target yang ditetakpan untuk terselesaikannya keseluruhan pengriman masing-masing gudang adalah bervariasi tergantung pada jumlah permintaan retailer serta jumlah downline retailer yang dimiliki. Selama ini dengan kondisi muatan *colt diesel* yang belum mengalami penurunan karena kebijakan ODOL, pengiriman dapat dilakukan dengan rentang waktu yang terbagi menjadi dua kategori yaitu kurang dari 15 hari serta lebih dari 15 hari. Hasil dari optimasi menggunakan *integer programming* menunjukkan bahwa target pengiriman masing-masing gudang tersebut dapat terlaksana dengan baik serta sesuai dengan batasan yang berlaku serta memenuhi permintaan pada tiap titik retailer. Running model tersebut dilakukan untuk seluruh titik retail pada setiap gudang baik pareto maupun distributor. Hal ini untuk mengetahui apakah dengan kondisi sebelum ODOL serta jumlah kendaraan yang tersedia, pengiriman dapat dilakukan dengan baik. Hasil running menggunakan Lingo menunjukkan *global optimum* yang menunjukkan bahwa target tersebut dapat tercapai dengan menggunakan kendaraan yang tersedia.

Setelah itu dilakukan running model dengan menggunakan data apabila kebijakan ODOL diterapkan yang berpengaruh kepada pembatasan muatan pada setiap jenis kendaraan. Setelah dilakukan running, tidak ditemukan pelanggaran terhadap batasan waktu pengiriman yang telah ditetapkan. Namun terjadi perubahan dari jumlah *demand rate* yang berarti berpengaruh pada jumlah ritase pengiriman yang harus dilaksanakan. Pada gambar 5.1 akan dipaparkan

perbandingan dari jumlah perjalanan yang harus dilakukan oleh setiap gudang menuju masing-masing titik retailer baik sebelum dan sesudah ODOL.



Gambar 5.1 Perbedaan Ritase Pengiriman

Pada gambar tersebut dapat dilihat kenaikan jumlah ritase yang berpengaruh pada jumlah pengiriman yang harus dilakukan. Kenaikan tersebut dikarenakan dengan dibatasinya jumlah muatan maka *demand rate* yang dimiliki masing-masing titik turut bertambah. Rata-rata kenaikan ritase yang terjadi berkisar antara 50% hingga 78%.

Selain terjadi perubahan ritase, durasi hari yang dibutuhkan dalam melakukan pengiriman mengalami kenaikan dengan catatan seperti pada tabel berikut:

Tabel 5.1 Perubahan Hari Pengiriman

No	Gudang	Waktu Pengiriman (Hari)	Waktu Pengiriman (Hari)
1	Jaya Subur	28	28
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	19	19
3	Sinar Rejeki Putra, PT	12	19
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	11	17
5	Wojo	7	12

No	Gudang	Waktu Pengiriman (Hari)	Waktu Pengiriman (Hari)
6	Rachmad Joyo Abadi	10	15
7	Abdi Dharma Baru	14	22
8	Subur Buana Raya	12	19
9	ACC	10	13
10	Santoso, TK	5	7
11	Bhineka, TK	12	16
12	Moro Seneng, UD	9	13
13	Agung	8	11
14	Mujur, TK	6	9
15	Putra Makmur	6	9
16	Antariksa, TK	7	12
17	Berkat Abadi	13	20
18	Tiga Jaya	4	6
19	Berhasil Indonesia Gemilang	19	15
20	Berhasil Indonesia Gemilang	26	21
21	Berhasil Indonesia Gemilang	17	27
22	Berhasil Indonesia Gemilang	28	23
23	Koperasi Warga Semen Gresik	12	17

Dengan mempertimbangkan hasil tersebut, dimana meskipun mengalami penambahan dari jumlah hari yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan serta penambahan dari jumlah ritase pengiriman, seluruh gudang baik distributor maupun pareto tidak memerlukan penambahan dari jumlah kendaraan dikarenakan tidak ada batasan waktu yang dilewati oleh masing-masing titik gudang dalam melakukan pengantaran.

Tidak bisa dipungkiri bahwa perubahan tersebut tentunya akan berpengaruh kepada pihak manajemen. Oleh karena hal tersebut, jumlah dari ritase yang telah diketahui akan dikonversikan menjadi nilai rupiah agar dapat dijadikan pertimbangan oleh pihak manajemen PT.X. Sistem yang diambil oleh PT.X dalam menentukan biaya operasional penggunaan armada adalah per satuan truk. Sehingga tidak dihitung dari jumlah muatan namun dari jumlah perjalanan truk dalam mengirim muatan. Meskipun terdapat truk yang tidak mengangkut muatan secara penuh, akan tetap dihitung sebagai satu truk secara

utuh. Pada pengiriman *colt diesel* berikut didapatkan perubahan biaya sebagai berikut

Tabel 5.2 Perubahan Biaya Operasional Pengiriman

No	Gudang	Nilai Investasi
1	Jaya Subur	Rp 52,100,000
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	Rp 29,650,000
3	Sinar Rejeki Putra, PT	Rp 26,250,000
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	Rp 11,600,000
5	Wojo	Rp 4,650,000
6	Rachmad Joyo Abadi	Rp 8,850,000
7	Abdi Dharma Baru	Rp 8,750,000
8	Subur Buana Raya	Rp 5,550,000
9	ACC	Rp 1,800,000
10	Santoso, TK	Rp 1,000,000
11	Bhineka, TK	Rp 4,900,000
12	Moro Seneng, UD	Rp 5,350,000

No	Gudang	Nilai Investasi
13	Agung	Rp 4,650,000
14	Mujur, TK	Rp 2,250,000
15	Putra Makmur	Rp 2,100,000
16	Antariksa, TK	Rp 3,900,000
17	Berkat Abadi	Rp 7,450,000
18	Tiga Jaya	Rp 1,650,000
19	Big Margomulyo Permai	Rp 28,600,000
20	Big Margomulyo Indah	Rp 24,900,000
21	Big Rungkut	Rp 37,300,000
22	Big Kalilom	Rp 47,950,000
23	KWSG Kalianak	Rp 2,550,000

Dari tabel berikut dapat dilihat jumlah penambahan nilai rupiah yang harus dipersiapkan oleh masing-masing pengelola gudang dalam menghadapi kebijakan ODOL. Meskipun secara tarif angkutan dalam sekali angkut lebih rendah pada kondisi setelah ODOL, namun jumlah ritase membuat nilai total biaya per bulan pada kondisi setelah ODOL lebih tinggi dibanding sebelum ODOL.

Kenaikan dari biaya operasional pengiriman terjadi pada gudang Jaya Subur sebesar Rp 52.100.000 untuk pengiriman satu bulan. Hal tersebut adalah wajar, mengingat permintaan per bulan dari retailer yang bekerja sama dengan jaya subur adalah tertinggi diantara gudang pareto lainnya. Sedangkan pada gudang distributor, kenaikan biaya tertinggi terjadi pada gudang Berhasil Indonesia Gemilang Kalilom sebesar Rp 47.950.000 untuk pengiriman satu bulan. Dari kenaikan yang bervariasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa jumlah downliner serta permintaan dari masing-masing downliner yang beragam akan berpengaruh terhadap biaya investasi dari pengiriman yang berlaku sebagai nilai persentase. Hal

tersebut harus menjadi pertimbangan besar bagi pihak manajemen untuk menentukan keseimbangan terhadap biaya lainnya.

5.2 Analisis Optimasi Alokasi Perjalanan Pengiriman Direct Address

Dalam penelitian ini, pada pengiriman *direct address* tidak dilakukan running penjadwalan dikarenakan pada pengiriman *direct address* yang merupakan pengiriman dari titik plan menuju titik gudang harus mempertimbangkan pengiriman pada kota lain dalam satu kluster. Area Surabaya sendiri berada satu kluster dengan Sidoarjo, Gresik, dan Mojokerto. Maka dari itu untuk bagian pengiriman *direct address* hanya akan dilakukan pencarian hasil untuk mengetahui biaya investasi operasional pengiriman yang harus dipersiapkan pihak manajemen untuk kondisi setelah ODOL.

Tentunya dengan mengetahui biaya investasi operasional pengiriman tersebut, pihak manajemen dapat mempertimbangkan lebih lanjut terkait biaya lain yang dapat disesuaikan untuk mengimbangi kenaikan biaya operasional pengiriman tersebut. Running alokasi akan dilakukan terhadap empat jenis truk yang digunakan oleh plan untuk mengirimkan semen menuju tiap gudang yaitu tronton, gandeng, trailer pendek, dan trailer panjang. Setiap kendaraan memiliki biaya operasional masing-masing yang selain dipengaruhi oleh muatan yang dapat diangkut namun juga dipengaruhi oleh zona titik tujuan berada.

Dengan adanya variasi biaya yang berbeda antar zona, maka dalam pemilihan alokasi perjalanan yang harus dikerjakan oleh masing-masing jenis truk tidak hanya mempertimbangkan jumlah permintaan saja, namun juga kombinasi dari faktor biaya tersebut. Dari hasil running, didapatkan hasil alokasi perjalanan untuk masing-masing jenis truk beserta nilai biaya dalam rupiah adalah sebagai berikut :

Tabel 5.3 Biaya Transportasi

Jenis Kendaraan	Ritase	Biaya Transportasi
Tronton	505	Rp 796,678,330
Gandeng	748	Rp 1,317,244,490
Trailer Pendek	40	Rp 86,902,012
Trailer Panjang	37	Rp 148,358,745

Apabila dibandingkan dengan rata-rata total biaya yang dikeluarkan pada kondisi sebelum ODOL, maka didapatkan nila biaya sebesar Rp 470.300.272.-

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dan saran dari penelitian Tugas Akhir ini.

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut:

Penelitian Tugas Akhir ini menghasilkan model matematis dalam penentuan jadwal serta jumlah truk pengiriman semen pada area distribusi kota Surabaya untuk setiap retailer dengan pengelompokan retailer berdasarkan kecamatan. Fungsi objektif dari model yang dimaksud adalah untuk meminimumkan jumlah pengiriman untuk masing-masing jenis truk yang digunakan. Running terhadap model dilakukan dengan batasan waktu yang terbagi menjadi dua kategori yaitu kurang dari 15 hari dan lebih dari 15 hari. Output yang didapatkan dari running adalah berupa penjadwalan serta keputusan tidak adanya penambahan jumlah truk namun adanya penambahan frekuensi pengiriman. Hasil running menunjukkan bahwa frekuensi untuk setiap titik baik dari plan menuju gudang maupun gudang menuju retailer mengalami kenaikan dengan persentase antara 50% hingga 78%. Meskipun terjadi penambahan jumlah frekuensi pengiriman yang cukup signifikan, penjadwalan yang dihasilkan tetap memenuhi target waktu yang ditetapkan. Disamping hal tersebut, pihak manajemen perlu mempersiapkan biaya investasi dalam mengahadapi kebijakan ODOL untuk operasional pengiriman dengan total Rp 470.300.272.- untuk pengiriman dari plan menuju gudang serta Rp 323.750.000.- untuk pengiriman dari gudang menuju retailer.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian Tugas Akhir ini dapat diberikan saran yaitu sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya, dapat dilakukan perancangan model pengiriman multi eselon multi vehicle dengan mempertimbangkan

variasi kendaraan yang berbeda untuk setiap titik pengiriman serta running hingga titik akhir dalam satu waktu.

2. Dalam melakukan perancangan penentuan truk maupun jadwal, dipertimbangkan biaya yang lebih lengkap tidak hanya biaya transportasi saja. Hal tersebut dimaksudkan agar hasil yang didapat lebih optimal.
3. Dalam mengambil data terutama pada durasi perjalanan, dilakukan pengambilan untuk masing-masing waktu keberangkatan agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Ballou, R., 2004. *Business Logistics/ Supply Chain Management.* 5th ed. New Jersey: Pearson Education.

Bowersox, D. J., Closs, D. J. & Cooper, M. B., 2002. *Supply Chain Logistics Management.* 9th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Bradley, S. P., Hax, A. C. & Magnanti, T. L., 1977. *Applied Mathematical Programming.* Reading, Mass: Addison-Wesley.

Chopra, S. & Meindl, P., 2007. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation.* 3rd ed. New Jersey: Pearson Education.

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2018. *Info HUBDAT.* Triwulan 3 ed. Jakarta: Humas Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

Direktorat Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, 2020. *Dimensi Angkutan Barang,* Jakarta: Direktorat Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Gunawan, E., 2020. *Pembahasan Over Dimensi dan Over Loading,* Jakarat: Kementrian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

Hachemi, N. E., Gendreau, M. & Rousseau, L. M., 2013. A Heuristic To Solve The Synchronized Log-Truck Scheduling Problem. *Computer & Operations Research,* Volume 40, pp. 666-673.

Harpell, J. L., Lane, M. S. & Mansour, A. H., 1989. Operations research in practice: a longitudinal study. *Jounal on Applied Analytics,* XIX(3), pp. 1-105.

Hillier, F. S. & Lieberman, G. J., 2001. *Introduction to Operations Research.* 7th ed. New York: McGraw-Hill.

Hinkle, C. L. & Kuehn, A. A., 1967. Heuristic Models: Mapping the Maze for Management. *California Management Review,* Volume X, p. 61.

Jamaris, A. R. & Priyanto, A. B., 2011. Strategi Pemilihan Transporter dan Jenis Truk Menggunakan Linear Programming Model pada PT.XYZ. *Business and Management Review.*

Muhammad, Bakhtiar & Rahmi, M., 2017. Penentuan Rute Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi. *Industrial Engineering Journal,* Volume 6, pp. 10-15.

Pašagić, H., 2003. *Mathematical methods in transport.* Zagreb: Fakultet Prometnih Znanosti.

Powers, T. J. & Closs, D. J., 1987. An Examination of the Effect of Trade Incentives on Logistical Performance in a Consumer Products Distribution Channel. *Journal of Business Logistics*, VIII(2), pp. 1-28.

Williams, H. P., 2013. *Model Building in Mathematical Programming.* 5th ed. Chicester: John Wiley & Sons Ltd.

Yulianto, A. Y., 2020. *Existing Distribution Network and Logistics in PT X* [Interview] (04 May 2020).

LAMPIRAN A

Lampiran 1 Data Lokasi Gudang

No	Gudang	Koordinat		Demand	Keterangan
		X	Y		
1	Jaya Subur	-7.2913	112.592	3,767	Gudang Pareto
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	-7.2756	112.7247	2,337	Gudang Pareto
3	Sinar Rejeki Putra, PT	-7.2741	112.719	1,920	Gudang Pareto
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	-7.3025	112.7531	838	Gudang Pareto
5	Wojo	-7.331	112.7594	323	Gudang Pareto
6	Rachmad Joyo Abadi	-7.3338	112.7597	695	Gudang Pareto
7	Abdi Dharma Baru	-7.3041	112.6277	663	Gudang Pareto
8	Subur Buana Raya	-7.2344	112.6799	249	Gudang Pareto
9	ACC	-7.2466	112.7655	180	Gudang Pareto
10	Santoso, TK	-7.2317	112.7174	71	Gudang Pareto
11	Bhineka, TK	-7.3019	112.7234	419	Gudang Pareto
12	Moro Seneng, UD	-7.2642	112.655	376	Gudang Pareto
13	Agung	-7.239	112.6592	367	Gudang Pareto
14	Mujur, TK	-7.3345	112.7686	175	Gudang Pareto
15	Putra Makmur	-7.3413	112.7677	160	Gudang Pareto
16	Antariksa, TK	-7.3323	112.6917	294	Gudang Pareto
17	Berkat Abadi	-7.238	112.5976	543	Gudang Pareto
18	Tiga Jaya	-7.2938	112.7561	116	Gudang Pareto

No	Gudang	Koordinat		Demand	Keterangan
		X	Y		
19	Berhasil Indonesia Gemilang	-7.2511	112.687	2,100	Gudang Distributor
20	Berhasil Indonesia Gemilang	-7.2501	112.6716	1,800	Gudang Distributor
21	Berhasil Indonesia Gemilang	-7.3043	112.629	2,800	Gudang Distributor
22	Berhasil Indonesia Gemilang	-7.2298	112.768	3,500	Gudang Distributor
23	Koperasi Warga Semen Gresik	-7.2293	112.665	200	Gudang Distributor

LAMPIRAN B

Lampiran 2 Data Lokasi dan Permintaan Retailer

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
1	Jaya Subur	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	151
	Jaya Subur	2	Benowo	-7.2488	112.6351	113
	Jaya Subur	3	Bubutan	-7.2485	112.731	75
	Jaya Subur	4	Dukuh Pakis	-7.2312	112.6454	75
	Jaya Subur	5	Genteng	-7.2576	112.743	113
	Jaya Subur	6	Gubeng	-7.2717	112.7472	75
	Jaya Subur	7	Gunung Anyar	-7.3409	112.7746	75
	Jaya Subur	8	Jambangan	-7.3218	112.7045	38
	Jaya Subur	9	Karang Pilang	-7.3333	112.6906	151
	Jaya Subur	10	Kenjeran	-7.2266	112.7667	1356
	Jaya Subur	11	Kembangan	-7.2328	112.7138	452
	Jaya Subur	12	Mulyorejo	-7.2612	112.776	188
	Jaya Subur	13	Rungkut	-7.3227	112.7621	113
	Jaya Subur	14	Simokerto	-7.2436	112.7491	75
	Jaya Subur	15	Sukolilo	-7.2996	112.7615	188
	Jaya Subur	16	Sukomanunggal	-7.2608	112.7035	151
	Jaya Subur	17	Tandes	-7.2591	112.669	264
	Jaya Subur	18	Wiyung	-7.314	112.6865	38

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
	Jaya Subur	19	Wonocolo	-7.3226	112.7285	75
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	192
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	2	Bubutan	-7.2485	112.731	160
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	3	Dukuh Pakis	-7.2312	112.6454	224
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	4	Jambangan	-7.3218	112.7045	96
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	5	Kenjeran	-7.2266	112.7667	64
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	6	Kembangan	-7.2328	112.7138	96
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	7	Sukomanunggal	-7.2608	112.7035	448
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	8	Tandes	-7.2591	112.669	576
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	9	Tegalsari	-7.2879	112.7317	448
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	10	Wiyung	-7.314	112.6865	32
3	Sinar Rejeki Putra, PT	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	279
	Sinar Rejeki Putra, PT	2	Benowo	-7.2488	112.6351	93
	Sinar Rejeki Putra, PT	3	Bubutan	-7.2485	112.731	31
	Sinar Rejeki Putra, PT	4	Dukuh Pakis	-7.2312	112.6454	93
	Sinar Rejeki Putra, PT	5	Kenjeran	-7.2266	112.7667	93
	Sinar Rejeki Putra, PT	6	Kembangan	-7.2328	112.7138	124
	Sinar Rejeki Putra, PT	7	Pakal	-7.2403	112.6166	62
	Sinar Rejeki Putra, PT	8	Sawahan	-7.2821	112.7145	217
	Sinar Rejeki Putra, PT	9	Sukomanunggal	-7.2608	112.7035	341
	Sinar Rejeki Putra, PT	10	Tandes	-7.2591	112.669	217
	Sinar Rejeki Putra, PT	11	Tegalsari	-7.2879	112.7317	372

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	1	Gayungan	-7.3382	112.7079	47
	Tunggal Indo Perkasa, CV	2	Genteng	-7.2576	112.743	23
	Tunggal Indo Perkasa, CV	3	Gubeng	-7.2717	112.7472	256
	Tunggal Indo Perkasa, CV	4	Gunung Anyar	-7.3409	112.7746	47
	Tunggal Indo Perkasa, CV	5	Jambangan	-7.3218	112.7045	93
	Tunggal Indo Perkasa, CV	6	Karang Pilang	-7.3333	112.6906	47
	Tunggal Indo Perkasa, CV	7	Mulyorejo	-7.2612	112.776	70
	Tunggal Indo Perkasa, CV	8	Sukolilo	-7.2996	112.7615	210
	Tunggal Indo Perkasa, CV	9	Tambaksari	-7.2552	112.7527	47
5	Wojo	1	Gunung Anyar	-7.3409	112.7746	108
	Wojo	2	Rungkut	-7.3227	112.7621	215
6	Rachmad Joyo Abadi	1	Genteng	-7.2576	112.743	110
	Rachmad Joyo Abadi	2	Gubeng	-7.2717	112.7472	73
	Rachmad Joyo Abadi	3	Gunung Anyar	-7.3409	112.7746	146
	Rachmad Joyo Abadi	4	Mulyorejo	-7.2612	112.776	73
	Rachmad Joyo Abadi	5	Rungkut	-7.3227	112.7621	293
7	Abdi Dharma Baru	1	Benowo	-7.2488	112.6351	39
	Abdi Dharma Baru	2	Lakarsantri	-7.3044	112.6242	429
	Abdi Dharma Baru	3	Wiyung	-7.314	112.6865	195
8	Subur Buana Raya	1	Benowo	-7.2488	112.6351	31
	Subur Buana Raya	2	Bubutan	-7.2485	112.731	16
	Subur Buana Raya	3	Gayungan	-7.3382	112.7079	47

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
	Subur Buana Raya	4	Genteng	-7.2576	112.743	31
	Subur Buana Raya	5	Gubeng	-7.2717	112.7472	31
	Subur Buana Raya	6	Jambangan	-7.3218	112.7045	16
	Subur Buana Raya	7	Kenjeran	-7.2266	112.7667	31
	Subur Buana Raya	8	Sukomanunggal	-7.2608	112.7035	31
	Subur Buana Raya	9	Tambaksari	-7.2552	112.7527	16
9	ACC	1	Gubeng	-7.2717	112.7472	15
	ACC	2	Kenjeran	-7.2266	112.7667	75
	ACC	3	Kembangan	-7.2328	112.7138	75
	ACC	4	Mulyorejo	-7.2612	112.776	15
10	Santoso, TK	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	6
	Santoso, TK	2	Benowo	-7.2488	112.6351	12
	Santoso, TK	3	Kembangan	-7.2328	112.7138	42
	Santoso, TK	4	Pabean Cantian	-7.2168	112.7206	12
11	Bhineka, TK	1	Gubeng	-7.2717	112.7472	84
	Bhineka, TK	2	Rungkut	-7.3227	112.7621	84
	Bhineka, TK	3	Simokerto	-7.2436	112.7491	42
	Bhineka, TK	4	Tenggilis Mejoyo	-7.314	112.7483	42
	Bhineka, TK	5	Wonocolo	-7.3226	112.7285	84
	Bhineka, TK	6	Wonokromo	-7.2916	112.7233	84
12	Moro Seneng, UD	1	Tenggilis Mejoyo	-7.314	112.7483	251
	Moro Seneng, UD	2	Wonocolo	-7.3226	112.7285	125

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
13	Agung	1	Gayungan	-7.3382	112.7079	82
	Agung	2	Tenggilis Mejoyo	-7.314	112.7483	204
	Agung	3	Wonocolo	-7.3226	112.7285	82
14	Mujur, TK	1	Gunung Anyar	-7.3409	112.7746	58
	Mujur, TK	2	Rungkut	-7.3227	112.7621	78
	Mujur, TK	3	Sukolilo	-7.2996	112.7615	39
15	Putra Makmur	1	Gunung Anyar	-7.3409	112.7746	53
	Putra Makmur	2	Rungkut	-7.3227	112.7621	53
	Putra Makmur	3	Sukolilo	-7.2996	112.7615	53
16	Antariksa, TK	1	Lakarsantri	-7.3044	112.6242	74
	Antariksa, TK	2	Wiyung	-7.314	112.6865	221
17	Berkat Abadi	1	Benowo	-7.2488	112.6351	388
	Berkat Abadi	2	Lakarsantri	-7.3044	112.6242	155
18	Tiga Jaya	1	Wonocolo	-7.3226	112.7285	23
	Tiga Jaya	2	Wonokromo	-7.2916	112.7233	93

LAMPIRAN C

Lampiran 3 Data Lokasi dan Permintaan Retailer

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
1	Big Margomulyo Permai	1	Asemrowo	-7.2519	112.715	135
	Big Margomulyo Permai	2	Benowo	-7.2488	112.6351	203
	Big Margomulyo Permai	3	Bubutan	-7.2485	112.731	34
	Big Margomulyo Permai	4	Dukuh Pakis	-7.2312	112.6454	373
	Big Margomulyo Permai	5	Gayungan	-7.3382	112.7079	102
	Big Margomulyo Permai	6	Gubeng	-7.2717	112.7472	576
	Big Margomulyo Permai	7	Lakarsantri	-7.3044	112.6242	169
	Big Margomulyo Permai	8	Sukomanunggal	-7.2608	112.7035	373
	Big Margomulyo Permai	9	Wiyung	-7.314	112.6865	34
	Big Margomulyo Permai	10	Wonocolo	-7.3226	112.7285	102
2	Big Margomulyo Indah	1	Bulak	-7.2315	112.7767	170
	Big Margomulyo Indah	2	Gayungan	-7.3382	112.7079	136
	Big Margomulyo Indah	3	Karang Pilang	-7.3333	112.6906	102
	Big Margomulyo Indah	4	Tandes	-7.2591	112.669	815
	Big Margomulyo Indah	5	Tegalsari	-7.2879	112.7317	577
3	Big Rungkut	1	Rungkut	-7.3227	112.7621	1059
	Big Rungkut	2	Semampir	-7.2251	112.7357	273
	Big Rungkut	3	Simokerto	-7.2436	112.7491	205

No	Gudang	No	Kecamatan	Koordinat		Demand
				X	Y	
	Big Rungkut	4	Sukolilo	-7.2996	112.7615	512
	Big Rungkut	5	Tenggilis Mejoyo	-7.314	112.7483	410
	Big Rungkut	6	Wonocolo	-7.3226	112.7285	171
	Big Rungkut	7	Wonokromo	-7.2916	112.7233	171
4	Big Kalilom	1	Benowo	-7.2488	112.6351	544
	Big Kalilom	2	Kenjeran	-7.2266	112.7667	883
	Big Kalilom	3	Kembangan	-7.2328	112.7138	476
	Big Kalilom	4	Mulyorejo	-7.2612	112.776	306
	Big Kalilom	5	Pabean Cantian	-7.2168	112.7206	374
	Big Kalilom	6	Sambikerep	-7.2659	112.6465	374
	Big Kalilom	7	Tambaksari	-7.2552	112.7527	68
	Big Kalilom	8	Wiyung	-7.314	112.6865	476
5	KWSG Kalianak	1	Genteng	-7.2576	112.743	44
	KWSG Kalianak	2	Kenjeran	-7.2266	112.7667	38
	KWSG Kalianak	3	Kembangan	-7.2328	112.7138	31
	KWSG Kalianak	4	Lakarsantri	-7.3044	112.6242	38
	KWSG Kalianak	5	Semampir	-7.2251	112.7357	50

LAMPIRAN D

Lampiran 4 Data Jumlah Kendaraan

No	Nama	Jumlah Colt Diesel
1	Jaya Subur	15
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	10
3	Sinar Rejeki Putra, PT	8
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	4
5	Wojo	2
6	Rachmad Joyo Abadi	3
7	Abdi Dharma Baru	3
8	Subur Buana Raya	1
9	ACC	1
10	Santoso, TK	1
11	Bhineka, TK	2
12	Moro Seneng, UD	2

No	Nama	Jumlah Colt Diesel
13	Agung	2
14	Mujur, TK	1
15	Putra Makmur	1
16	Antariksa, TK	2
17	Berkat Abadi	3
18	Tiga Jaya	1
19	Berhasil Indonesia Gemilang	15
20	Berhasil Indonesia Gemilang	9
21	Berhasil Indonesia Gemilang	8
22	Berhasil Indonesia Gemilang	13
23	Koperasi Warga Semen Gresik	17

LAMPIRAN E

Lampiran 5 Waktu Tempuh

	Asemrowo	Benowo	Bubutan	Bulak	Dukuh Pakis	Gayungan	Genteng	Gubeng	Gunung Anyar	Jambangan	Karang Pilang	Kenjeran	Kembangan	Lakarsantri	Mulyorejo	Pabean Cantian	Pakal
Jaya Subur	17	49	11	18	27	34	9	15	32	33	35	10	14	45	12	14	41
Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	14	33	12	26	18	23	11	13	26	26	27	24	18	34	24	22	35
Sinar Rejeki Putra, PT	13	30	10	28	17	21	12	15	31	24	25	25	17	33	9	19	33
Tunggal Indo Perkasa, CV	23	43	22	27	28	23	14	10	12	20	27	25	30	38	16	29	40
Wojo	29	43	28	36	26	17	26	21	7	19	25	32	31	39	18	34	46
Rachmad Joyo Abadi	28	44	30	34	27	18	26	23	6	20	26	32	34	39	21	35	47
Abdi Dharma Baru	33	19	38	52	21	27	36	39	34	29	21	49	38	1	44	35	23
Subur Buana Raya	16	19	13	33	17	25	22	28	29	27	33	30	17	33	32	18	21
ACC	21	41	17	10	28	31	11	16	28	32	35	15	18	42	6	10	43
Santoso, TK	10	29	16	36	23	26	25	30	37	30	31	33	14	40	36	17	35
Bhineka, TK	26	45	28	35	24	21	20	16	15	19	25	33	31	41	21	34	47
Moro Seneng, UD	21	40	23	41	20	6	20	19	16	8	20	37	26	31	28	29	42
Agung	26	31	21	30	15	5	17	17	13	8	12	29	22	23	24	26	48
Mujur, TK	24	54	37	41	24	15	33	27	5	18	32	26	28	31	18	31	39
Putra Makmur	30	46	30	34	28	19	26	21	6	21	26	36	33	36	26	37	47

	Asemrowo	Benowo	Bubutan	Bulak	Dukuh Pakis	Gayungan	Genteng	Gubeng	Gunung Anyar	Jambangan	Karang Pilang	Kenjeran	Kembangan	Lakarsantri	Mulyorejo	Pabean Cantian	Pakal
Antariksa, TK	22	30	24	39	16	14	26	26	21	13	3	36	25	17	34	24	34
Berkat Abadi	28	10	33	49	29	37	39	39	48	39	40	47	34	21	43	34	6
Tiga Jaya	17	31	15	22	16	18	10	5	16	16	21	20	18	31	13	21	33
Berhasil Indonesia Gemilang	18	17	21	39	17	25	27	32	42	28	30	36	20	28	36	23	27
Berhasil Indonesia Gemilang	18	15	24	38	19	26	27	33	44	26	29	36	21	28	36	22	26
Berhasil Indonesia Gemilang	32	48	31	28	29	19	23	20	4	23	32	26	34	42	16	35	50
Berhasil Indonesia Gemilang	26	47	19	8	34	38	21	17	41	38	41	3	23	57	13	24	49
Koperasi Warga Semen Gresik	21	25	20	39	23	26	27	34	45	37	43	36	19	42	35	20	26

Lampiran 5 Waktu Tempuh (Lanjutan)

	Rungkut	Sambikerep	Sawahan	Semampir	Simokerto	Sukolilo	Sukomanunggal	Tambaksari	Tandes	Tegalsari	Tenggilis Mejoyo	Wiyung	Wonocolo	Wonokromo
Jaya Subur	26	37	22	13	4	22	21	8	26	19	26	32	30	23
Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	23	31	10	21	16	17	12	14	22	10	19	24	21	9
Sinar Rejeki Putra, PT	23	27	7	20	17	17	9	13	18	9	20	21	20	7
Tunggal Indo Perkasa, CV	8	37	21	25	21	3	24	15	32	11	5	22	16	17

	Rungkut	Sambikerep	Sawahan	Semampir	Simokerto	Sukolilo	Sukomanunggal	Tambaksari	Tandes	Tegalsari	Tenggilis Mejoyo	Wiyung	Wonocolo	Wonokromo
Wojo	5	41	24	32	25	11	28	24	32	18	13	23	11	25
Rachmad Joyo Abadi	9	42	25	36	31	16	29	25	33	20	13	24	12	24
Abdi Dharma Baru	36	15	27	39	42	35	30	40	24	32	33	14	33	31
Subur Buana Raya	43	17	20	21	21	40	15	27	8	24	32	26	32	23
ACC	23	38	24	15	6	18	23	6	30	19	21	32	26	22
Santoso, TK	44	26	28	21	26	40	20	26	16	30	41	28	38	28
Bhineka, TK	10	42	22	35	28	7	26	19	33	13	6	22	13	17
Moro Seneng, UD	17	36	18	34	25	16	21	22	28	12	12	16	8	11
Agung	17	30	17	26	31	14	19	20	23	17	12	15	11	11
Mujur, TK	11	51	22	30	24	13	25	22	28	18	12	20	10	16
Putra Makmur	9	42	27	35	29	16	31	26	34	21	15	27	13	20
Antariksa, TK	17.4	27	18	27	29	24	20	26	23	18	24	10	20	16
Berkat Abadi	46	18	31	37	44	43	27	40	18	35	43	34	43	34
Tiga Jaya	11	29	14	19	17	6	16	9	21	5	9	18	14	8
Berhasil Indonesia Gemilang	39	16	21	26	30	33	16	28	6	27	37	27	37	25
Berhasil Indonesia Gemilang	38	18	20	25	31	35	17	26	7	29	37	26	39	27
Berhasil Indonesia Gemilang	4	42	29	34	28	13	32	23	37	23	12	30	22	26
Berhasil Indonesia Gemilang	33	46	28	17	10	24	30	14	36	21	33	38	50	30
Koperasi Warga Semen Gresik	42	22	25	22	27	36	20	28	13	29	38	33	38	28

LAMPIRAN F

Lampiran 6 Data Operasional

Truk	Unloading Time Sebelum ODOL		Unloading Time Setelah ODOL	
Trailer	215	1.79095 jam	143	1.19119 jam
Tronton	115	0.95795 jam	58	0.48314 jam
Colt Diesel	67	0.55811 jam	42	0.34986 jam

Durasi Administrasi	0.083 jam

LAMPIRAN G

Lampiran 7 Data Cycle Time dan Demand Rate

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
1	Jaya Subur	1	Asemrowo	151	1.208	19	1.000	31
	Jaya Subur	2	Benowo	113	2.275	15	2.067	23
	Jaya Subur	3	Bubutan	76	1.008	10	0.800	16
	Jaya Subur	4	Dukuh Pakis	76	1.541	10	1.333	16
	Jaya Subur	5	Genteng	113	0.941	15	0.733	23
	Jaya Subur	6	Gubeng	76	1.141	10	0.933	16
	Jaya Subur	7	Gunung Anyar	76	1.708	10	1.500	16
	Jaya Subur	8	Jambangan	38	1.741	5	1.533	8
	Jaya Subur	9	Karang Pilang	151	1.808	19	1.600	31
	Jaya Subur	10	Kenjeran	1356	0.975	170	0.767	272
	Jaya Subur	11	Kembangan	452	1.808	57	1.600	91
	Jaya Subur	12	Mulyorejo	189	1.041	24	0.833	38
	Jaya Subur	13	Rungkut	113	1.508	15	1.300	23
	Jaya Subur	14	Simokerto	76	0.775	10	0.567	16
	Jaya Subur	15	Sukolilo	189	1.375	24	1.167	38
	Jaya Subur	16	Sukomanunggal	151	1.341	19	1.133	31
	Jaya Subur	17	Tandes	264	1.508	33	1.300	53
	Jaya Subur	18	Wiyung	38	1.708	5	1.500	8
	Jaya Subur	19	Wonocolo	76	1.641	10	1.433	16

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
2	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	1	Asemrowo	193	1.108	25	0.900	39
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	2	Bubutan	161	1.041	21	0.833	33
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	3	Dukuh Pakis	225	1.241	29	1.033	45
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	4	Jambangan	97	1.508	13	1.300	20
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	5	Kenjeran	65	1.441	9	1.233	13
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	6	Kembangan	97	1.541	13	1.333	20
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	7	Sukomanunggal	449	1.041	57	0.833	90
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	8	Tandes	577	1.375	73	1.167	116
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	9	Tegalsari	449	0.975	57	0.767	90
	Sinar Abadi Surya Sejahtera, PT	10	Wiyung	33	1.441	5	1.233	7
3	Sinar Rejeki Putra, PT	1	Asemrowo	279	1.075	35	0.867	56
	Sinar Rejeki Putra, PT	2	Benowo	93	1.641	12	1.433	19
	Sinar Rejeki Putra, PT	3	Bubutan	31	0.975	4	0.767	7
	Sinar Rejeki Putra, PT	4	Dukuh Pakis	93	1.208	12	1.000	19
	Sinar Rejeki Putra, PT	5	Kenjeran	93	1.475	12	1.267	19
	Sinar Rejeki Putra, PT	6	Kembangan	124	1.475	16	1.267	25

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
	Sinar Rejeki Putra, PT	7	Pakal	62	1.741	8	1.533	13
	Sinar Rejeki Putra, PT	8	Sawahan	217	0.875	28	0.667	44
	Sinar Rejeki Putra, PT	9	Sukomanunggal	341	0.941	43	0.733	69
	Sinar Rejeki Putra, PT	10	Tandes	217	1.241	28	1.033	44
	Sinar Rejeki Putra, PT	11	Tegalsari	372	0.941	47	0.733	75
4	Tunggal Indo Perkasa, CV	1	Gayungan	47	1.408	6	1.200	10
	Tunggal Indo Perkasa, CV	2	Genteng	24	1.108	3	0.900	5
	Tunggal Indo Perkasa, CV	3	Gubeng	257	0.975	33	0.767	52
	Tunggal Indo Perkasa, CV	4	Gunung Anyar	47	1.041	6	0.833	10
	Tunggal Indo Perkasa, CV	5	Jambangan	94	1.308	12	1.100	19
	Tunggal Indo Perkasa, CV	6	Karang Pilang	47	1.541	6	1.333	10
	Tunggal Indo Perkasa, CV	7	Mulyorejo	70	1.175	9	0.967	14
	Tunggal Indo Perkasa, CV	8	Sukolilo	210	0.741	27	0.533	42
	Tunggal Indo Perkasa, CV	9	Tambaksari	47	1.141	6	0.933	10
5	Wojo	1	Gunung Anyar	108	0.875	14	0.667	22
	Wojo	2	Rungkut	216	0.808	27	0.600	44
6	Rachmad Joyo Abadi	1	Genteng	110	1.508	14	1.300	22
	Rachmad Joyo Abadi	2	Gubeng	74	1.408	10	1.200	15
	Rachmad Joyo Abadi	3	Gunung Anyar	147	0.841	19	0.633	30
	Rachmad Joyo Abadi	4	Mulyorejo	74	1.341	10	1.133	15
	Rachmad Joyo Abadi	5	Rungkut	293	0.941	37	0.733	59
7	Abdi Dharma Baru	1	Benowo	39	1.908	5	1.700	8
	Abdi Dharma Baru	2	Lakarsantri	429	0.708	54	0.500	86

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
	Abdi Dharma Baru	3	Wiyung	195	1.575	25	1.367	39
8	Subur Buana Raya	1	Benowo	32	1.275	4	1.067	7
	Subur Buana Raya	2	Bubutan	16	1.075	2	0.867	4
	Subur Buana Raya	3	Gayungan	47	1.475	6	1.267	10
	Subur Buana Raya	4	Genteng	32	1.375	4	1.167	7
	Subur Buana Raya	5	Gubeng	32	1.575	4	1.367	7
	Subur Buana Raya	6	Jambangan	16	1.541	2	1.333	4
	Subur Buana Raya	7	Kenjeran	32	1.641	4	1.433	7
	Subur Buana Raya	8	Sukomanunggal	32	1.141	4	0.933	7
	Subur Buana Raya	9	Tambaksari	16	1.541	2	1.333	4
9	ACC	1	Gubeng	15	1.175	2	0.967	3
	ACC	2	Kenjeran	75	1.141	10	0.933	15
	ACC	3	Kembangan	75	1.808	10	1.600	15
	ACC	4	Mulyorejo	15	0.841	2	0.633	3
10	Santoso, TK	1	Asemrowo	6	0.975	1	0.767	2
	Santoso, TK	2	Benowo	12	1.608	2	1.400	3
	Santoso, TK	3	Kembangan	42	1.675	6	1.467	9
	Santoso, TK	4	Pabean Cantian	12	1.208	2	1.000	3
11	Bhineka, TK	1	Gubeng	84	1.708	11	1.500	17
	Bhineka, TK	2	Rungkut	84	1.308	11	1.100	17
	Bhineka, TK	3	Simokerto	42	2.508	6	2.300	9
	Bhineka, TK	4	Tenggilis Mejoyo	42	1.041	6	0.833	9

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
	Bhineka, TK	5	Wonocolo	84	1.508	11	1.300	17
	Bhineka, TK	6	Wonokromo	84	1.775	11	1.567	17
12	Moro Seneng, UD	1	Tenggilis Mejoyo	251	1.041	32	0.833	51
	Moro Seneng, UD	2	Wonocolo	126	0.908	16	0.700	26
13	Agung	1	Gayungan	82	0.975	11	0.767	17
	Agung	2	Tenggilis Mejoyo	204	1.441	26	1.233	41
	Agung	3	Wonocolo	82	1.375	11	1.167	17
14	Mujur, TK	1	Gunung Anyar	59	0.808	8	0.600	12
	Mujur, TK	2	Rungkut	78	1.008	10	0.800	16
	Mujur, TK	3	Sukolilo	39	1.075	5	0.867	8
15	Putra Makmur	1	Gunung Anyar	54	0.841	7	0.633	11
	Putra Makmur	2	Rungkut	54	0.941	7	0.733	11
	Putra Makmur	3	Sukolilo	54	1.175	7	0.967	11
16	Antariksa, TK	1	Lakarsantri	74	1.208	10	1.000	15
	Antariksa, TK	2	Wiyung	221	0.975	28	0.767	45
17	Berkat Abadi	1	Benowo	388	0.975	49	0.767	78
	Berkat Abadi	2	Lakarsantri	156	1.341	20	1.133	32
18	Tiga Jaya	1	Wonocolo	24	1.108	3	0.900	5
	Tiga Jaya	2	Wonokromo	93	0.908	12	0.700	19

LAMPIRAN H

Lampiran 8 Data Cycle Time dan Demand Rate

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
1	Big Margomulyo Permai	1	Asemrowo	136	1.241	17	1.033	28
	Big Margomulyo Permai	2	Benowo	204	1.208	26	1.000	41
	Big Margomulyo Permai	3	Bubutan	34	1.341	5	1.133	7
	Big Margomulyo Permai	4	Dukuh Pakis	373	1.208	47	1.000	75
	Big Margomulyo Permai	5	Gayungan	102	1.475	13	1.267	21
	Big Margomulyo Permai	6	Gubeng	576	1.708	72	1.500	116
	Big Margomulyo Permai	7	Lakarsantri	170	1.575	22	1.367	34
	Big Margomulyo Permai	8	Sukomanunggal	373	1.175	47	0.967	75
	Big Margomulyo Permai	9	Wiyung	34	1.541	5	1.333	7
	Big Margomulyo Permai	10	Wonocolo	102	1.875	13	1.667	21
2	Big Margomulyo Indah	1	Bulak	170	1.908	22	1.700	34

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
	Big Margomulyo Indah	2	Gayungan	136	1.508	17	1.300	28
	Big Margomulyo Indah	3	Karang Pilang	102	1.608	13	1.400	21
	Big Margomulyo Indah	4	Tandes	816	0.875	102	0.667	164
	Big Margomulyo Indah	5	Tegalsari	578	1.608	73	1.400	116
3	Big Rungkut	1	Rungkut	1059	0.775	133	0.567	212
	Big Rungkut	2	Semampir	274	1.775	35	1.567	55
	Big Rungkut	3	Simokerto	205	1.575	26	1.367	41
	Big Rungkut	4	Sukolilo	513	1.075	65	0.867	103
	Big Rungkut	5	Tenggilis Mejoyo	410	1.041	52	0.833	82
	Big Rungkut	6	Wonocolo	171	1.375	22	1.167	35
	Big Rungkut	7	Wonokromo	171	1.508	22	1.300	35
4	Big Kalilom	1	Benowo	544	2.208	68	2.000	109
	Big Kalilom	2	Kenjeran	884	0.741	111	0.533	177
	Big Kalilom	3	Kembangan	476	2.008	60	1.800	96
	Big Kalilom	4	Mulyorejo	306	1.075	39	0.867	62
	Big Kalilom	5	Pabean Cantian	374	1.441	47	1.233	75
	Big Kalilom	6	Sambikerep	374	2.175	47	1.967	75
	Big Kalilom	7	Tambaksari	68	1.108	9	0.900	14
	Big Kalilom	8	Wiyung	476	1.908	60	1.700	96
5	KWSG Kalianak	1	Genteng	44	1.541	6	1.333	9

No	Gudang	No	Kecamatan	Demand	Sebelum ODOL Colt Diesel (8)		Setelah ODOL Colt Diesel (5)	
					Cycle Time	Demand Rate	Cycle Time	Demand Rate
	KWSG Kalianak	2	Kenjeran	38	1.841	5	1.633	8
	KWSG Kalianak	3	Kembangan	32	2.075	4	1.867	7
	KWSG Kalianak	4	Lakarsantri	38	2.041	5	1.833	8
	KWSG Kalianak	5	Semampir	50	1.375	7	1.167	10

LAMPIRAN I

Lampiran 9 Penjadwalan Tiga Jaya

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Wonocolo	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wonokromo	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 10 Penjadwalan Berkat Abadi

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Benowo	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lakarsantri	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Benowo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lakarsantri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-15				Hari ke-16				Hari ke-17				Hari ke-18				Hari ke-19				Hari ke-20			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Benowo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lakarsantri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 11 Penjadwalan Antariksa

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Lakarsantri	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wiyung	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Lakarsantri	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wiyung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 12 Penjadwalan Putra Makmur

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Gunung Anyar	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rungkut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Sukolilo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9			
	8	10	12	14	8	10	12	14
Gunung Anyar	0	0	0	0	0	0	0	0
Rungkut	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukolilo	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 13 Penjadwalan Mujur

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Gunung Anyar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rungkut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sukolilo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Gunung Anyar	0	0	0	0	0	0	0	0
Rungkut	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukolilo	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 14 Penjadwalan Agung

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Gayungan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Tenggilis Mejoyo	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wonocolo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Gayungan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tenggilis Mejoyo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wonocolo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 15 Penjadwalan Moro Seneng

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Tenggilis Mejoyo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wonocolo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Tenggilis Mejoyo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wonocolo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 16 Penjadwalan Bhineka

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Asemrowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gubeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-15				Hari ke-16			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	1	1	1	1	1	1	1	1
Gubeng	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 17 Penjadwalan Santoso

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kembangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Pabean Cantian	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Lampiran 18 Penjadwalan ACC

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Lampiran 19 Penjadwalan Subur Buana Raya

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Gayungan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jambangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kenjeran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukomanunggal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tambaksari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gayungan	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Jambangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Kenjeran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukomanunggal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Tambaksari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-15				Hari ke-16				Hari ke-17				Hari ke-18				Hari ke-19			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gayungan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jambangan	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kenjeran	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukomanunggal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Tambaksari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Lampiran 20 Penjadwalan Abdi Dharma Baru

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Benowo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lakarsantri	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wiyung	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lakarsantri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wiyung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-15				Hari ke-16				Hari ke-17				Hari ke-18				Hari ke-19				Hari ke-20				Hari ke-21			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lakarsantri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wiyung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-22			
	8	10	12	14
Benowo	1	1	1	1
Lakarsantri	1	1	1	1
Wiyung	1	1	1	1

Lampiran 21 Penjadwalan Rachmad Joyo Abadi

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Asemrowo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Genteng	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-15			
	8	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	0	0	0
Benowo	0	0	0	0
Bubutan	1	1	1	1
Dukuh Pakis	1	1	1	1
Genteng	1	1	1	1

Lampiran 22 Penjadwalan Wojo

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Gunung Anyar	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rungkut	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Gunung Anyar	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rungkut	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 23 Penjadwalan Tunggal Indo Perkasa

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14	8	10	12	14
Gayungan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gunung Anyar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jambangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Karang Pilang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mulyorejo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukolilo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Tambaksari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Gayungan	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Gunung Anyar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Jambangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Karang Pilang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mulyorejo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sukolilo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tambaksari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-15				Hari ke-16				Hari ke-17			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Gayungan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genteng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gubeng	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gunung Anyar	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jambangan	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Karang Pilang	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mulyorejo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sukolilo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tambaksari	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 24 Sinar Rejeki Putra

Kecamatan	Hari ke-1				Hari ke-2				Hari ke-3				Hari ke-4				Hari ke-5				Hari ke-6				Hari ke-7			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kenjeran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kembangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pakal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sawahan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukomanunggal	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tandes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tegalsari	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Benowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bubutan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kenjeran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kembangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Pakal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kecamatan	Hari ke-8				Hari ke-9				Hari ke-10				Hari ke-11				Hari ke-12				Hari ke-13				Hari ke-14			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Sawahan	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sukomanunggal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tandes	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tegalsari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kecamatan	Hari ke-15				Hari ke-16				Hari ke-17				Hari ke-18				Hari ke-19			
	8	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**	**8**	**10**	**12**	**14**
Asemrowo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benowo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bubutan	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dukuh Pakis	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kenjeran	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kembangan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pakal	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sawahan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sukomanunggal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tandes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tegalsari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

BIOGRAFI PENULIS

Alfian lahir di Kediri pada tanggal 31 Agustus 1998. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Heri Yudha Purwanto dan Ibu Minarsih. Penulis menempuh pendidikan di SDN 02 Darungan (2005 – 2011), SMPN 02 Pare (2011 – 2014). SMAN 02 Kediri (2014 – 2016), hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai organisasi, panitia, magang, pembicara seminar, serta bekerja sebagai pekerja lepas. Organisasi yang diikuti penulis adalah sebagai Kepala Biro Desain Kreatif HMTI ITS (Agustus 2018 – September 2019), Asisten Laboratorium Logistik dan Rantai Pasok DTSI ITS (Mei 2018 – September 2020), Steering Committee IE Games 15 Edition (November 2019 – Februari 2020), Koordinator Hubungan Masyarakat IE Games 13 Edition (November 2017 – Februari 2018). Penulis juga aktif pada beberapa kepanitian seperti Tim Desain dan Branding Logistics and Supply Chain Camp (LSCAMP) periode 01 (November 2016 – Mei 2017) hingga periode 04 (November 2019 – Juni 2020), Kakak Asuh Generasi Integralistik (GERIGI ITS) (Mei 2018 – Agustus 2018), Tim Desain dan Dokumentasi untuk belasan event Himpunan Mahasiswa Teknik Industri selama rentang waktu November 2017 – Oktober 2018. Penulis pernah melakukan magang pada PT Pertamina Retail (Mei 2019 – Juli 2019) sebagai Staff Supply Chain, PT Riliv Psikologi Indonesia (Februari 2020 – April 2020) sebagai staff marketing B2B. Pembicara pernah mengisi beberapa seminar terkait desain dan komukasi visual untuk internal kampus ITS seperti Basic Media Schooling pada Departemen Teknik Fisika, Departemen Teknik Lingkungan, Departemen Teknik Material dan Metalurgi. Penulis turut bekerja sebagai pekerja lepas untuk UKM Surabaya, Departemen Teknik dan Sistem Industri, serta beberapa partai politik. Penulis dapat dihubungi melalui email work.alfianpur@gmail.com