

**PERBAIKAN UTILISASI KARGO *PALETIZE PRODUCT* TRANSPORTASI LOGISTIK
DAN PENERAPAN ALGORITMA GENETIK DALAM PENENTUAN LOKASI
FASILITAS DISTRIBUSI OPTIMAL
(Studi Kasus pada PT. XYZ Chemical)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Muhammad Ganda Wiratama
No. Mahasiswa : 13 522 135

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2017

PERNYATAAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali referensi dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika di kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 08 Oktober 2017



Muhammad Ganda Wiratama



No. : ASC/TEO/EXT/170/XII/2016

Cilegon, 5 Desember 2016

Kepada Yth.
Sek.Prodi Teknik Industri
 Universitas Islam Indonesia
 di Tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan proposal permohonan Kerja Praktek Lapangan bagi mahasiswa/siswa yang tersebut di bawah ini dapat kami terima :

NAMA	Nomor Pokok	Jurusan
M. Ganda W.	13522135	Teknik Industri

Jadwal Pelaksanaan dimulai dari tanggal 01 - 28 Februari 2017.

Mohon konfirmasi balik segera kepada kami untuk persetujuan waktu PKL/KP, serta mohon lampirkan pula **surat pernyataan dari pihak sekolah/kampus, bahwa mahasiswa/siswa yang dikirim siap untuk mematuhi peraturan di tempat kami, dan mengisi formulir Biodata yang kami sediakan.**

Demikian informasi dari kami.

Hormat kami,



ASC PT Asahimas Chemical
 AGC Group

Widy Prasetyo
 Manager Divisi
 Training & Education Office

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERBAIKAN UTILISASI KARGO *PALLETIZE PRODUCT* TRANSPORTASI
LOGISTIK DAN PENERAPAN ALGORITMA GENETIK DALAM PENENTUAN
LOKASI FASILITAS DISTRIBUSI OPTIMAL
(Studi Kasus pada PT. XYZ Chemical)

TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Ganda Wiratama
No. Mahasiswa : 13 522 135

Yogyakarta, Oktober 2017

Dosen Pembimbing

Muhammad Ridwan Andi Purnomo S.T., M.Sc., P.h.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERBAIKAN UTILISASI KARGO PALETIZE PRODUCT TRANSPORTASI LOGISTIK DAN
PENERAPAN ALGORITMA GENETIK DALAM PENENTUAN LOKASI FASILITAS
DISTRIBUSI OPTIMAL (Studi Kasus pada PT. XYZ Chemical)

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Muhammad Ganda Wiratama
 No. Mahasiswa : 13 522 135

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, November 2017

Tim Penguji

Muhammad Ridwan Andi Purnomo S.T., M.Sc., Ph.D

Ketua

Ir. Ali Parkhan, M.T.

Anggota 1

Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.

Anggota 2

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri



Yuli Agusti Rochman, ST., M. Eng

LEMBAR PERSEMBAHAN

Untuk kedua Orangtua saya yang tercinta, Bapak Bambang Hendrayana dan Ibu Dahlia serta kakak saya tercinta (Almh. Putri Hijriyanti) terimakasih atas segala doa dan dukungan yang telah kalian berikan.

Teruntuk semua Guru-guru saya yang telah memberikan ilmu-ilmu yang sangat berharga dalam hidup saya, ilmumu akan selalu menjadi amal jariyah bagimu...

Teruntuk keluarga besar laboratorium Enterprise Resource Planning, Keluarga Teknik Industri 2013 dan seluruh kawan-kawan seperjuangan terima kasih atas dukungan dan motivasinya

HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

“Karena sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.” (QS. Al-Mujaadilah: 11)

إِنَّا فَتَحْنَا لَكَ فَتْحًا مُّبِينًا ﴿١﴾

“Sesungguhnya kami telah memberikan kepadamu kemenangan yang nyata.”
(QS. Al-Fath:1)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul penelitian “Perbaikan Utilisasi Kargo *Paletize Product* Transportasi Logistik dan Penerapan Algoritma Genetik dalam Penentuan Lokasi Fasilitas Distribusi Optimal (Studi Kasus: PT. XYZ Chemical”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Industri untuk menyelesaikan studi Strata-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka akhirnya dengan segala kerendahan hati izinkalah penulis untuk menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan motivasi dalam rangka menyelesaikan tugas akhir ini.

Untuk ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman. ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ridwan Andi Purnomo S.T., M.Sc., P.h.D selaku pembimbing Tugas Akhir. Terimakasih atas segala bimbingan pengetahuan dan nasihat yang sangat bermanfaat selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Orang Tua yang telah memberikan doa, perhatian, motivasi dan dukungannya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Teman-teman Asisten Laboratorium ERP 2013 dan 20124 untuk Sarah, Jijah, Wirdha, Ayu, Kukuh, Omat, Gugun, dan Ulfia, terimakasih atas kerja samanya.

6. Teman-teman Asisten Laboratorium Teknik Industri 2013 yang secara tidak langsung memberikan motivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen Teknik Industri atas ilmunya yang bermanfaat. Semoga ilmu yang diberikan menjadi amal jariyah untukmu
8. Seluruh mahasiswa Teknik Industri 2013 atas kekeluargaan yang telah dijalin selama ini.

Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait, yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal sholeh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhana wa Ta'ala. Amin.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Oktober 2017

Muhammad Gandi Wiratama

ABSTRAK

PT. XYZ Chemical merupakan salah satu perusahaan kimia hulu yang memproduksi produk kimia dasar bagi perusahaan perusahaan hilir. Khusus untuk produk solid seperti flake caustic soda (F-NaOH) dan PVC resin, produk yang dijual didistribusikan dalam bentuk packing loose bag (karungan) dan packing paletize (di-packing dalam palet). Fokus dalam penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan loadable quantity finish product solid dalam packing palet pada kendaraan logistik perusahaan khususnya produk PVC resin sebagai produk utama perusahaan. Untuk saat ini permasalahan biaya transportasi logistik atau pengiriman produk kepada customer merupakan salah satu elemen biaya yang cukup tinggi dikeluarkan oleh pihak perusahaan XYZ yaitu lebih dari separuh dari total pengeluaran departemen logistik setiap bulannya diluar biaya inventory dan warehousing. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah kebutuhan armada angkutan setiap harinya dalam melakukan aktivitas pengiriman. Meningkatnya kebutuhan jumlah armada ini dikarenakan tidak optimalnya pemanfaatan utilisasi ruang setiap container. Dari hasil perbaikan utilisasi ruang kargo transportasi logistik khusus produk PVC resin dalam palet (paletize product), didapatkan rata-rata presentase utilisasi volume ruang container yang cukup signifikan untuk masing-masing container. Dari hasil perhitungan dan perbandingan biaya masing-masing regional customer perusahaan XYZ sebelum dan sesudah adanya fasilitas distribusi, diketahui jika perusahaan mampu menurunkan biaya transportasi logistik namun hanya untuk wilayah Jawa tengah dan Jawa Timur yang dinyatakan layak dengan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan kembali seperti faktor customer dan kepadatan lau lintas.

Keyword: *Stuffing, Perencanaan, Utilisasi, Distribusi, Algoritma Genetik*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR RUMUS	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Luaran Harapan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	7
2.1 State of the Art.....	7
2.2 Optimasi dalam Industrial Engineering	25
2.3 Masalah Transportasi dalam Logistik.....	26
2.4 Utilisasi Ruang (Space) Transportasi Logistik	26
2.5 Software Cube-IQ	27
2.6 Metode Algoritma Genetika (GA).....	28
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Rancangan Penelitian.....	32
3.2 Subyek dan Obyek Penelitian	33

3.3 Variabel Penelitian.....	33
3.4 Prosedur Penelitian.....	36
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	39
4.1 Profil Perusahaan	39
4.2 Pengumpulan Data.....	40
4.2.1 Data Sekunder.....	40
4.3 Data Terkumpul	41
4.3.1 Trucking Solid Product.....	41
4.3.2 Tarif dan Area Transport (Solid Finnish Product).....	45
4.3.3 Jenis Packing Produk PVC Resin	47
4.3.4 Sampel Aktivitas Pengiriman PVC Resin per Area (periode Agustus 2016 - Januari 2017).....	49
4.3.5 Detail Pengiriman PVC Resin by Palete Harian per Area.....	50
4.4 Percobaan Load Setup dengan Cube-IQ (Usulan Kombinasi Packing Berbeda PVC Resin by Palete dalam 1 Kargo)	59
4.5 Perhitungan Asumsi Biaya Transportasi Logistik	83
4.6 Penentuan Titik Fasilitas Distribusi Optimal dengan Algoritma Genetik	87
4.6.1 Data Koordinat Masing-masing Customer	90
4.6.2 Merumuskan Fungsi Fitness Sesuai dengan Permasalahan Kasus	91
4.6.3 Inisiasi Populasi Awal	92
4.6.4 Mendefinisikan Problem pada Software Generator.....	92
4.6.5 Proses Algoritma Genetik dalam Software Generator.....	93
4.6.6 Pencarian Lokasi Fasilitas Distribusi Berdasarkan Solusi yang Didapat	97
4.7 Perhitungan Asumsi Pengeluaran Perusahaan Setelah Usulan Fasilitas Distribusi....	99
4.8 Kaitan Pengiriman dengan Waktu dan Kebutuhan Customer	109
4.9 Analisis Kelayakan Investasi Fasilitas Distribusi	113
BAB V PEMBAHASAN.....	118
5.1 Perbaikan Utilisasi Ruang Kargo Transportasi Logistik	118
5.2 Penentuan Lokasi Fasilitas Distribusi dengan Penerapan Algoritma Genetik	120
5.3 Perbandingan Biaya Operasional Pengiriman Perusahaan Setelah Usulan Fasilitas Distribusi.....	125
5.4 Kelayakan Investasi dan Pergantian Strategi Pengiriman Logistik Perusahaan	129
BAB VI PENUTUP	134
6.1 Kesimpulan	134

6.2	Saran.....	134
	DAFTAR PUSTAKA	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel State of the Art Penelitian.....	7
Tabel 4. 1 Penggolongan Tarif Transport Berdasarkan Kapasitas Muatan	46
Tabel 4. 2 Sampel Aktivitas Pengiriman PVC Resin/area.....	49
Tabel 4. 3 Perhitungan Kebutuhan Volume Container Pengiriman Bogor	59
Tabel 4. 4 Perhitungan Kebutuhan Volume Container Pengiriman Cibitung	62
Tabel 4. 5 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Cikarang	65
Tabel 4. 6 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Gresik	68
Tabel 4. 7 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman JAKBAR & JAKSEL	70
Tabel 4. 8 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Mojokerto	72
Tabel 4. 9 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Surabaya	74
Tabel 4. 10 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Sidoarjo.....	75
Tabel 4. 11 Perhitungan Kebutuhan Volume Semarang.....	78
Tabel 4. 12 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Tangerang	81
Tabel 4. 13 Asumsi Tarif Berdasarkan Jenis Truk (didapat dari perhitungan tarif ekspedisi JNE)	83
Tabel 4. 14 Jarak Area Pengiriman Berdasarkan Google Map.....	83
Tabel 4. 15 Asumsi Tarif Berdasarkan Jarak Tempuh	83
Tabel 4. 16 Perbandingan Jumlah Kebutuhan Truk	84
Tabel 4. 17 Perhitungan Transport Fee Sistem Aktual.....	84
Tabel 4. 18 Perhitungan Transport Fee Usulan Perbaikan	85
Tabel 4. 19 Koordinat Lokasi Customer Regional JABODETABEK dan JABAR	90
Tabel 4. 20 Koordinat Lokasi Customer Regional JATENG	90
Tabel 4. 21 Koordinat Lokasi Customer Regional JATIM	91
Tabel 4. 22 Biaya Transportasi Produk PVC resin Paletize Sistem Aktual (detail perhitungan pada tabel 4.18).....	99
Tabel 4. 23 Biaya Transortasi Produk PVC Resin Loose Bag Sistem Aktual.....	99
Tabel 4. 24 Total Demand Produk PVC Resin Regional JABODETABEK dan JABAR .	100
Tabel 4. 25 Data Ketersediaan Armada Transportasi untuk Regional JABODETABEK dan JABAR.....	100
Tabel 4. 26 Perencanaan Penggunaan Armada Truk Sesuai dengan Kebutuhan Pengiriman	101
Tabel 4. 27 Data Produk Unloading	101
Tabel 4. 28 Data Spesifikasi Alat Angkut dan Standar Biaya Unloading	101
Tabel 4. 29 Biaya Transportasi Produk PVC resin Paletize Sistem Aktual (detail perhitungan pada tabel 4.18).....	103
Tabel 4. 30 Biaya Transortasi Produk PVC Resin Loose Bag Sistem Aktual.....	103
Tabel 4. 31 Total Demand Produk PVC Resin Regional JATENG	104
Tabel 4. 32 Data Ketersediaan Armada Transportasi untuk Regional JATENG	104
Tabel 4. 33 Perencanaan Penggunaan Armada Truk Sesuai dengan Kebutuhan Pengiriman	104
Tabel 4. 34 Data Produk Unloading	105

Tabel 4. 35 Biaya Transportasi Produk PVC resin Paletize Sistem Aktual (detail perhitungan pada tabel 4.18).....	106
Tabel 4. 36 Biaya Transortasi Produk PVC Resin Loose Bag Sistem Aktual.....	107
Tabel 4. 37 Total Demand Produk PVC Resin Regional JATIM.....	107
Tabel 4. 38 Data Ketersediaan Armada Transportasi untuk Regional JATENG	107
Tabel 4. 39 Perencanaan Penggunaan Armada Truk Sesuai dengan Kebutuhan Pengiriman	108
Tabel 4. 40 Data Produk Unloading	108
Tabel 4. 41 Tingkat Kebutuhan Angkutan pada Aktivitas Pengiriman Sistem Aktual	111
Tabel 4. 42 Tingkat Kebutuhan Angkutan pada Aktivitas Pengiriman Sistem Usulan.....	112
Tabel 4. 43 Demand Produk pada Regional JABODETABEK dan JABAR	113
Tabel 4. 44 Biaya Fasilitas Distribusi.....	114
Tabel 4. 45 Perhitungan Perbandingan Penghematan dalam Setahun.....	114
Tabel 4. 46 Demand Produk pada Regional JATENG	115
Tabel 4. 47 Biaya Fasilitas Distribusi.....	115
Tabel 4. 48 Perhitungan Perbandingan Penghematan dalam Setahun.....	115
Tabel 4. 49 Demand Produk pada Regional JATENG	116
Tabel 4. 50 Biaya Fasilitas Distribusi.....	116
Tabel 4. 51 Perhitungan Perbandingan Penghematan dalam Setahun.....	117
Tabel 4. 52 Perbandingan Jumlah Kebutuhan Truk	118
Tabel 4. 53 Ilustrasi Tarif Truk Muatan Kecil dengan Muatan Besar	120
Tabel 5. 1 Perhitungan Jarak Euclidean terhadap Usulan Lokasi.....	121
Tabel 5. 2 Perhitungan Jarak Euclidean Customer JATENG terhadap Usulan Lokasi	123
Tabel 5. 3 Perhitungan Jarak Euclidean Customer JATIM terhadap Usulan Lokasi	124
Tabel 5. 4 Perbandingan Kebutuhan Jumlah Truk Pengiriman Produk Palet	126
Tabel 5. 5 Perbandingan Kebutuhan Jumlah Truk Pengiriman Produk Palet	127
Tabel 5. 6 Perbandingan Kebutuhan Jumlah Truk Pengiriman Produk Palet	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cost Ratio dari Biaya Logistik (Chang, 1998).....	26
Gambar 2. 2 Ilustrasi Permasalahan dalam Algoritma Genetik (Randy & Sue, 1998)	30
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	36
Gambar 4. 1 Fasilitas Plant Perusahaan XYZ.....	39
Gambar 4. 2 Wingbox Tampak Samping	41
Gambar 4. 3 Wingbox Tampak Belakang	42
Gambar 4. 4 Egkel Tampak Samping.....	42
Gambar 4. 5 Engkel Tampak Belakang.....	42
Gambar 4. 6 Tronton Tampak Samping	43
Gambar 4. 7 Tronton Tampak Belakang	43
Gambar 4. 8 Truk Gandeng Tampak Samping	43
Gambar 4. 9 Truk Gandeng Tampang Belakang	44
Gambar 4. 10 Trailer Tampak Samping	44
Gambar 4. 11 Silo Bulk Container – Trailer.....	44
Gambar 4. 12 Cube Bulk – Container – 20” Trailer	45
Gambar 4. 13 Cube Paletize Container – 40” Trailer	45
Gambar 4. 14 Logika Biaya Transportasi Logistik PT. XYZ.....	46
Gambar 4. 15 Bagan Packing PVC Resin.....	47
Gambar 4. 16 Packing Cross Bag-Loose Bag PVC Resin.....	48
Gambar 4. 17 Packing Cross Bag-By Paleta PVC Resin	48
Gambar 4. 18 Packing Paper Bag PVC Resin	48
Gambar 4. 19 Packing Jumbo Bag PVC.....	49
Gambar 4. 20 Pengiriman Bogor	50
Gambar 4. 21 Trucking Pengiriman Bogor	51
Gambar 4. 22 Pengiriman Cibitung	51
Gambar 4. 23 Trucking Pengiriman Cibitung	52
Gambar 4. 24 Pengiriman Cikarang	52
Gambar 4. 25 Trucking Pengiriman Cikarang.....	53
Gambar 4. 26 Pengiriman Gresik	53
Gambar 4. 27 Trucking Pengiriman Gresik.....	53
Gambar 4. 28 Pengiriman Jakarta Barat & Selatan	54
Gambar 4. 29 Trucking Pengiriman Jakarta Barat & Selatan.....	54
Gambar 4. 30 Pengiriman Mojokerto	54
Gambar 4. 31 Trucking Pengiriman Mojokerto.....	55
Gambar 4. 32 Pengiriman Surabaya	55
Gambar 4. 33 Trucking Pengiriman Surabaya.....	56
Gambar 4. 34 Pengiriman Sidoarjo.....	56
Gambar 4. 35 Trucking Pengiriman Sidoarjo	57
Gambar 4. 36 Pengiriman Semarang	57
Gambar 4. 37 Trucking Pengiriman Sidoarjo	58
Gambar 4. 38 Model Pengiriman Semarang.....	58
Gambar 4. 39 Model Trucking Pengiriman Sidoarjo	59

Gambar 4. 40 Pengiriman Bogor	59
Gambar 4. 41 Utilisasi Trailer 1	60
Gambar 4. 42 Utilisasi Trailer 2	60
Gambar 4. 43 Load Overview Trailer yang Digunakan	60
Gambar 4. 44 Utilisasi Truk Single	61
Gambar 4. 45 Load Overview Truk Single.....	61
Gambar 4. 46 Pengiriman Cibitung	62
Gambar 4. 47 Utilisasi Trailer 1	62
Gambar 4. 48 Utilisasi Trailer 2	63
Gambar 4. 49 Utilisasi Trailer 3	63
Gambar 4. 50 Utilisasi Trailer 4	63
Gambar 4. 51 Utilisasi Trailer 5	64
Gambar 4. 52 Utilisasi Trailer 6	64
Gambar 4. 53 Load Overview Trailer yang Digunakan	64
Gambar 4. 54 Pengiriman Cikarang	65
Gambar 4. 55 Utilisasi Trailer	66
Gambar 4. 56 Load Overview Trailer.....	66
Gambar 4. 57 Utilisasi Truk Tronton.....	67
Gambar 4. 58 Load Overview Tronton.....	67
Gambar 4. 59 Pengiriman Gresik	67
Gambar 4. 60 Utilisasi Trailer 1	68
Gambar 4. 61 Utilisasi Trailer 2	69
Gambar 4. 62 Load Overview Trailer yang Digunakan	69
Gambar 4. 63 Pengiriman Jakarta Barat & Selatan	70
Gambar 4. 64 Utilisasi Trailer	70
Gambar 4. 65 Load Overview Trailer.....	71
Gambar 4. 66 Optimasi Truk Single	71
Gambar 4. 67 Load Overview Truk Single.....	71
Gambar 4. 68 Pengiriman Mojokerto	72
Gambar 4. 69 Optimasi Trailer	73
Gambar 4. 70 Load Overview Trailer.....	73
Gambar 4. 71 Pengiriman Surabaya	73
Gambar 4. 72 Utilisasi Container Gandengan 1	74
Gambar 4. 73 Utilisasi Container Gandengan 2	74
Gambar 4. 74 Load Overview Truk Gandengan.....	75
Gambar 4. 75 Pengiriman Sidoarjo.....	75
Gambar 4. 76 Utilisasi Container Gandengan 1	76
Gambar 4. 77 Utilisasi Container Gandengan 2	76
Gambar 4. 78 Load Overview Truk Gandengan.....	76
Gambar 4. 79 Utilisasi Wingbox	77
Gambar 4. 80 Load Overview Wingbox.....	77
Gambar 4. 81 Pengiriman Semarang	78
Gambar 4. 82 Utilisasi Container1 Gandengan 1	78
Gambar 4. 83 Utilisasi Container2 Gandengan 1	79
Gambar 4. 84 Load Overview Gandengan 1	79
Gambar 4. 85 Utilisasi Container1 Gandengan 2	79

Gambar 4. 86 Utilisasi Container2 Gandengan 2	80
Gambar 4. 87 Load Overview Gandengan 2	80
Gambar 4. 88 Pengiriman Tangerang	81
Gambar 4. 89 Utilisasi Trailer 1	81
Gambar 4. 90 Utilisasi Trailer 2	82
Gambar 4. 91 Load Overview Trailer yang Digunakan	82
Gambar 4. 92 Grafik Perbandingan Transport Fee Harian	86
Gambar 4. 93 Ilustrasi Logistik Pengiriman Perusahaan.....	87
Gambar 4. 94 Ilustasi Usulan Aktivitas Logistik Pengiriman	89
Gambar 4. 95 Ilustrasi Penggunaan AG pada Kasus	89
Gambar 4. 96 Pendefinisian Masalah pada Software Generator	93
Gambar 4. 97 Output Grafik Pencarian Solusi Regional JABODETABEK dan JABAR....	94
Gambar 4. 98 Output Grafik Pencarian Solusi Regional JATENG.....	95
Gambar 4. 99 Output Grafik Pencarian Solusi Regional JATIM	96
Gambar 4. 100 Lokasi Koordinat Solusi untuk Regional JABODETABEK	97
Gambar 4. 101 Lokasi Koordinat Solusi untuk Regional JATENG.....	98
Gambar 4. 102 Lokasi Koordinat Solusi untuk Regional JATIM	98
Gambar 5. 1 Grafik Perbandingan Asumsi Biaya Sistem Aktual dan Usulan Perbaikan...	119
Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Pengeluaran Harian Transportasi Logistik Sistem Aktual dan Usulan Regional JABODETABEK & JABAR	126
Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Pengeluaran Harian Transportasi Logistik Sistem Aktual dan Usulan Regional JATENG.....	127
Gambar 5. 4 Grafik Perbandingan Pengeluaran Harian Transportasi Logistik Sistem Aktual dan Usulan Regional JATIM	128
Gambar 5. 5 Perbandingan Biaya Harian Transportasi Logistik Sebelum dan Sesudah Usulan Fasilitas Distribusi.....	129
Gambar 5. 6 Grafik Perbandingan Analisa Kelayakan Investasi Regional JABODETABEK dan JABAR.....	130
Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Analisa Kelayakan Investasi Regional JATENG	131
Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Analisa Kelayakan Investasi Regional JATIM	132

DAFTAR RUMUS

(1) Rumus Menghitung Transport Fee.....	84
(2) Rumus Menghitung Jarak Euclidean	91
(3) Rumus Menghitung Kapasitas Alat Bantu Angkut Unloading	102
(4) Rumus Menghitung Frekuensi Perpindahan	102
(5) Rumus Menghitung Biaya Unloading Total	102
(6) Rumus Menghitung Frekuensi Perpindahan	105
(7) Rumus Menghitung Biaya Unloading Total	106
(8) Rumus Menghitung Frekuensi Perpindahan	109
(9) Rumus Menghitung Biaya Unloading Total	121

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan perekonomian di Indonesia sendiri yang semakin pesat, perkembangan industri logistik semakin meningkat (Setiawan et al., 2011). Untuk menghemat biaya pengiriman barang perusahaan harus mampu mengoptimalkan armada pengiriman dengan memaksimalkan daya angkut moda transportasi (Chang, 1998). Pengiriman barang sering terkendala disebabkan oleh jenis ukuran barang yang dikirim antara satu dengan yang lainnya berbeda (Bischoff, 2004), sehingga dibutuhkan suatu perencanaan yang matang agar barang yang disusun dan dimuat dalam alat transportasi dan dapat ditempatkan secara optimal dengan jumlah intensitas pengiriman yang minimal.

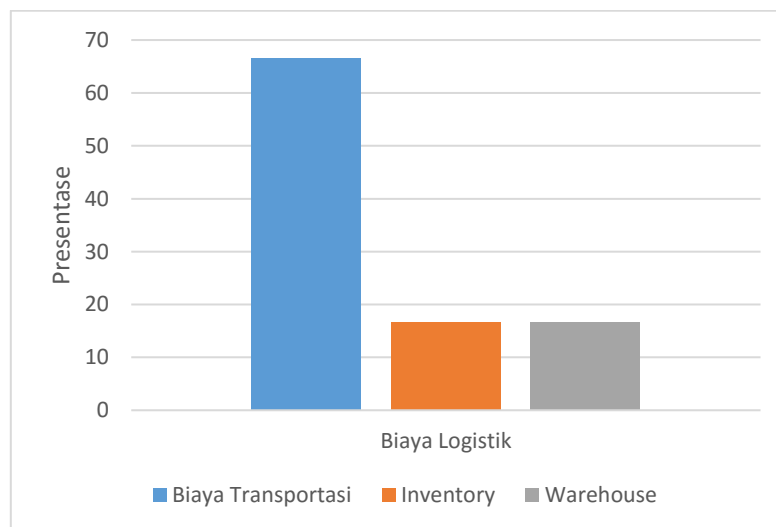
Banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam menempatkan barang dan itu bukan hal yang mudah dikarenakan operator di lapangan harus mencoba coba mengatur posisi barang dan menggeser barang lainnya untuk mengoptimalkan ruang. Hal ini menyebabkan banyak waktu dan tenaga terbuang sehingga penghematan biaya akan sulit tercapai bahkan akan mengeluarkan biaya lebih (Chen, 1995). Salah satu jenis barang yang sering dimuat dalam pengiriman adalah jenis barang yang dikemas dalam palet-palet dan alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut palet-palet tersebut adalah *container*.

Selain masalah pengaturan barang pada *container*, masalah pendistribusian juga memegang peran penting karena dengan adanya titik distribusi dan pola yang tepat, hal ini dapat meminimalkan biaya distribusi yang besarnya bisa mencapai 2/3 dari total biaya logistik (Juwita, 2012). Dalam mendistribusikan produk, pengoperasian transportasi dan pemilihan titik distribusi akan berdampak pada efisiensi proses pemindahan. Hal ini terjadi karena proses distribusi berkaitan dengan jarak tempuh, waktu tempuh, dan harus memperhatikan jalur distribusi produk kepada *customer* sehingga mampu mengoptimalkan performanya.

PT. XYZ Chemical merupakan salah satu perusahaan kimia hulu yang memproduksi produk kimia dasar bagi perusahaan perusahaan hilir. Khusus untuk produk *solid* seperti *flake caustic soda* (F-NaOH) dan PVC resin, produk yang dijual didistribusikan dalam bentuk

packing loose bag (karungan) dan *packing paletize* (di-*packing* dalam palet). Fokus dalam penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan *loadable quantity finish product solid* dalam *packing* palet pada kendaraan logistik perusahaan khususnya produk PVC resin sebagai produk utama perusahaan. Hal ini dikarenakan pada produk dengan *packing* palet lebih favorit dalam pesanan *customer* serta dari segi ukuran dimensi *packing* palet jauh lebih besar dan berat dibandingkan *packing loose bag* pada aktivitas *stuffing* atau *loading* ke dalam kargo.

Untuk saat ini permasalahan biaya transportasi logistik atau pengiriman produk kepada *customer* merupakan salah satu elemen biaya yang cukup tinggi dikeluarkan oleh pihak perusahaan XYZ yaitu lebih dari $\frac{1}{2}$ dari total pengeluaran departemen logistik setiap bulannya diluar biaya *inventory* dan *warehousing*. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah kebutuhan armada angkutan setiap harinya dalam melakukan aktivitas pengiriman. Meningkatnya kebutuhan jumlah armada ini dikarenakan tidak optimalnya pemanfaatan utilisasi ruang setiap *container* sehingga banyak kargo yang belum benar-benar terisi dan karena itu harus menambah angkutan baru.



Gambar 1. 1 Grafik Elemen Biaya Logistik Perusahaan

Tidak optimalnya utilisasi ruang kargo *container* pengiriman ini juga disebabkan karena permintaan *customer* yang tidak menghendaki pengiriman produk *packing* berbeda dalam satu kargo (pada pengiriman produk PVC resin) sehingga terkadang perusahaan melakukan pengiriman hanya dengan $\frac{1}{2}$ dari total volume muatan kendaraan untuk setiap *packing* berbeda PVC resin. Untuk itu perusahaan berkeinginan untuk meminimasi biaya

transportasi logistik ini khususnya dalam menekan jumlah armada angkutan yang digunakan dalam aktivitas pengiriman. Dalam hal ini juga perusahaan memiliki keterbatasan dalam jumlah armada angkutan dikarenakan perusahaan menggunakan jasa ekspedisi pihak ketiga dimana terkadang tidak dapat memenuhi tingkat kebutuhan perusahaan jika kebutuhan armada angkutan terus meningkat.

Untuk membantu dalam melakukan perencanaan aktivitas *stuffing* (*loading* produk palet ke dalam *container*) diusulkan penggunaan software logistik Cube-IQ untuk memudahkan operator. Dengan menggunakan bantuan *software* Cube-IQ, diharapkan perencanaan aktivitas *stuffing material by palet* ini dapat menjadi lebih mudah dalam melakukan perencanaan ruang (*space*) yang ada dengan berbagai kombinasi kemungkinan yang mungkin terjadi.

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan percobaan usulan perbaikan yaitu dengan menggabungkan beberapa *packing* palet berbeda dalam satu kargo dengan menggunakan bantuan software Cube-IQ dalam perencanaan dan didapatkan biaya transportasi yang lebih rendah dari semula yaitu berkurang hampir sebesar 8%. Namun dikarenakan adanya batasan yang diberikan oleh *customer* dalam aktivitas pengiriman tadi, maka perusahaan memerlukan strategi untuk menerapkan perbaikan dengan cara melakukan pengiriman tidak langsung pada *customer* melainkan melalui fasilitas distribusi terlebih dahulu.

Dalam menentukan titik fasilitas distribusi optimal salah satu metode yang dapat digunakan adalah Algoritma Genetik. Algoritma Genetik (GA) merupakan suatu metode *heuristic* untuk mencari solusi optimum dari suatu permasalahan dengan menggunakan mekanisme pencarian yang meniru proses evolusi biologis. Mekanisme yang digunakan merupakan kombinasi dari pencarian acak dan terstruktur. Algoritma Genetik tidak membutuhkan kriteria khusus yang dijumpai pada algoritma heuristik lain dalam menyaring kualitas solusi ataupun mengurangi waktu komputasi serta dapat menghasilkan beberapa alternatif solusi yang mempunyai nilai fungsi obyektif yang sama (Kusiak, 1992).

Fokus dalam penelitian ini adalah bagaimana mencari titik fasilitas distribusi yang optimal dengan Algoritma Genetik dan dampaknya bagi perusahaan untuk kedepannya dalam menekan biaya transportasi logistik.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana hasil perbaikan utilisasi ruang transportasi truk logistik PT. XYZ Chemical menggunakan *software* Cube-IQ pada aktivitas *stuffing* PVC resin *by palet*?
2. Bagaimana menentukan lokasi fasilitas distribusi yang optimal di setiap regional dengan Algoritma Genetik?
3. Bagaimana hasil optimasi penentuan lokasi yang didapatkan dari Algoritma Genetik?
4. Bagaimana hasil perbandingan pengeluaran biaya transportasi logistik produk PVC resin sebelum dan sesudah adanya fasilitas distribusi di setiap regional *customer*?
5. Bagaimana analisa kelayakan investasi fasilitas distribusi dalam jangka waktu ke depan?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian difokuskan pada *section* Logistik 1 terkait dengan distribusi *finnish product solid* (PVC resin) ke *customer*.
2. Pengiriman produk *solid* menggunakan moda transportasi truk dengan bentuk *container cube* atau *box* (dimensi panjang x lebar x tinggi) untuk pengiriman lokal.
3. Penelitian yang dilakukan berfokus pada jenis aktivitas pengiriman produk PVC resin dikarenakan PVC resin sebagai produk penjualan utama dari PT. XYZ dan merupakan produk primadona bagi *customer*
4. Perbaikan utilisasi kargo berfokus pada jenis aktivitas pengiriman *product by palet* (*paletize*) PVC resin dikarenakan ukuran dimensi dan bobot *packing* ini yang begitu besar dan lebih sulit dalam pengaturan ruang dalam *container*.
5. Data data yang diambil bersifat umum dan dikembangkan lewat asumsi penulis sesuai dengan arahan pihak perusahaan (banyak data bersifat rahasia perusahaan).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan utilisasi ruang transportasi truk logistik PT. XYZ Chemical menggunakan bantuan *software* Cube-IQ pada aktivitas *stuffing* PVC resin *by palet*.
2. Dapat menentukan lokasi fasilitas distribusi yang optimal di setiap regional dengan menggunakan Algoritma Genetik

3. Mendapatkan usulan lokasi yang optimal dalam penentuan lokasi yang didapatkan dari Algoritma Genetik
4. Mendapatkan perbandingan pengeluaran biaya transportasi logistik produk PVC resin sebelum dan sesudah adanya fasilitas distribusi di setiap regional *customer* sebagai upaya dalam meminimalkan biaya transportasi logistik.

1.5 Luaran Harapan Penelitian

Beberapa luaran yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah:

1. Minimasi biaya transportasi logistik pada pengiriman produk solid PVC resin sebagai produk utama dan terlaris dari perusahaan.
2. Usulan penerapan penelitian pada aktivitas logistik perusahaan.

1.6 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Menghemat waktu dan tenaga dalam handling material saat pemuatan karena sudah adanya perencanaan sedemikian rupa.
2. Menghemat biaya transportasi dari minimasi jumlah armada transportasi yang digunakan.
3. Sebagai usulan kepada pihak perusahaan jika penelitian yang dilakukan benar benar *applicable* di lapangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini adalah gambaran mengenai isi yang dibahas pada laporan Tugas Akhir ini, yang mana dibagi menjadi enam pokok bahasan yaitu sebagai berikut :

BAB I: PENDAHULUAN

BAB I ini menjelaskan tentang gambaran umum mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, luaran yang diharapkan dan manfaat penelitian.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

BAB II ini berisikan tentang kajian dari penelitian terdahulu (induktif) dan kajian deduktif. Dimana kajian deduktif berisikan dasar teori yang berfungsi sebagai materi

yang dapat membantu memecahkan masalah ataupun sebagai informasi pendukung serta untuk memberikan pemahaman akan permasalahan yang akan diteliti.

BAB III: METODE PENELITIAN

BAB III ini berisikan tentang objek penelitian yang akan digunakan di penelitian ini, teknik pengumpulan data dan *flowchart* penelitian.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

BAB IV berisikan tentang data-data yang sudah diperoleh dan akan diolah menggunakan metode yang sudah ditentukan. Dimana data yang diolah akan dianalisis juga dari hasil yang diperoleh.

BAB V: PEMBAHASAN

BAB V berisikan tentang analisa dari hasil penelitian yang diperoleh dimana analisa itu menjawab pertanyaan dari rumusan masalah.

BAB VI: PENDAHULUAN

BAB VI memuat kesimpulan dan saran. Dimana kesimpulan merupakan ringkasan singkat mengenai hasil penelitian yang sudah dianalisa, sedangkan pembahasan merupakan jawaban rumusan masalah. Untuk saran berisikan tentang ide penulis untuk lebih mengembangkan penelitian yang serupa dari penelitian-penelitian sebelumnya agar menjadi lebih baik lagi

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 *State of the Art*

Pada state of the art ini penulis mengambil beberapa contoh penelitian terdahulu sebagai panduan ataupun contoh untuk penelitian yang bisa dilakukan. Contoh yang diambil berupa penelitian penelitian terdahulu terkait topik atau tema penelitian yang dikerjakan sebagai bukti orisinalitas penelitian seperti yang tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 1 Tabel *State of the Art* Penelitian

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
1.	The Role of Transportation in Logistics Chain	Tseng Yung-yu, Yue Wen Long, dan Taylor Michael	Operasi transportasi menentukan efisiensi produk bergerak. Kemajuan dalam teknik dan prinsip manajemen mampu meningkatkan muatan produk, kecepatan pengiriman, kualitas layanan, biaya operasi, penggunaan fasilitas dan penghematan energi. Transportasi mengambil bagian penting dalam manipulasi logistik. Mengkaji ulang kondisi saat ini, sistem yang kuat memerlukan kerangka logistik yang jelas dan teknik transportasi yang tepat untuk menghubungkan prosedur produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan peran transportasi dalam logistik untuk usulan perbaikan lebih lanjut. Penelitian ini dilakukan untuk membantu manajer logistik, peneliti dan perencana transportasi untuk menentukan dan memahami pandangan dasar logistik dan berbagai aplikasi dan hubungan antara logistik dan transportasi.
2.	Operation Management of Logistics and Supply Chain: Issues and Directions	Xiang Li	Perusahaan mengadopsi berbagai metodologi perbaikan bisnis untuk meningkatkan kinerja bisnis. Logistik serta manajemen rantai pasok telah dianggap menjadi faktor yang sangat

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>penting bagi perusahaan untuk mendapatkan keunggulan kompetitif. Bahkan, logistik serta manajemen rantai pasokan telah menerima perhatian sejak awal 1980-an, namun secara konseptual manajemen rantai pasok tidak terlalu baik dipahami, dan banyak penulis telah menyoroti perlunya konstruksi definisional jelas dan kerangka kerja konseptual pada manajemen rantai pasokan. Dalam tulisan ini, kami menyediakan tutorial tentang penelitian saat ini manajemen operasi logistik dan rantai pasokan. Inti dari tulisan ini adalah bahwa kami menyediakan beberapa isu panas di lapangan terkait dengan contoh-contoh untuk menunjukkan bagaimana penelitian ini berkontribusi dari beberapa sudut pandang penelitian. Akhirnya, kami menyimpulkan dengan wawasan yang diperoleh dari analisis kami dan studi di masa depan dalam bidang ini. Pada bagian berikutnya, kita tentukan definisi dari logistik dan rantai pasokan yang digunakan dalam makalah kami, dengan perbandingan antara dua konsepsi populer. Dalam bagian 3, yang merupakan bagian inti dari tulisan ini, kami menyediakan beberapa topik hangat dalam penelitian saat ini dengan contoh-contoh rinci. Dalam Bagian 4, kami memberikan wawasan dan arah penelitian lebih lanjut</p>
3.	Opportunities for Improving Vehicle Utilization	Alan McKinnon dan Julia Edward	<p>Di negara-negara paling maju, muatan transportasi adalah modus dominan pergerakan barang. Oleh karena itu efisiensi sektor angkutan jalan merupakan penentu utama dari dampak lingkungan secara keseluruhan logistik. Jika semua truk dan van sepenuhnya sarat pada semua</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>perjalanan, beban lingkungan ini bisa sangat dikurangi. Luasnya manfaat lingkungan yang dihasilkan sulit untuk mengukur pada tingkat nasional atau internasional sebagai sedikit data resmi yang dikumpulkan pada penggunaan kapasitas kendaraan, terutama dalam hal luas lantai dan kubus. Beberapa statistik yang tersedia, bagaimanapun, menunjukkan tingkat kapasitas truk masih di bawah standar. Meningkatkan faktor muatan kendaraan adalah salah satu langkah distribusi berkelanjutan yang paling menarik bagi perusahaan karena menghasilkan ekonomi yang besar serta manfaat lingkungan. Meningkatnya biaya transportasi dan prospek harga minyak yang meningkat tajam pada saat ini memberikan perusahaan insentif yang kuat untuk meningkatkan pemuatan kendaraan mereka. Dalam penelitian ini kita mulai dengan memeriksa langkah-langkah yang berbeda yang dapat digunakan untuk menilai pemanfaatan muatan kendaraan. Kami kemudian meninjau serangkaian kendala pada pemanfaatan truk dan garis besar berbagai cara pemanfaatan ruang transportasi truk.</p>
4.	An Analysis of The Downstream Logistics Operations of South African FMCG Producer	Adegoke Oke dan Mark Long	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki biaya logistik yang terlibat dalam pergerakan barang antara fasilitas yang berbeda dari produsen besar Afrika Selatan fast moving consumer goods (FMCG). Kami menemukan bahwa analisis mendalam tentang komponen biaya logistik, karakteristik produk yang diangkut dan memberikan pelatihan yang memadai dan pengembangan bagi orang-orang yang terlibat dalam distribusi dan manajemen logistik</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			adalah faktor kunci yang membantu untuk meminimalkan biaya transportasi sementara dan mempertahankan tingkat layanan yang tinggi.
5.	Cargo Loading Using Dynamics Programming and Comparative Software Study	Tom Jose, V., Sijo M.T., dan Praveen	Dinamic Programming adalah salah satu standar desain algoritma yang elegan dan alat yang ampuh yang menghasilkan algoritma klasik untuk berbagai kombinasi masalah optimasi. Studi perencanaan pemuatan saat ini gagal untuk mempertimbangkan berbagai kebutuhan praktis, seperti penyajian data yang divisualisasikan, prioritas <i>cargo-loading</i> , kompleksitas model matematik, dan analisis tanpa biaya. Perencanaan pemuatan kargo sangat penting untuk operator transportasi, terutama untuk industri yang sangat dipengaruhi oleh kenaikan harga bahan bakar dan biaya. Oleh karena itu, dari sudut pandang praktis, pengaturan parameter sederhana, perhitungan yang dioptimalkan, hasil yang mudah dimengerti, dan output laporan kerja yang relevan sangat penting bagi industri logistik. <i>Software</i> seperti <i>AutoLoad Pro</i> untuk membantu <i>operator</i> transportasi dalam perencanaan operasi pemuatan kargo mereka
6.	Heuristic for The Container Loading Problem	David Pisinger	<i>Container loading problem</i> adalah masalah pemuatan barang berbentuk kotak persegi panjang ke dalam dimensi container berbentuk persegi panjang sehingga volume muatan kotak yang dikemas mampu dimaksimalkan. Sebuah metode heuristik baru berdasarkan pendekatan pada dinding bangunan yang diusulkan, yang menguraikan masalah menjadi beberapa lapisan yang lagi dibagi menjadi beberapa strip.

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>Kemasan strip mungkin dapat dirumuskan dan dipecahkan secara optimal sebagai masalah Knapsack dengan kapasitas sama dengan lebar atau tinggi container. Kedalaman lapisan serta ketebalan setiap strip diputuskan melalui pendekatan cabang-dan-terikat di mana pada setiap node hanya subset dari cabang yang dieksplorasi. Beberapa aturan peringkat untuk pemilihan yang paling menjanjikan pada lapisan kedalaman dan lebar jalur dan kinerja algoritma yang sesuai secara eksperimental dibandingkan dengan kasus homogen dan heterogen. Aturan peringkat terbaik kemudian digunakan dalam studi komputasi komprehensif yang melibatkan kasus berukuran besar. Hasil komputasi menunjukkan bahwa contoh dengan volume total box hingga 90% dengan mudah dapat dipecahkan untuk optimalitas, dan tambalan rata-rata volume kontainer melebihi 95% dapat diperoleh untuk contoh berukuran besar tersebut</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
7.	A Maximal Space Algorithm for The Container Loading Problem	Parreno. F, Alvares-Valdez. R, Oliveira, J.F, dan Tamarit, J.M	<p>Dalam makalah ini prosedur pencarian adaptif secara acak (GRASP) untuk memuat masalah kontainer disajikan. Pendekatan ini didasarkan pada blok heuristik konstruktif yang dibangun berdasarkan konsep maksimal-ruang, representasi non-memisah dari ruang bebas dalam sebuah wadah. Algoritma baru ini diuji secara luas dalam set lengkap Bischoff dan Ratcliff problem, mulai dari heterogen lemah hingga heterogen kargo yang sangat kuat dan melebihi semua nonparallel yang dikenal pada pendekatan itu, sebagian atau seluruhnya telah menggunakan set problem tes. Ketika membandingkan terhadap algoritma paralel, ini rata-rata lebih baik tetapi tidak untuk setiap kelas dari masalah. Dalam hal efisiensi, pendekatan ini berjalan dalam waktu komputasi jauh lebih sedikit daripada yang dibutuhkan oleh metode paralel. Eksperimen komputasi menyeluruh mengenai evaluasi dampak pilihan desain algoritma dan parameter internal pada efisiensi keseluruhan pendekatan baru ini juga disajikan.</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
8.	Improving Packing Efficiency for Shipping Container	Peeraya.T, Warattapop. C dan Pupong. P	Makalah ini hadir difokuskan pada peningkatan efektivitas pada wadah pemuatan. Algoritma genetika yang sudah dimodifikasi (MGA) dikembangkan untuk menemukan solusi yang dapat mengatur kotak heterogen ke dalam wadah dengan dimensi tetap. Standar yang diusulkan MGA termasuk strategi elitis dan urutan pengaturan yang fleksibel (FAS). Lima dataset instan yang digunakan dalam percobaan komputasi yang bertujuan untuk patokan yang diusulkan GA dengan GA sederhana. Analisis hasil eksperimen menunjukkan bahwa utilisasi volume pengiriman kontainer yang diperoleh dari MGA ditingkatkan secara dramatis terutama dalam masalah ekstra besar.
9.	A Review of Distribution Related Problem in Logistics and Supply Chain Research	Xu Yang	Sebuah tinjauan komprehensif masalah distribusi di bidang logistik dan manajemen rantai pasokan disajikan dalam makalah ini. Kami pertama meninjau definisi distribusi, dan kemudian menentukan itu dari perspektif baru. Kami juga hadir dan membandingkan taksonomi yang berbeda dari jaringan distribusi. Berikutnya, pentingnya dan kesulitan penelitian distribusi dibahas. Kontribusi utama dari makalah ini adalah kita menunjukkan bahwa ada 12 isu dalam penelitian terkait distribusi yang perlu ditangani.

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>Kesimpulan utama dari makalah ini adalah bahwa penelitian masa depan perlu sebuah pendekatan terpadu untuk desain distribusi dan untuk mempertimbangkan serta memasukkan konsep pembangunan berkelanjutan.</p>
10.	Data Mining Analytics to Minimize Logistics Cost	Abraham Paul, Saravanan. V, dan Ranjit Jeba Thangaiah	<p>Transportasi dan Logistik adalah sektor utama perekonomian. Namun analisis data dalam domain ini tetap memiliki sebagian besar pada optimasi. Potensi data mining dan pengetahuan teknik penemuan sebagian besar belum dimanfaatkan. Tulisan ini adalah tentang pemecahan masalah routing kendaraan yang menggunakan Operational Research (OR) pendekatan dalam analisis dan desain fase dan kami menggunakan bahasa pemrograman JAVA untuk model masalah. Hasil yang diperoleh dari kedua solusi dibandingkan untuk membuat analisis dan membuktikan model kebenaran berorientasi pada objek. Kami membuktikan bahwa kedua hasil yang identik dan memiliki hasil yang sama ketika memecahkan masalah dengan menggunakan lima metode yaitu northwest corner method; minimum cost method; row minimum cost method; column minimum cost method, dan Vogel's approximation method.</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
11.	The Container Loading Problem	Andrew Lim, dan Xingwen Zhang	<p>Penelitian ini membahas masalah pemuatan kontainer tunggal dan ganda. Kami mengusulkan untuk menggunakan prioritas dinamis untuk menangani jenis kotak yang canggung. Tipe kotak dengan prioritas lebih tinggi akan dikemas ke permukaan yang lebih rendah dari wadah, atau dikemas dalam kemasan sebelumnya. Solusi yang ditemukan dalam satu iterasi algoritma kemudian akan dianalisis, dan prioritas akan diperbarui untuk digunakan pada iterasi berikutnya. Algoritma kami mengungguli semua metode sebelumnya menggunakan kumpulan data <i>benchmark</i> standar. Kami menemukan data uji yang ada untuk mengurangi masalah pemuatan beberapa kontainer dan menghasilkan data uji baru yang terdiri dari 2.300 kasus uji. Hasil dari algoritma kami menggunakan kumpulan data ini sangat bagus</p>
12.	Solusi Kombinasi <i>Container Loading Problem</i> dan <i>Vehicle Routing Problem</i> Menggunakan Algoritma Genetika	Setiawan, I, Muis Suryadi, dan Nurliah	<p>Pengepakan barang adalah salah satu aktifitas penting dalam industri distribusi. Barangbarang yang akan dikirim tersebut dapat dikemas dalam palet-palet untuk mempermudah pengepakan. Palet-palet tersebut kemudian akan disusun dalam kontainer. Palet dan kontainer pada skripsi ini berbentuk rectangular box (berbentuk balok atau kubus). Optimasi pengepakan palet dalam kontainer diharapkan menghasilkan suatu solusi konfigurasi pengepakan yang memperhatikan kapasitas berat yang dapat diangkut oleh alat pengangkut (forklif), mempertimbangkan kestabilan palet dan menjaga agar tidak ada konfigurasi palet yang melayang</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>sehingga diperoleh sisa ruang yang optimum. Pada penelitian ini permasalahan pengepakan palet dalam kontainer akan diselesaikan dengan algoritma genetika. Pencarian solusi dimulai dengan proses inialisasi yang menghasilkan populasi awal, kemudian populasi tersebut akan dikenai operasi tukar silang dan mutasi yang nantinya menghasilkan populasi baru. Kemudian dipilih kromosom terbaik sebagai solusi optimal. Dalam hal ini untuk mengetahui posisi palet dalam kontainer maka digunakan koordinat posisi. Hasil uji coba perangkat lunak menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat dijadikan metode alternatif untuk menyelesaikan optimasi pengepakan palet dalam kontainer.</p>
13.	Perancangan Program Simulasi Optimasi Penyusunan Barang dalam Kontainer Menggunakan Algoritma Greedy	Wikaria Gazali, dan Ngarap Im Manik	Seiring dengan perkembangan teknologi dan peningkatan kebutuhan pengiriman barang antar negara, maka BG Ekspres merasa perlu untuk meningkatkan kinerjanya dengan pemanfaatan program komputer. Adapun program tersebut dimanfaatkan untuk mengoptimalkan pengisian barang dalam kontainer. Metode yang dimanfaatkan dalam merancang program ini adalah Greedy. Algoritma Greedy sendiri merupakan solusi langkah per langkah di mana pada setiap langkahnya banyak pilihan yang perlu dieksplorasi oleh sebab itu harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan. Diharapkan dengan implementasi program optimasi ini dapat memberikan nilai

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>tambah di bidang Teknologi Informasi (TI) sehingga mampu menyelesaikan masalah pengiriman barang serta unggul dalam persaingan</p>
14.	<p>Aplikasi <i>Software</i> Cube-IQ dalam Aktivitas <i>Loading</i></p>	<p>Oktarina Rienna</p>	<p>Pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi, contohnya container, harus bisa seoptimal mungkin untuk menekan biaya pengiriman dalam berbisnis. Container loading terdiri dari penyusunan barang berbagai ukuran ke dalam container yang tersedia dengan cara mengoptimalkan beberapa sasaran fungsi. Container loading seringkali memerlukan biaya dan tenaga yang cukup besar, lebih lagi untuk barang yang relative besar dan berat. Jika rencana penyusunan barang dapat dibuat dengan suatu perangkat lunak, maka akan memudahkan pengguna mengeksplorasi berbagai kemungkinan yang dapat ditempuh. Cube IQ merupakan software yang dapat membantu kita untuk melakukan perencanaan aktivitas loading dengan baik dan teratur, diproses dalam sistem ini. Cube IQ mempunyai mode operasi untuk container loading, truck loading, paletization, dan cartonization. Cube IQ merupakan salah satu perangkat lunak yang ada di pasar yang dapat menangani beberapa jenis ULD (unit</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>load device) atau airline containers. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah muatan container menggunakan software Cube-IQ. Masalah muatan container digambarkan dengan jumlah barang yang akan dimasukkan ke dalam suatu container yang bertujuan untuk mendapatkan urutan dan orientasi penyusunan barang untuk meminimalkan penggunaan ruang container. Hasil optimasi yang diperoleh, diharapkan mampu memberi masukan dalam pengambilan keputusan penyusunan barang serta menentukan urutan dan orientasi barang di dalam container.</p>
15.	<p>Perencanaan Optimasi Pemuatan pada Aktivitas <i>Stuffing</i> Produk <i>Paletize</i> untuk Optimasi Utilisasi Ruang Transportasi Truk Logistik dengan Software Cube-IQ (Studi Kasus pada PT. XYZ Chemical AGC Group)</p>	<p>Muhammad Ganda .W</p>	<p>PT. XYZ Chemical merupakan salah satu perusahaan kimia hulu yang memproduksi produk kimia dasar seperti NaOH, HCl, NaClO, VCM, EDC, dan PVC bagi perusahaan hilir. Produk produk tersebut didistribusikan lewat jalur darat menggunakan truk dan jalur laut menggunakan moda transportasi kapal. Khusus untuk produk <i>solid</i> seperti <i>flake caustic soda</i> (F-NaOH) dan PVC resin, produk yang dijual didistribusikan dalam bentuk <i>packing loose bag</i> (karungan) dan <i>packing paletize</i> (di-<i>packing</i> dalam palet). Fokus dalam penelitian ini adalah untuk meningkatkan <i>loadable quantity finish product solid</i> dalam <i>packing</i> palet pada kendaraan logistik perusahaan.</p> <p>Hal ini difokuskan karena pada bentuk <i>packing</i> ini, dimensi atau ukuran material yang akan dimuat menjadi lebih besar dan tentunya jauh lebih berat dibandingkan dengan <i>packing loose bag</i>. Faktor ini menyebabkan pengaturan dan <i>handling material</i></p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>dalam moda transportasi semakin sulit, sehingga material akan disusun seadanya di dalam <i>container</i> dengan aturan <i>stuffing</i>, ukuran dimensi palet harus sama antara satu dengan yang lain di dalam satu <i>container</i>. Dalam hal ini berarti sulit untuk memuat jenis <i>packing</i> palet yang berbeda dimensi volumenya dalam satu truk/<i>container</i>. Dengan menggunakan bantuan <i>software</i> Cube-IQ, diharapkan perencanaan aktivitas <i>stuffing material by palet</i> ini dapat menjadi lebih mudah dalam mengoptimalkan ruang (<i>space</i>) yang ada dengan berbagai kombinasi kemungkinan yang mungkin terjadi. Selain itu output dari <i>software</i> ini juga dapat dijadikan acuan bagi operator dalam <i>handling material</i> meliputi urutan dan orientasi material yang dimuat dalam truk/<i>container</i>. Semakin kita mampu mengoptimalkan moda transportasi yang ada maka biaya transportasi logistik juga dapat diminimalisir.</p>
16.	<p>Penerapan Algoritma Genetik untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing Problem pada PT. MIF</p>	<p>William Tanujaya, Dian Retno Sari Devi, dan Dini Endah</p>	<p>Transportasi merupakan komponen yang vital dalam manajemen logistik suatu perusahaan. Pengurangan biaya transportasi dapat dilakukan dengan menentukan rute pengiriman yang efisien. Penulisan penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu rute pengiriman yang memiliki total jarak tempuh terpendek <i>Vehicle Routing Problem with Time Windows</i></p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>(VRPTW) merupakan permasalahan membentuk sekumpulan rute yang optimal dengan menggunakan model matematis berdasarkan pertimbangan jarak dan waktu. Untuk dapat memperoleh solusi dari permasalahan ini digunakan algoritma genetik (GA), <i>Genetic Algorithm</i> dipilih karena <i>Genetic Algorithm</i> tidak mempunyai kriteria khusus yang dijumpai pada algoritma heuristik lainnya, maka waktu komputasi juga relatif lebih singkat, serta dapat menghasilkan beberapa alternatif solusi yang mempunyai nilai obyektif yang sama. Karena GA bersifat iteratif dan jadwal pengiriman di PT MIF berubah-ubah, maka perlu dibuat suatu program khusus untuk menyelesaikan tiap iterasi dan tiap perubahan customer dan jadwal di PT MIF. Dari hasil penelitian diperoleh rute untuk kendaraan 1 adalah dari depo menuju customer 6, customer 1, customer 18, customer 7 kemudian kembali ke depo, dengan total jarak tempuh 140km, sedangkan rute</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>kendaraan 2 dari depo menuju customer 8 kemudian kembali lagi ke depo dengan total jarak 17,9 km. Persentase penghematan yang dapat diperoleh apabila rute hasil perhitungan metode optimasi ini diterapkan pada perusahaan adalah sebesar 7,88%.</p>
17.	Implementasi Algoritma Genetik dalam Pencarian Rute Paling Optimum	Anies Hannawati, Thiang, dan Eleazar	<p>Algoritma genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang kompleks seperti mencari rute paling optimum dengan memperhatikan kondisi jalan misalnya kepadatan lalu lintas, jalan satu arah dan lain-lain. Dalam penelitian ini akan dijelaskan tentang penerapan algoritma genetic untuk mencari rute paling optimum dari titik asal ke titik tujuan dengan memperhatikan berbagai kondisi jalan seperti kepadatan lalu lintas, jalan satu arah atau dua arah, juga syarat harus melalui titik tertentu.</p> <p>Sistem algoritma genetika yang telah didesain menggunakan representasi kromosom dalam bentuk bit string. Karena itu jenis mutase yang</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>digunakan adalah mutasi bit. Sistem ini juga menggunakan beberapa metode seleksi yaitu <i>roulette wheel</i>, elitism, dan gabungan keduanya. Dari hasil pengujian terhadap sistem ini dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, algoritma genetika yang telah didesain dapat berjalan dengan baik dan dapat menyelesaikan permasalahan.</p>
18.	<p>Perbaikan Utilisasi Ruang Kargo Paletize Product Transportasi Logistik dan Penerapan Algoritma Genetik dalam Penentuan Lokasi Fasilitas Distribusi Optimal (Studi Kasus pada PT. XYZ Chemical)</p>	<p>Muhammad Ganda Wiratama</p>	<p>Untuk saat ini permasalahan biaya transportasi logistik atau pengiriman produk kepada <i>customer</i> merupakan salah satu elemen biaya yang cukup tinggi dikeluarkan oleh pihak perusahaan XYZ yaitu lebih dari $\frac{1}{2}$ dari total pengeluaran departemen logistik setiap bulannya diluar biaya <i>inventory</i> dan <i>warehousing</i>. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah kebutuhan armada angkutan setiap harinya dalam melakukan aktivitas pengiriman. Meningkatnya kebutuhan jumlah armada ini dikarenakan tidak optimalnya pemanfaatan utilisasi ruang setiap <i>container</i> sehingga banyak kargo yang belum benar-benar terisi dan karena itu harus menambah angkutan baru.</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>Tidak optimalnya utilisasi ruang kargo <i>container</i> pengiriman ini juga disebabkan karena permintaan <i>customer</i> yang tidak menghendaki pengiriman produk <i>packing</i> berbeda dalam satu kargo (pada pengiriman produk PVC resin) sehingga terkadang perusahaan melakukan pengiriman hanya dengan ½ dari total volume muatan kendaraan untuk setiap <i>packing</i> berbeda PVC resin. Untuk itu perusahaan berkeinginan untuk meminimasi biaya transportasi logistik ini khususnya dalam menekan jumlah armada angkutan yang digunakan dalam aktivitas pengiriman. Dalam hal ini juga perusahaan memiliki keterbatasan dalam jumlah armada angkutan dikarenakan perusahaan menggunakan jasa ekspedisi pihak ketiga dimana terkadang tidak dapat memenuhi tingkat kebutuhan perusahaan jika kebutuhan armada angkutan terus meningkat.</p> <p>Untuk membantu dalam melakukan perencanaan aktivitas <i>stuffing</i> (<i>loading</i> produk palet ke dalam <i>container</i>) diusulkan penggunaan</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			<p>software logistik Cube-IQ untuk memudahkan operator. Dengan menggunakan bantuan <i>software</i> Cube-IQ, diharapkan perencanaan aktivitas <i>stuffing material by palet</i> ini dapat menjadi lebih mudah dalam melakukan perencanaan ruang (<i>space</i>) yang ada dengan berbagai kombinasi kemungkinan yang mungkin terjadi.</p> <p>Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan percobaan usulan perbaikan yaitu dengan menggabungkan beberapa <i>packing</i> palet berbeda dalam satu kargo dan didapatkan biaya transportasi yang lebih rendah dari semula yaitu berkurang hampir sebesar 8%. Namun dikarenakan adanya batasan yang diberikan oleh <i>customer</i> dalam aktivitas pengiriman tadi, maka perusahaan memerlukan strategi untuk menerapkan perbaikan dengan cara melakukan pengiriman tidak langsung pada <i>customer</i> melainkan melalui fasilitas distribusi terlebih dahulu.</p> <p>Dalam menentukan titik fasilitas distribusi optimal salah satu metode yang dapat digunakan adalah Algoritma Genetik. Algoritma</p>

No	Judul Penelitian	Author	Deskripsi
			Genetik tidak membutuhkan kriteria khusus yang dijumpai pada algoritma heuristik lain dalam menyaring kualitas solusi ataupun mengurangi waktu komputasi serta dapat menghasilkan beberapa alternatif solusi yang mempunyai nilai fungsi obyektif yang sama. Fokus dalam penelitian ini adalah bagaimana mencari titik fasilitas distribusi yang optimal dengan Algoritma Genetik dan dampaknya bagi perusahaan untuk kedepannya dalam menekan biaya transportasi logistik

2.2 Optimasi dalam *Industrial Engineering*

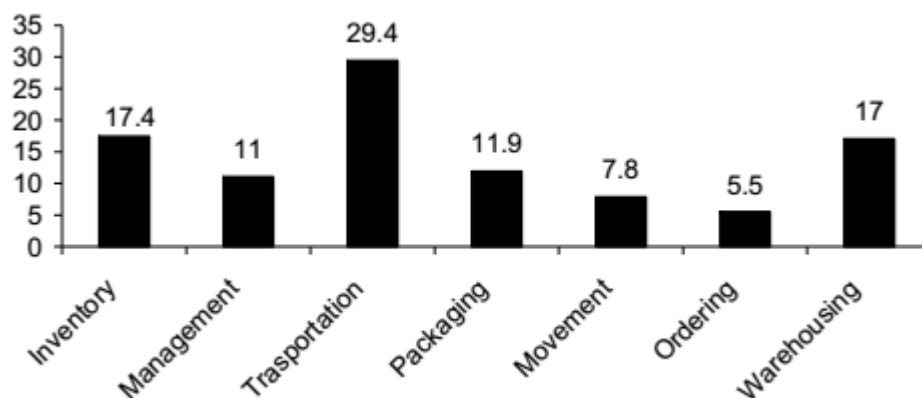
Optimasi adalah salah satu disiplin ilmu dalam matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi, peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus (Chen et al., 2013). Optimasi sangat berguna hamper di segala bidang dalam rangka melakukan usaha secara efektif dan efisien untuk mencapai target hasil yang ingin dicapai. Hal ini akan sangat sesuai dengan prinsip ekonomi yang berorientasikan untuk senantiasa menekan pengeluaran untuk menghasilkan output yang maksimal. Optimasi ini juga penting karena persaingan sudah sangat ketat dalam segala bidang yang ada.

Contoh-contoh bidang yang sangat terbantu dengan adanya teknik optimasi tersebut antara lain arsitektur, data *mining*, jaringan komputer, *signal and image processing*, telekomunikasi, ekonomi, transportasi, perdagangan, pertanian, perikanan, perkebunan, perhutanan, dan sebagainya (Marler & Arora, 2004). Optimasi merupakan masalah yang

berhubungan dengan keputusan yang terbaik, maksimum, minimum, dan memberikan cara penentuan solusi yang memuaskan.

2.3 Masalah Transportasi dalam Logistik

Sasaran transportasi adalah mengalokasikan produk yang ada pada sumber asal sedemikian rupa hingga terpenuhi semua kebutuhan pada tempat tujuan. Sedangkan tujuan utama dari persoalan transportasi adalah untuk mencapai biaya yang serendah-rendahnya (minimum) atau mencapai jumlah laba yang sebesar-besarnya (maksimal) (Hensher, 2011). Persoalan transportasi terdapat pada biaya transportasi rata-rata menyumbang 6,5% dari pendapatan pasar dan 44% dari biaya logistik atau total 1/3 dari biaya logistik (Chang, 1998).



Gambar 2. 1 *Cost Ratio* dari Biaya Logistik (Chang, 1998)

Permasalahan lainnya adalah pemilihan rute dalam jaringan distribusi produk antara pusat industri dan distribusi Gudang atau antara distribusi gudang regional dan distribusi pengeluaran lokal (Benaissa et al., 2010)

2.4 Utilisasi Ruang (*Space*) Transportasi Logistik

Utilisasi berasal dari kata *utilization* yang berarti pemanfaatan dan penggunaan. Kemudian yang dimaksud dengan utilisasi dalam hal ini adalah pemanfaatan ruang atau volume *container* dari moda transportasi logistik dalam pemuatan material. Utilisasi juga dapat diartikan sebagai perbandingan antara kapasitas maksimum dengan total kapasitas yang digunakan (Terno et al., 2000). Artinya apabila suatu ruang dalam *container* mempunyai

kapasitas volume sebesar 50 m^3 namun hanya mampu dimanfaatkan sebesar 42 m^3 maka presentase utilisasi *container* tersebut sebesar 0,84 atau 84% saja.

Banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam menempatkan barang dan itu bukan hal yang mudah dikarenakan operator di lapangan harus mencoba coba mengatur posisi barang dan menggeser barang lainnya untuk mengoptimalkan ruang. Hal ini menyebabkan banyak waktu dan tenaga terbuang sehingga penghematan biaya akan sulit tercapai bahkan akan mengeluarkan biaya lebih (Chen, 1995). Salah satu jenis barang yang sering dimuat dalam pengiriman adalah jenis barang yang dikemas dalam palet-palet dan alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut palet-palet tersebut adalah *container*.

Palet sendiri merupakan suatu fondasi struktural beban unit yang memungkinkan penanganan dan efisiensi penyimpanan yang biasa digunakan dalam pengemasan dan pengiriman barang (Abdou & Elmasry, 1999). Palet-palet dan *container* tersebut berbentuk *rectangular box* (balok atau kubus). Agar pengepakan palet dengan berbagai ukuran dalam *container* dapat optimal maka perlu dilakukan perencanaan pemuatan untuk mengoptimalkan *space* atau ruang dalam *container* itu sendiri. Optimasi tersebut diharapkan mampu menghasilkan solusi konfigurasi palet yang melayang atau saling tumpang tindih (*over lapping*).

2.5 Software Cube-IQ

Penerapan *software* dalam melakukan perencanaan suatu penyusunan dalam aktivitas *loading* akan memudahkan pengguna mengeksplorasi berbagai kemungkinan yang dapat ditempuh tanpa mengeluarkan tenaga kerja, biaya, dan waktu yang lebih. Cube-IQ merupakan *software* yang dapat membantu dalam melakukan perencanaan aktivitas *loading* dengan baik dan teratur, dimana jika diterapkan pada aktivitas *loading* yang sebenarnya, maka akan mendekati hasil seperti apa yang diproses dalam sistem ini (Oktarina, 2010).

Cube-IQ merupakan suatu *software* berbasis sistem cerdas dengan mengoptimasikan berbagai kemungkinan dalam aktivitas *loading material* secara otomatis. Adapun cara kerja *software* ini sebenarnya berdasar dari konsep algoritma genetika. Dalam perkembangannya, algoritma genetika telah dibuktikan sebagai pendekatan efektif untuk memecahkan permasalahan optimasi (Mitsuo & Cheng, 1997). Karena dengan prinsip ini ada banyak peluang solusi dan dengan fungsi evaluasi yang disesuaikan dengan parameter tertentu bisa

diperoleh solusi paling optimal. Cube-IQ mempunyai mode operasi untuk *container loading*, *truck loading*, *paletization* dan *cartonization*. Terdapat berbagai kemungkinan bagi Cube-IQ dalam aktivitas *loading*, yaitu:

1. Menciptakan 3D diagram beban rencana dengan menggunakan aturan *loading (rules)* yang kompleks mencakup urutan *loading*, *partial loads*, dan pendistribusian beban.
2. Mengoptimalkan beban di bawah tumpukan secara menyeluruh, yang sesuai dengan aturan.
3. Menyimpan kasus *loading* secara lengkap.
4. Mendistribusikan instruksi *loading* dalam diagram 3D.

2.6 Metode Algoritma Genetika (GA)

Algoritma Genetik (GA) merupakan suatu metode heuristic untuk mencari solusi optimum dari suatu permasalahan dengan menggunakan mekanisme pencarian yang meniru proses evolusi biologis (Sutojo et al., 2011). Mekanisme yang digunakan merupakan kombinasi dari pencarian acak dan terstruktur. Dalam menyelesaikan penentuan kombinasi yang optimum, Algoritma Genetik berbeda dengan algoritma *heuristic* lainnya. Pada umumnya, metode *heuristic* mencari solusi optimum dengan menyusun kombinasi secara bertahap berdasarkan kriteria pemilihan dan terminasi iterasi yang tertentu. Solusi yang didapatkan hanya satu macam solusi saja.

Sebaliknya, Algoritma Genetik membuat suatu kode genetik dari kombinasi yang dimaksud, yang lebih dikenal sebagai istilah gen (*genotype*) yang selanjutnya disempurnakan dengan iterasi yang menyerupai proses alam dalam menurunkan sifat-sifat genetik. Karena itu, Algoritma Genetik tidak membutuhkan kriteria khusus yang dijumpai pada algoritma heuristic lain dalam menyaring kualitas solusi ataupun mengurangi waktu komputasi serta dapat menghasilkan beberapa alternatif solusi yang mempunyai nilai fungsi obyektif yang sama (Kusiak, 1992). Algoritma genetik memiliki struktur umum sebagai berikut:

1. Populasi: Istilah pada teknik pencarian yang dilakukan sekaligus atas sejumlah kemungkinan solusi dan merupakan kumpulan kromosom.
2. Gen: Variabel dasar yang membentuk suatu kromosom. Gen dapat bernilai biner, float, integer maupun karakter.

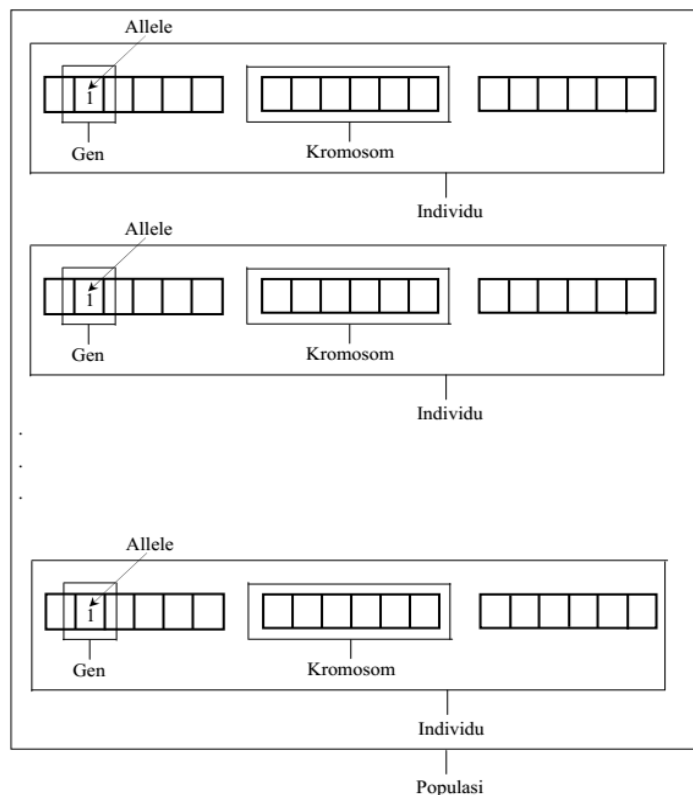
3. Kromosom: Individu yang terdapat dalam satu populasi dan merupakan gabungan gen - gen yang membentuk nilai tertentu.
4. Generasi Awal: Populasi awal dibangun secara acak sedangkan populasi selanjutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi dan menyatakan satu siklus proses evolusi atau satu iterasi di dalam algoritma genetik.
5. Fungsi *Fitness*: Alat ukur yang digunakan untuk proses evaluasi kromosom. Nilai *fitness* dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut.
6. *Offspring* (Anak): Anak (*offspring*) yang terbentuk dari gabungan dua kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk (*parent*) dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*).

Pada Algoritma Genetik terdapat tiga operator sederhana yaitu operator yang digunakan dalam rekombinasi individu-individu dalam menghasilkan *offspring* diantaranya adalah:

1. Seleksi (Reproduksi): Operator reproduksi memiliki beberapa metode seleksi diantaranya yaitu *roulettwheel*, *tournament selection* dan lain-lain. Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang memiliki *fitness* tinggi untuk melakukan reproduksi.
2. Penyilangan (*crossover*): Setelah populasi hasil reproduksi terbentuk, maka operator selanjutnya setelah reproduksi yaitu penyilangan. *Crossover* (penyilangan) dilakukan atas dua kromosom untuk menghasilkan kromosom anak (*offspring*). Kromosom anak yang terbentuk akan mewarisi sebagian sifat kromosom induknya. Metode *crossover* yang paling sering digunakan pada algoritma genetika sederhana dengan kromosom berbentuk string biner adalah penyilangan satu titik (*one-point crossover*), dan penyilangan banyak titik (*multi-point crossover*)
3. Mutasi: Pada mutasi dasarnya akan mengubah nilai dari suatu kromosom pada posisi tertentu. Ada satu parameter yang sangat penting yaitu peluang mutasi. Peluang mutasi menunjukkan presentasi jumlah total gen pada populasi yang akan mengalami mutasi.

Adapun mekanisme GA adalah sangat sederhana, yaitu hanya melibatkan penyalinan string dan pertukaran bagian *string*. Siklus pengembangbiakan GA diawali dengan pembuatan himpunan solusi yang dinamakan kromosom. Selama dalam sebuah generasi, kromosom-kromosom tersebut dievaluasi dengan rumus – rumus yang ada dalam fungsi

fitness (Sivanandan & Depa, 2000). Untuk mendapatkan suatu kromosom baru yang dapat dilakukan dengan menggabungkan dua induk dengan menggunakan operator *crossover* (pindah silang) atau dengan memodifikasi suatu kromosom dengan menggunakan operator mutasi. Dalam kedua operator GA tersebut dapat dilakukan evaluasi dengan menggunakan fungsi obyektif dan batasan – batasan fungsi kendala sehingga individu dengan solusi yang lebih baiklah yang dipilih. Sebelum dilakukan iterasi selanjutnya maka dilakukan seleksi sesuai fungsi *fitness* sehingga kromosom – kromosom yang fit saja yang diturunkan dan yang tidak fit dapat dihilangkan. Setelah beberapa generasi, algoritma akan konvergen pada kromosom yang terbaik (Tanujaya et al., 2011). Kromosom yang terbaik tersebutlah yang merupakan nilai optimum dari permasalahan.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Permasalahan dalam Algoritma Genetik (Randy & Sue, 1998)

Dasar dari algoritma genetika adalah individu dalam populasi bersaing untuk sumber daya dan pasangannya dengan melakukan reproduksi untuk memperoleh individu baru yang mempunyai gen lebih baik dari orang tuanya yang kemudian akan melalui proses genetik yaitu seleksi alam individu yang lebih kuat akan bertahan untuk mendapatkan

generasi yang lebih baik (Sutojo et al., 2011). Secara umum siklus dari algoritma genetika adalah:

1. Representasi Kromosom
2. Inisialisasi populasi awal
3. Menghitung nilai *fitness*
4. Proses reproduksi dengan *crossover* dan mutasi
5. Evaluasi
6. Seleksi untuk mendapatkan individu baru untuk generasi selanjutnya

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. XYZ Chemical tepatnya pada departemen logistik yang berkaitan dengan kegiatan pendistribusian *solid finish product* kepada *customer*. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data-data umum terkait dengan departemen logistik dengan melakukan wawancara kepada staff pegawai maupun melakukan observasi langsung di lapangan. Data umum yang dimaksud adalah jenis *trucking* atau jenis truk apa saja yang digunakan oleh perusahaan untuk mendistribusikan produk kepada *customer*. Selain itu data umum berikutnya mengenai logika perhitungan tarif biaya logistik perusahaan dari beberapa faktor serta mengenai jenis *packing* apa saja yang tersedia pada pengiriman *solid finish product*. Sedangkan data khusus yang dimaksud adalah sampel aktivitas pengiriman produk PVC resin perusahaan ke berbagai area tujuan *customer*. Setelah semua data yang dibutuhkan didapatkan, maka sebelum dilakukan pengolahan, data-data yang didapatkan sebelumnya dikonsultasikan dahulu pada staff departemen apakah data yang didapat bisa diambil dan digunakan untuk penelitian atau tidak. Jika lolos dari *information security* maka data yang didapatkan tadi dapat diolah dan digunakan lebih lanjut dalam penelitian.

Dari data yang didapatkan tadi, maka akan digunakan dalam penelitian untuk membuat model simulasi sebagai representasi dari aktivitas pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan dalam departemen logistik. Model yang dibuat sebelumnya akan divalidasi dahulu untuk memastikan jika model yang dibuat sudah sesuai dan valid hubungannya dengan aktivitas pengiriman perusahaan berdasarkan data sampel pengiriman yang diberikan oleh perusahaan. Jika model dinyatakan valid. Maka langkah berikutnya adalah membandingkan model dengan beberapa usulan yang lakukan dengan menggunakan bantuan *software* Cube IQ, mulai dari percobaan *load setup* kombinasi *packing* heterogen dalam 1 kargo, *load setup packing* homogen dalam 1 kargo, dan *load setup* dengan menggunakan data aktual yang didapatkan dari simulasi Cube-IQ. Perbandingan yang dimaksud adalah untuk membandingkan metode mana yang paling tepat bagi perusahaan dengan nilai *cost*

terendah. Dari perbandingan tersebut didapatkan jika percobaan *load setup* kombinasi *packing* heterogen dalam 1 kargo yang memiliki *cost* paling rendah namun kendala yang dialami adalah jika metode tersebut belum dapat diterapkan saat ini oleh perusahaan. Untuk dapat menerapkan metode tersebut perusahaan perlu mencari cara bagaimana produk dapat dikirim dengan murah dari *plant* ke masing-masing area distribusi *customer* dan sesuai dengan keinginan *customer*. Hal inilah yang akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian, yaitu penentuan titik pusat distribusi yang optimal dengan menggunakan metode Algoritma Genetik (GA).

3.2 Subyek dan Obyek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini adalah *section 1* departemen logistik PT. XYZ Chemical sebagai subjek yang diamati dan tempat dilaksanakannya penelitian ini. Sedangkan yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah aktivitas pengiriman dari departemen logistik perusahaan. Dalam hal ini aktivitas pengiriman menjadi obyek penting pengamatan dikarenakan keseluruhan data yang diperlukan pada penelitian ini bersangkutan dengan aktivitas pengiriman perusahaan ini kepada masing-masing area distribusi *customer*. Setiap *customer* memiliki kebutuhan pengiriman yang berbeda-beda terhadap produk yang dikirimkan terkait dengan jumlah kuantitas total pesanan dan presentase masing-masing *packing* produk PVC. Dari obyek yang diamati ini nantinya akan didapati output presentase masing-masing *packing* pengiriman tiap area distribusi, dan rata-rata total pengiriman yang dilakukan terhadap masing-masing area.

3.3 Variabel Penelitian

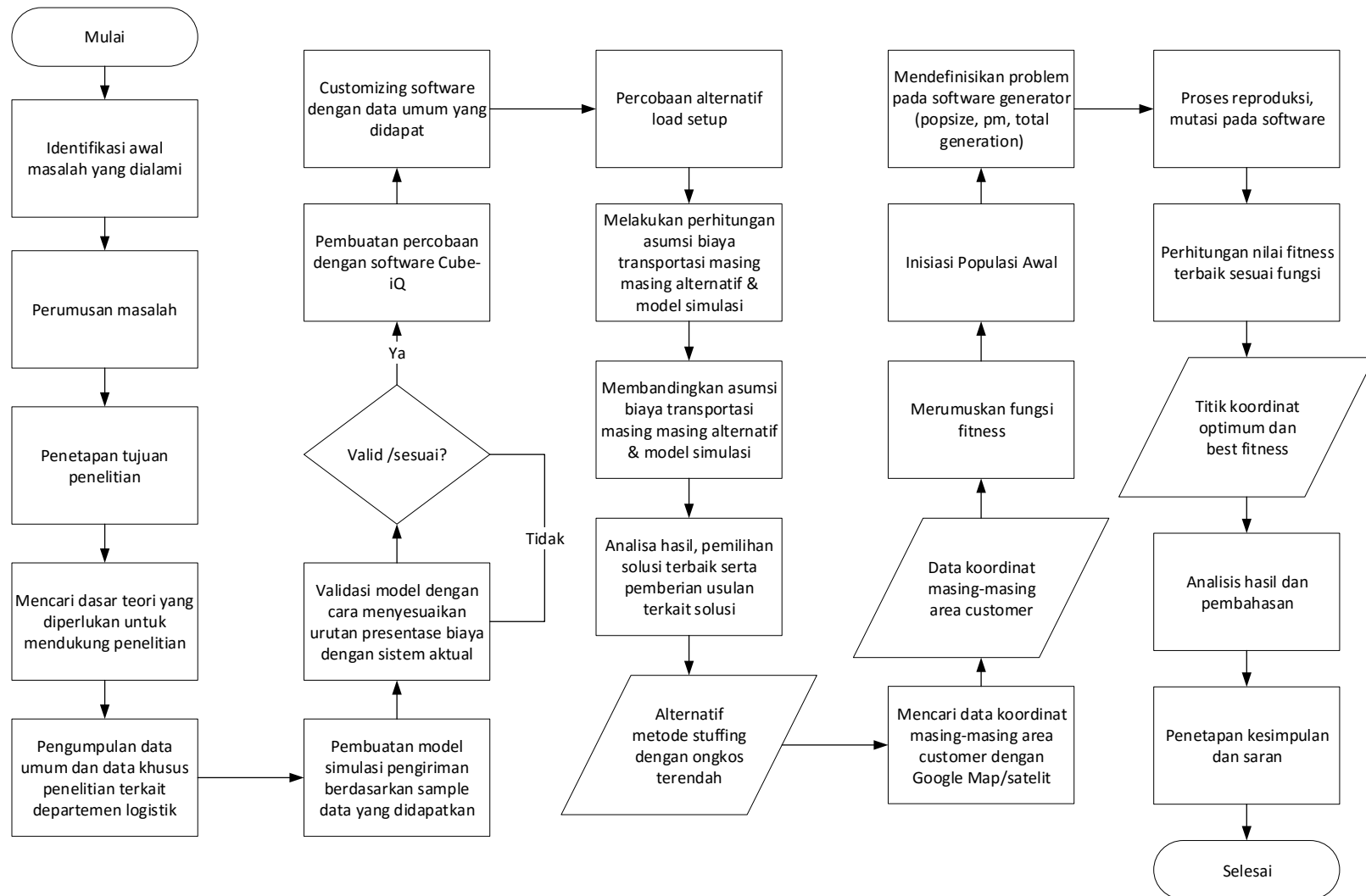
Variabel dalam penelitian ini adalah pengoptimalan ruang moda transportasi logistik PT. XYZ Chemical dan penentuan titik distribusi yang optimal terhadap besar biaya transportasi logistik yang dikeluarkan oleh pihak perusahaan. Dalam hal ini variabel bebas (*independent demand*) adalah metode *stuffing* yang tepat pada aktivitas pengiriman logistik, dan titik distribusi yang optimal sedangkan variabel terikatnya (*dependent demand*) adalah besar biaya transportasi yang dikeluarkan oleh pihak perusahaan dari aktivitas pengiriman logistik yang dilakukan.

Dalam penjelasan sebelumnya, variabel penelitian masih belum dijelaskan secara definisi operasional. Secara definisi operasional yang dimaksud dengan pengoptimalan ruang moda transportasi logistik PT. XYZ Chemical meliputi metode *load setup*, besarnya presentase utilisasi volume ruang *container* truk yang digunakan, tidak adanya *packing* produk yang tumpang tindih atau *overlapping* di dalam kargo, dan pemilihan variasi truk yang tepat untuk mengirim pesanan produk. Sedangkan penentuan titik distribusi yang optimal meliputi akses dengan pasar atau *customer*, rute atau jalur perjalanan pengiriman, dan ongkos transportasi per unit beban per kilometer antara kandidat lokasi fasilitas dengan lokasi pasar. Adapun besar biaya transportasi logistik yang dikeluarkan pihak perusahaan yang dimaksud adalah hubungan linear antara banyaknya jumlah armada transportasi logistik yang digunakan dengan besar biaya transportasi yang akan dikeluarkan oleh perusahaan. Semakin banyak truk yang dibutuhkan maka biaya transportasi logistik semakin besar. Selain itu jenis truk yang digunakan juga akan mempengaruhi komponen biaya. Semakin besar kapasitas volume maka semakin murah tarif yang dikeluarkan sebaliknya semakin kecil jenis volume truk yang digunakan tarif akan semakin mahal. Semakin optimal penempatan dan jumlah pusat distribusi maka biaya transportasi logistik dapat lebih diminimalisir.

Dalam variabel penelitian ini tentunya input atau output nantinya harus dapat diukur. Input yang dimaksud dalam hal ini adalah data-data umum dan khusus yang didapatkan sebelumnya terkait dengan aktivitas logistik seperti *rules* atau aturan yang berlaku dalam aktivitas *stuffing* produk, jenis-jenis *packing* yang tersedia pada pengiriman produk PVC resin, ukuran dimensi masing-masing *packing* produk, ukuran dimensi jenis-jenis truk yang digunakan, sampel data aktivitas logistik produk PVC resin dan koordinat masing-masing area distribusi customer. Pengukuran beberapa data-data yang digunakan untuk optimalisasi kargo seperti ukuran dimensi dapat dilakukan dengan menggunakan meteran sedangkan sampel data aktivitas logistik produk PVC resin didapatkan dari staff berdasarkan histori yang terjadi. Pada data koordinat lokasi masing-masing daerah (region) customer dapat diukur dan didapatkan dengan menggunakan bantuan Google Map. Output yang dimaksud dalam variabel penelitian ini adalah besarnya biaya transportasi logistik yang dikeluarkan oleh perusahaan yang dilakukan berdasarkan beberapa kemungkinan alternative metode aktivitas *stuffing* dan penentuan titik distribusi yang optimal pada aktivitas logistik yang dilakukan perusahaan. Pengukuran atau perhitungan besar biaya ini dapat dilakukan dengan

menggunakan bantuan software Microsoft Excel berdasarkan faktor-faktor / komponen biaya yang mempengaruhi seperti jumlah armada yang dibutuhkan, jenis truk yang digunakan, jarak atau rute pengiriman ke masing-masing area distribusi.

3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

Penjelasan *Flowchart*:

1. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi permasalahan apa yang sedang dialami oleh pihak perusahaan dengan cara melakukan observasi dan wawancara kepada staff perusahaan.
2. Setelah permasalahan didapatkan maka langkah selanjutnya adalah menentukan perumusan masalah dan tujuan dari penelitian.
3. Mencari tinjauan pustaka yang tepat untuk mendukung penelitian dan sebagai dasar teori dalam bertindak secara teoritis.
4. Setelah seluruh dasar teori cukup terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah mengumpulkan seluruh data-data yang dibutuhkan baik yang bersifat umum meliputi ruang lingkup departemen logistik perusahaan, cara *trucking* product, dan jenis *packing* produk. Data khusus yang dimaksud adalah *sample* aktivitas pengiriman perusahaan dan spesifikasi truk angkutan logistik dan ukuran dimensi masing-masing *packing* produk.
5. Langkah selanjutnya adalah pembuatan model simulasi untuk merepresentasikan data mentah dan kurang lengkap yang didapatkan sebelumnya dengan asumsi-asumsi berdasarkan pengamatan yang dilakukan. Model simulasi dibuat sebagai replika dari data aktivitas pengiriman perusahaan asli.
6. Setelah model jadi maka model harus divalidasi dulu untuk melihat apakah model sudah cukup mampu mewakili sistem aktual atau tidak sebelum membuat percobaan-percobaan lain. Jika valid maka penelitian bisa dilanjutkan, namun jika tidak maka model perlu diperbaiki.
7. Setelah itu maka tahapan selanjutnya adalah melakukan percobaan perencanaan aktivitas *stuffing* produk *paletize* dengan menggunakan bantuan *software* Cube-IQ. Sebelum menggunakan *software* ini, perlu adanya proses *customizing* terkait dengan container, produk, dan rules kegiatan *stuffing* berdasarkan data-data spesifikasi yang telah didapatkan sebelumnya dari pihak perusahaan.
8. Melakukan perhitungan asumsi biaya transportasi logistik tiap-tiap area pengiriman untuk seluruh alternatif percobaan dan juga model simulasi (sistem aktual).
9. Membandingkan asumsi biaya *transport* keseluruhan dan menentukan mana alternatif terbaik yang mampu menghasilkan *cost* terendah

10. Melakukan analisa dari percobaan yang dilakukan dan membahas hasil dari percobaan realitanya dengan keadaan sistem aktual perusahaan saat ini Mendapatkan alternative metode *stuffing* dengan biaya transportasi terendah.
11. Mencari data koordinat masing-masing area *customer* sebagai data input dalam perhitungan penentuan titik koordinat pusat distribusi pada metode Algoritma Genetik dengan menggunakan bantuan Google Map atau Google Satelite.
12. Membuat rumusan fungsi *fitness* sesuai dengan permasalahan kasus yang ingin diselesaikan. Dalam hal ini adalah minimasi biaya transportasi logistik dengan menentukan lokasi fasilitas distribusi paling optimum dengan memperhitungkan jarak dan total *demand* masing-masing *customer* berdasarkan jarak *Euclidean (Euclidean distance)*
13. Inisiasi populasi awal, dibentuk dari nilai *input* yang dibentuk secara *random*.
14. Mendefinisikan problem pada *software* sesuai dengan kebutuhan kasus yang ingin diselesaikan yaitu penentuan jenis fungsi tujuan (maksimasi/minimasi), ukuran populasi (*popsize*), peluang mutasi (*pm*), dan jumlah generasi yang diinginkan untuk mencapai hasil optimal.
15. Reproduksi, dilakukan dengan menggunakan operator reproduksi dan mutasi dengan menggunakan metode *two cut point crossover*, sedangkan mutasi menggunakan *random mutation hill climbing*.
16. Perhitungan nilai *fitness*, digunakan sebagai nilai pembanding pada kebaikan solusi tiap kromosom. Dalam hal ini nilai *fitness* paling minimum.
17. Setelah proses pada software selesai hingga total generasi yang diinginkan, maka akan didapatkan nilai koordinat (x,y) paling optimum dan nilai *fitness* terbaik sesuai dengan fungsi *fitness* yang telah didefinisikan sebelumnya.
18. Melakukan analisis terhadap hasil dari metode GA apakah sudah memenuhi ekspektasi atau belum dan mencoba memasukan koordinat yang didapat pada Google Map untuk mengetahui lokasi usulan.
19. Menghitung dan membandingkan total *cost* pengiriman logistik pada fasilitas distribusi
20. Penetapan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

PT. XYZ Chemical adalah perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) yang memproduksi beberapa jenis bahan kimia dasar untuk memenuhi kebutuhan perkembangan industri nasional (dalam negeri) agar dapat mengurangi ketergantungan pada produk impor.

Didirikan pada tanggal 8 September 1986 dengan nilai investasi awal sebesar US \$ 200 juta dengan lahan seluas 24 hektar, PT. XYZ diresmikan oleh presiden ke-II RI, Soeharto, pada tanggal 26 Agustus 1989. Sejak itu PT. XYZ secara bertahap telah melakukan pengembangan (ekspansi) beberapa kali yang menjadikan kapasitas produksinya berlipat ganda dan meningkatkan nilai investasinya sampai sebesar US \$ 535 juta dengan luas lahan menjadi lebih dari 90 hektar. Saat ini PT. XYZ adalah pabrik *Chlor Alkali-Vinyl Chloride* terpadu terbesar di Asia Tenggara.

Beberapa bahan kimia dasar yang diproduksi seperti *Caustic Soda* (NaOH), *Ethylene Dichloride* (EDC), *Vinyl Chloride Monomer* (VCM), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Hydrochloride Acid* (HCl) dan *Sodium Hypochlorite* (NaClO) banyak dimanfaatkan oleh kalangan industri hilir. Produk-produk ini merupakan bahan baku penting bagi sejumlah sektor industri di Indonesia.



Gambar 4. 1 Fasilitas *Plant* Perusahaan XYZ

4.2 Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data penelitian ini ada dua jenis data yang digunakan terkait dengan input penelitian. Jenis data yang digunakan yang pertama adalah data primer atau data yang didapatkan langsung dari pihak perusahaan saat melakukan observasi ke perusahaan langsung dan data sekunder atau data sampingan yang didapatkan dari referensi lain seperti buku, jurnal, atau bahkan institusi lain terkait dengan data-data yang tidak bisa didapatkan dari perusahaan karena alasan rahasia perusahaan yang tidak dapat diberikan pada pihak luar seperti penulis.

4.2.1 Data Sekunder

Pengumpulan seluruh data-data yang terkait dengan data umum dan khusus didapatkan dari hasil wawancara, kegiatan materi kelas dan pemberian langsung data-data yang dibutuhkan dalam bentuk print *hardcopy* untuk data yang dibutuhkan. Adapun jenis data yang bersifat umum dari perusahaan seperti ruang lingkup departemen logistik perusahaan, cara *trucking* product, dan jenis *packing* produk. Sedangkan data khusus yang dimaksud adalah spesifikasi truk angkutan logistik dan ukuran dimensi masing-masing *packing* produk. Khusus untuk informasi khusus yang didapatkan, seluruh data harus dikonsultasikan dahulu kepada pihak perusahaan terkait dengan *information security* atau data rahasia perusahaan agar tidak keluar kepada seseorang yang tidak berhak memiliki atau mengetahuinya. Setelah data yang ditulis dinyatakan lolos atau layak untuk dicantumkan dalam penelitian maka penelitian bisa dilanjutkan, jika tidak maka perlu adanya penghapusan data atau pergantian data dengan asumsi atau data sekunder saja. Contoh informasi khusus yang didapatkan dari pihak perusahaan adalah sampel aktivitas pengiriman departemen logistik untuk bulan Agustus 2016 - Januari 2017

Data-data *substitute* (data pengganti) dalam penelitian dikarenakan tidak didapatkannya data primer dari pihak perusahaan terkait data yang dibutuhkan karena adanya kebijakan perusahaan dalam menjaga rahasia perusahaan. Selain itu data sekunder juga digunakan untuk melengkapi data primer yang sudah terkumpul sebelumnya yang bersifat sampingan atau bisa didapatkan tanpa harus mengambil data langsung ke perusahaan seperti koordinat posisi plant perusahaan dan titik koordinat lokasi region dari customer dengan menggunakan bantuan Google *Satelite/maps*.

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini tidak sekedar menggantikan data primer yang tidak didapatkan dari perusahaan, tetapi harus sesuai atau mampu merepresentasikan data perusahaan walaupun tidak sama persis dengan keadaan asli atau sebenarnya. Misalnya seperti harga atau biaya setiap aktivitas logistik dari lokasi plant ke setiap daerah regional customer dengan menggunakan data yang didapatkan dari institusi lain seperti jasa ekspedisi JNE.

4.3 Data Terkumpul

4.3.1 Trucking Solid Product

Proses *trucking* untuk jenis produk *solid* memiliki aturan (*rules*) sendiri yaitu produk *flake caustic soda* (F-NaOH) tidak boleh disatukan dengan produk PVC resin dikarenakan sifat dari *flake caustic soda* sendiri yang bersifat higroskopis. Hal ini dilakukan untuk mencegah penurunan kualitas dari PVC yang dikirim. Ketika *bagging flake caustic* rusak/bolong dalam perjalanan, maka *flake caustic* dalam *bag* tersebut akan cair dan akan mencemari produk lain dalam *container* tersebut. Maka dari itu PT. XYZ tidak mengizinkan proses *trucking flake caustic* soda disatukan dengan PVC resin.

Adapun jenis-jenis truk yang digunakan untuk mengangkut pengiriman *solid finish product* ini sebagai berikut:

a. *Wingbox*

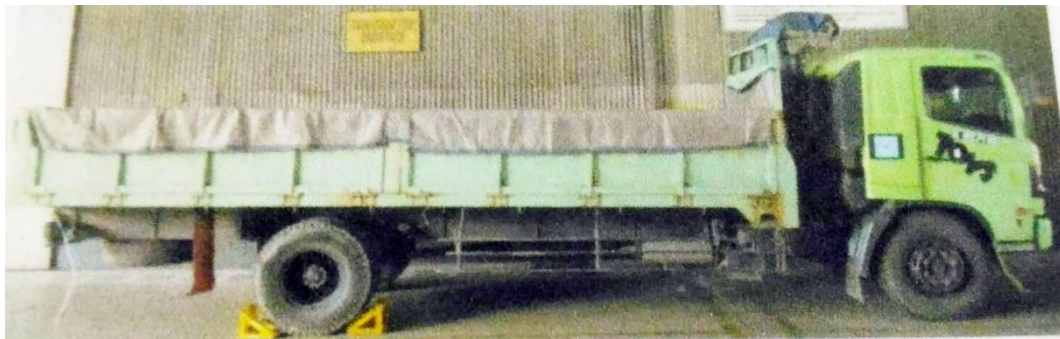


Gambar 4. 2 *Wingbox* Tampak Samping

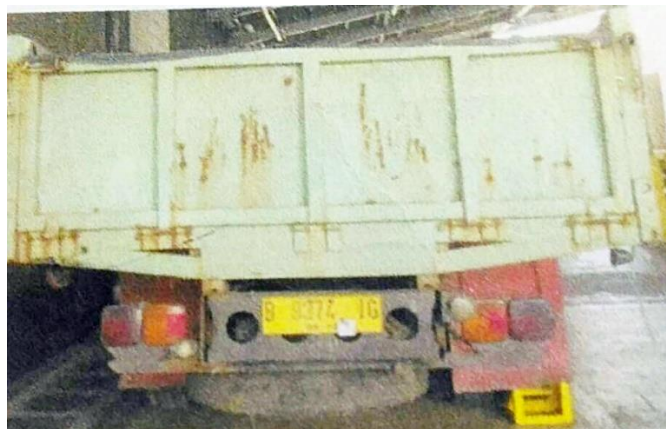


Gambar 4. 3 *Wingbox* Tampak Belakang

b. *Single* / Engkel



Gambar 4. 4 Engkel Tampak Samping



Gambar 4. 5 Engkel Tampak Belakang

c. Tronton



Gambar 4. 6 Tronton Tampak Samping



Gambar 4. 7 Tronton Tampak Belakang

d. Gandengan



Gambar 4. 8 Truk Gandeng Tampak Samping



Gambar 4. 9 Truk Gandeng Tampang Belakang

e. *Trailer*



Gambar 4. 10 *Trailer* Tampak Samping

f. *Silo Bulk Container – Trailer* (INTERBULK)



Gambar 4. 11 *Silo Bulk Container – Trailer*

g. *Cube Bulk Container – 20” Trailer (INTERBULK)*



Gambar 4. 12 *Cube Bulk – Container – 20” Trailer*

h. *Cube Paletize Container – 40” Trailer*



Gambar 4. 13 *Cube Paletize Container – 40” Trailer*

4.3.2 Tarif dan Area Transport (Solid Finnish Product)

Untuk tarif transportasi logistik PT. XYZ sendiri ditentukan dari 2 komponen biaya. Komponen biaya pertama yaitu dari jenis truk yang digunakan untuk mengangkut produk kepada *customer*. Semakin kecil kapasitas truk yang digunakan untuk mengirim produk maka tarif transport akan semakin besar. Sebaliknya jika kapasitas muatan truk yang digunakan besar maka tarif transport akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan perhitungan Rp/Kg truk kapasitas muatan kecil lebih besar dibandingkan dengan truk dengan kapasitas muatan besar. Berikut ini merupakan penggolongan tarif transport berdasarkan kapasitas muatannya.

Tabel 4. 1 Penggolongan Tarif Transport Berdasarkan Kapasitas Muatan

Tarif transport	Kapasitas muatan (ton)
Single	0 - 15
D ₂₀	15,.. - 24
D ₂₅	25 - 30
Trailer	>= 40

Berdasarkan perhitungan PT. XYZ mengenai perbandingan Rp/Kg didapatkan perbandingan harga sebagai berikut:

$$S > D_{20} > D_{25} > Trailer$$

Selain dari komponen jenis truk yang digunakan, komponen lainnya yaitu berdasarkan jarak tempuh pengiriman. Semakin jauh jarak pengiriman maka tarif transport akan semakin mahal, sebaliknya jika jarak pengiriman tergolong dekat maka tarif transport akan lebih murah. Berdasarkan 2 komponen biaya tersebut maka logika biaya transportasi logistik dapat digambarkan oleh gambar berikut

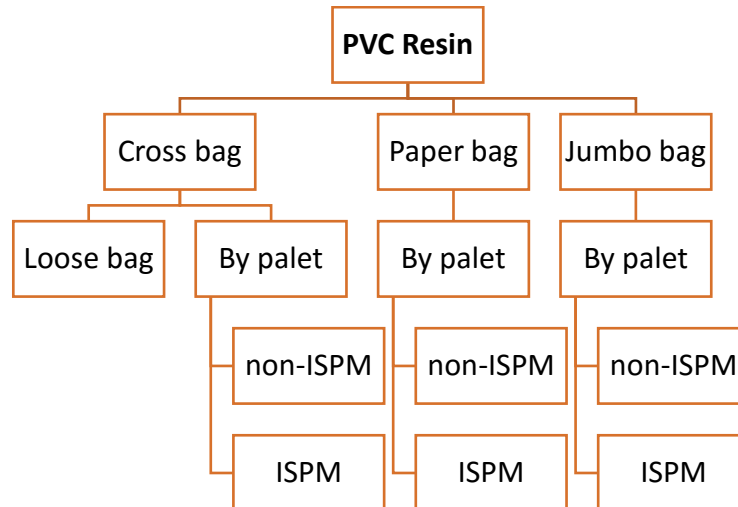
Area	Single	D20	D25	Trailer	
Anyer - CLG					Murah
Anyer - SER					
Anyer - TGR					
Anyer - JKT					
Anyer - CKR					
.					
.					
.					
.					
Anyer - SBY					
	Mahal			Optimal	

Gambar 4. 14 Logika Biaya Transportasi Logistik PT. XYZ

Dari gambar di atas didapatkan, semakin jauh jarak pengiriman maka seharusnya kapasitas muatan truk juga haruslah lebih besar dibandingkan dengan pengiriman dengan jarak yang tergolong dekat. Dari logika tarif transport logistik ini akan mempengaruhi area penggunaan jenis truk berdasarkan daerah tujuan pengiriman.

4.3.3 Jenis Packing Produk PVC Resin

Produk PVC merupakan produk PT. XYZ yang paling banyak memiliki jenis *packing*. Selain dikarenakan jenis (*grade*) produk ini yang beraneka ragam, produk PVC ini merupakan produk yang paling ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan sehingga memungkinkan banyak jenis *packing* untuk produk ini. Berikut ini merupakan jenis-jenis *packing* PVC resin pada PT. XYZ.



Gambar 4. 15 Bagan Packing PVC Resin

ISPM (*International Standards for Phytosanitary Measures*) merupakan suatu ketentuan yang dicanangkan oleh PBB yang mengatur tentang standar kesehatan tumbuhan dalam perdagangan internasional, dimana diantaranya khusus mengatur tentang penggunaan kemasan kayu sebagai media pembawa komoditi. ISPM ini juga sebagai indikator mutu palet yang terjamin khususnya dalam aktivitas ekspor.

a. *Cross Bag*

Pada jenis *packing* ini, bentuk *bag* untuk keperluan *packing* hampir sama dengan bentuk *packing* pada produk *flake caustic soda*, hanya saja untuk produk PVC resin terdiri dari beberapa warna *packing* yang berbeda untuk mendikasi jenis-jenis *grade* yang tersedia tidak hanya satu warna seperti *packing* pada produk *flake caustic soda*.



Gambar 4. 16 *Packing Cross Bag-Loose Bag* PVC Resin



Gambar 4. 17 *Packing Cross Bag-By Palet* PVC Resin

a. *Paper Bag*

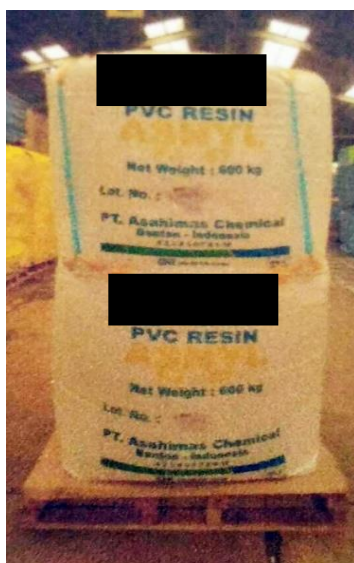
Pada jenis *packing paper bag*, jenis pengiriman yang tersedia hanya pengiriman dengan menggunakan palet (*by palet*). Hal ini dikarenakan karakteristik *packing* yang mudah rusak / koyak sehingga tidak memungkinkan produk dikirim dengan pengiriman jenis *loose bag* untuk menghindari produk rusak dan tercecer dalam perjalanan pengiriman jika terjadi guncangan.



Gambar 4. 18 *Packing Paper Bag* PVC Resin

b. *Jumbo Bag*

Pada jenis packing ini, jenis pengiriman yang tersedia hanya pengiriman menggunakan palet (*by palet*). Hal ini dikarenakan bukan karena karakteristik *packing / bag* yang mudah rusak. Melainkan bobot dari packing ini yang terlalu berat untuk diangkat manual oleh manusia. Sebenarnya bukan tidak mungkin beberapa orang dapat mengangkat jenis *packing* ini, namun hal ini dipertimbangkan kembali untuk keefisienan waktu *loading* dan tenaga yang dibutuhkan, apalagi dalam jumlah kuantitas besar.



Gambar 4. 19 Packing Jumbo Bag PVC

4.3.4 Sampel Aktivitas Pengiriman PVC Resin per Area (periode Agustus 2016 - Januari 2017)

Tabel 4. 2 Sampel Aktivitas Pengiriman PVC Resin/area

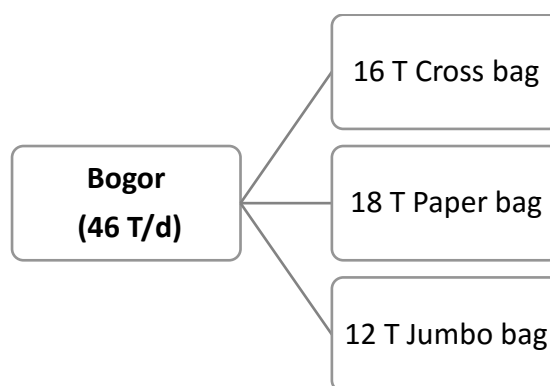
Dari	Route Tujuan	Rataan Pengiriman (ton)		Alokasi Pengiriman (%)		Area Distribusi
		/bln	/hari			
Anyer	Bogor	1380	46	0.092	9.2	Jabotabek & Jabar
Anyer	Bekasi	69	2	0.005	0.5	Jabotabek & Jabar
Anyer	Cibitung*	5037	168	0.336	33.6	Jabotabek & Jabar
Anyer	Cikarang	897	30	0.060	6.0	Jabotabek & Jabar
Anyer	Gresik	1242	41	0.083	8.3	Jawa Timur
Anyer	Jakarta Barat & Selatan	690	23	0.046	4.6	Jabotabek & Jabar
Anyer	Jakarta Timur & Utara	62	2	0.004	0.4	Jabotabek & Jabar
Anyer	Karawang	157	5	0.010	1.0	Jabotabek & Jabar
Anyer	Lamongan	110	4	0.007	0.7	Jawa Timur

Dari	Route Tujuan	Rataan Pengiriman (ton)		Alokasi Pengiriman (%)		Area Distribusi
		/bln	/hari			
Anyer	Mojokerto	600	20	0.040	4.0	Jawa Timur
Anyer	Pandaan	21	1	0.001	0.1	Jawa Timur
Anyer	Pasuruan	304	10	0.020	2.0	Jawa Timur
Anyer	Surabaya	683	23	0.046	4.6	Jawa Timur
Anyer	Sidoarjo	1007	34	0.067	6.7	Jawa Timur
Anyer	Semarang	1311	44	0.087	8.7	Jawa Tengah
Anyer	Tangerang	1242	41	0.083	8.3	Banten
Anyer	Yogyakarta	186	6	0.012	1.2	Jawa Tengah
Total		15000	500	1	100	

*50 T Cibitung dikirim dalam bentuk bulk (curah)
* Quantity <= 10 T merupakan pengiriman loose bag (Packing CB)

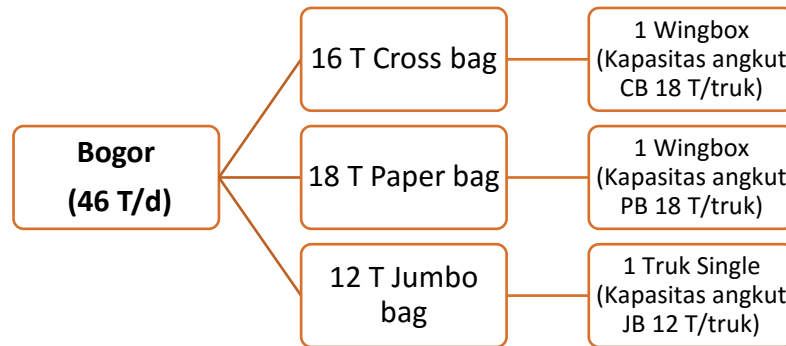
4.3.5 Detail Pengiriman PVC Resin by Palete Harian per Area

1. Bogor (Jabodetabek + Jabar)



Gambar 4. 20 Pengiriman Bogor

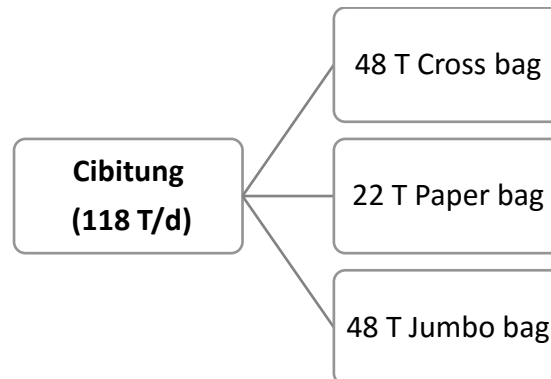
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Bogor presentase kebutuhan PVC resin adalah 35% untuk *packing* CB, 39% untuk *packing* PB, dan 26% untuk permintaan *packing* JB. Sehingga didapatkan bagan yang seperti pada gambar 4.20. Dari pengiriman tersebut, model *trucking* untuk pengiriman area Bogor seperti pada gambar 4.21 berdasarkan data spesifikasi truk yang diberikan.



Gambar 4. 21 *Trucking* Pengiriman Bogor

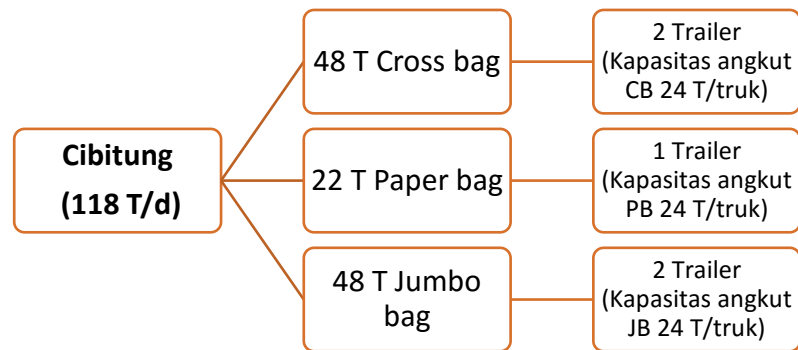
Total penggunaan truk = 3 buah

2. Cibitung (Jabodetabek + Jabar)



Gambar 4. 22 Pengiriman Cibitung

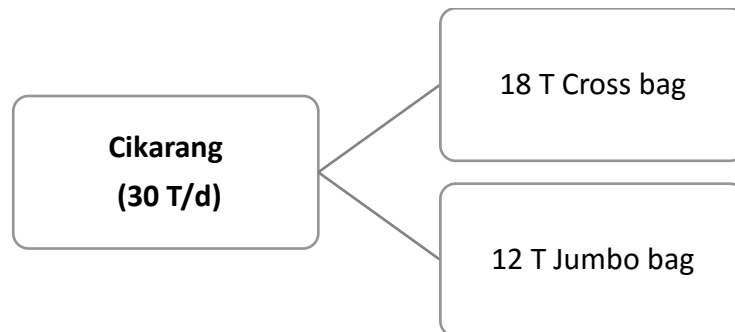
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Cibitung adalah 41% untuk *packing* CB, 18% untuk *packing* PB dan 41% untuk permintaan *packing* JB sehingga didapatkan bagan pengiriman seperti pada gambar 4.22. Dari pengiriman tersebut, model *trucking* untuk pengiriman area Cibitung seperti pada gambar 4.23 sesuai dengan data spesifikasi truk yang diberikan.



Gambar 4. 23 *Trucking* Pengiriman Cibitung

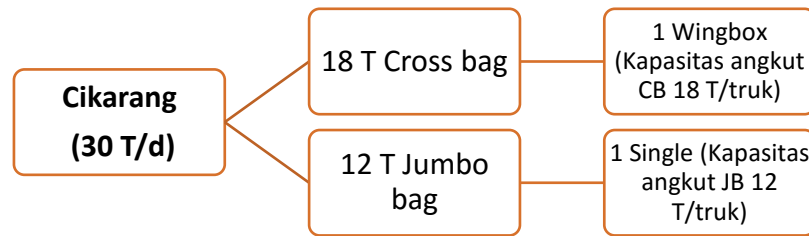
Total penggunaan truk = 5 buah

3. Cikarang (Jabotabek + Jabar)



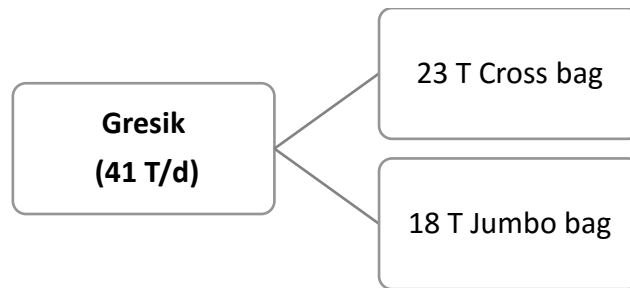
Gambar 4. 24 Pengiriman Cikarang

Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area pengiriman Cikarang adalah 60% dalam bentuk *packing* CB dan 40% dalam bentuk *packing* JB seperti pada bagan pengiriman pada gambar 4.24 di atas. Dari pengiriman tersebut kebutuhan truk untuk pengiriman sesuai dengan data spesifikasi truk yang diberikan seperti pada gambar berikut ini.

Gambar 4. 25 *Trucking* Pengiriman Cikarang

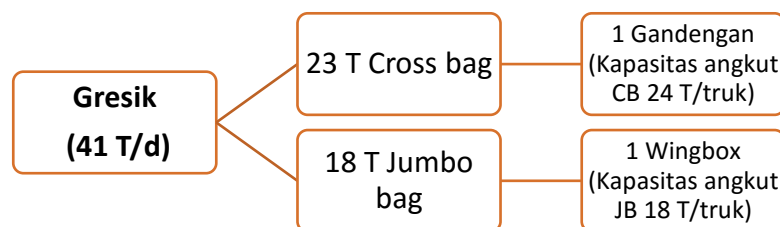
Total penggunaan truk = 2 buah

4. Gresik (Jawa Timur)



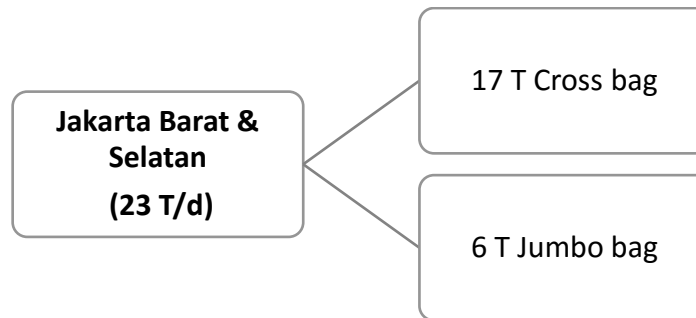
Gambar 4. 26 Pengiriman Gresik

Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Gresik adalah 56% untuk *packing* CB dan 44% untuk *packing* JB seperti pada bagan pengiriman yang dilakukan pada gambar 4.26. Dari pengiriman tersebut, model *trucking* untuk pengiriman area Gresik seperti pada gambar berikut ini.

Gambar 4. 27 *Trucking* Pengiriman Gresik

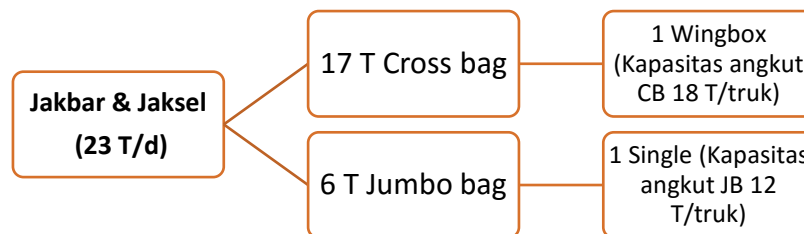
Total penggunaan truk = 2 buah.

5. Jakarta Barat & Selatan (Jabodetabek + Jabar)



Gambar 4. 28 Pengiriman Jakarta Barat & Selatan

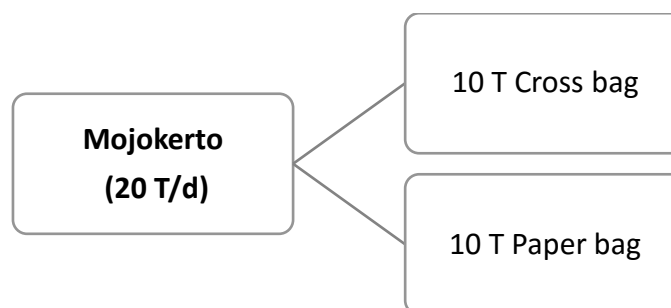
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Jakbar & Jaksel adalah 74% untuk *packing* CB dan 26% untuk *packing* JB sesuai dengan bagan pengiriman pada gambar 4.28. Dari pengiriman tersebut didapatkan model *trucking* / kebutuhan truk seperti pada gambar berikut sesuai dengan data spesifikasi truk yang diberikan.



Gambar 4. 29 *Trucking* Pengiriman Jakarta Barat & Selatan

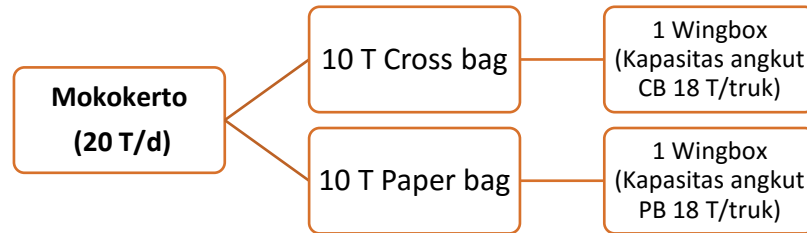
Total penggunaan truk = 2 buah

6. Mojokerto (Jatim)



Gambar 4. 30 Pengiriman Mojokerto

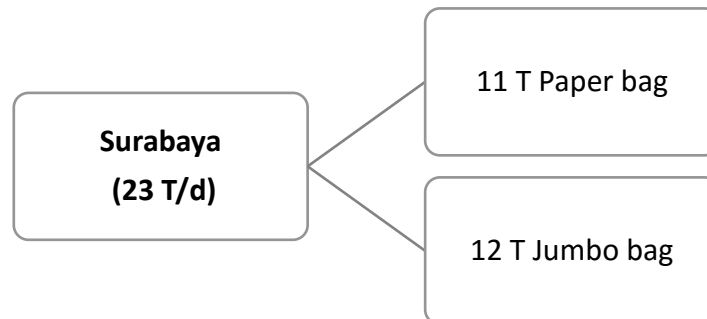
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Mojokerto didapatkan presentase 50% untuk *packing* CB dan 50% untuk *packing* JB sesuai dengan bagan pengiriman yang dibuat pada gambar 4.30. Dari pengiriman tersebut didapatkan model *trucking* / kebutuhan truk logistik seperti pada gambar 4.31 sesuai dengan data spesifikasi truk yang diberikan.



Gambar 4. 31 *Trucking* Pengiriman Mojokerto

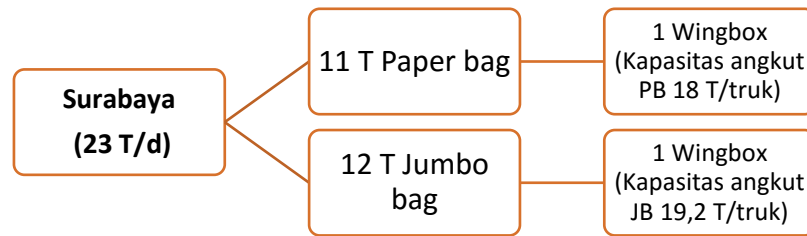
Total penggunaan truk = 2 buah

7. Surabaya (Jawa Timur)



Gambar 4. 32 Pengiriman Surabaya

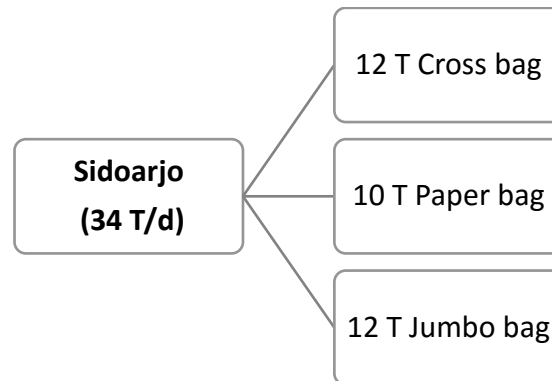
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Surabaya adalah 48% untuk *packing* PB dan 52% untuk *packing* JB sesuai dengan bagan yang dibuat pada gambar 4.32. Dari pengiriman tersebut didapatkan model *trucking* / penentuan kebutuhan truk sesuai dengan data spesifikasi truk sesuai dengan data yang diberikan seperti pada bagan berikut ini.



Gambar 4. 33 *Trucking* Pengiriman Surabaya

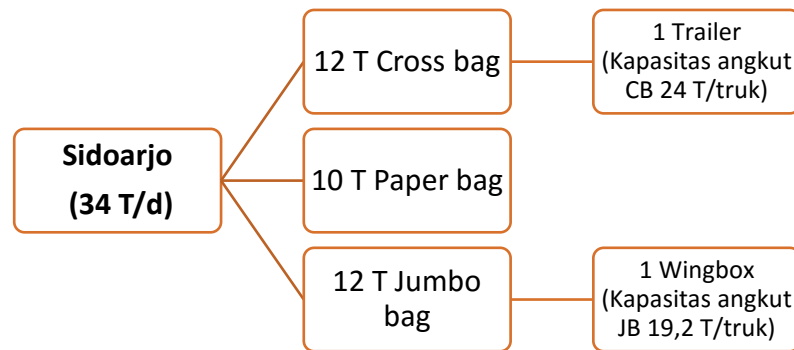
Total penggunaan truk = 2 buah

8. Sidoarjo (Jawa Timur)



Gambar 4. 34 Pengiriman Sidoarjo

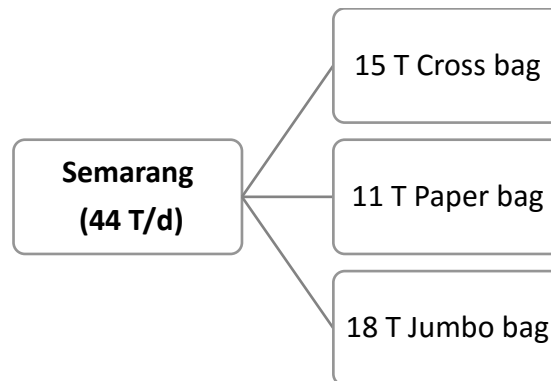
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Sidoarjo didapatkan kebutuhan produk PVC resin adalah 35% untuk *packing* CB, 30% untuk *packing* PB, dan 35% untuk *packing* JB sesuai dengan bagan pada gambar 4.34. Dari kebutuhan pengiriman sesuai bagan tersebut maka kebutuhan truk sesuai dengan data spesifikasi truk yang diberikan seperti pada bagan berikut ini.



Gambar 4. 35 *Trucking* Pengiriman Sidoarjo

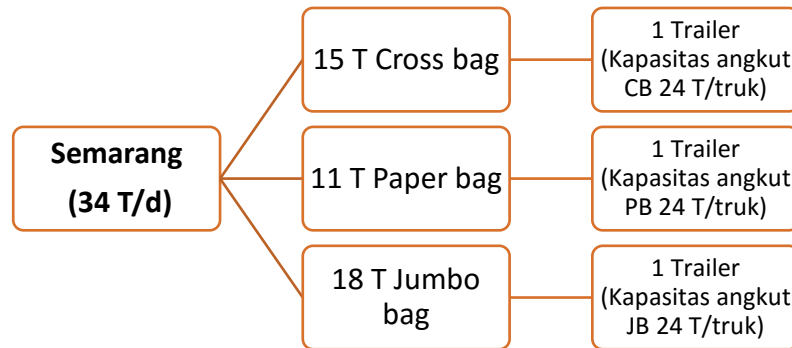
Total penggunaan truk = 2 buah

9. Semarang (Jawa Tengah)



Gambar 4. 36 Pengiriman Semarang

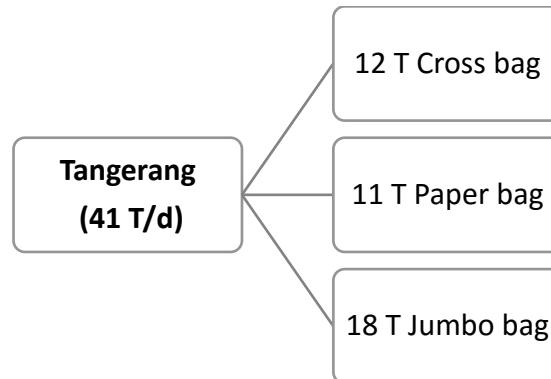
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Semarang adalah sebesar 34% untuk *packing* CB, 25% untuk *packing* PB, dan 41% untuk *packing* JB. Dari bagan pengiriman yang dibuat tersebut didapatkan model *trucking* / kebutuhan truk untuk mengirim seluruh pesanan di area Semarang berdasarkan data spesifikasi truk yang diberikan seperti pada bagan berikut ini.



Gambar 4. 37 Trucking Pengiriman Sidoarjo

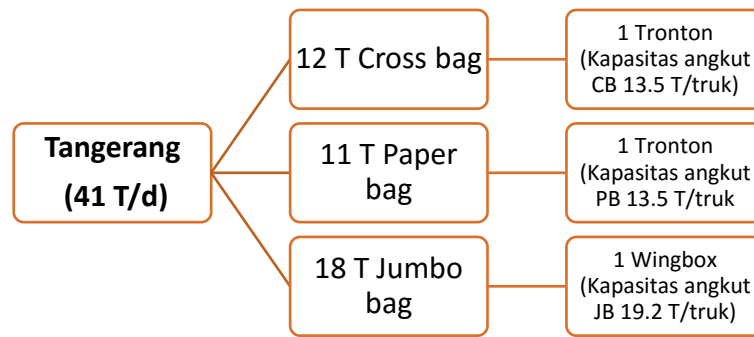
Total penggunaan truk = 3 buah

10. Tangerang (Banten)



Gambar 4. 38 Model Pengiriman Semarang

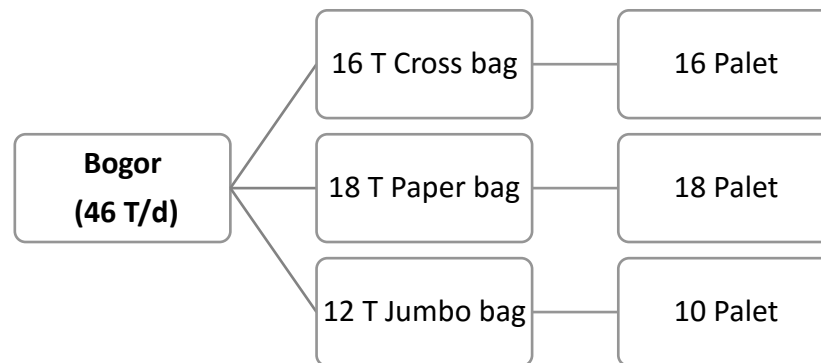
Berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan, pada pengiriman untuk area Tangerang, didapatkan sebesar 29% untuk *packing* CB, 27% untuk *packing* PB dan 44% untuk *packing* JB seperti pada bagan pengiriman yang dibuat pada gambar 4.38. Dari bagan pengiriman tersebut, kebutuhan truk untuk keperluan pengiriman sesuai dengan data spesifikasi truk yang diberikan adalah seperti pada gambar 4.39 berikut.

Gambar 4. 39 Model *Trucking* Pengiriman Sidoarjo

Total penggunaan truk = 3 buah

4.4 Percobaan *Load Setup* dengan Cube-IQ (Usulan Kombinasi *Packing* Berbeda PVC Resin by Palet dalam 1 Kargo)

1. Bogor



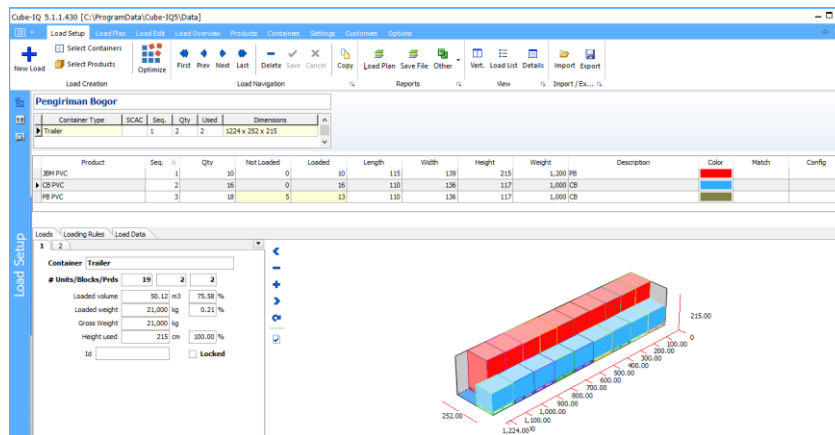
Gambar 4. 40 Pengiriman Bogor

Dikarenakan akan memuat total 44 palet dengan 2 jenis dimensi berbeda maka pemilihan truk dihitung dari total volume produk yang akan diangkut untuk memaksimalkan ruang yang ada dalam *container* / truk.

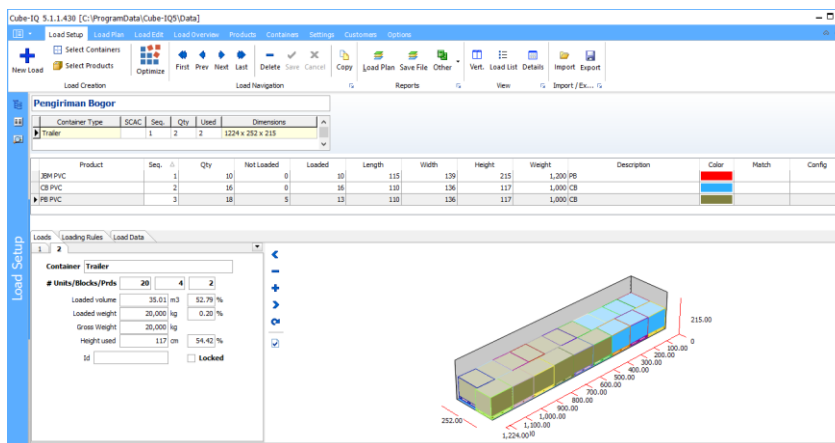
Tabel 4. 3 Perhitungan Kebutuhan Volume *Container* Pengiriman Bogor

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
16	CB PVC	1.75032	28.00512
18	PB PVC	1.75032	31.50576
10	JBM PVC	3.436775	34.36775
Total Volume dibutuhkan			93.87863

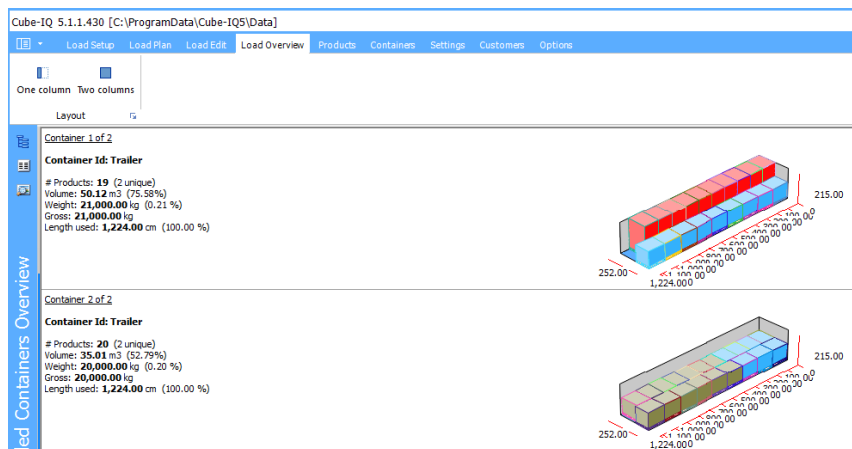
Dari total volume yang dibutuhkan untuk mengangkut seluruh produk di atas, maka pemilihan truk yang diusulkan adalah 2 truk trailer dengan utilisasi sebagai berikut.



Gambar 4. 41 Utilisasi Trailer 1



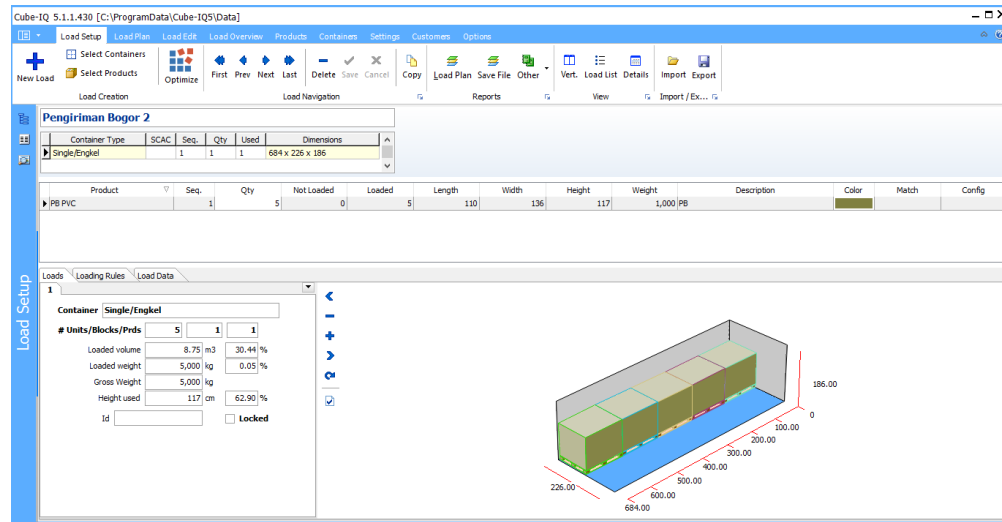
Gambar 4. 42 Utilisasi Trailer 2



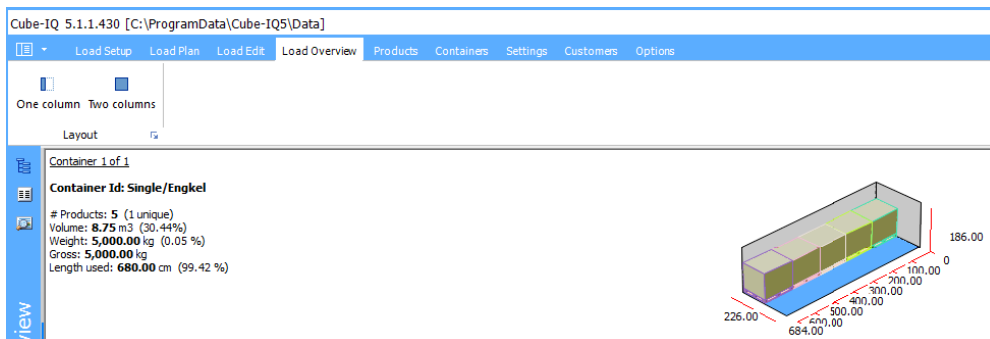
Gambar 4. 43 Load Overview Trailer yang Digunakan

Dari hasil perbaikan yang dilakukan menggunakan 2 trailer masih terdapat total 6 produk *not loaded* (belum dimuat) dan dari data overview di atas dapat diketahui jika utilisasi volume *trailer 1* sebesar 75.58% (50.12 m³) dan *trailer 2* sebesar 52.79% (35.01 m³) dengan akumulasi total kebutuhan produk yang berhasil diangkut sebesar 85.13 m³.

Hasil tersebut masih kurang dari total kebutuhan seharusnya yaitu 93.88 m³ atau kurang 8.75 m³ lagi sehingga perlu adanya penambahan truk lagi untuk mengangkut sisa produk yang belum termuat. Dikarenakan sisa muatan yang belum termuat berjumlah sedikit, maka pemilihan truk yang akan digunakan adalah truk *single*/engkel dengan utilisasi sebagai berikut:



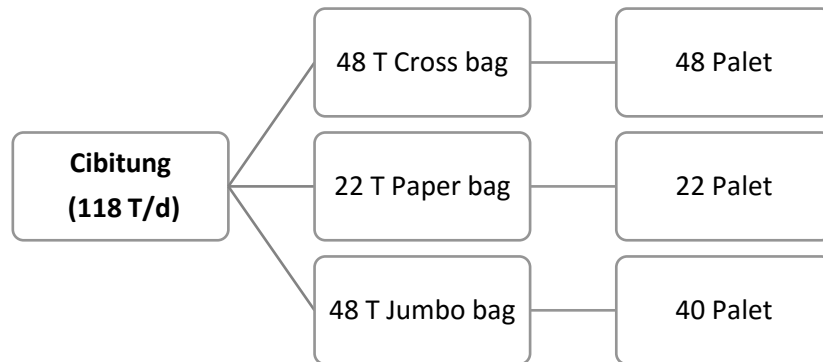
Gambar 4. 44 Utilisasi Truk *Single*



Gambar 4. 45 *Load Overview* Truk *Single*

Dari percobaan optimasi ini didapatkan pemilihan truk untuk pengiriman area Bogor yaitu 2 *trailer* dan 1 truk *single*.

2. Cibitung

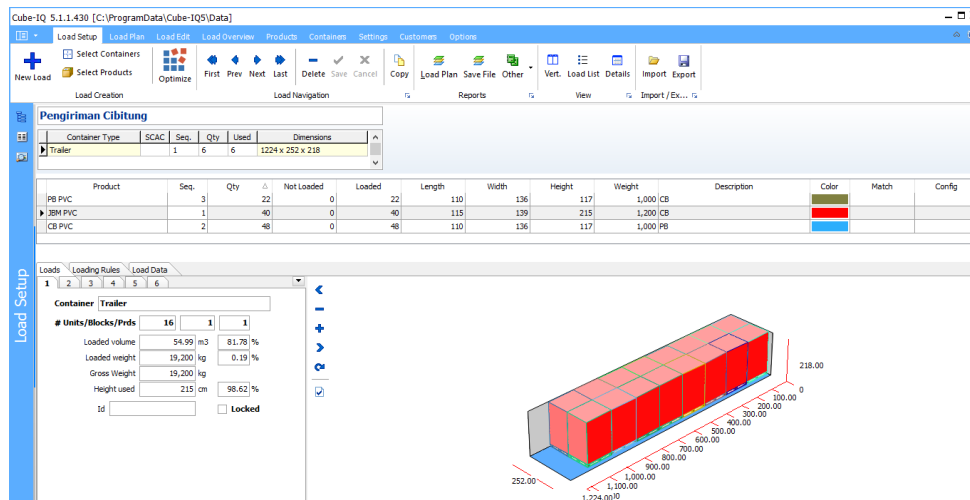


Gambar 4. 46 Pengiriman Cibitung

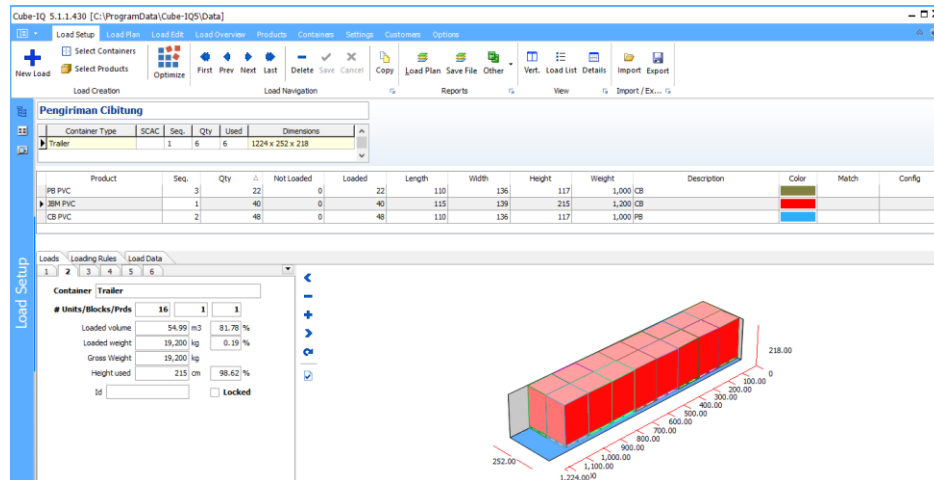
Tabel 4. 4 Perhitungan Kebutuhan Volume *Container* Pengiriman Cibitung

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
48	CB PVC	1.75032	84.01536
22	PB PVC	1.75032	38.50704
48	JBM PVC	3.436775	164.9652
Total Volume dibutuhkan			287.4876

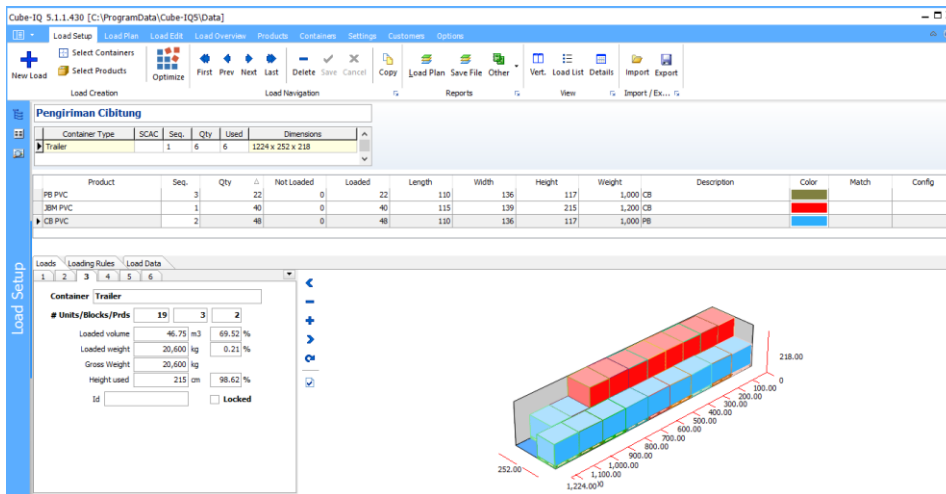
Dari data kebutuhan volume di atas maka pemilihan jenis truk adalah dengan penggunaan 6 *trailer* untuk memuat seluruh produk. Berikut ini adalah hasil utilisasi ke 6 truk *trailer* yang digunakan



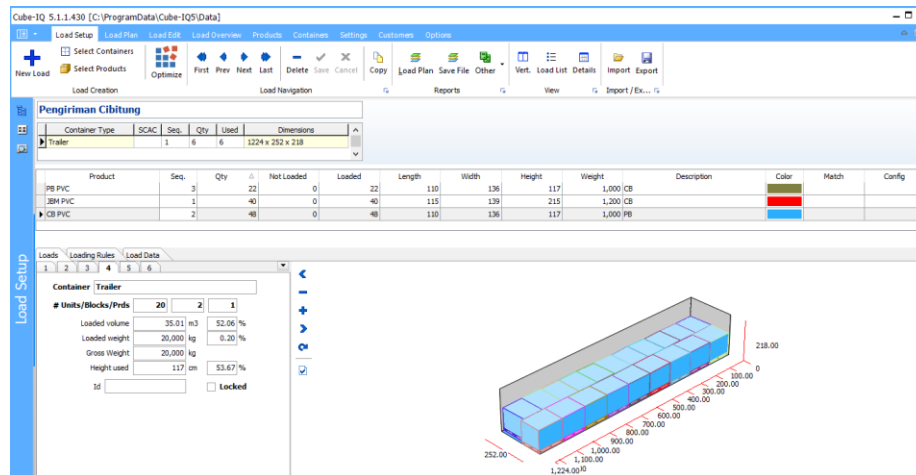
Gambar 4. 47 Utilisasi *Trailer* 1



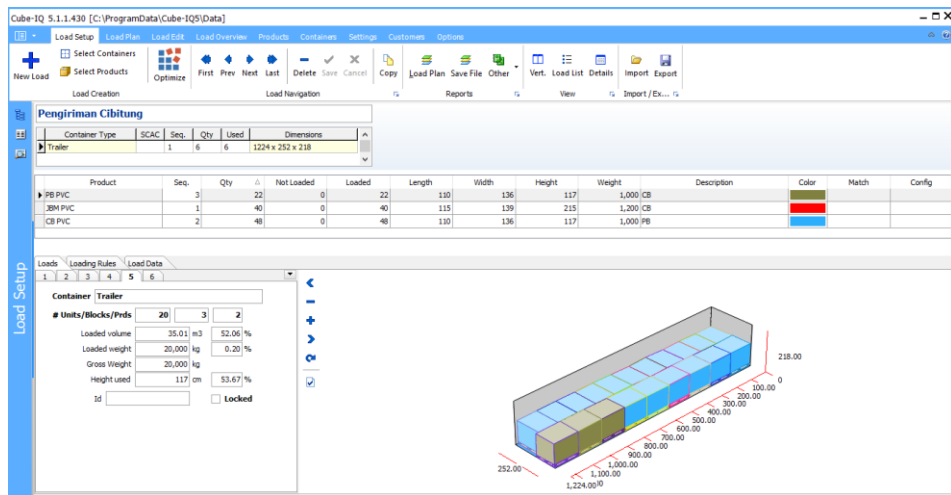
Gambar 4. 48 Utilisasi Trailer 2



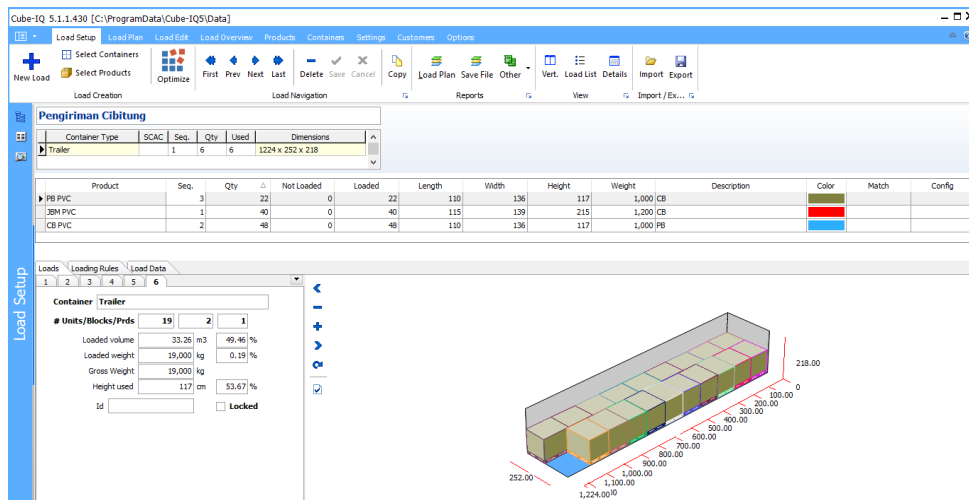
Gambar 4. 49 Utilisasi Trailer 3



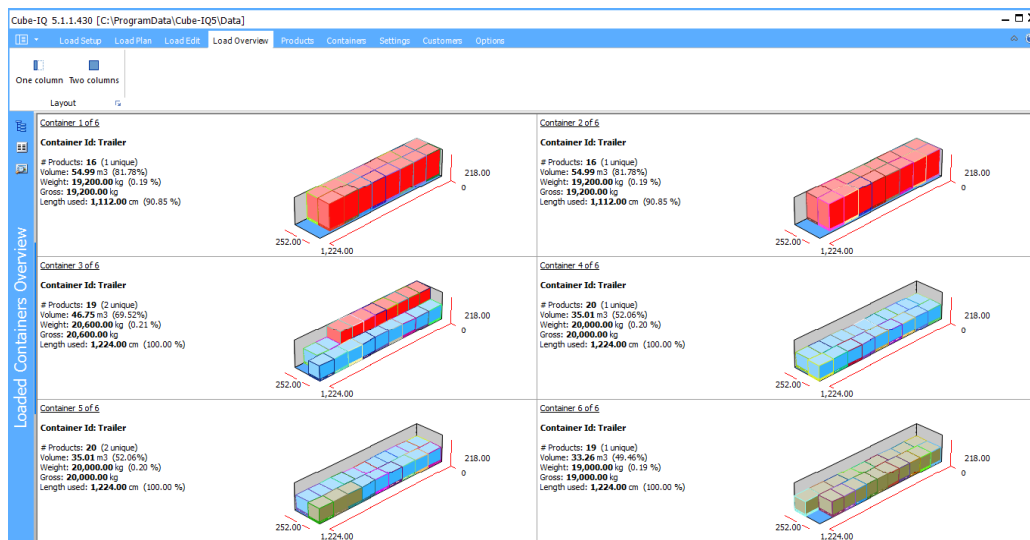
Gambar 4. 50 Utilisasi Trailer 4



Gambar 4. 51 Utilisasi Trailer 5



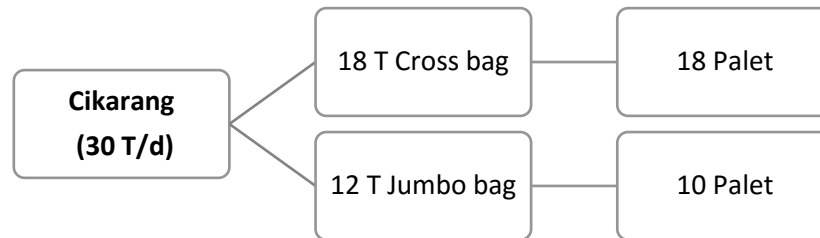
Gambar 4. 52 Utilisasi Trailer 6



Gambar 4. 53 Load Overview Trailer yang Digunakan

Dari data *load overview* di atas, semua produk berhasil diangkut dengan menggunakan 6 trailer dengan presentase utilisasi volume masing-masing *trailer* 52% - 82%.

3. Cikarang

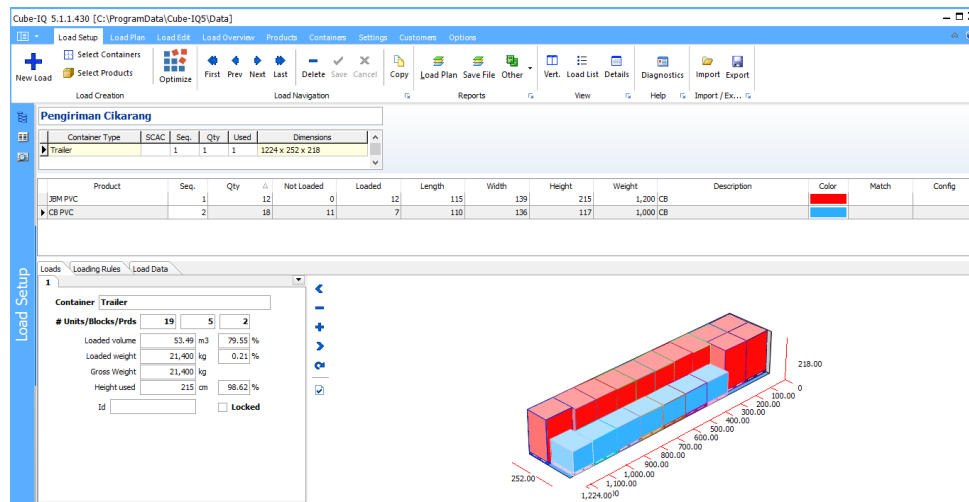


Gambar 4. 54 Pengiriman Cikarang

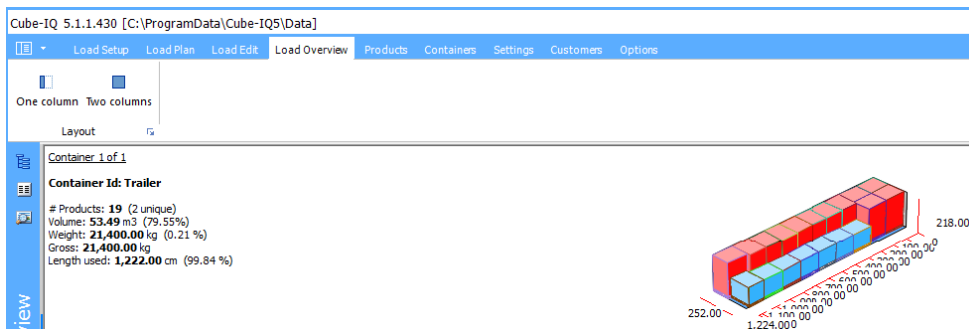
Tabel 4. 5 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Cikarang

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
18	CB PVC	1.75032	31.50576
10	JBM PVC	3.436775	34.36775
Total Volume dibutuhkan			65.87351

Dari total kebutuhan volume untuk pengiriman di atas (28 palet) dari ukuran dimensi berbeda, maka jenis truk awal yang dipilih adalah sebuah truk trailer untuk memuat seluruh produk tersebut, kekurangan selanjutnya akan direncanakan kembali dari total produk yang belum dimuat (*product unloaded*). Berikut adalah perbaikan utilisasinya.

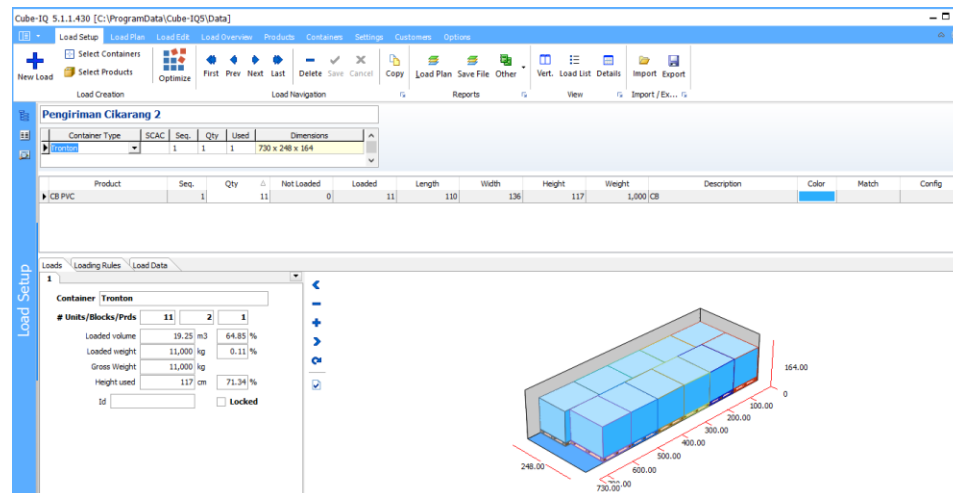


Gambar 4. 55 Utilisasi Trailer

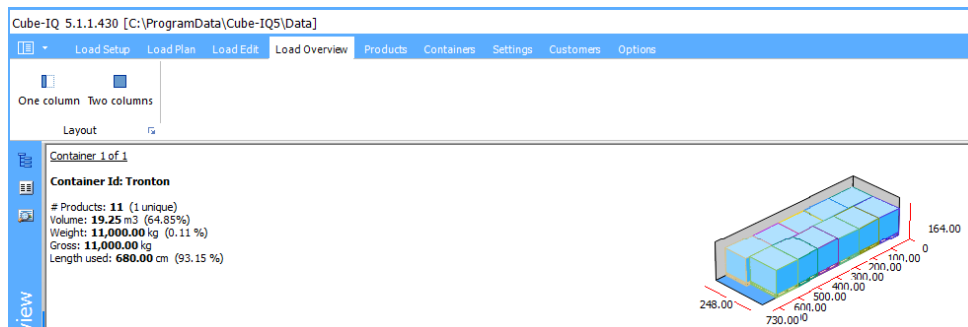


Gambar 4. 56 Load Overview Trailer

Dari data *load overview* di atas diketahui presentase utilisasi volume *trailer* sebesar 79.55% (53.49 m³) kurang dari total volume yang dibutuhkan yaitu 65.87% dengan sisa volume produk yang belum termuat sebesar 12.38 m³ atau total 11 CB PVC. Maka dari itu untuk memuat kekurangan produk tersebut akan dibutuhkan sebuah truk tronton. Berikut ini adalah utilisasi dari truk tronton



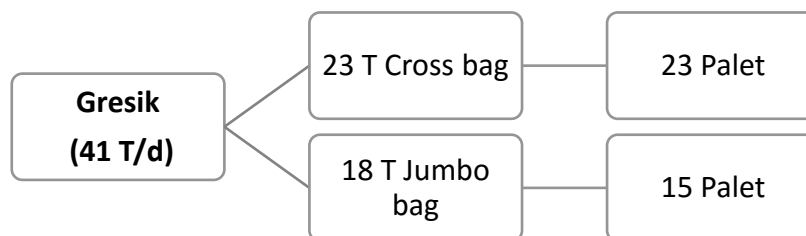
Gambar 4. 57 Utilisasi Truk Tronton



Gambar 4. 58 Load Overview Tronton

Dari data *load overview* truk tronton yang digunakan memiliki presentase utilisasi volume sebesar 64.85%. Dari percobaan ini didapatkan truk yang digunakan untuk melakukan pengiriman ke area Cikarang adalah 1 *trailer* dan 1 tronton.

4. Gresik

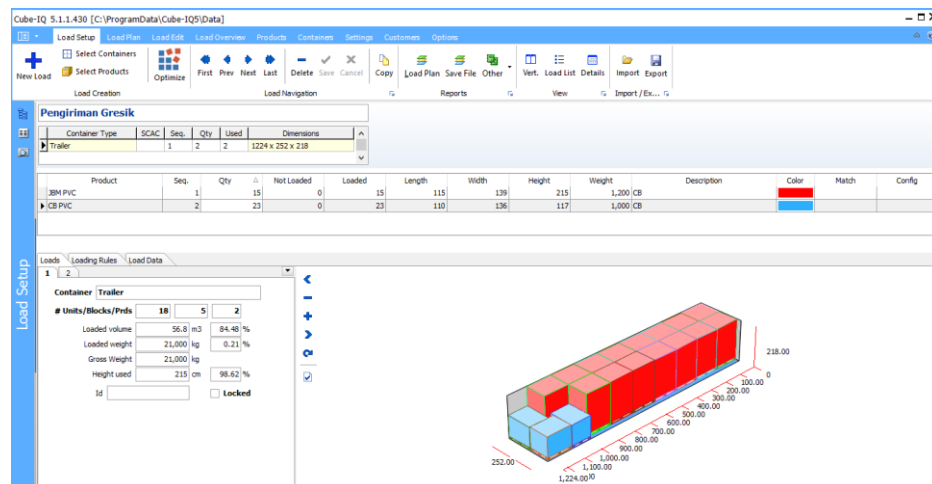


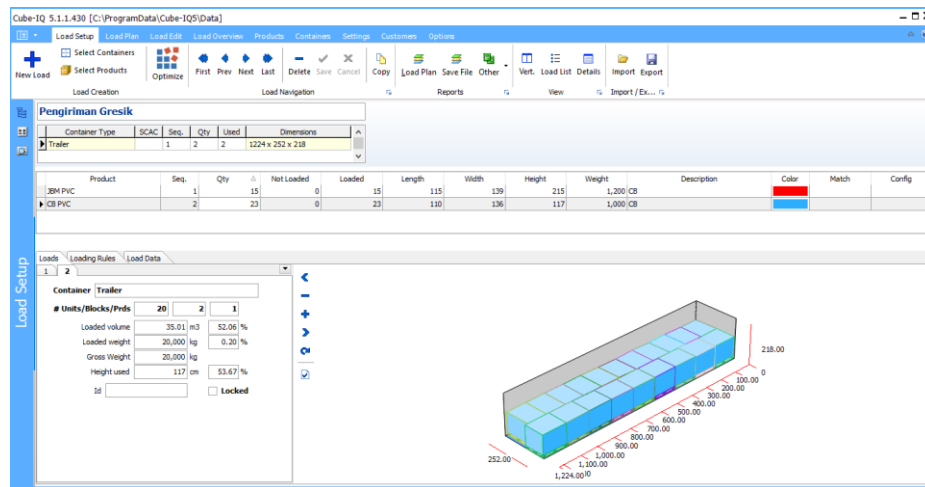
Gambar 4. 59 Pengiriman Gresik

Tabel 4. 6 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Gresik

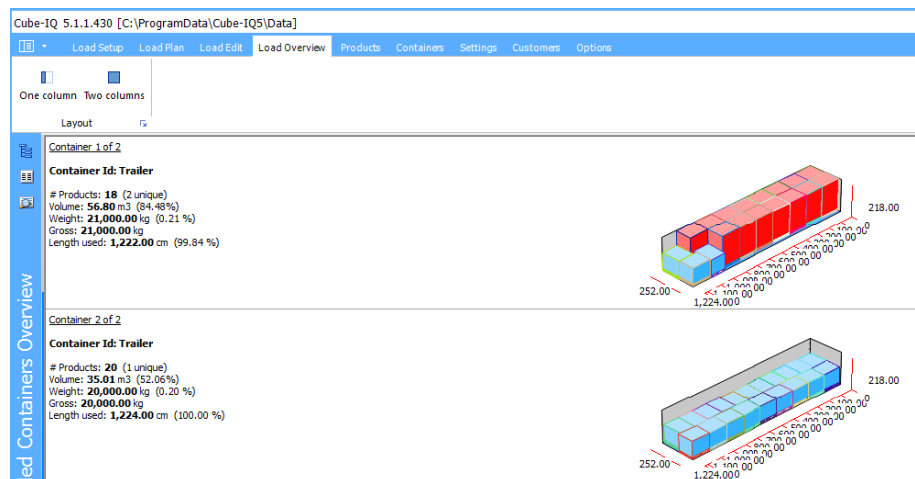
Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
23	CB PVC	1.75032	40.25736
15	JBM PVC	3.436775	51.551625
Total Volume dibutuhkan			91.808985

Dari hasil perhitungan kebutuhan total volume untuk memuat seluruh produk (38 palet) dengan dimensi berbeda maka pemilihan jenis truk awal adalah dengan menggunakan 2 buah truk *trailer* untuk memuat hampir seluruh produk, jika tersisa kekurangan produk yang belum dimuat nantinya akan dimuat oleh jenis truk lain sesuai dengan sisa kebutuhan volume. Berikut ini adalah utilisasi pemuatan dengan menggunakan 2 buah trailer

Gambar 4. 60 Utilisasi *Trailer* 1



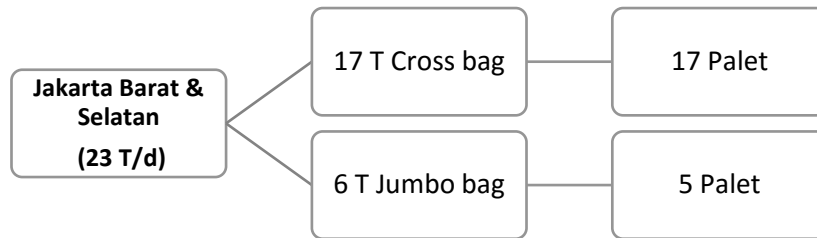
Gambar 4. 61 Utilisasi Trailer 2



Gambar 4. 62 Load Overview Trailer yang Digunakan

Dari data *load overview*, diketahui jika presentase utilisasi volume masing-masing *trailer* sebesar 84.48% (56.8 m³) dan 52.06% (35.01 m³) dengan total utilisasi masing masing *trailer* sebesar 91.81 m³ atau pas sesuai dengan kebutuhan volume yang diperlukan untuk memuat seluruh produk. Dari hasil perbaikan utilisasi ini didapatkan pemilihan truk untuk pengiriman Gresik adalah 2 *trailer*.

5. Jakarta Barat dan Selatan

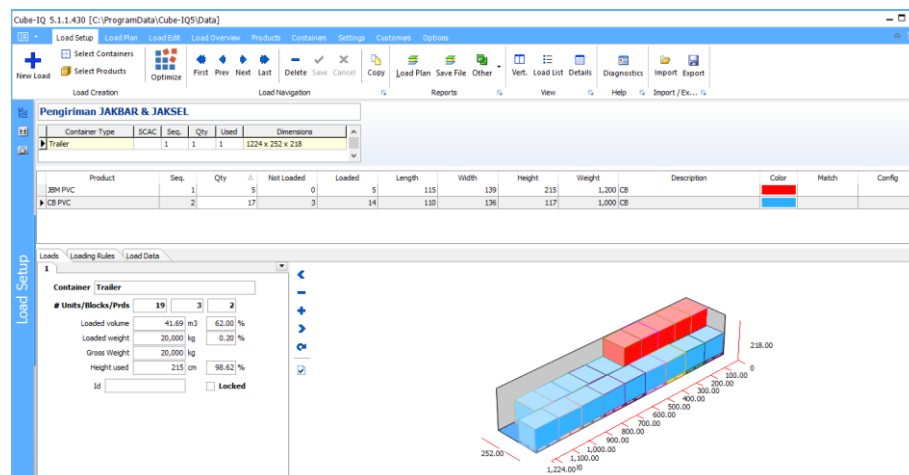


Gambar 4. 63 Pengiriman Jakarta Barat & Selatan

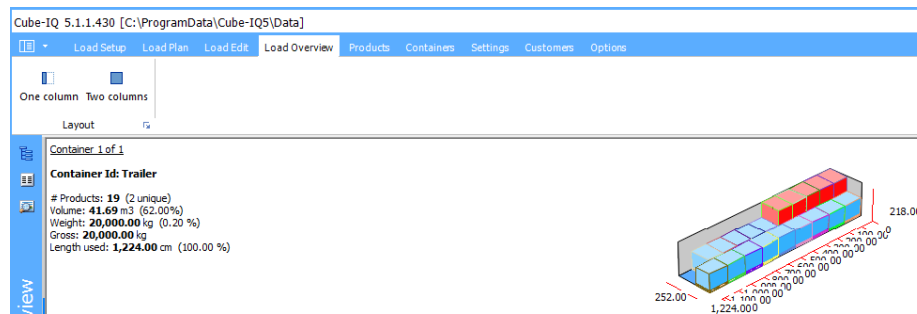
Tabel 4. 7 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman JAKBAR & JAKSEL

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
17	CB PVC	1.75032	29.75544
5	JBM PVC	3.436775	17.183875
Total Volume dibutuhkan			46.939315

Dari perhitungan total kebutuhan volume yang diperlukan untuk memuat seluruh produk (total 22 palet) maka pemilihan jenis truk yang akan digunakan adalah penggunaan 1 trailer untuk mengangkut seluruh produk sekaligus. Berikut ini adalah utilisasi dari penggunaan 1 trailer tersebut

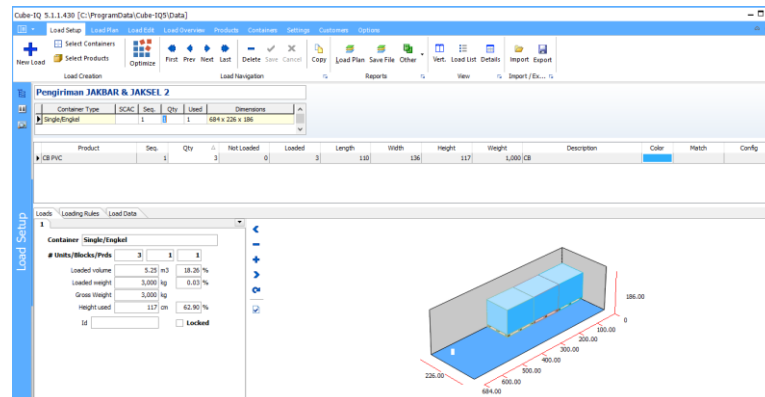


Gambar 4. 64 Utilisasi Trailer

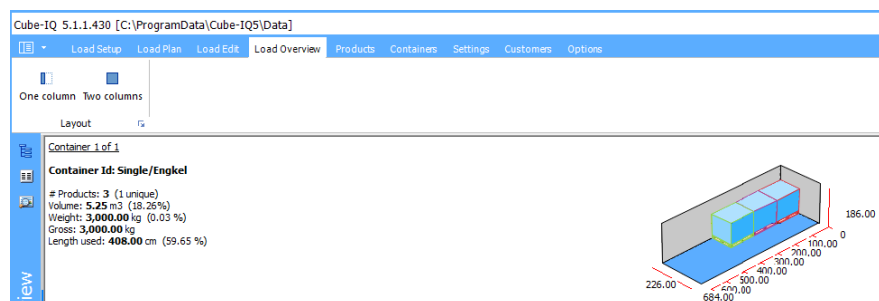


Gambar 4. 65 Load Overview Trailer

Dari *load overview* yang didapat, diketahui jika presentase utilisasi volume *trailer* yang digunakan sebesar 62% (41.69 m^3) yang artinya penggunaan dari 1 *trailer* ini kurang cukup untuk memuat seluruh produk dengan total volume 46.94% atau kurang 5.25 m^3 sehingga tidak bisa memuat 3 produk CB PVC. Maka dari itu untuk memuat sisa produk tersebut jenis truk yang dipilih adalah truk *single* dengan kapasitas muatan kecil dengan utilisasi sebagai berikut.



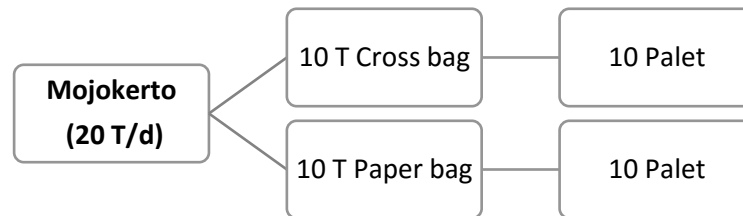
Gambar 4. 66 Optimasi Truk Single



Gambar 4. 67 Load Overview Truk Single

Dari *load overview* yang didapat presentase utilisasi volume truk begitu kecil hanya sekitar 18% saja dikarenakan produk yang perlu diangkut terlalu sedikit meskipun dengan menggunakan truk dengan kapasitas paling kecil. Dari perbaikan utilisasi yang dilakukan didapatkan jenis truk yang akan digunakan untuk pengiriman Jakbar & Jaksel adalah 1 *trailer* dan 1 truk *single*

6. Mojokerto

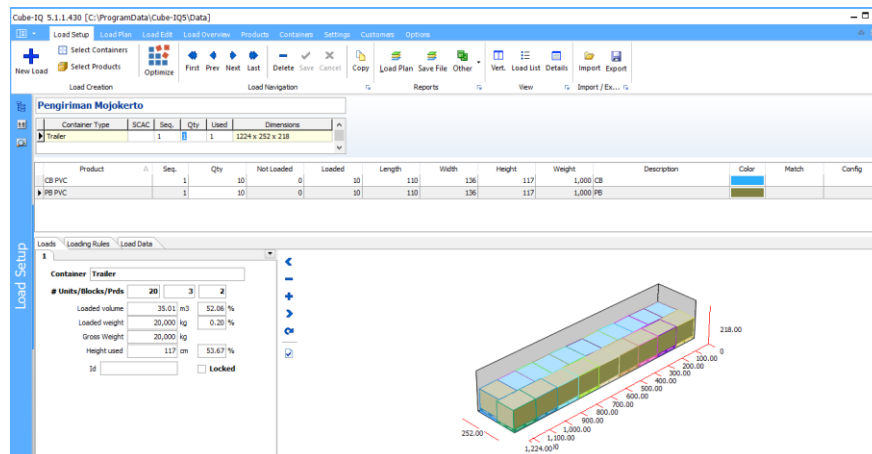


Gambar 4. 68 Pengiriman Mojokerto

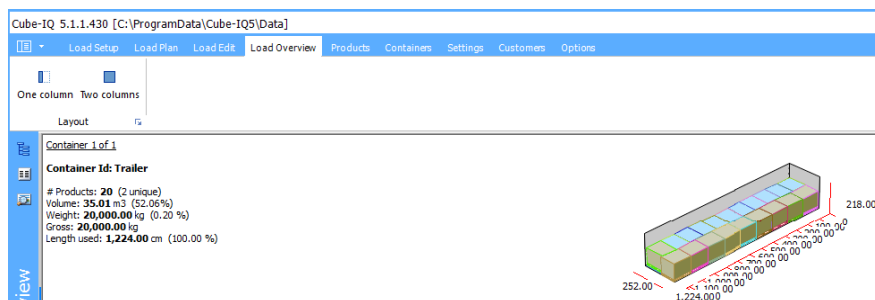
Tabel 4. 8 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Mojokerto

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
10	CB PVC	1.75032	17.5032
10	PB PVC	1.75032	17.5032
Total Volume dibutuhkan			35.0064

Dari hasil perhitungan kebutuhan volume di atas, maka untuk mengangkut seluruh produk (20 palet) jenis truk yang akan digunakan adalah satu buah trailer dengan kapasitas volume sebesar 66.32 m³ dengan utilisasi sebagai berikut.



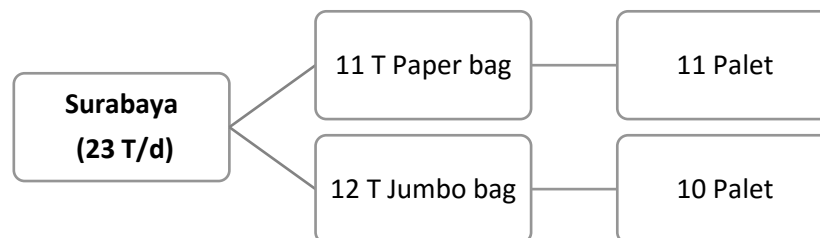
Gambar 4. 69 Optimasi Trailer



Gambar 4. 70 Load Overview Trailer

Dari data *load overview* yang didapatkan, diketahui total utilisasi volume *trailer* yang digunakan sebesar 52.06% (35.01 m^3) atau pas sesuai dengan kebutuhan volume yang diperlukan sebesar 35.01 m^3 . Dari percobaan optimasi ini didapatkan pemilihan truk yang akan digunakan untuk pengiriman Mojokerto adalah sebuah jenis truk *trailer*.

7. Surabaya

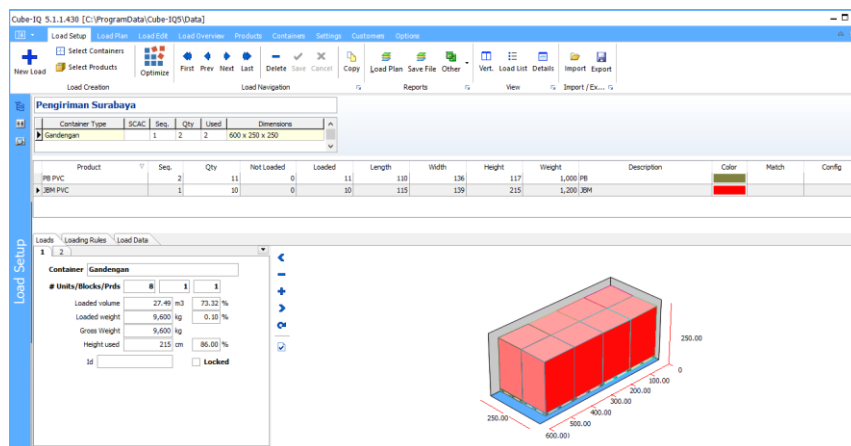


Gambar 4. 71 Pengiriman Surabaya

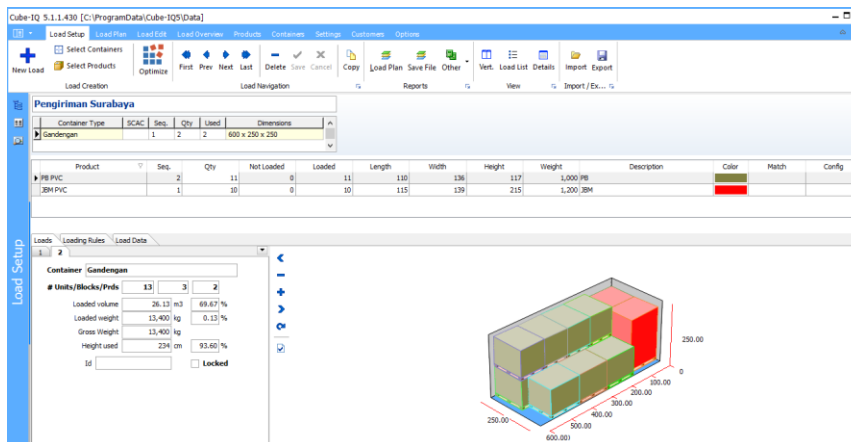
Tabel 4. 9 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Surabaya

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
11	PB PVC	1.75032	19.25352
10	JBM PVC	3.436775	34.36775
Total Volume dibutuhkan			53.62127

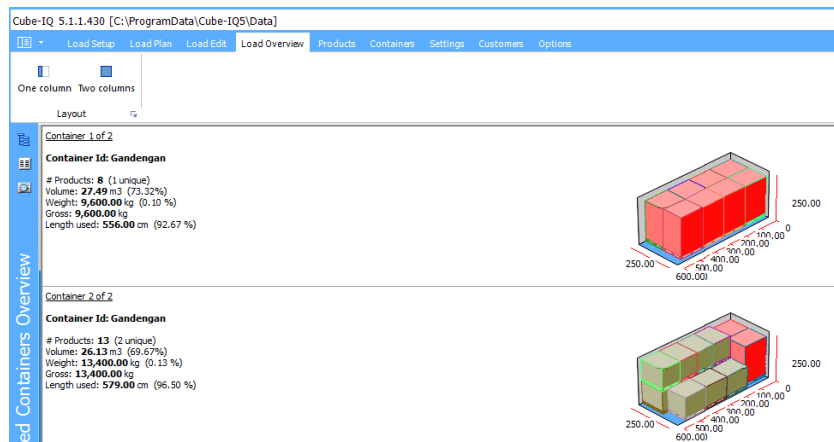
Dari perhitungan kebutuhan volume yang didapatkan tersebut, maka untuk mengirim seluruh produk (21 palet) jenis truk yang akan digunakan untuk melakukan pengiriman adalah menggunakan sebuah truk gandeng dengan utilisasi sebagai berikut



Gambar 4. 72 Utilisasi Container Gandengan 1

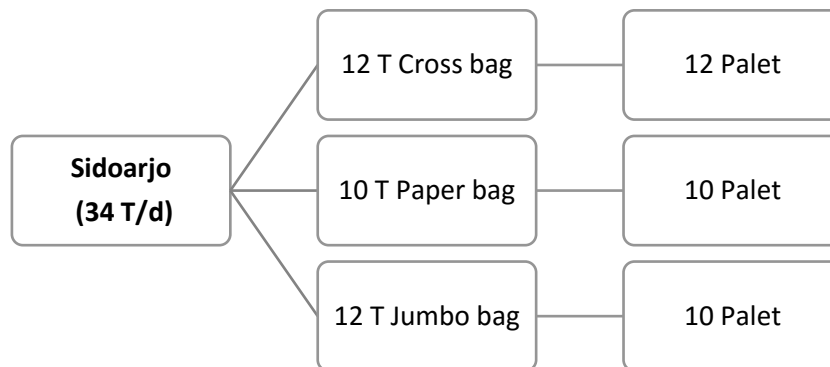


Gambar 4. 73 Utilisasi Container Gandengan 2

Gambar 4. 74 *Load Overview* Truk Gandengan

Dari *load overview* yang didapatkan, diketahui presentase utilisasi volume truk gandengan masing-masing *containernya* adalah sebesar 73.32% (27.49 m³) dan 69.67% (26.13 m³) dalam hal ini berarti total utilisasi volume truk gandengan sebesar 53.62 m³ atau pas sesuai dengan kebutuhan volume untuk pengiriman Surabaya.

8. Sidoarjo

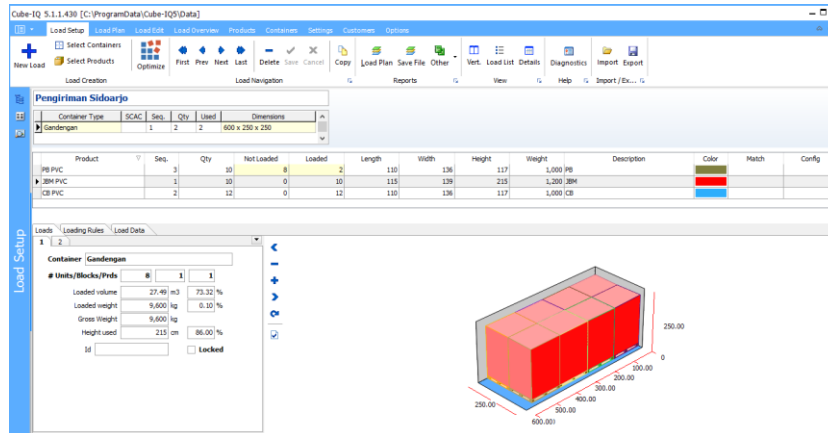


Gambar 4. 75 Pengiriman Sidoarjo

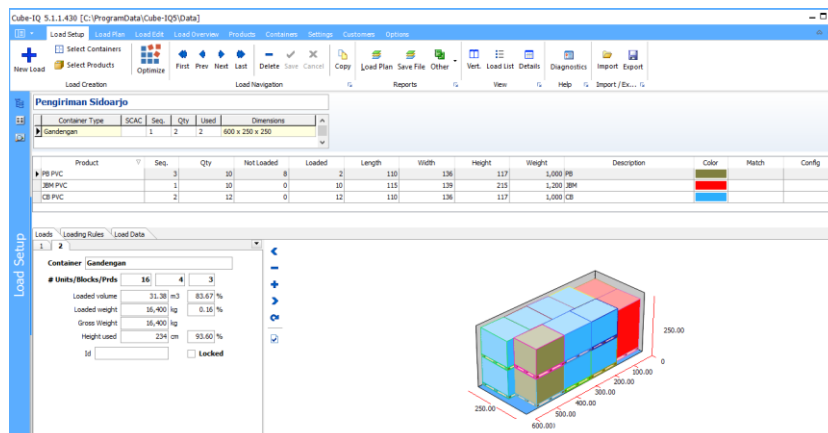
Tabel 4. 10 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Sidoarjo

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
12	CB PVC	1.75032	21.00384
10	PB PVC	1.75032	17.5032
10	JBM PVC	3.436775	34.36775
Total Volume dibutuhkan			72.87479

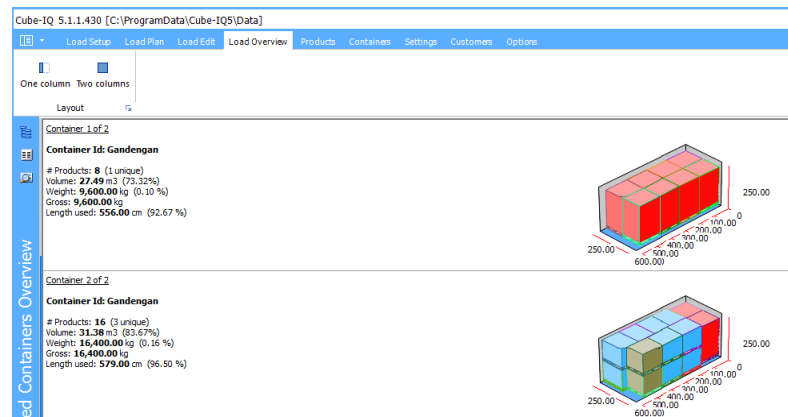
Dari hasil perhitungan kebutuhan volume yang dilakukan tersebut, maka untuk mengirim total produk ke area Surabaya (32 palet) dengan 2 jenis dimensi ukuran berbeda akan digunakan sebuah jenis truk gandengan dengan utilisasi sebagai berikut.



Gambar 4. 76 Utilisasi Container Gandengan 1

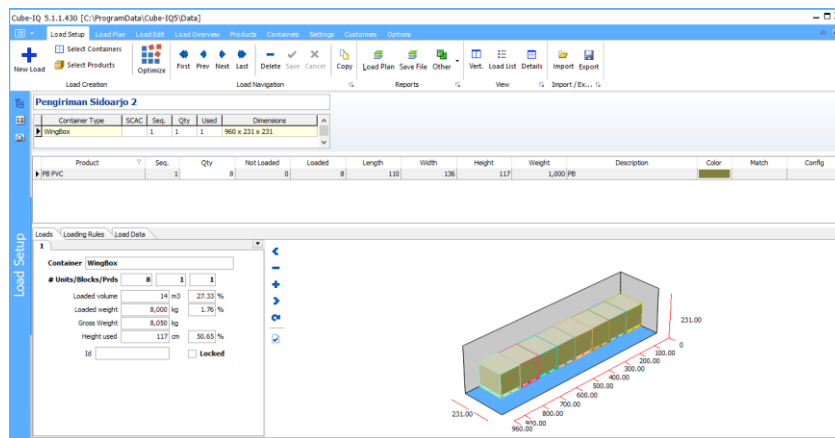


Gambar 4. 77 Utilisasi Container Gandengan 2

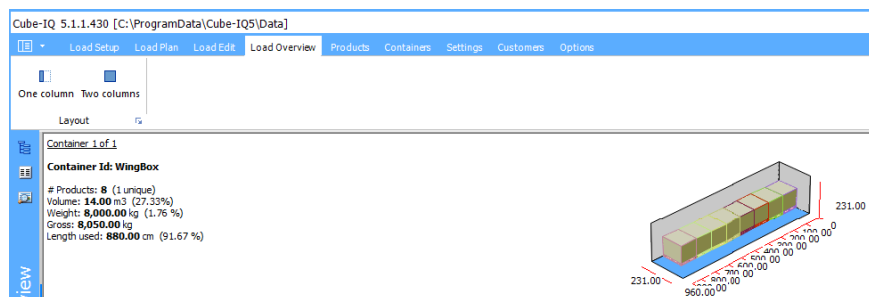


Gambar 4. 78 Load Overview Truk Gandengan

Dari *load overview* yang didapatkan diketahui presentase utilisasi volume masing-masing *container* adalah 73.32% (27.49 m^3) dan 83.67% (31.38 m^3) dengan total utilisasi volume sebesar 58.87 m^3 yang berarti tidak semua produk dapat dimuat (8 PB PVC *not loaded*) maka dari itu diperlukan truk lain untuk mengangkut sisa produk. Jenis truk yang dipilih untuk memuat kekurangan tersebut adalah sebuah truk *wingbox* yang memiliki kapasitas terlalu besar dengan utilisasi sebagai berikut.



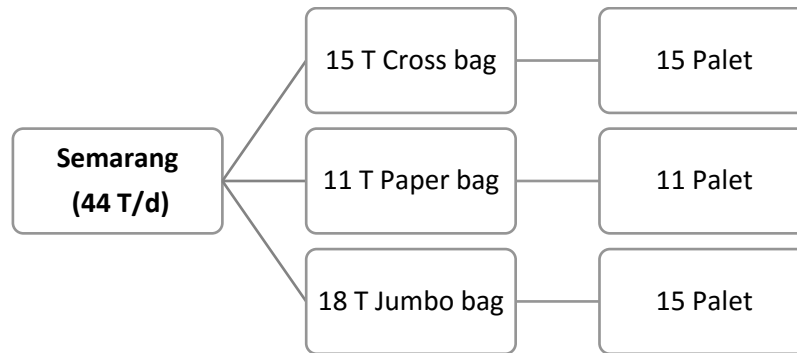
Gambar 4. 79 Utilisasi *Wingbox*



Gambar 4. 80 *Load Overview Wingbox*

Dari *load overview* yang didapatkan diketahui nilai presentase utilisasi volume *wingbox* sebesar 27.33% atau sebesar 14 m^3 sesuai dengan sisa kekurangan dari truk gandengan. Dari percobaan perbaikan utilisasi ini didapatkan pemilihan jenis truk untuk melakukan pengiriman ke area Sidoarjo adalah 1 truk gandengan dan 1 truk *wingbox*.

9. Semarang

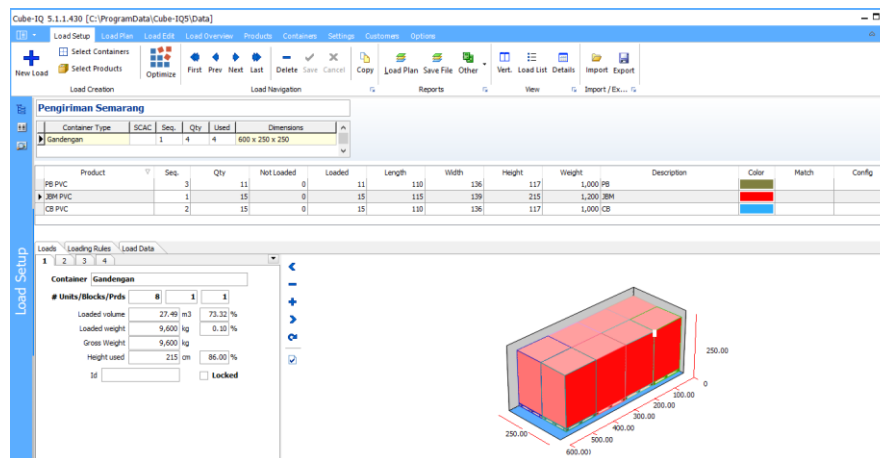


Gambar 4. 81 Pengiriman Semarang

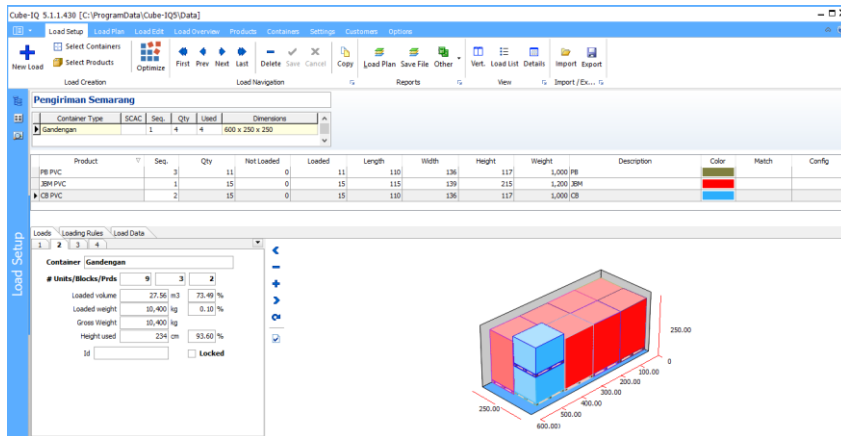
Tabel 4. 11 Perhitungan Kebutuhan Volume Semarang

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
15	CB PVC	1.75032	26.2548
11	PB PVC	1.75032	19.25352
15	JBM PVC	3.436775	51.551625
Total Volume dibutuhkan			97.059945

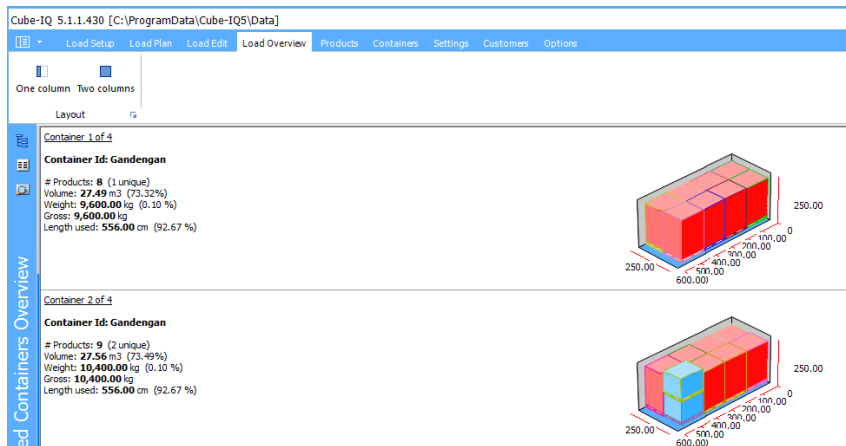
Dari hasil perhitungan kebutuhan volume di atas, untuk mengirim seluruh produk (41 palet) maka jenis truk yang dipilih untuk mengirim seluruh produk adalah 2 buah truk gandengan dengan utilisasi seperti berikut.



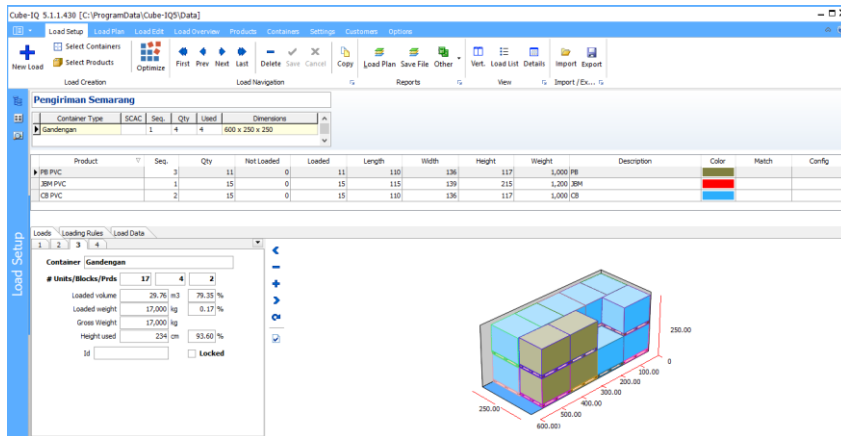
Gambar 4. 82 Utilisasi Container1 Gandengan 1



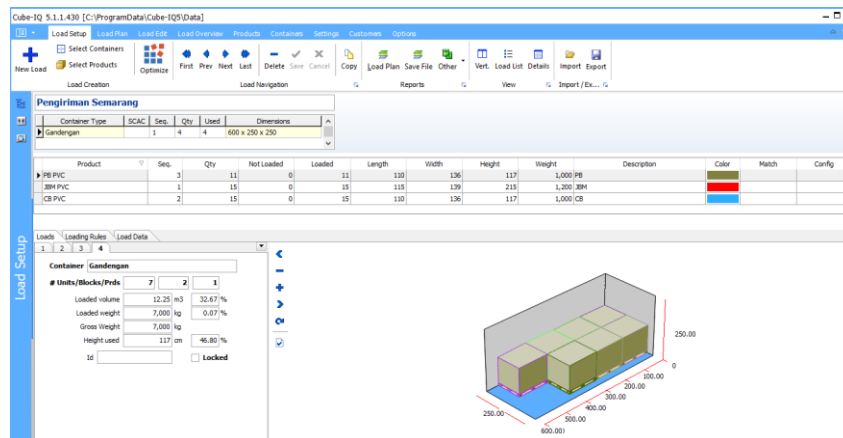
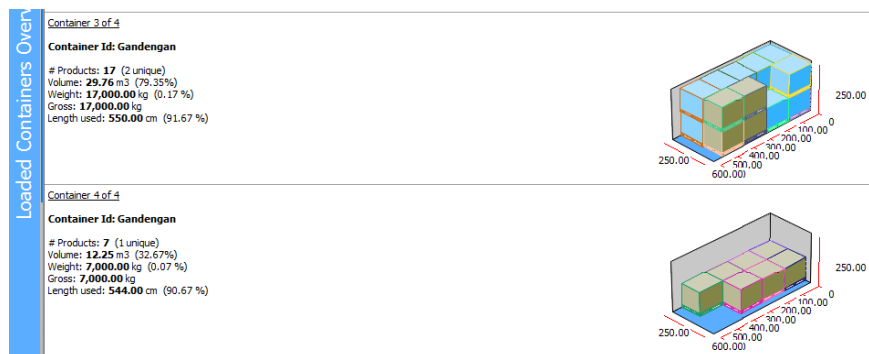
Gambar 4. 83 Utilisasi *Container2* Gandengan 1



Gambar 4. 84 *Load Overview* Gandengan 1

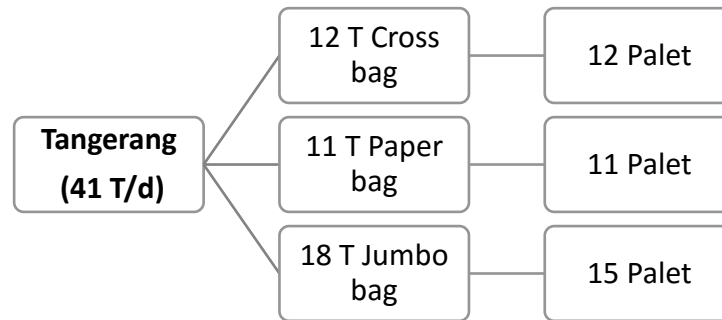


Gambar 4. 85 Utilisasi *Container1* Gandengan 2

Gambar 4. 86 Utilisasi *Container2* Gandengan 2Gambar 4. 87 *Load Overview* Gandengan 2

Dari *load overview* yang didapat kedua truk gandengan yang digunakan, diketahui nilai presentase utilisasi volume kedua truk adalah sebesar 73.4% (55.05 m³) untuk truk gandengan 1 dan sebesar 56.01% (42.01 m³) untuk truk gandengan 2. Dari percobaan optimasi ini maka jenis truk yang akan digunakan untuk mengirim produk ke area Semarang adalah 2 buah truk gandengan.

10. Tangerang

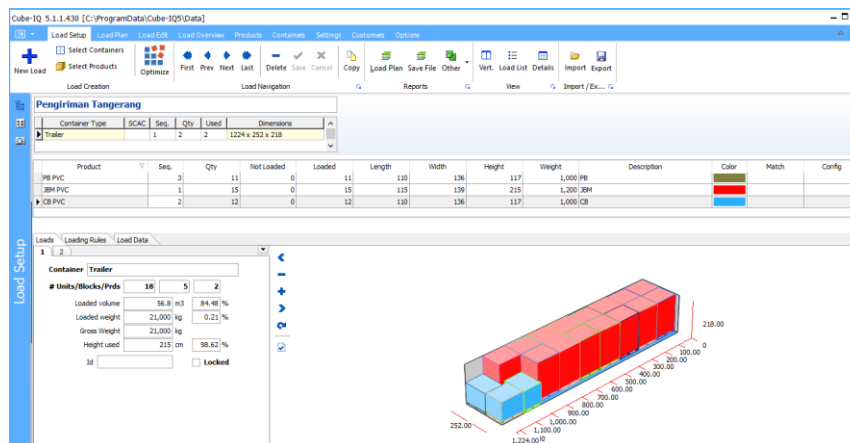


Gambar 4. 88 Pengiriman Tangerang

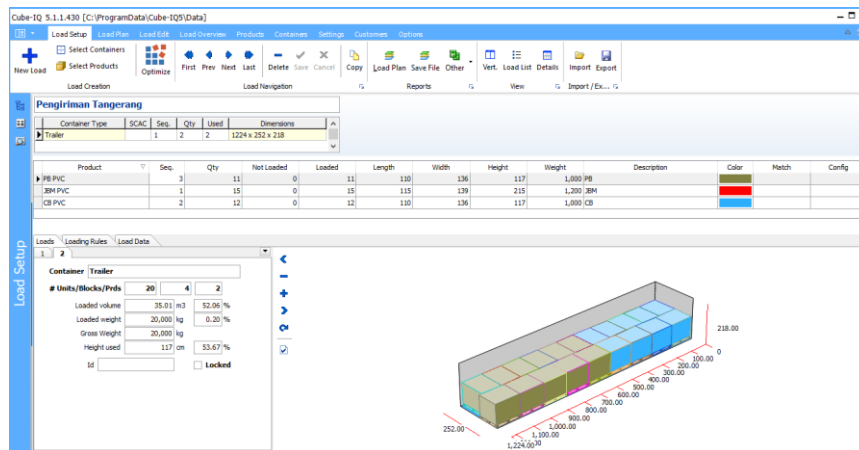
Tabel 4. 12 Perhitungan Kebutuhan Volume Pengiriman Tangerang

Jumlah Palet	Packing	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)
12	CB PVC	1.75032	21.00384
11	PB PVC	1.75032	19.25352
15	JBM PVC	3.436775	51.551625
Total Volume dibutuhkan			91.808985

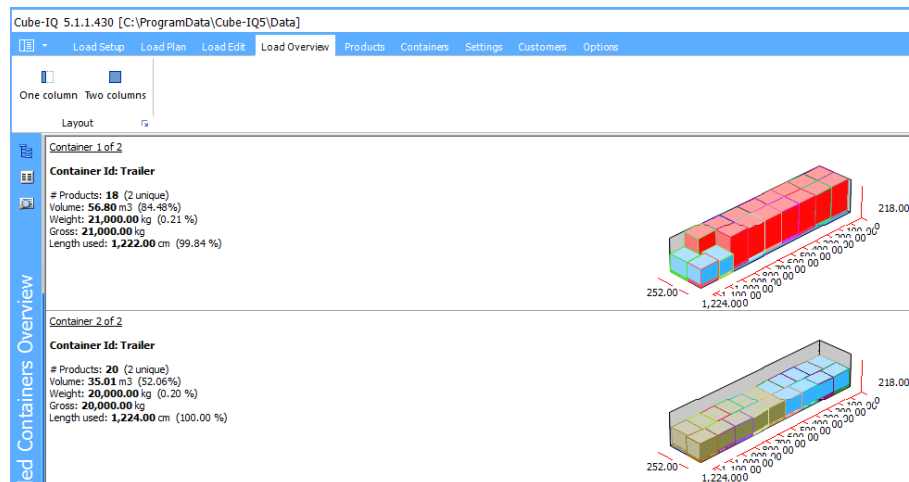
Dari perhitungan kebutuhan volume yang dilakukan di atas, maka untuk mengangkut seluruh produk (total 38 palet) jenis truk yang akan digunakan adalah dengan menggunakan 2 buah *trailer*. Jika nanti masih ada produk yang belum termuat, maka akan diperlukan truk baru untuk mengangkut sisa *unloaded* produk sesuai dengan sisa kebutuhan volume yang belum terpenuhi. Adapun utilisasi dari penggunaan 2 buah *trailer* adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 89 Utilisasi Trailer 1



Gambar 4. 90 Utilisasi Trailer 2



Gambar 4. 91 Load Overview Trailer yang Digunakan

Dari *load overview*, diketahui nilai presentase utilisasi volume masing-masing *trailer* adalah 84.48% (56.80 m³) dan 52.06% (35.01 m³) dengan total utilisasi keduanya sebesar 91.81 m³ atau tepat sesuai dengan kebutuhan volume yang diperlukan untuk mengangkut seluruh produk. Dari perbaikan utilisasi yang dilakukan didapatkan jenis truk untuk mengangkut produk ke area Tangerang adalah 2 buah truk *trailer*.

4.5 Perhitungan Asumsi Biaya Transportasi Logistik

Tabel 4. 13 Asumsi Tarif Berdasarkan Jenis Truk (didapat dari perhitungan tarif ekspedisi JNE)

Tarif Transport	Asumsi Biaya
Single	Rp 1,647,000
D ₂₀	Rp 1,621,000
D ₂₅	Rp 1,620,000
Trailer	Rp 1,619,000

Tabel 4. 14 Jarak Area Pengiriman Berdasarkan Google Map

Dari	Tujuan	Jarak (km)
Anyer	Tangerang	103
Anyer	Jakbar & Jaksel	131.7
Anyer	Bogor	149
Anyer	Cibitung	161
Anyer	Cikarang	171
Anyer	Semarang	578
Anyer	Gresik	858
Anyer	Mojokerto	879
Anyer	Surabaya	884
Anyer	Sidoarjo	910

Dari data jarak masing- masing area di atas, maka bilangan pengali untuk faktor tarif jarak pengiriman bisa didapatkan dengan cara membandingkan jarak area satu dengan jarak area yang lainnya sehingga didapatkan tarif pengiriman yang proporsional berdasarkan sebaran area pengirimannya berdasarkan arahan dari pembimbing lapangan.

Tabel 4. 15 Asumsi Tarif Berdasarkan Jarak Tempuh

Area Distribusi	Bilangan Numerik Pengali
1	X 0.77
2	X 0.79
3	X 0.802
4	X 0.852
5	X 0.882
6	X 1.0902

Area Distribusi	Bilangan Numerik Pengali
7	X 1.1202
8	X 1.1202
9	X 1.202
10	X 1.2102

Tabel 4. 16 Perbandingan Jumlah Kebutuhan Truk

	Area Pengiriman	Total Pengiriman (Ton)	Penggunaan Truk	
			Sistem Awal	Usulan perbaikan
1	Bogor	46	WB (2), Single (1)	Single (1), Trailer (2)
2	Cibitung	118	Trailer (5)	Trailer (6)
3	Cikarang	30	WB (1), Single (1)	Trailer (1), Tronton (1)
4	Gresik	41	WB (1), Gandengan (1)	Trailer (2)
5	Jakbar & Jaksel	23	WB (1), Single (1)	Trailer (1), Single (1)
6	Mojokerto	20	WB (2)	Trailer (2)
7	Surabaya	23	WB (2)	Gandengan (1)
8	Sidoarjo	34	WB (1), Trailer (1)	Gandengan (1), WB (1)
9	Semarang	44	Trailer (3)	Gandengan (2)
10	Tangerang	41	Tronton (2), WB (1)	Trailer (2)
Total Truk			27	23

Asumsi perhitungan persentase pengeluaran:

$$\begin{aligned}
 & (n \text{ jenis truk }_1 \times \text{cost jenis truk}_1 \times \text{bil. numerik pengali area}) \\
 & + (n \text{ jenis truk }_2 \times \text{cost jenis truk}_2 \\
 & \times \text{bil. numerik pengali area}) \dots \dots \dots + (n \text{ jenis truk }_n \\
 & \times \text{cost jenis truk}_n \times \text{bil. numerik pengali area})
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

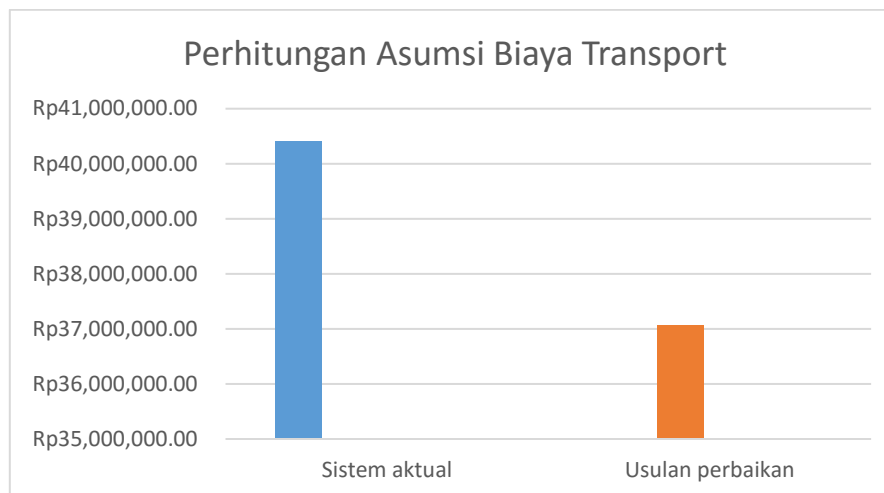
Tabel 4. 17 Perhitungan *Transport Fee* Sistem Aktual

	Area Pengiriman	Area Distribusi*	S	D20	D25	TA	Transport Fee
1	Bogor	3	1	2			Rp 3,920,978.00
2	Cibitung	4				5	Rp 6,896,940.00
3	Cikarang	5	1	1			Rp 2,882,376.00

	Area Pengiriman	Area Distribusi*	S	D20	D25	TA	Transport Fee
4	Gresik	7		1	1		Rp 3,922,258.20
5	Jakbar & Jaksel	2	1	1			Rp 2,581,720.00
6	Mojokerto	8		2			Rp 3,631,688.40
7	Surabaya	9		2			Rp 3,896,884.00
8	Sidoarjo	10		1		1	Rp 3,921,048.00
9	Semarang	6				3	Rp 5,295,101.40
10	Tangerang	1		3			Rp 3,744,510.00
* Semakin besar angka, semakin jauh jarak pengiriman						Total	Rp 40,693,504.00

Tabel 4. 18 Perhitungan *Transport Fee* Usulan Perbaikan

	Area Pengiriman	Area Distribusi*	S	D20	D25	TA	Transport Fee
1	Bogor	3	1			2	Rp 3,917,770.00
2	Cibitung	4				6	Rp 8,276,328.00
3	Cikarang	5		1		1	Rp 2,857,680.00
4	Gresik	7				2	Rp 3,627,207.60
5	Jakbar & Jaksel	2	1			1	Rp 2,580,140.00
6	Mojokerto	8				2	Rp 3,918,627.60
7	Surabaya	9			1		Rp 1,960,524.00
8	Sidoarjo	10		1	1		Rp 3,895,682.00
9	Semarang	6			2		Rp 3,532,248.00
10	Tangerang	1				2	Rp 2,493,260.00
* Semakin besar angka, semakin jauh jarak pengiriman						Total	Rp 37,059,467.20



Gambar 4. 92 Grafik Perbandingan *Transport Fee* Harian

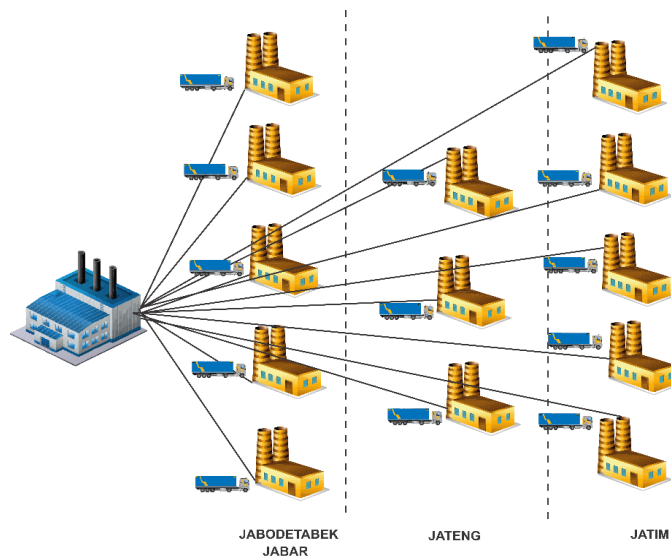
Pada percobaan ini, maka alternatif terbaik bagi perusahaan sebenarnya adalah dengan cara menggabungkan pengiriman jenis *packing* berbeda dalam satu kargo untuk minimasi jumlah angkutan armada logistik khusus untuk produk dengan palet. Namun karena adanya batasan dari *customer* yang tidak menginginkan sistem pengiriman tersebut, maka untuk saat ini perusahaan belum bisa menerapkan aplikasi tersebut.

Untuk memenuhi permintaan pelanggan tersebut, perusahaan dapat menyiasati hal tersebut yaitu dengan membuat *warehouse* atau menyewa *warehouse* di sekitar masing-masing area pengiriman, sehingga nantinya dari *warehouse* per area dapat diantarkan ke pada *customer* sesuai dengan keinginan mereka namun dari *plant* perusahaan dapat mengirimkan produk dengan cara menggabungkan *packing* berbeda dalam satu kargo untuk menghemat biaya transportasi hingga area pengiriman *customer*.

Namun sebelumnya perusahaan harus dapat menentukan lokasi dan jumlah pusat distribusi yang tepat sesuai dengan area (*region*) distribusinya. Hal ini bertujuan untuk meminimumkan biaya distribusi dengan menempatkan depot di tiap region, mengatur kendaraan dan rutenya (Lee & Kwon, 2010). Pada penelitian berikutnya ini menyangkut dengan penentuan titik distribusi yang optimal pada daerah pengiriman perusahaan, perhitungan biaya yang akan dikeluarkan perusahaan dapat mengacu pada data standar biaya logistik di luar perusahaan itu sendiri. Hal ini dikarenakan minimnya data yang didapat terkait dengan aktivitas logistik perusahaan menyangkut keijakan perusahaan tentang *information security* atau rahasia perusahaan.

4.6 Penentuan Titik Fasilitas Distribusi Optimal dengan Algoritma Genetik

Penentuan titik fasilitas distribusi ini ditujukan untuk meminimalkan biaya transportasi logistik kepada *customer*. Produk *finished goods* hasil produksi tidak langsung dikirimkan ke *customer* melainkan dikirim dahulu ke fasilitas distribusi masing-masing region dengan cara menggabungkan berbagai macam *packing* berbeda dalam satu kargo (khusus produk PVC resin *paletize*) seperti yang diusulkan sebelumnya. Dari fasilitas distribusi tersebut *customer* dapat mengambil produk sesuai dengan kuantitas yang dibutuhkan dengan menggunakan transportasi sendiri ataupun menggunakan jasa transportasi lain kecuali pengiriman produk dalam bentuk *bulk* (curah) pengiriman langsung diantarkan kepada *customer*.



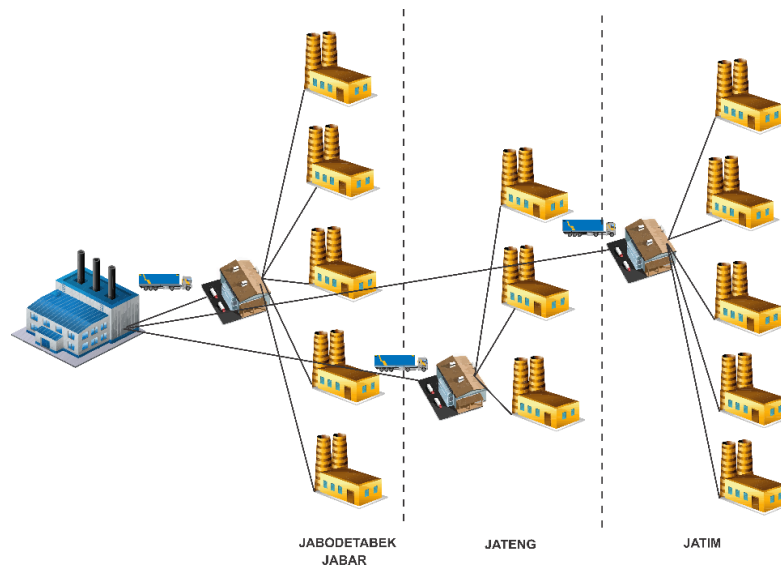
Gambar 4. 93 Ilustrasi Logistik Pengiriman Perusahaan

Pada gambar ilustrasi di atas menggambarkan aktivitas logistik pengiriman perusahaan kepada *customer*. Pada aktivitas tersebut terlihat jelas elemen *cost* atau biaya yang paling menonjol adalah biaya transportasi logistik kepada customer. Perusahaan harus mengirimkan truk logistik berbeda kepada masing-masing *customer* dalam 3 regional area pengiriman yang berbeda. Semakin jauh jarak dan semakin banyak armada transportasi yang dibutuhkan dalam pengiriman maka biaya transportasi logistik juga akan semakin tinggi. Dalam hal ini juga setiap truk *container* yang dikirim kepada *customer* hanya memuat satu jenis *packing* yang sama, jika customer memesan 3 jenis *packing* berbeda maka setidaknya

dibutuhkan 3 jenis truk dengan muatan berbeda sesuai dengan kuantitas pesanan yang dipesan.

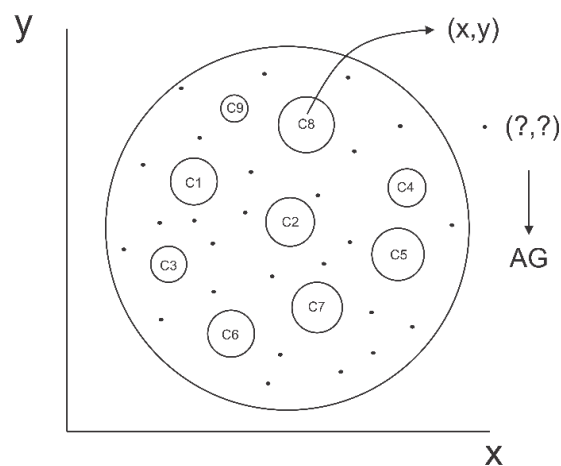
Untuk meminimasi biaya transportasi logistik ini, pada penelitian sebelumnya perusahaan diusulkan untuk mengirimkan produk PVC resin *paletize* sebagai produk utama dari perusahaan dan sebagai produk primadona bagi customer dengan cara menggabungkan berbagai macam *packing* berbeda (bentuk *paper bag*, *cross bag*, dan *jumbo bag*) dalam satu truk *container* / dalam satu kargo dengan menggunakan bantuan *software* Cube-IQ untuk membantu perencanaan dan perbaikan utilisasi ruang dalam kargo produk PVC resin. Hal ini disulkan mengingat tidak ada batasan sebelumnya untuk menggabungkan macam-macam *packing* berbeda dalam satu kargo selama jenis produk yang dikirim sama (tidak menggabungkan PVC resin dengan F-NaOH). Hal ini terbukti mampu mengurangi jumlah armada transport ke masing-masing *customer* yang berdampak pada berkurangnya total biaya transportasi logistik sebesar 8% dari keadaan semula.

Namun usulan ini belum dapat diterapkan pada aktivitas logistik perusahaan dikarenakan tidak semua customer perusahaan menginginkan cara pengiriman seperti hal tersebut dikarenakan beberapa alasan customer yang tidak diterangkan secara jelas. Maka dari itu untuk mengatasi alasan *customer* ini perusahaan diusulkan untuk menyewa *warehouse* pada masing-masing area regional *customer* sebagai fasilitas distribusi. Dengan demikian perusahaan dapat meminimasi jumlah armada transport dengan mengirimkan produk sesuai dengan usulan metode pengiriman pada fasilitas distribusi di setiap regional *customer*. Dari fasilitas distribusi setiap regional, *customer* dapat menggunakan moda transportasi mereka sendiri atau jasa transportasi lain dengan biaya transportasi yang *relative* lebih murah karena jarak antara *customer* dan produk yang tidak terlalu jauh dibandingkan dengan pengiriman langsung dari *Plant* PT.XYZ.



Gambar 4. 94 Ilustasi Usulan Aktivitas Logistik Pengiriman

Dari usulan tersebut maka dibutuhkan penentuan titik koordinat yang tepat dalam penentuan lokasi fasilitas distribusi baru bagi perusahaan agar mampu optimal dalam memberikan pelayanan kepada seluruh *customer* di setiap regional. Ukuran optimal ini dinilai dari jarak antara fasilitas distribusi dengan pasar (*customer*) yang tidak terlalu jauh atau mampu menjangkau keseluruhan pasar serta memperhatikan bobot prioritas masing-masing *customer* dilihat dari tingkat *demand* / pesanan produk sehingga didapatkan lokasi yang paling optimal. Untuk mendapatkan optimasi itu maka digunakan Algoritma Genetik untuk mencari titik kordinat optimal.



Gambar 4. 95 Ilustrasi Penggunaan AG pada Kasus

4.6.1 Data Koordinat Masing-masing *Customer*

Untuk mencari titik koordinat lokasi fasilitas distribusi yang optimal menggunakan Algoritma Genetik dibutuhkan koordinat masing-masing customer di setiap regional. Adapun koordinat lokasi masing-masing customer didapatkan dengan menggunakan bantuan Google Map atau Google Satelite. Berikut ini merupakan koordinat lokasi masing-masing customer perusahaan di setiap regional.

Tabel 4. 19 Koordinat Lokasi *Customer* Regional JABODETABEK dan JABAR

No	Kota	x	y	Tingkat Order/hari (ton)
1.	Tangerang	-6.262261	106.820616	41
2.	Jakarta Barat	-6.167673	106.756913	12
3.	Jakarta Selatan	-6.26192	106.802076	11
4.	Bogor	-6.595764	106.787954	46
5.	Jakarta Timur	-6.228366	106.907754	2
6.	Jakarta Utara	-6.139636	106.858377	2
7.	Cibitung	-6.23936	107.097146	168
8.	Bekasi	-6.236742	106.967871	2
9.	Cikarang	-6.313009	107.154239	30
10.	Karawang	-6.337328	107.374856	5

Tabel 4. 20 Koordinat Lokasi *Customer* Regional JATENG

No	Kota	x	y	Tingkat Order/hari (ton)
1.	Semarang	-7.005688	110.427085	44
2.	D.I.Y	-7.795596	110.365403	6

Tabel 4. 21 Koordinat Lokasi *Customer* Regional JATIM

No	Kota	x	y	Tingkat Order/hari (ton)
1.	Lamongan	-7.114776	112.397566	4
2.	Gresik	-7.164579	112.651392	41
3.	Mojokerto	-7.471593	112.428827	20
4.	Surabaya	-7.260249	112.74655	23
5.	Sidoarjo	-7.446716	112.701028	34
6.	Pandaan	-7.655231	112.695847	1
7.	Pasuruan	-7.646803	112.903622	10

4.6.2 Merumuskan Fungsi *Fitness* Sesuai dengan Permasalahan Kasus

Dalam kasus ini fungsi tujuan (z) adalah minimasi biaya transportasi logistik dengan mencari koordinat lokasi fasilitas distribusi paling optimal dengan memperhatikan jarak dengan pasar dan bobot prioritas masing-masing customer dilihat dari tingkat *demand* (Zaroni, 2015). Untuk mendapatkan koordinat fasilitas distribusi yang dicari maka rumus yang digunakan sebagai ukuran *fitness* suatu populasi dalam AG adalah jarak Euclidean (*Euclidean Distance*) masing-masing customer dikalikan dengan total *demand* / permintaan per hari dengan rumus sebagai berikut menurut Purnomo (2004).

$$\begin{aligned}
 d(X_i Y_i) = & W_1 \cdot \sqrt{(x - a_1)^2 + (y - b_1)^2} + W_2 \cdot \sqrt{(x - a_2)^2 + (y - b_2)^2} \\
 & + W_3 \cdot \sqrt{(x - a_3)^2 + (y - b_3)^2} \dots \dots \dots \\
 & + W_n \cdot \sqrt{(x - a_n)^2 + (y - b_n)^2}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

W = Bobot prioritas customer (tingkat *demand* per hari)

x = Koordinat x lokasi fasilitas yang dicari

y = Koordinat y lokasi fasilitas yang dicari

a_1 = Koordinat x lokasi customer 1

b_1 = Koordinat y lokasi customer 1

$a_n = \text{Koordinat } x \text{ lokasi customer ke } - n$

$b_n = \text{Koordinat } y \text{ lokasi customer ke } - n$

4.6.3 Inisiasi Populasi Awal

Dalam membangkitkan populasi awal digunakan pendekatan tertentu yaitu dengan memasukan nilai tertentu ke dalam gen dari populasi awal yang dibentuk. Dalam hal ini populasi awal yang digunakan adalah (1,1) untuk regional JABODETABEK dan JABAR, (0,1) untuk regional JATENG, dan (1,1) untuk regional JATIM sebagai populasi awal yang dipilih secara acak / random dalam beberapa percobaan dan mendapatkan nilai terbaik.

4.6.4 Mendefinisikan *Problem* pada *Software Generator*

Pendefinisian *problem* atau masalah bertujuan untuk mengarahkan *software* agar Algoritma Genetik yang digunakan bekerja sesuai dengan permasalahan kasus yang ingin diselesaikan. Maksud dari sesuai dengan permasalahan kasus berarti sesuai dengan fungsi tujuan yang ingin dicari dalam hal ini adalah minimasi. Selain menyesuaikan dengan fungsi tujuan, hal ini juga berperan penting dalam performa dan kecepatan AG. Adapun beberapa hal penting yang perlu didefinisikan pada *software* adalah sebagai berikut.

1. Ukuran Populasi (*Popsize*)

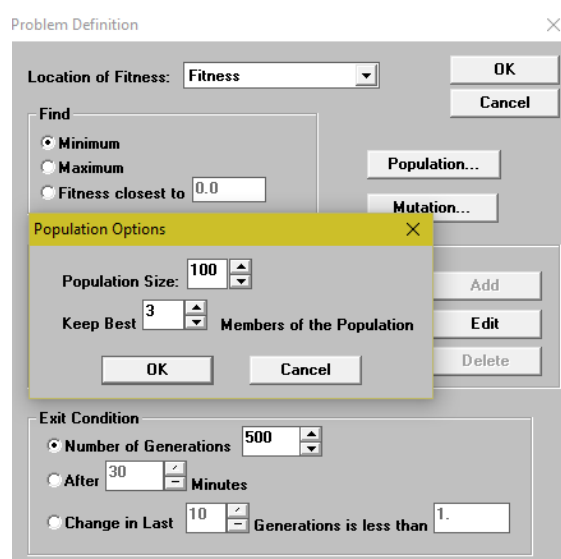
Ukuran populasi besarnya berkisar antara 30-1000 (Suyanto, 2005). Jika ukuran populasi terlalu kecil, maka AG akan cepat konvergen disebabkan rendahnya variasi pada kromosom-kromosom dalam populasi. Sedangkan jika ukuran populasi terlalu besar maka AG akan menjadi lambat. Pada kasus ini ukuran populasi yang dipilih adalah 100 karena dirasa tidak begitu kecil namun tidak terlalu besar pula sehingga AG tidak mudah konvergen dan tidak lambat pula dalam prosesnya.

2. Peluang Mutasi (*Pm*)

Probabilitas mutasi (*Pm*) biasanya sangat kecil, sekitar 1 dibagi dengan jumlah gen. Artinya peluang mutasi hanya terjadi pada sekitar 1 gen saja (Suyanto, 2005). Pada kasus ini peluang mutasi yang digunakan sebesar 80% dari total populasi dan 10% dari total gen.

3. Maksimum Generasi

Populasi baru hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi disebut dengan generasi, yang pada setiap generasinya kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi *fitness*. Nilai *fitness* terbaik direpresentasikan dengan stabilnya grafik nilai *fitness* pada generasi. Artinya keadaan optimal ditemukan setelah nilai *fitness* stagnan / stabil terhadap generasi. Dalam kasus ini total generasi maksimum yang ditentukan sebesar 500 generasi untuk lebih meyakinkan jika nilai *fitness* sudah stabil dan didapatkan nilai *fitness* terbaik.



Gambar 4. 96 Pendefinisian Masalah pada *Software Generator*

4.6.5 Proses Algoritma Genetik dalam *Software Generator*

Pada tahapan proses ini, solusi optimal dari permasalahan yang ingin diselesaikan dicari dengan menggunakan metode Algoritma Genetik (AG) yaitu pencarian solusi optimal dengan tahapan reproduksi dan mutasi terus menerus dari populasi awal yang telah dibentuk hingga menemukan nilai *fitness* terbaik sesuai dengan fungsi tujuan yang telah didefinisikan sebelumnya (minimasi). Proses pencarian dari *software Generator* ini akan langsung terhubung dan terintegrasi dengan *worksheet Ms. Excel* tempat dimana terdapat *cell* perumusan nilai *fitness* dan kromosom berada.

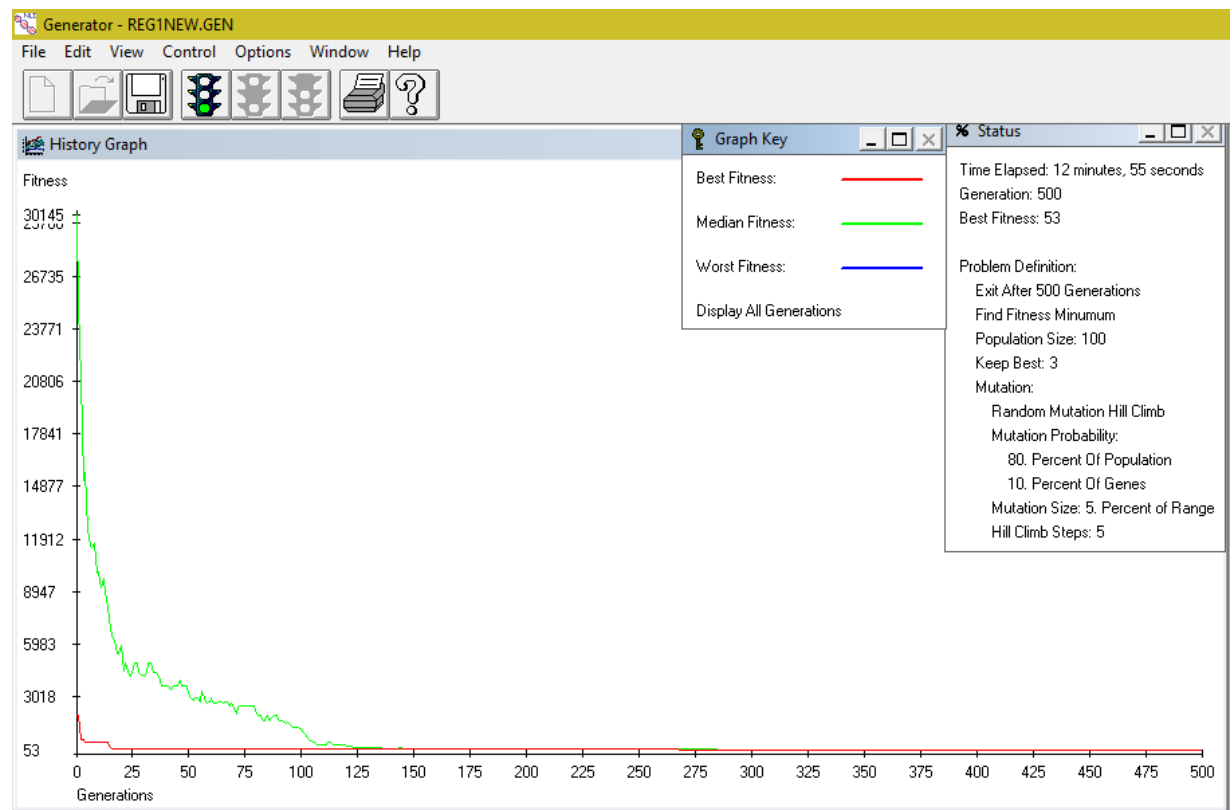
Saat proses pencarian berlangsung *software* akan terus men-*generate* nilai solusi untuk koordinat yang ingin dicari atau diselesaikan. Proses Algoritma Genetik pada

software akan berhenti mencari solusi optimal setelah selesai melakukan evaluasi terhadap 500 generasi. Solusi (*best fitness*) dinyatakan optimal setelah grafik nilai *fitness* terus stabil hingga lebih dari 250 generasi. Adapun proses pencarian solusi untuk setiap regional customer adalah sebagai berikut:

1. Regional JABODETABEK dan JABAR

Parameter-parameter (*problem definition*) yang telah ditetapkan sebagai berikut

- a. *Popsize* : 100
- b. Peluang mutasi (Pm) : 80% pop, 10% genes
- c. *Lowest value* : -10
- d. *Highest value* : 110
- e. Maksimum generasi : 500



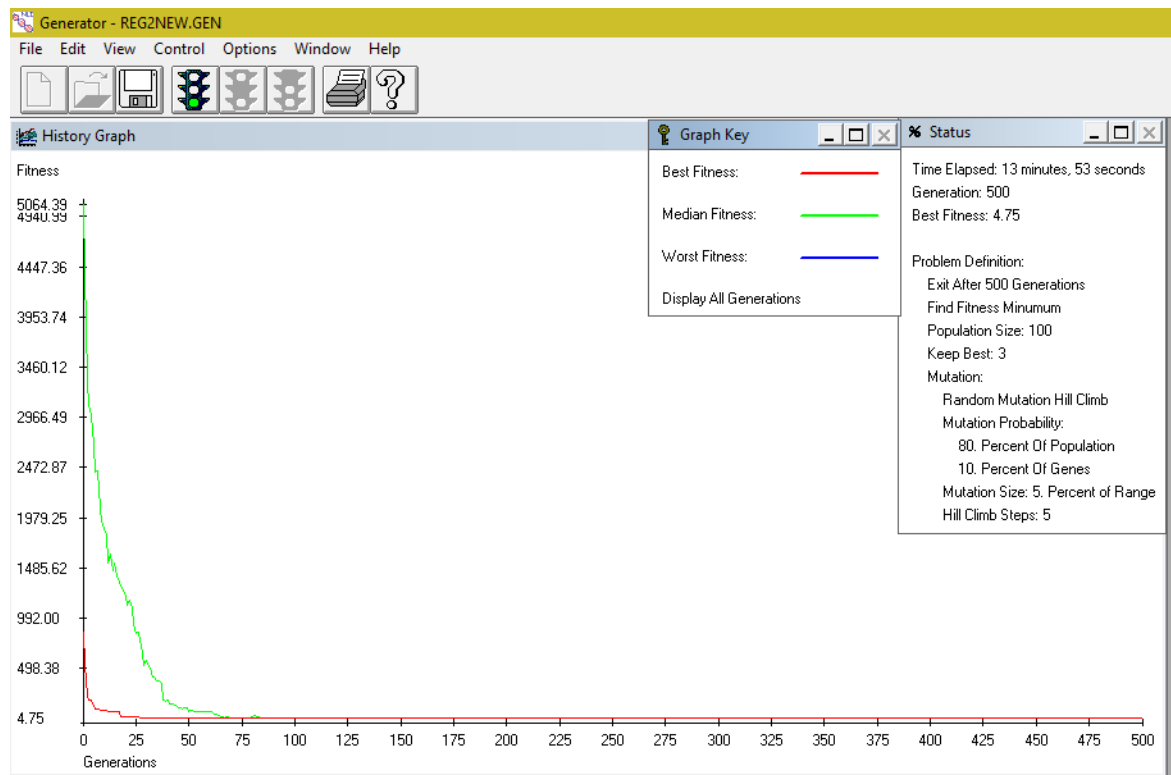
Gambar 4. 97 Output Grafik Pencarian Solusi Regional JABODETABEK dan JABAR

Pada hasil pencarian tersebut didapatkan solusi optimal untuk koordinat x dan y pada penentuan lokasi fasilitas distribusi regional JABODETABEK dan JABAR adalah pada sumbu koordinat (-6.23972464, 107.0961838) dengan nilai fitness (z) sebesar 53.36376947.

2. Regional JATENG

Parameter-parameter (*problem definition*) yang telah ditetapkan sebagai berikut

- a. *Popsize* : 100
- b. Peluang mutasi (*Pm*) : 80% pop, 10% genes
- c. *Lowest value* : -15
- d. *Highest value* : 120
- e. Maksimum generasi : 500



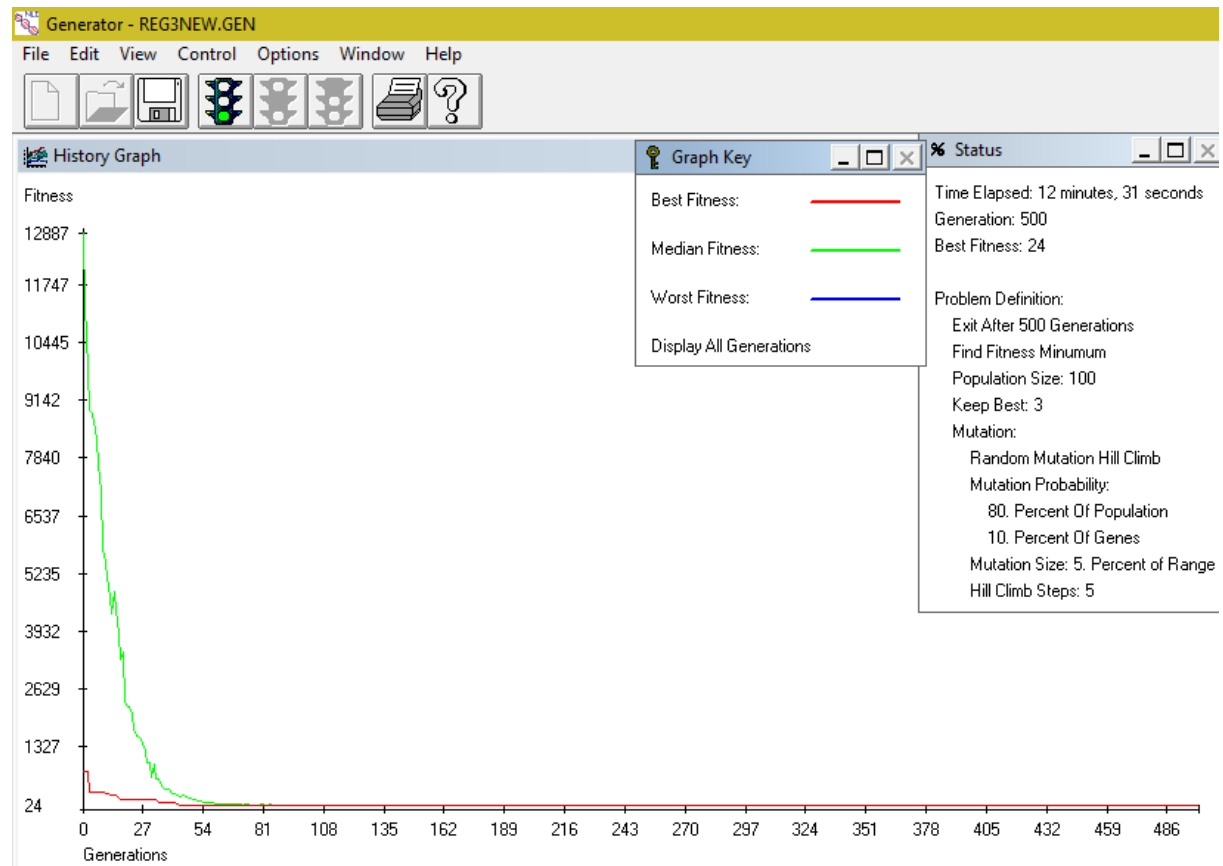
Gambar 4. 98 Output Grafik Pencarian Solusi Regional JATENG

Pada hasil pencarian tersebut didapatkan solusi optimal untuk koordinat x dan y pada penentuan lokasi fasilitas distribusi regional JATENG adalah pada sumbu koordinat (-7.00569, 110.4271) dengan nilai fitness (z) sebesar 4.753915.

3. Regional JATIM

Parameter-parameter (*problem definition*) yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- a. *Popsize* : 100
- b. Peluang mutasi (Pm) : 80% pop, 10% genes
- c. *Lowest value* : -15
- d. *Highest value* : 125
- e. Maksimum generasi :500



Gambar 4. 99 Output Grafik Pencarian Solusi Regional JATIM

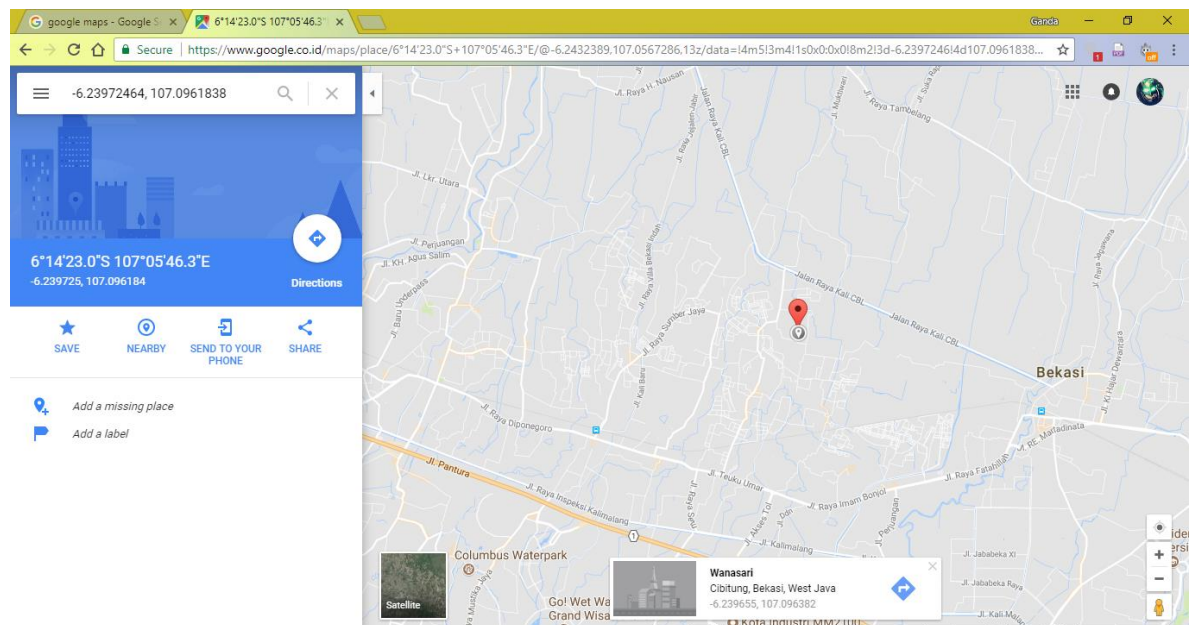
Pada hasil pencarian tersebut didapatkan solusi optimal untuk koordinat x dan y pada penentuan lokasi fasilitas distribusi regional JATIM adalah pada sumbu koordinat (-7.30030537, 112.682663) dengan nilai fitness (z) sebesar 24.41163538.

4.6.6 Pencarian Lokasi Fasilitas Distribusi Berdasarkan Solusi yang Didapat

Setelah didapatkan koordinat lokasi untuk fasilitas distribusi perusahaan hasil pencarian solusi dengan menggunakan Algoritma Genetik pada *software* Generator, langkah selanjutnya adalah mencari koordinat yang didapatkan sebelumnya dengan menggunakan

Google Map atau Google Satellite pada setiap regional untuk mengetahui dimana letak sebenarnya koordinat-koordinat yang sudah didapatkan tersebut.

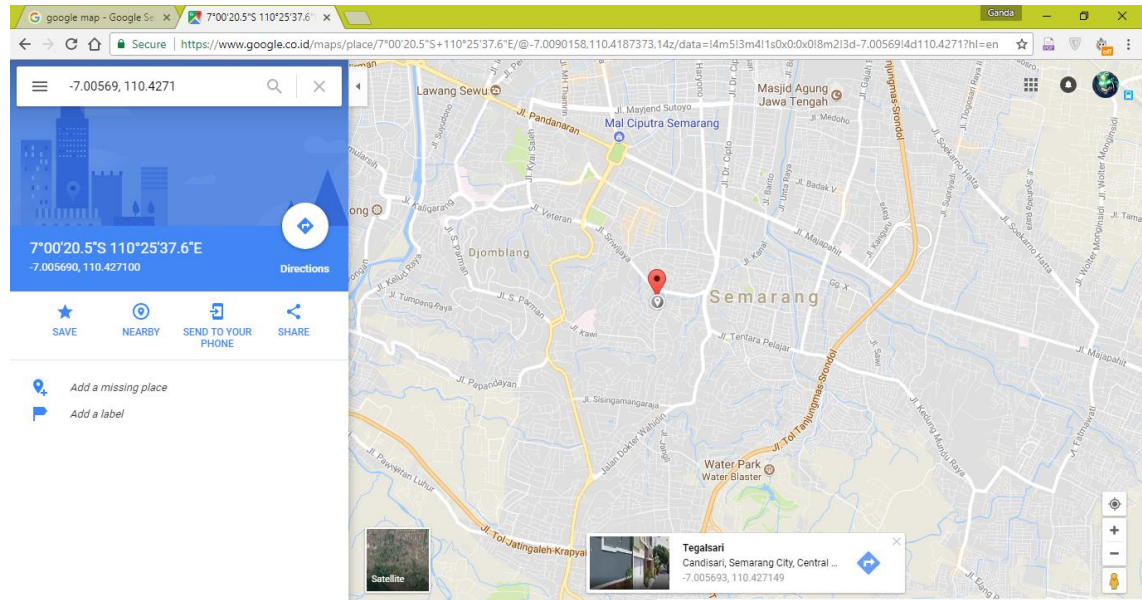
1. Regional JABODETABEK dan JABAR (-6.23972464, 107.0961838)



Gambar 4. 100 Lokasi Koordinat Solusi untuk Regional JABODETABEK

Hasil yang didapatkan dari Google Map berdasarkan koordinat yang diinputkan menunjukkan tempat yang berlokasi di daerah Wanasari, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat yang berarti bahwa lokasi fasilitas distribusi paling optimal untuk regional JABODETABEK dan JABAR berlokasi di daerah Cibitung, Bekasi, Jawa Barat.

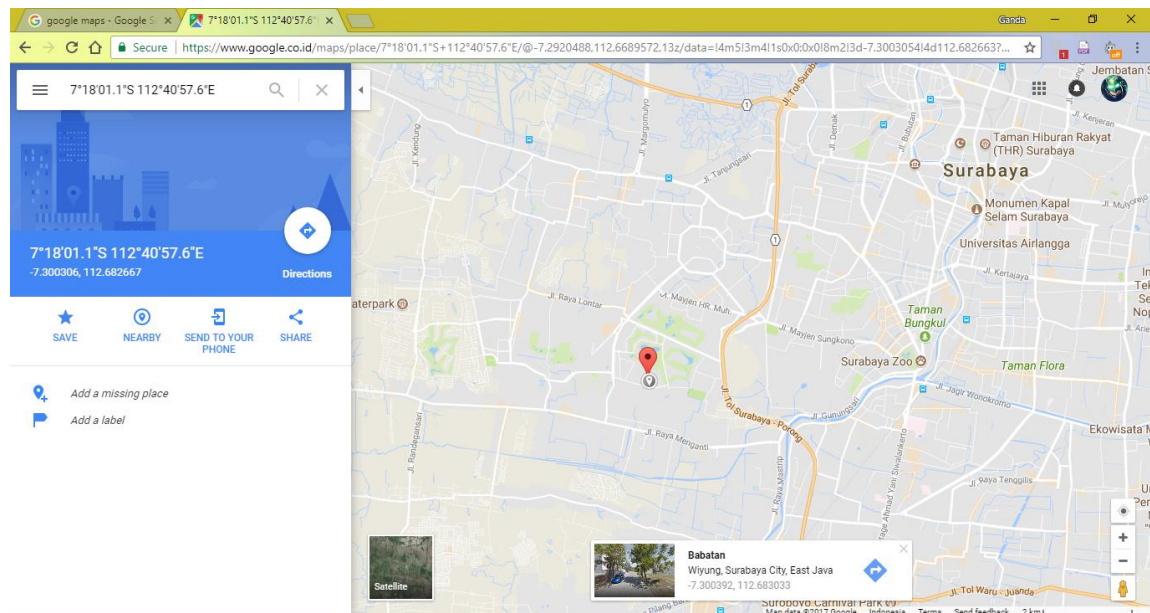
2. Regional JATENG (-7.00569, 110.4271)



Gambar 4. 101 Lokasi Koordinat Solusi untuk Regional JATENG

Hasil yang didapatkan dari Google Map berdasarkan koordinat yang diinputkan menunjukkan tempat yang berlokasi di daerah Tegalsari, Kota Semarang, Jawa Tengah yang berarti bahwa lokasi fasilitas distribusi paling optimal untuk regional JATENG berlokasi di daerah Tegalsari, Kota Semarang, Jawa Tengah.

3. Regional JATIM (-7.30030537, 112.682663)



Gambar 4. 102 Lokasi Koordinat Solusi untuk Regional JATIM

Hasil yang didapatkan dari Google Map berdasarkan koordinat yang diinputkan menunjukkan tempat yang berlokasi di daerah Babatan, Wiyung, Kota Surabaya, Jawa Timur yang berarti bahwa lokasi fasilitas distribusi paling optimal untuk regional JATIM berlokasi di daerah Babatan, Wiyung, Kota Surabaya, Jawa Timur.

4.7 Perhitungan Asumsi Pengeluaran Perusahaan Setelah Usulan Fasilitas Distribusi

1. Regional JABODETABEK dan JABAR

Berikut ini adalah perhitungan biaya transportasi logistik pengiriman produk PVC resin kepada *customer* baik pengiriman produk dalam bentuk palet (*paletize product*) maupun dalam bentuk *loose bag* (tanpa palet). Kuantitas pesanan kurang dari atau sama dengan (\leq) 10 ton merupakan pesanan dalam bentuk *loose bag*, sedangkan pesanan lebih dari itu merupakan pesanan produk PVC resin dalam palet.

Tabel 4. 22 Biaya Transportasi Produk PVC resin *Paletize* Sistem Aktual (detail perhitungan pada tabel 4.18)

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Transport Fee (Rp)
1	Cibitung	118*	6,896,940.00
2	Bogor	46	3,920,978.00
3	Tangerang	41	3,744,510.00
4	Cikarang	30	2,882,376.00
5	Jakarta Barat	12	1,346,984.35
6	Jakarta Selatan	11	1,234,735.65
Total			20,026,524.00
*50 T pengiriman Cibitung dalam bentuk Bulk (dari total 168 T)			

Tabel 4. 23 Biaya Transortasi Produk PVC Resin *Loose Bag* Sistem Aktual

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Transport Fee (Rp)*
1	Karawang	5	
2	Jakarta Timur	2	
3	Jakarta Utara	2	1,647,000
4	Bekasi	2	
*Karena pengiriman loose bag/customer <10 ton, maka pengiriman dilakukan dengan menggunakan 1 truk (single)			

Biaya total pengiriman sistem aktual = 20,026,524.00 + 1,647,000 = 21,673,524.00

Setelah adanya usulan fasilitas distribusi di daerah Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan asumsi biaya transportasi logistik yang akan dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut meliputi biaya penggunaan jumlah armada truk dan biaya *material handling* (OMH) dalam proses *unloading material* pada fasilitas distribusi. Perhitungan biaya ini akan digunakan untuk membandingkan pengeluaran yang dikeluarkan oleh perusahaan pada sistem aktual dan usulan.

Tabel 4. 24 Total *Demand* Produk PVC Resin Regional JABODETABEK dan JABAR

Jenis Produk	Total Demand (ton)
Paletize Product	258
Loose Bag	11

Tabel 4. 25 Data Ketersediaan Armada Transportasi untuk Regional JABODETABEK dan JABAR

Jenis Truk Tersedia*	Kapasitas Maksimum (Paletize Product) (ton)	Kapasitas Maksimum (Loose Bag) (ton)	Jumlah Tersedia*
Trailer (TA)	25	40	10
Single (S)	8	15	5
Tronton (D20)	11	25	5
Wingbox (D20)	14	25	6

***Berdasarkan data / keterangan pihak perusahaan**

Untuk perencanaan penggunaan truk dalam pengiriman (*trucking product*), pada usulan ini menggunakan bantuan *software* Cube-IQ dalam menentukan kebutuhan truk untuk masing-masing jenis pengiriman (*paletize product* dan *loose bag*) sesuai dengan data permintaan *customer*. Perhitungan total pengeluaran dihitung berdasarkan jumlah truk yang digunakan dikalikan dengan tarif muatan jenis truk dikalikan dengan jarak tempuh pengiriman (Cibitung, Bekasi).

Tabel 4. 26 Perencanaan Penggunaan Armada Truk Sesuai dengan Kebutuhan Pengiriman

Jenis Truk	Paletize Product (258 ton)	Loose Bag (11 ton)	Total Pengeluaran (Rp)
	Kebutuhan Truk	Kebutuhan Truk	
Trailer (TA)	10		13,793,880
Single (S)		1	1,403,244
Tronton (D20) Wingbox (D20)	1		1,381,092
	Total		16,578,216

Berikutnya adalah perhitungan ongkos *material handling* (OMH) dalam proses *unloading* produk pada fasilitas distribusi dengan menggunakan 2 bantuan alat *handtruck* (untuk produk *loose bag*) dan *forklift* (untuk produk dalam palet). Berikut ini adalah perhitungan ongkos *material handling* (OMH) berdasarkan spesifikasi produk yang akan dipindahkan. Adapun jarak perpindahan ideal, biaya *unloading* alat dan OMH/m berdasarkan referensi dari data Supply Chain Indonesia (2015)

Tabel 4. 27 Data Produk *Unloading*

Produk yang dipindahkan	Volume (cm)	Jarak perpindahan (m)	Jumlah produk yang dipindahkan
Paletize Product	110 x 136 x 117	100	258 palet
Loose Bag	37.3 x 68 x 6	50	440 bag

Tabel 4. 28 Data Spesifikasi Alat Angkut dan Standar Biaya *Unloading*

Peralatan	Maksimum volume (cm)	Biaya unloading (Rp)	OMH/m (Rp)
Forklift	160 x 160 x 160	25,000	7,500
Handtruck	150 x 90 x 120	50,000	1,500

Perhitungan kapasitas alat (Effendi, 2010):

$$\text{Kapasitas alat} = \frac{\text{kapasitas maksimum volume alat}}{\text{volume produk}} \quad (3)$$

1) *Paletize Product*

$$\frac{160 \text{ cm} \times 160 \text{ cm} \times 160 \text{ cm}}{110 \text{ cm} \times 136 \text{ cm} \times 117 \text{ cm}} = 2.340143517 \sim 3 \text{ unit}$$

2) *Loose Bag*

$$\frac{150 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} \times 120 \text{ cm}}{37.3 \text{ cm} \times 68 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}} = 106.4500867 \sim 107 \text{ unit}$$

Perhitungan Frekuensi Perpindahan (Effendi, 2010):

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{jumlah produk yang dipindahkan}}{\text{kapasitas alat angkut}} \quad (4)$$

1) *Paletize Product*

$$\frac{258}{3} = 86 \text{ kali}$$

2) *Loose Bag*

$$\frac{440}{107} = 4,112149533 \sim 5 \text{ kali}$$

Perhitungan Biaya Unloading (Effendi, 2010):

Biaya unloading

$$\begin{aligned} &= [(\text{frekuensi perpindahan produk pallet} \\ &\times \text{biaya unloading forklift}) \\ &+ (\text{OMH forklift} \times \text{jarak perpindahan produk pallet})] \\ &+ [(\text{frekuensi perpindahan produk loose bag} \\ &\times \text{biaya unloading handtruck}) \\ &+ (\text{OMH handtruck} \times \text{jarak perpindahan produk loose bag})] \end{aligned} \quad (5)$$

Biaya unloading produk

$$= [(86 \times 25,000) + (7,500 \times 100)] + [(5 \times 50,000) + (1,500 \times 50)]$$

$$= \mathbf{Rp\ 3,275,000}$$

Biaya total pengiriman dengan fasilitas distribusi = Rp 16,578,216 + Rp 3,275,000 = Rp 19,853,216

2. Regional JATENG

Berikut ini adalah perhitungan biaya transportasi logistik pengiriman produk PVC resin kepada *customer* baik pengiriman produk dalam bentuk palet (*paletize product*) maupun dalam bentuk *loose bag* (tanpa palet). Kuantitas pesanan kurang dari atau sama dengan (\leq) 10 ton merupakan pesanan dalam bentuk *loose bag*, sedangkan pesanan lebih dari itu merupakan pesanan produk PVC resin dalam palet.

Tabel 4. 29 Biaya Transportasi Produk PVC resin *Paletize* Sistem Aktual (detail perhitungan pada tabel 4.18)

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Transport Fee (Rp)
1	Semarang	44	5,295,101.40

Tabel 4. 30 Biaya Transortasi Produk PVC Resin *Loose Bag* Sistem Aktual

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Transport Fee (Rp)*
1	D.I.Y	6	1,621,000
*Pengiriman dilakukan dengan menggunakan 1 truk (Tronton)			

Biaya total pengiriman sistem aktual = 5,295,101.40+ 1,621,000 = 6,916,101.40

Setelah adanya usulan fasilitas distribusi di daerah Tegalsari, Semarang, Jawa Tengah, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan asumsi biaya transportasi logistik yang akan dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut meliputi biaya penggunaan jumlah armada truk dan biaya *material handling* (OMH) dalam proses *unloading material* pada fasilitas distribusi. Perhitungan biaya ini akan digunakan untuk membandingkan pengeluaran yang dikeluarkan oleh perusahaan pada sistem aktual dan usulan.

Tabel 4. 31 Total *Demand* Produk PVC Resin Regional JATENG

Jenis Produk	Total Demand (ton)
Paletize Product	44
Loose Bag	6

Tabel 4. 32 Data Ketersediaan Armada Transportasi untuk Regional JATENG

Jenis Truk Tersedia*	Kapasitas Maksimum (Paletize Product) (ton)	Kapasitas Maksimum (Loose Bag) (ton)	Jumlah Tersedia*
Trailer (TA)	25	40	5
Gandengan (D25)	24	40	3

***Berdasarkan data / keterangan pihak perusahaan**

Untuk perencanaan penggunaan truk dalam pengiriman (*trucking product*), pada usulan ini menggunakan bantuan *software* Cube-IQ dalam menentukan kebutuhan truk untuk masing-masing jenis pengiriman (*paletize product* dan *loose bag*) sesuai dengan data permintaan *customer*. Perhitungan total pengeluaran dihitung berdasarkan jumlah truk yang digunakan dikalikan dengan tarif muatan jenis truk dikalikan dengan jarak tempuh pengiriman (Tegalsari, Semarang).

Tabel 4. 33 Perencanaan Penggunaan Armada Truk Sesuai dengan Kebutuhan Pengiriman

Jenis Truk	Paletize Product (44 ton)	Loose Bag (6 ton)	Total Pengeluaran (Rp)
	Kebutuhan Truk	Kebutuhan Truk	
Trailer (TA) Gandengan (D25)	2		3,530,067.6
	Total		3,530,067.6

Tabel 4. 34 Data Produk *Unloading*

Produk yang dipindahkan	Volume (cm)	Jarak perpindahan (m)	Jumlah produk yang dipindahkan
Paletize Product	110 x 136 x 117	100	44 palet
Loose Bag	37.3 x 68 x 6	50	240 bag

Untuk data spesifikasi alat angkut yang digunakan dan ongkos *material handling* per meter (OMH/m) untuk regional JATENG ini sama dengan data yang tercantum pada tabel sebelumnya yaitu tabel 5.10, dan karena kapasitas alat sudah diketahui pada perhitungan sebelumnya (untuk *forklift* pada produk palet dan *handtruck* pada produk *loose bag*) untuk itu maka akan langsung dilakukan proses perhitungan frekuensi perpindahan, dan biaya *unloading* yang dikeluarkan sebagai berikut.

Perhitungan Frekuensi Perpindahan

$$Frekuensi = \frac{\text{jumlah produk yang dipindahkan}}{\text{kapasitas alat angkut}} \quad (6)$$

1) *Paletize Product*

$$\frac{44}{3} = 14.67 \sim 15 \text{ kali}$$

2) *Loose Bag*

$$\frac{240}{107} = 2.99 \sim 3 \text{ kali}$$

Perhitungan Biaya *Unloading*

Biaya unloading

$$\begin{aligned}
&= [(frekuensi perpindahan produk pallet \\
&\times biaya unloading forklift) \\
&+ (OMH forklift \times jarak perpindahan produk pallet)] \\
&+ [(frekuensi perpindahan produk loose bag \\
&\times biaya unloading handtruck) \\
&+ (OMH handtruck \times jarak perpindahan produk loose bag)] \\
&\qquad\qquad\qquad (7)
\end{aligned}$$

Biaya unloading produk

$$\begin{aligned}
&= [(15 \times 25,000) + (7,500 \times 100)] + [(3 \times 50,000) + (1,500 \times 50)] \\
&= \mathbf{Rp\ 1,350,000}
\end{aligned}$$

Biaya total pengiriman dengan fasilitas distribusi = Rp 3,530,067.6+ Rp 1,350,000 = Rp 4,880,067.6

3. Regional JATIM

Berikut ini adalah perhitungan biaya transportasi logistik pengiriman produk PVC resin kepada *customer* baik pengiriman produk dalam bentuk palet (*paletize product*) maupun dalam bentuk *loose bag* (tanpa palet). Kuantitas pesanan kurang dari atau sama dengan (\leq) 10 ton merupakan pesanan dalam bentuk *loose bag*, sedangkan pesanan lebih dari itu merupakan pesanan produk PVC resin dalam palet.

Tabel 4. 35 Biaya Transportasi Produk PVC resin *Paletize* Sistem Aktual (detail perhitungan pada tabel 4.18)

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Transport Fee (Rp)
1	Gresik	41	3,922,258.20
2	Sidoarjo	34	3,921,048.00
3	Surabaya	23	3,896,884.00
4	Mojokerto	20	3,631,688.40
Total			15,371,878.60

Tabel 4. 36 Biaya Transortasi Produk PVC Resin *Loose Bag* Sistem Aktual

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Transport Fee (Rp)
1	Pasuruan	10	
2	Lamongan	4	1,621,000
3	Pandaan	1	

***Karena pengiriman loose bag/customer <10 ton, maka pengiriman dilakukan dengan menggunakan 1 truk (single)**

Biaya total pengiriman sistem aktual = 15,371,878.60 + 1,621,000 = 16,992,878.60

Setelah adanya usulan fasilitas distribusi di daerah Babatan, Wiyung, Surabaya, Jawa Timur, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan asumsi biaya transportasi logistik yang akan dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut meliputi biaya penggunaan jumlah armada truk dan biaya *material handling* (OMH) dalam proses *unloading material* pada fasilitas distribusi. Perhitungan biaya ini akan digunakan untuk membandingkan pengeluaran yang dikeluarkan oleh perusahaan pada sistem aktual dan usulan.

Tabel 4. 37 Total Demand Produk PVC Resin Regional JATIM

Jenis Produk	Total Demand (ton)
Paletize Product	118
Loose Bag	15

Tabel 4. 38 Data Ketersediaan Armada Transportasi untuk Regional JATENG

Jenis Truk Tersedia*	Kapasitas Maksimum (Paletize Product) (ton)	Kapasitas Maksimum (Loose Bag) (ton)	Jumlah Tersedia*
Trailer (TA)	25	40	6
Gandengan (D25)	24	40	5
Wingbox (D20)	14	25	3

***Berdasarkan data / keterangan pihak perusahaan**

Untuk perencanaan penggunaan truk dalam pengiriman (*trucking product*), pada usulan ini menggunakan bantuan *software* Cube-IQ dalam menentukan kebutuhan truk untuk masing-masing jenis pengiriman (*paletize product* dan *loose bag*) sesuai dengan data permintaan *customer*. Perhitungan total pengeluaran dihitung berdasarkan jumlah truk yang digunakan dikalikan dengan tarif muatan jenis truk dikalikan dengan jarak tempuh pengiriman (Babatan, Wiyung, Surabaya).

Tabel 4. 39 Perencanaan Penggunaan Armada Truk Sesuai dengan Kebutuhan Pengiriman

Jenis Truk	Paletize Product (118 ton)	Loose Bag (15 ton)	Total Pengeluaran (Rp)
	Kebutuhan Truk	Kebutuhan Truk	
Trailer (TA) Gandengan (D25)	5		9,730,190
Wingbox (D20)		1	1,948,442
	Total		11678632

Tabel 4. 40 Data Produk *Unloading*

Produk yang dipindahkan	Volume (cm)	Jarak perpindahan (m)	Jumlah produk yang dipindahkan
Paletize Product	110 x 136 x 117	100	118 palet
Loose Bag	37.3 x 68 x 6	50	600 bag

Untuk data spesifikasi alat angkut yang digunakan dan ongkos *material handling* per meter (OMH/m) untuk regional JATIM ini sama dengan data yang tercantum pada tabel sebelumnya yaitu tabel 5.10, dan karena kapasitas alat sudah diketahui pada perhitungan sebelumnya (untuk *forklift* pada produk palet dan *handtruck* pada produk *loose bag*) untuk itu maka akan langsung dilakukan proses perhitungan frekuensi perpindahan, dan biaya *unloading* yang dikeluarkan sebagai berikut.

Perhitungan Frekuensi Perpindahan

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{jumlah produk yang dipindahkan}}{\text{kapasitas alat angkut}} \quad (8)$$

1) *Paletize Product*

$$\frac{118}{3} = 39.33 \sim 40 \text{ kali}$$

2) *Loose Bag*

$$\frac{600}{107} = 5.61 \sim 6 \text{ kali}$$

Perhitungan Biaya *Unloading*

Biaya unloading

$$\begin{aligned} &= [(\text{frekuensi perpindahan produk pallet} \\ &\times \text{biaya unloading forklift}) \\ &+ (\text{OMH forklift} \times \text{jarak perpindahan produk pallet})] \\ &+ [(\text{frekuensi perpindahan produk loose bag} \\ &\times \text{biaya unloading handtruck}) \\ &+ (\text{OMH handtruck} \times \text{jarak perpindahan produk loose bag})] \end{aligned}$$

Biaya unloading produk

$$\begin{aligned} &= [(40 \times 25,000) + (7,500 \times 100)] + [(6 \times 50,000) + (1,500 \times 50)] \\ &= \mathbf{Rp 2,125,000} \end{aligned}$$

Biaya total pengiriman dengan fasilitas distribusi = Rp 11,678,632+ Rp 2,125,000 = Rp 13,803,632

4.8 Kaitan Pengiriman dengan Waktu dan Kebutuhan *Customer*

Dalam pengiriman produk PVC resin setiap harinya kepada *customer* tentunya permintaan dan pengiriman tidak selalu statis atau dalam hal ini selalu berubah-ubah sesuai dengan tingkat kebutuhan *customer* sehingga jumlah kebutuhan truk dalam aktivitas pengiriman tidak selalu sama setiap harinya. Pada pembahasan sebelumnya aktivitas pengiriman selalu

diasumsikan sama setiap harinya melihat rata-rata tingkat demand per daerah regional customer. Hal tersebut menyebabkan ketidaksesuaian jika dikaitkan dengan tingkat demand dan waktu kebutuhan customer secara riil yang pada dasarnya berbeda-beda dalam segi hal waktu dan kebutuhan pesanan setiap harinya yang nantinya juga berkaitan dengan tingkat kebutuhan truk angkutan dalam aktivitas pengiriman. Dalam hal ini juga menunjukkan bahwa aktivitas pengiriman harus dilakukan sesuai dengan *demand customer* dan waktu kebutuhannya sehingga tidak bisa melakukan pengiriman rata-rata sekaligus setiap harinya karena tanggal pemesanan dari *customer* tidak selalu sama. Maka dari itu perlu dilakukan perhitungan ulang jumlah kebutuhan armada angkutan dalam aktivitas pengiriman jika dikaitkan dengan waktu kebutuhan dan tempat *customer* masing-masing regional. Berikut ini adalah perbandingan tingkat kebutuhan truk pada sistem riil dengan sistem usulan fasilitas distribusi (perhitungan ulang kaitannya dengan kebutuhan dan tempat *customer*).

Tabel 4. 41 Tingkat Kebutuhan Angkutan pada Aktivitas Pengiriman Sistem Aktual

Sistem Aktual								
Regional JABODETABEK dan JABAR			Regional JATENG			Regional JATIM		
Jenis Truk	Frekuensi /bln	Total Cost (Rp)	Jenis Truk	Frekuensi /bln	Total Cost (Rp)	Jenis Truk	Frekuensi /bln	Total Cost (Rp)
Trailer (TA)	150	242,850,000	Trailer (TA)			Trailer (TA)	30	1,619,000
Wingbox (D20)	150	243,150,000	Gandengan (D25)	90	145,800,000	Gandengan (D25)	30	48,600,000
Tronton (D20)	60	97,260,000				Wingbox (D20)	180	291,780,000
Single (S)	90	148,230,000						
Total Cost/bln		731,490,000	Total Cost/bln		145,800,000	Total Cost/bln		341,999,000
			Total Cost keseluruhan/bln					1,219,289,000
			Asumsi Total Cost keseluruhan/thn					14,631,468,000

Tabel 4. 42 Tingkat Kebutuhan Angkutan pada Aktivitas Pengiriman Sistem Usulan

Sistem Usulan								
Regional JABODETABEK dan JABAR			Regional JATENG			Regional JATIM		
Jenis Truk	Frekuensi /bln	Total Cost (Rp)	Jenis Truk	Frekuensi /bln	Total Cost (Rp)	Jenis Truk	Frekuensi /bln	Total Cost (Rp)
Trailer (TA)	295	477,605,000.00	Trailer (TA)	16	25,904,000.00	Trailer (TA)	90	145,710,000.00
Wingbox (D20)	32	51,872,000.00	Gandengan (D25)	39	63,180,000.00	Gandengan (D25)	52	84,240,000.00
Tronton (D20)	3	4,863,000.00				Wingbox (D20)	20	32,420,000.00
Single (S)	15	24,705,000.00						
Total Cost/bln		559,045,000.00	Total Cost/bln		89,084,000.00	Total Cost/bln		262,370,000.00
			Total Cost keseluruhan/bln					910,499,000.00
			Asumsi Total Cost keseluruhan/thn					10,925,988,000.00

4.9 Analisis Kelayakan Investasi Fasilitas Distribusi

Dari usulan fasilitas distribusi dan perhitungan penghematan yang dilakukan sebelumnya diketahui jika usulan fasilitas distribusi mampu meminimasi biaya transportasi logistik 8,8% keseluruhan aktivitas pengiriman logistik ke seluruh area regional *customer*. Namun sebelum menyatakan usulan tersebut baik atau tidak diambil oleh perusahaan, langkah yang harus dilakukan selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan analisis kelayakan investasi fasilitas distribusi mulai dari modal awal pendirian penyewaan *warehouse* hingga biaya operasional bulanan yang dikeluarkan dari adanya *warehouse* tersebut.

Pada sub bab kali ini akan mencoba membandingkan penghematan yang dihasilkan dengan adanya fasilitas distribusi dalam satu tahun dengan biaya yang ditimbulkan dengan adanya fasilitas distribusi tersebut mulai dari biaya investasi awal hingga biaya operasional bulanan rutin yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Berikut ini adalah bentuk perhitungan analisis kelayakan investasi fasilitas distribusi di setiap regional *customer*.

1. Regional JABODETABEK dan JABAR

Tabel 4. 43 *Demand* Produk pada Regional JABODETABEK dan JABAR

Produk yang dipindahkan	Volume (cm)	Volume (m³)	Total demand	Demand ruang (m³)
Paletize Product	110 x 136 x 117	1.75032	258 palet	451.58256
Loose Bag	37.3 x 68 x 6	1.75032	440 bag (11 palet)	19.25352
Demand ruang warehouse				470.83608*
*+200 m³ area jalan operator, alat material handling, dan ruangan lain				

Berikut ini adalah data elemen biaya yang dikeluarkan setiap bulannya dari adanya fasilitas distribusi (*warehouse*) berdasarkan data portal investasi 3pl.co.id

Tabel 4. 44 Biaya Fasilitas Distribusi

No	Elemen Biaya	Cost (Rp)	Bulanan (Rp)	Tahunan (Rp)
1	Sewa gudang (<i>Easy Warehouse</i>)*	95,000/m ³ /bln	63,729,427.60	764,753,131.20
2	Operator (10)	3,000,000/org	30,000,000	360,000,000
Total cost				1,124,753,131.20
*Termasuk fasilitas WMS, CCTV dan security, listrik dan air				

Tabel 4. 45 Perhitungan Perbandingan Penghematan dalam Setahun

	Total Cost/bln (Rp)	Total Cost/thn (Rp)
Sistem Aktual	731,490,000.00	8,777,880,000.00
Sistem Usulan	559,045,000.00	6,708,540,000.00
Total Penghematan		2,069,340,000.00

Dari perhitungan analisis kelayakan fasilitas distribusi untuk wilayah regional JABODETABEK dan JABAR didapatkan jika total pengeluaran yang dihasilkan dari adanya *warehouse* / fasilitas distribusi per tahunnya jauh lebih kecil daripada total penghematan yang dihasilkan dari adanya lokasi fasilitas distribusi sehingga pengadaan lokasi fasilitas distribusi untuk regional JABODETABEK dan JABAR dinyatakan layak.

2. Regional JATENG

Tabel 4. 46 *Demand* Produk pada Regional JATENG

Produk yang dipindahkan	Volume (cm)	Volume (m³)	Total demand	Demand ruang (m³)
Paletize Product	110 x 136 x 117	1.75032	44 palet	77.01408
Loose Bag	37.3 x 68 x 6	1.75032	240 bag (6 palet)	10.50192
Demand ruang warehouse				287.516*
*+200 m³ area jalan operator, alat material handling, dan ruangan lain				

Berikut ini adalah data elemen biaya yang dikeluarkan setiap bulannya dari adanya fasilitas distribusi (*warehouse*) berdasarkan data portal investasi 3pl.co.id

Tabel 4. 47 Biaya Fasilitas Distribusi

No	Elemen Biaya	Cost (Rp)	Bulanan (Rp)	Tahunan (Rp)
1	Sewa gudang (<i>Easy Warehouse</i>)*	95,000/m ³ /bln	27,314,020.00	327,768,240.00
2	Operator (5)	2,500,000/org	12,500,000.00	150,000,000.00
Total cost				477,768,240.00
*Termasuk fasilitas WMS, CCTV dan security, listrik dan air				

Tabel 4. 48 Perhitungan Perbandingan Penghematan dalam Setahun

	Total Cost/bln (Rp)	Total Cost/thn (Rp)
Sistem Aktual	145,800,000.00	1,749,600,000.00
Sistem Usulan	89,084,000.00	1,069,008,000.00
Total Penghematan		680,592,000.00

Dari perhitungan analisis kelayakan fasilitas distribusi untuk wilayah regional JATENG didapatkan jika total pengeluaran yang dihasilkan dari adanya *warehouse* / fasilitas distribusi per tahunnya jauh lebih kecil daripada total penghematan yang dihasilkan dari adanya lokasi fasilitas distribusi sehingga pengadaan lokasi fasilitas distribusi untuk regional JATENG dinyatakan layak untuk dilakukan.

3. Regional JATIM

Tabel 4. 49 *Demand* Produk pada Regional JATENG

Produk yang dipindahkan	Volume (cm)	Volume (m³)	Total demand	Demand ruang (m³)
Paletize Product	110 x 136 x 117	1.75032	118 palet	206.53776
Loose Bag	37.3 x 68 x 6	1.75032	600 bag (15 palet)	26.2548
Demand ruang warehouse				432.79256*
*+200 m³ area jalan operator, alat material handling, dan ruangan lain				

Berikut ini adalah data elemen biaya yang dikeluarkan setiap bulannya dari adanya fasilitas distribusi (*warehouse*) berdasarkan data portal investasi 3pl.co.id

Tabel 4. 50 Biaya Fasilitas Distribusi

No	Elemen Biaya	Cost (Rp)	Bulanan (Rp)	Tahunan (Rp)
1	Sewa gudang (<i>Easy Warehouse</i>)*	95,000/m ³ /bln	41,115,293.20	493,383,518.40
2	Operator (8)	3,000,000/org	24,000,000.00	288,000,000.00
Total cost				781,383,518.40
*Termasuk fasilitas WMS, CCTV dan security, listrik dan air				

Tabel 4. 51 Perhitungan Perbandingan Penghematan dalam Setahun

	Total Cost/bln (Rp)	Total Cost/thn (Rp)
Sistem Aktual	341,999,000.00	4,103,988,000.00
Sistem Usulan	262,370,000.00	3,148,440,000.00
Total Penghematan		955,548,000.00

Dari perhitungan analisis kelayakan fasilitas distribusi untuk wilayah regional JATIM didapatkan jika total pengeluaran yang dihasilkan dari adanya *warehouse* / fasilitas distribusi per tahunnya jauh lebih kecil daripada total penghematan yang dihasilkan dari adanya lokasi fasilitas distribusi sehingga pengadaan lokasi fasilitas distribusi untuk regional JATIM dinyatakan layak untuk dilakukan.

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Perbaikan Utilisasi Ruang Kargo Transportasi Logistik

Dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya didapatkan beberapa solusi atau usulan kepada pihak perusahaan dalam upaya menekan dan meminimasi pengeluaran perusahaan khususnya biaya logistik pengiriman produk kepada *customer*. Pada usulan yang pertama atau penelitian sebelumnya yaitu usulan metode pengiriman dengan cara menggabungkan beberapa *packing* berbeda produk PVC resin *paletize* dalam satu kargo dengan menggunakan bantuan *software* Cube-IQ dalam perencanaan dan perbaikan utilisasi ruang kargo. *Software* ini banyak digunakan khususnya dalam perencanaan aktivitas *stuffing* / *loading* produk ke dalam *container*.

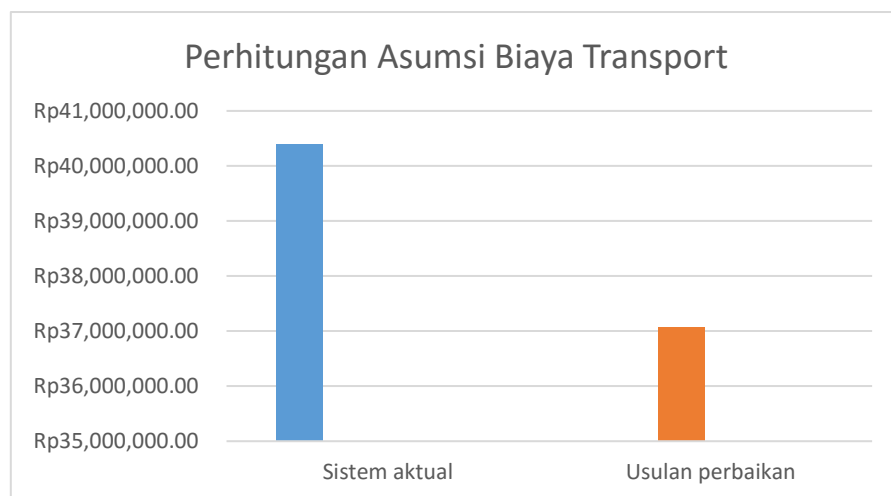
Pada penelitian ini dilakukan pengujian aktivitas *stuffing* perusahaan terhadap masing-masing *customer* dengan cara mencoba menggabungkan beberapa *packing* berbeda pesanan *customer* (khusus pesanan produk PVC resin dalam palete) dalam 1 kargo, dan hasilnya perusahaan dapat mengurangi jumlah armada angkutan logistik kepada setiap *customer*.

Tabel 4. 52 Perbandingan Jumlah Kebutuhan Truk

	Area Pengiriman	Total Pengiriman (Ton)	Penggunaan Truk	
			Sistem Awal	Usulan perbaikan
1	Bogor	46	WB (2), Single (1)	Single (1), Trailer (2)
2	Cibitung	118	Trailer (5)	Trailer (6)
3	Cikarang	30	WB (1), Single (1)	Trailer (1), Tronton (1)
4	Gresik	41	WB (1), Gandengan (1)	Trailer (2)
5	Jakbar & Jaksel	23	WB (1), Single (1)	Trailer (1), Single (1)
6	Mojokerto	20	WB (2)	Trailer (2)
7	Surabaya	23	WB (2)	Gandengan (1)
8	Sidoarjo	34	WB (1), Trailer (1)	Gandengan (1), WB (1)
9	Semarang	44	Trailer (3)	Gandengan (2)

	Area Pengiriman	Total Pengiriman (Ton)	Penggunaan Truk	
			Sistem Awal	Usulan perbaikan
10	Tangerang	41	Tronton (2), WB (1)	Trailer (2)
	Total Truk		27	23

Dengan berkurangnya jumlah armada transportasi logistik ini maka pengeluaran perusahaan untuk biaya transportasi logistik juga berkurang. Pada percobaan yang dilakukan usulan perbaikan mampu menurunkan biaya transportasi logistik sebelumnya sebesar 8% khusus untuk pengiriman produk PVC resin dalam palet sebagai produk atau komoditas utama perusahaan. Hal ini dikarenakan dengan menggabungkan jenis *packing* berbeda dalam kargo perusahaan dapat meningkatkan utilisasi ruang kargo setiap angkutan dan meminimalisir penggunaan truk dengan muatan kecil (truk *single*).



Gambar 5. 1 Grafik Perbandingan Asumsi Biaya Sistem Aktual dan Usulan Perbaikan

Pada perencanaan *loading* atau *stuffing* ini lebih memanfaatkan penggunaan truk dengan kapasitas terbesar baru kemudian menyusul pemilihan truk dengan kapasitas sesuai dengan sisa produk yang belum termuat dalam truk pertama, begitu seterusnya, sehingga pada perencanaan *loading* yang dilakukan perusahaan harus selalu menggunakan truk jenis *trailer* apabila jumlah pengiriman per area lebih dari 25 ton.

Penggunaan *trailer* ini juga merupakan jenis tarif truk dengan biaya terkecil dibandingkan dengan jenis truk lain karena perbandingan Rp/kg nya yang lebih kecil

dibandingkan jenis truk dengan kapasitas muatan yang lebih kecil dengan tarif penggunaannya yang lebih mahal.

Tabel 4. 53 Ilustrasi Tarif Truk Muatan Kecil dengan Muatan Besar

Kapasitas Muatan (ton)	Asumsi Operasional (Rp)	Rp/Kg
10	2,000,000	200
40	4,000,000	100

Hal tersebut dikarenakan pada truk dengan kapasitas besar, harga operasional penggunaannya memang jauh lebih mahal akan tetapi jika mampu mengangkut kapasitas jauh lebih banyak maka harga per kg produk akan jauh lebih murah dikarenakan bilangan pembagi dari harga juga besar.

Berbeda dengan truk berkapasitas kecil, harga operasionalnya memang murah namun jika hanya mampu mengangkut sedikit produk saja maka harga per kg produk lebih mahal. Hal ini dikarenakan semakin besar bilangan pembagi (kapasitas muatan) maka hasil perbandingan juga akan semakin kecil. Hal ini sama halnya dengan prinsip grosir.

5.2 Penentuan Lokasi Fasilitas Distribusi dengan Penerapan Algoritma Genetik

Dari hasil pengolahan data sebelumnya dalam pencarian titik koordinat optimal lokasi fasilitas distribusi baru bagi perusahaan XYZ Chemical dengan penerapan Algoritma Genetik, berhasil didapatkan solusi untuk masing-masing area regional customer perusahaan yaitu area regional JABODETABEK dan JABAR (meliputi area Jakarta sekitarnya dan Jawa Barat), JATENG (meliputi area Jawa Tengah dan sekitarnya), dan JATIM (meliputi area Jawa Timur). Indikator atau parameter suatu lokasi fasilitas dinyatakan optimal diukur berdasarkan jarak Euclidean fasilitas distribusi dengan masing-masing *customer* tidak terlalu jauh dihitung dari jarak tempuh khususnya *customer* dengan permintaan paling tinggi di regionalnya (memperhatikan bobot prioritas)

Untuk mencari jarak masing-masing *customer* terhadap usulan lokasi fasilitas distribusi dihitung dengan cara jarak Euclidean (*Euclidean Distance*) masing-masing *customer* dikalikan dengan total *demand* / permintaan per hari dengan rumus berikut (Purnomo, 2004):

$$d(X_i P_i) = W_n \cdot \sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2} \quad (9)$$

W = Bobot prioritas customer (tingkat demand per hari)

x = Koordinat x lokasi fasilitas yang didapat

y = Koordinat y lokasi fasilitas yang didapat

a_i = Koordinat x lokasi customer ke i

b_i = Koordinat y lokasi customer ke i

Dari perumusan ini maka akan dilakukan pengujian terhadap masing-masing solusi yang didapatkan dalam penentuan lokasi fasilitas setiap regional apakah memang sudah dinyatakan optimum atau belum. Pengujian ini juga dilakukan untuk memastikan jika solusi yang didapatkan dari penerapan Algoritma Genetik dengan bantuan *software* Generator sudah sesuai dengan fungsi *fitness* yang telah dirumuskan sebelumnya oleh peneliti atau sebagai bentuk verifikasi. Berikut ini adalah perhitungan verifikasi solusi-solusi yang didapatkan pada setiap regional *customer*.

1. Regional JABODETABEK dan JABAR

Pada regional ini didapatkan solusi untuk titik kordinat lokasi fasilitas distribusi yang dicari yaitu (-6.23961401, 107.0963898) dengan nilai *fitness* (z) atau total jarak Euclidean sebesar 53.35186311 yang berlokasi di daerah Cibitung, Bekasi, Jawa Barat. Berdasarkan rumus *fitness* sebelumnya, didapatkan jarak Euclidean masing-masing *customer* terhadap usulan lokasi fasilitas distribusi sebagai berikut.

Tabel 5. 1 Perhitungan Jarak Euclidean terhadap Usulan Lokasi

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Jarak Euclidean dengan Usulan Lokasi	Indikator Jarak Tempuh
1	Cibitung	168	0.134017204	
2	Bogor	46	21.6725649	
3	Tangerang	41	11.34478779	
4	Cikarang	30	2.803572551	

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Jarak Euclidean dengan Usulan Lokasi	Indikator Jarak Tempuh
5	Jakarta Barat	12	7.981364766	
6	Jakarta Selatan	11	6.788631082	
7	Karawang	5	1.475563014	
8	Jakarta Timur	2	0.377941703	
9	Jakarta Utara	2	0.516316552	
10	Bekasi	2	0.257101773	

Dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat posisi lokasi usulan fasilitas distribusi dengan masing-masing *customer* di regional Jabodetabek dan Jabar dilihat dari jarak Euclidean masing-masing *customer* terhadap lokasi fasilitas. Berdasarkan parameter optimal yang telah ditetapkan sebelumnya, bahwa lokasi fasilitas distribusi yang optimal harus tidak terlalu jauh dari pasar atau mampu melayani seluruh *customer* dalam regional serta mempertimbangkan bobot prioritas setiap *customer* (berdasarkan tingkat *demand*).

Dilihat dari parameter tersebut, seharusnya lokasi fasilitas distribusi berada tidak terlalu jauh dari *customer* Cibitung karena memiliki tingkat *demand* yang sangat tinggi dan jauh dari *customer* lainnya. Dari solusi yang didapatkan, hal tersebut sudah sesuai dikarenakan *customer* Cibitung memiliki jarak Euclidean paling kecil yang berarti *customer* ini yang terdekat dengan usulan lokasi fasilitas. *Customer* berikutnya yang berdekatan dengan lokasi fasilitas adalah *customer* yang berada di wilayah DKI Jakarta, Bekasi, dan area industri Cikarang-Karawang meskipun rata-rata *demand* setiap *customer* tergolong rendah jika dibandingkan dengan *customer* Bogor dan Tangerang. Jika dilihat dari total *demand*, seharusnya lokasi fasilitas distribusi berada dekat dengan *customer* Bogor dan Tangerang dengan tingkat *demand* terbesar kedua dan ketiga. Namun hal tersebut tidak terjadi dari solusi yang didapat. Hal ini dikarenakan Algoritma Genetik mencari solusi paling optimal dengan memperhitungkan parameter jarak dan bobot prioritas *customer*.

Total *demand* untuk *customer* Bogor dan Tangerang adalah 87 ton/hari dengan total jarak Euclidean dari usulan lokasi fasilitas sebesar 33.01735269, sedangkan untuk kumpulan *customer* di wilayah DKI Jakarta, Bekasi, dan area Industri Cikarang-Karawang juga memiliki total *demand* sebesar 87 ton/hari dengan total jarak Euclidean sebesar 20.20049144. Hal inilah yang menyebabkan hasil dari Algoritma Genetik lebih dekat dengan kumpulan

customer di wilayah DKI Jakarta, Bekasi, dan area Industri Cikarang-Karawang dari pada dengan *customer* di daerah Bogor dan Tangerang. Lebih baik dekat dengan banyak *customer* di sekitarnya daripada satu atau dua *customer* yang berada lebih jauh apalagi dengan total permintaan yang sama.

2. Regional JATENG

Pada regional ini didapatkan solusi untuk titik kordinat lokasi fasilitas distribusi yang dicari yaitu (-7.00569, 110.4271) dengan nilai *fitness* (z) atau total jarak Euclidean sebesar 4.753915 yang berlokasi di daerah Tegalsari, kota Semarang, Jawa Tengah. Berdasarkan rumus *fitness* sebelumnya, didapatkan jarak Euclidean masing-masing *customer* terhadap usulan lokasi fasilitas distribusi sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Perhitungan Jarak Euclidean *Customer* JATENG terhadap Usulan Lokasi

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Jarak Euclidean dengan Usulan Lokasi	Indikator Jarak Tempuh
1	Semarang	44	0.000665841	
2	D.I.Y	6	4.753870877	

Dari hasil perhitungan di atas, dapat dilihat jika lokasi fasilitas distribusi untuk regional Jawa Tengah lebih dekat dengan *customer* di kota Semarang dibandingkan dengan *customer* di daerah D.I. Yogyakarta. Mengacu pada parameter optimal sebelumnya, hal ini dirasa sudah cukup jelas. Dengan memperhatikan bobot prioritas setiap *customer*, jelas perusahaan harus lebih mementingkan *customer* dengan tingkat *demand* yang lebih besar, meskipun faktor jarak juga turut berpengaruh terhadap kualitas pelayanan terhadap *customer*. Namun dikarenakan jumlah *customer* untuk region ini hanya ada 2 *customer*, perusahaan harus lebih mementingkan *customer* dengan tingkat *demand* yang lebih besar sehingga seharusnya lokasi fasilitas distribusi tidak berada jauh dari kota Semarang.

Hasil solusi yang didapatkan dari Algoritma Genetik dirasa sudah cukup optimal dikarenakan usulan lokasi atau area koordinat berada tidak jauh dari pusat kota Semarang yaitu berada di daerah Tegalsari. Sedangkan untuk *customer* di daerah istimewa Yogyakarta memang usulan lokasi fasilitas distribusi sedikit jauh namun dirasa hal ini cukup adil dengan

customer yang berada di wilayah Semarang karena perbedaan tingkat *demand* yang cukup besar antara kedua *customer*. Namun dari usulan ini diharapkan mampu mengurangi pengeluaran biaya logistik baik untuk pengiriman barang bagi perusahaan XYZ Chemical maupun biaya kirim produk bagi *customer*.

3. Regional JATIM

Pada regional ini didapatkan solusi untuk titik kordinat lokasi fasilitas distribusi yang dicari yaitu (-7.30030441, 112.6826553) dengan nilai *fitness* (z) atau total jarak Euclidean sebesar 24.41163537 yang berlokasi di daerah Babatan, Wiyung, Kota Surabaya, Jawa Timur. Berdasarkan rumus *fitness* sebelumnya, didapatkan jarak Euclidean masing-masing *customer* terhadap usulan lokasi fasilitas distribusi sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Perhitungan Jarak Euclidean *Customer* JATIM terhadap Usulan Lokasi

No	Kota	Tingkat Order/hari (ton)	Jarak Euclidean dengan Usulan Lokasi	Indikator Jarak Tempuh
1	Gresik	41	5.710459754	
2	Sidoarjo	34	5.017034953	
3	Surabaya	23	1.734475819	
4	Mojokerto	20	6.124331374	
5	Pasuruan	10	4.109593111	
6	Lamongan	4	1.360568704	
7	Pandaan	1	0.355171656	

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas dapat diketahui jarak tempuh masing-masing *customer* terhadap usulan lokasi fasilitas distribusi pada regional Jawa Timur. Pada perhitungan tersebut diketahui jika *customer* yang paling dekat dengan lokasi fasilitas adalah *customer* di daerah Pandaan, selanjutnya *customer* di daerah Lamongan dan Surabaya. Jika melihat dari ukuran parameter lokasi optimal yang mementingkan faktor jarak terhadap *customer* dan bobot prioritas berdasarkan tingkat demand masing-masing *customer*, seharusnya lokasi usulan berada paling dekat *customer* di daerah Gresik atau tidak jauh dari wilayah tersebut. Namun hasil solusi yang dihasilkan dari Algoritma Genetik menunjuk lokasi yang tidak berada dekat dengan daerah Gresik maupun Sidoarjo.

Pada hasil perhitungan jarak Euclidean masing-masing *customer* terhadap usulan lokasi fasilitas di atas, hasil dari Algoritma Genetik menunjukkan lokasi yang tidak berada jauh dari setiap *customer* dalam artian mencoba memposisikan lokasi fasilitas di tengah-tengah *customer*. Penempatan lokasi dekat dengan *customer* di daerah Pandaan bukan karena bobot prioritas *customer* tersebut melainkan lokasi paling optimal berada di dekat daerah tersebut yang juga berdekatan dengan daerah Lamongan dan pusat kota Surabaya. Hal ini dikarenakan pada regional Jawa Timur tidak adanya perbedaan yang signifikan atau ketimpangan yang cukup besar tingkat *demand* setiap *customer* dibandingkan dengan regional lainnya sebelumnya. Maka dari itu Algoritma Genetik pada kasus ini lebih mencari pada parameter jarak tanpa meninggalkan faktor prioritas juga dan dari hasil yang didapat ini dirasa cukup sesuai karena lokasi berada dekat dengan keseluruhan *customer*.

5.3 Perbandingan Biaya Operasional Pengiriman Perusahaan Setelah Usulan Fasilitas Distribusi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu tentang upaya perbaikan utilisasi ruang kargo logistik untuk produk PVC resin *paletize* sebagai produk utama dan primadona pada *customer* dengan menggabungkan beberapa *packing* berbeda dalam satu muatan kargo berhasil menurunkan biaya logistik pengiriman perusahaan sebesar 8% yang berarti hal ini seharusnya dapat menjadi usulan yang baik bagi perusahaan tentunya dalam mengendalikan biaya transportasi.

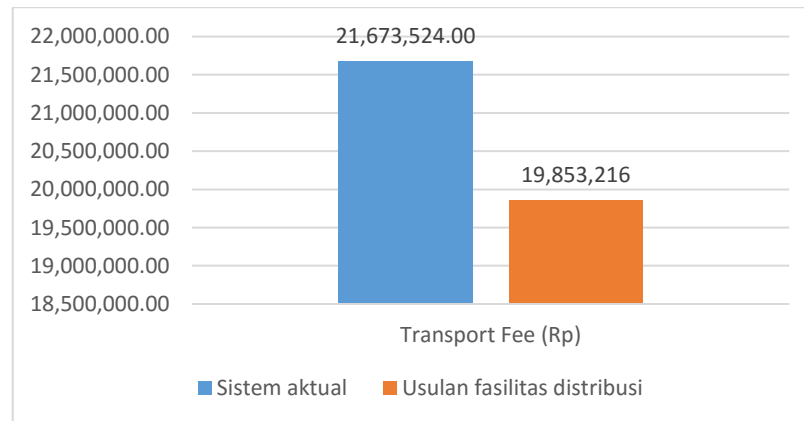
Namun hal tersebut saat ini belum dapat diterapkan perusahaan dalam pengiriman langsung kepada *customer*, sehingga perusahaan harus menentukan suatu lokasi fasilitas distribusi di setiap regional *customer* untuk menerapkan metode pengiriman tersebut. Dari penelitian berikutnya yang telah dilakukan untuk mencari lokasi paling optimal setiap region, telah didapatkan 3 usulan daerah lokasi yang optimal untuk masing-masing regional. Namun dari penelitian ini perlu adanya kajian atau pembahasan lebih lanjut mengenai dampak dari adanya fasilitas distribusi ini terhadap pengeluaran biaya transportasi logistik perusahaan apakah memang mampu meminimalisir pengeluaran secara signifikan atau tidak. Berikut ini adalah perbandingan pengeluaran biaya transportasi logistik perusahaan sebelum adanya fasilitas distribusi, dan kemungkinan setelah adanya fasilitas distribusi di setiap area regional *customer*.

1. Regional JABODETABEK dan JABAR

Dari perhitungan sebelumnya di atas diketahui jika usulan pengiriman produk pada fasilitas distribusi atau tidak langsung mengirimkan produk langsung kepada *customer* pada regional JABODETABEK dan JABAR dapat menurunkan biaya transportasi logistik harian sebesar 8.398% dari pengeluaran sebelumnya. Hal ini dikarenakan dengan melakukan pengiriman pada fasilitas distribusi, perusahaan dapat meminimalisir penggunaan jumlah armada transportasi dan memaksimalkan penggunaan jenis truk dengan muatan paling besar khusus untuk pengiriman produk PVC resin dalam palet sebagai produk utama yang dijual dan paling banyak dipesan oleh *customer*.

Tabel 5. 4 Perbandingan Kebutuhan Jumlah Truk Pengiriman Produk Palet
Sebelum dan Sesudah Usulan Regional JABODETABEK & JABAR

	S	D20	D25	TA	Total Truk
Sistem aktual	3	7		5	15
Setelah fasilitas distribusi		1		10	11



Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Pengeluaran Harian Transportasi Logistik Sistem Aktual dan Usulan Regional JABODETABEK & JABAR

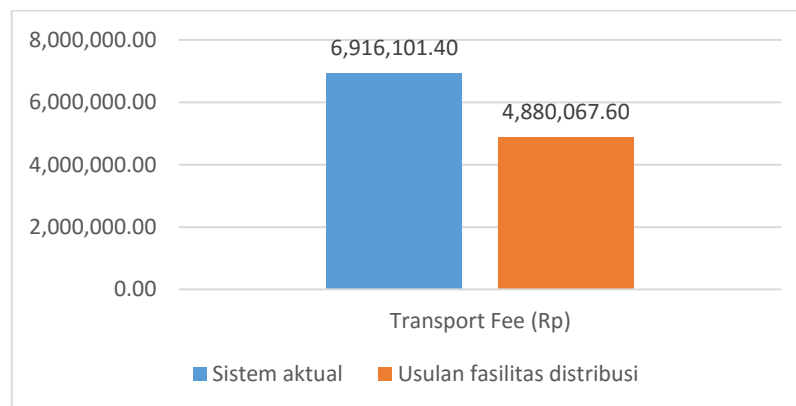
2. Regional JATENG

Dari perhitungan di atas diketahui jika usulan pengiriman produk pada fasilitas distribusi atau tidak langsung mengirimkan produk langsung kepada *customer* pada regional JATENG dapat menurunkan biaya transportasi logistik sebesar 29,44% dari pengeluaran sebelumnya.

Hal ini dikarenakan dengan melakukan pengiriman pada fasilitas distribusi, perusahaan dapat meminimalisir penggunaan jumlah armada transportasi dan memaksimalkan penggunaan jenis truk dengan muatan paling besar khusus untuk pengiriman produk PVC resin dalam palet sebagai produk utama yang dijual dan paling banyak dipesan oleh *customer*.

Tabel 5. 5 Perbandingan Kebutuhan Jumlah Truk Pengiriman Produk Palet
Sebelum dan Sesudah Usulan Regional JATENG

	S	D20	D25	TA	Total Truk
Sistem aktual				3	3
Setelah fasilitas distribusi				2	2



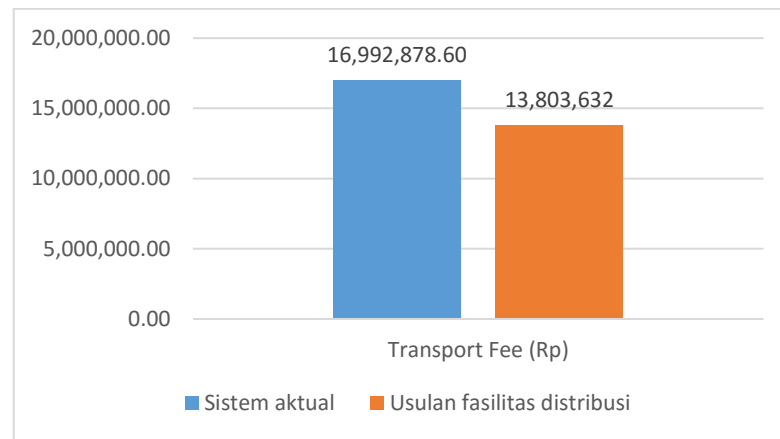
Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Pengeluaran Harian Transportasi Logistik Sistem Aktual dan Usulan Regional JATENG

3. Regional JATIM

Dari perhitungan di atas diketahui jika usulan pengiriman produk pada fasilitas distribusi atau tidak langsung mengirimkan produk langsung kepada *customer* pada regional JATIM dapat menurunkan biaya transportasi logistik sebesar 18.768% dari pengeluaran sebelumnya. Hal ini dikarenakan dengan melakukan pengiriman pada fasilitas distribusi, perusahaan dapat meminimalisir penggunaan jumlah armada transportasi dan memaksimalkan penggunaan jenis truk dengan muatan paling besar khusus untuk pengiriman produk PVC resin dalam palet sebagai produk utama yang dijual dan paling banyak dipesan oleh *customer*.

Tabel 5. 6 Perbandingan Kebutuhan Jumlah Truk Pengiriman Produk Palet
Sebelum dan Sesudah Usulan Regional JATIM

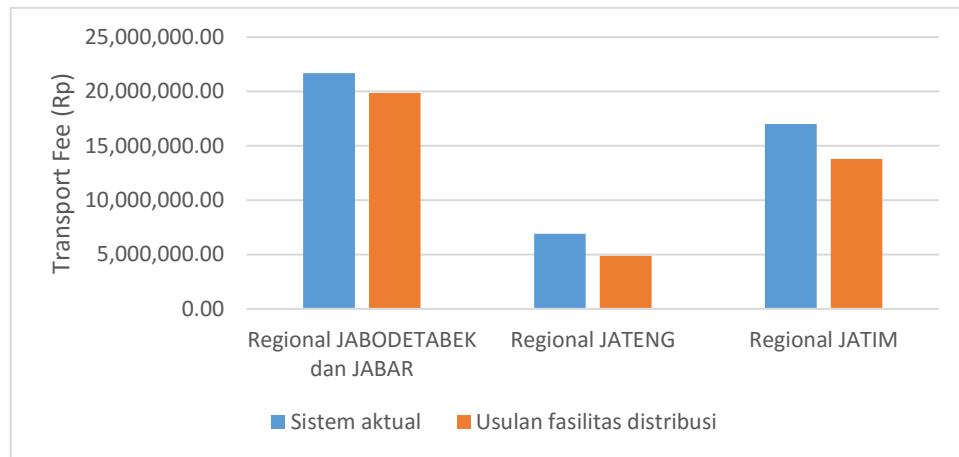
	S	D20	D25	TA	Total Truk
Sistem aktual		6	1	1	8
Setelah fasilitas distribusi				5	5



Gambar 5. 4 Grafik Perbandingan Pengeluaran Harian Transportasi Logistik Sistem Aktual dan Usulan Regional JATIM

Dari hasil perhitungan dan perbandingan biaya masing-masing regional *customer* perusahaan XYZ sebelum dan sesudah adanya fasilitas distribusi, diketahui jika perusahaan mampu menurunkan biaya transportasi logistik 8% sampai 29% bergantung pada tingkat *demand* masing-masing regional. Semakin tinggi tingkat *demand* dan semakin banyak jumlah *customer* dalam satu regional, maka semakin besar pula perusahaan dapat meminimalisir pengeluaran biaya transportasi logistiknya.

Namun semakin rendah tingkat *demand* dan semakin sedikit jumlah *customer*, maka kemungkinan perusahaan untuk menurunkan biaya transportasi logistik semakin kecil atau bahkan biaya transportasi logistik akan semakin besar jika dibandingkan dengan pengiriman langsung kepada *customer*. Berikut ini adalah perbandingan biaya transportasi logistik masing-masing regional sebelum dan sesudah adanya fasilitas distribusi.



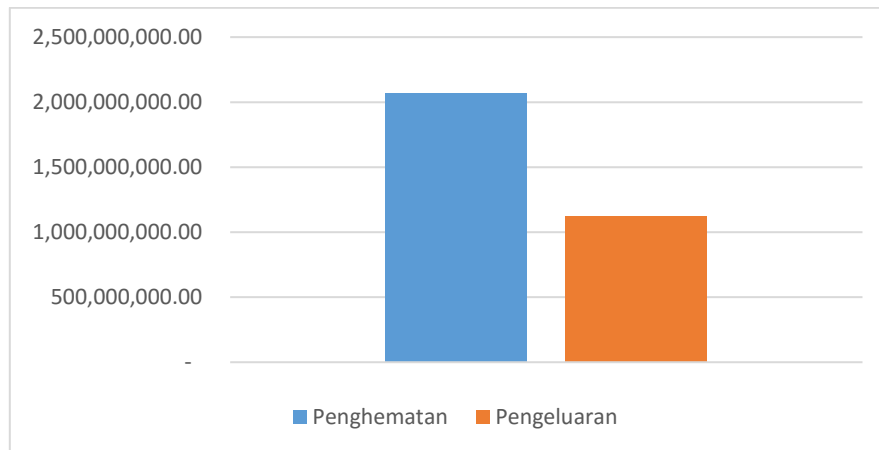
Gambar 5. 5 Perbandingan Biaya Harian Transportasi Logistik Sebelum dan Sesudah Usulan Fasilitas Distribusi

5.4 Kelayakan Investasi dan Pergantian Strategi Pengiriman Logistik Perusahaan

Pada perhitungan analisa kelayakan pada bab sebelumnya didapatkan keputusan apakah investasi layak dilakukan kedepannya atau tidak oleh perusahaan untuk masing-masing area regional customer. Kelayakan suatu investasi dinilai dari perbandingan antara penghematan yang didapatkan selama satu tahun dengan total pengeluaran atau biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun tersebut. Jika nilai penghematan lebih besar daripada total pengeluaran, maka dapat dikatakan investasi tersebut layak untuk dilakukan. Namun sebaliknya jika nilai penghematan jauh lebih kecil daripada total pengeluaran, maka investasi tersebut jadi tidak layak untuk dilakukan karena hanya akan merugikan perusahaan. Berikut ini adalah pertimbangan kelayakan investasi fasilitas distribusi untuk masing-masing regional *customer*.

1. Regional JABODETABEK dan JABAR

Pada perhitungan sebelumnya, diketahui jika nilai penghematan dari adanya fasilitas distribusi untuk area regional *customer* JABODETABEK dan JABAR jauh lebih besar dari total pengeluaran yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dari adanya fasilitas distribusi ini sehingga fasilitas distribusi ini dinyatakan layak untuk investasi jangka waktu kedepan yang akan dilakukan perusahaan.



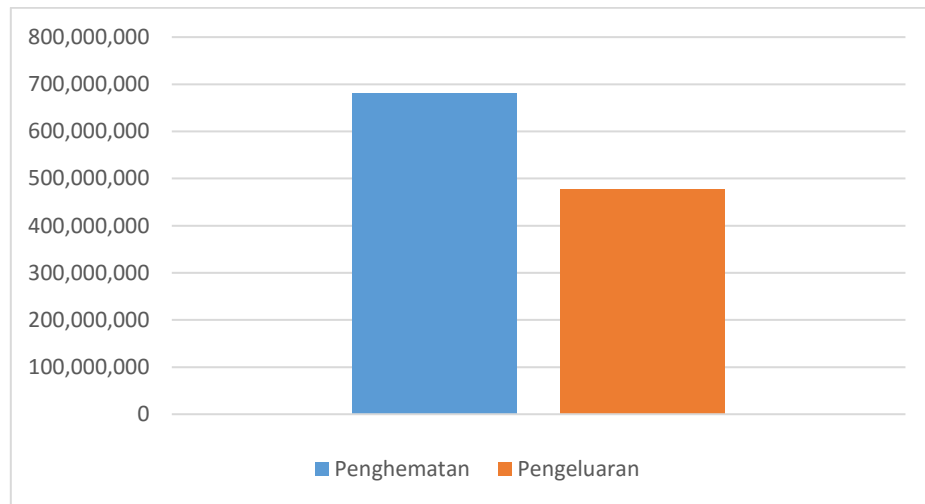
Gambar 5. 6 Grafik Perbandingan Analisa Kelayakan Investasi Regional JABODETABEK dan JABAR

Dari grafik tersebut terlihat perbandingan antara total penghematan dari adanya fasilitas distribusi dan total pengeluaran dari adanya fasilitas distribusi dalam satu tahun. Terlihat jika total pengeluaran dalam satu tahun akan jauh lebih kecil dibandingkan dengan total penghematan yang akan didapatkan. Hal ini dikarenakan total demand *customer* yang begitu besar pada regional ini sehingga pada penggunaan truk untuk kepentingan pengiriman juga jauh berbeda atau berkurang dari sebelumnya.

Dari segi kebutuhan kapasitas ruang fasilitas distribusi dan jumlah operator juga cukup besar dikarenakan *demand* customer yang tinggi ini memerlukan kapasitas ruang penyimpanan yang besar serta jumlah operator yang mumpuni sehingga harga sewa untuk fasilitas distribusi dan upah karyawan cukup besar jika dihitung dalam satu tahun. Namun biaya yang besar tersebut dapat terbayar lunas dalam satu tahun dari penghematan yang akan didapatkan oleh perusahaan jika mempunyai fasilitas distribusi tersebut.

2. Regional JATENG

Pada perhitungan analisa kelayakan sebelumnya diketahui jika nilai penghematan yang didapatkan dari adanya fasilitas distribusi pada regional JATENG jauh lebih besar dibandingkan dengan total pengeluaran yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dari adanya fasilitas distribusi yang diusulkan terlihat pada grafik berikut



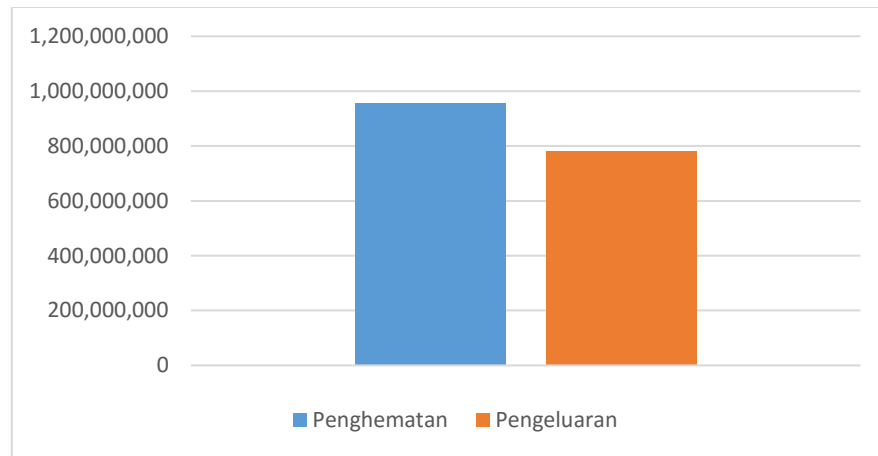
Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Analisa Kelayakan Investasi Regional JATENG

Dari grafik di atas terlihat perbandingan antara total penghematan dan pengeluaran dari adanya fasilitas distribusi yang diusulkan dalam satu tahun. Nilai penghematan jauh lebih besar dibandingkan dengan total pengeluaran dalam satu tahun dikarenakan besar nilai penghematan dalam sehari yang didapatkan dengan adanya fasilitas distribusi ini cukup besar yaitu mencapai 29% sehingga total penghematan dalam satu tahun juga cukup signifikan. Dari total demand customer juga tidak begitu besar dari regional sebelumnya malah cenderung paling kecil dari 2 regional customer sebelumnya sehingga biaya sewa/m³ juga tidak begitu besar untuk menampung barang pesanan. Dari segi kebutuhan operator pada fasilitas distribusi juga tidak begitu banyak karena fasilitas distribusi yang tidak begitu besar atau kecil dengan UMR atau upah/karyawan yang tidak begitu besar pula dibandingkan dengan 2 regional lainnya.

Dilihat dari analisis kelayakan ini untuk investasi jangka waktu ke depan cukup layak untuk dilakukan oleh perusahaan namun harus tetap mempertimbangkan aspek customer apakah sama-sama menguntungkan atau hanya menguntungkan perusahaan. Jika dilihat dari total jarak Euclidean masing-masing customer terhadap fasilitas distribusi dengan menggunakan jarak koordinat berdasarkan Google Map tidak begitu jauh dari usulan fasilitas distribusi dan dirasa jauh lebih murah dibandingkan dengan keharusan membayar biaya kirim sebesar 50% dari total transport fee yang dikeluarkan oleh pihak perusahaan.

3. Regional JATIM

Pada perhitungan analisa kelayakan investasi sebelumnya diketahui jika nilai total penghematan yang didapatkan dari adanya fasilitas distribusi ini lebih besar dibandingkan dengan total pengeluaran yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dari adanya fasilitas distribusi ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Analisa Kelayakan Investasi Regional JATIM

Dari grafik tersebut dapat dilihat perbandingan antara total penghematan yang didapatkan dan total pengeluaran yang akan dikeluarkan oleh perusahaan dalam setahun dari adanya fasilitas distribusi ini. Total penghematan jauh lebih besar dikarenakan nilai penghematan dalam sehari untuk regional ini cukup besar yaitu mencapai 18% lebih dalam minimasi biaya transportasi logistik sehingga total penghematan dalam setahun cukup signifikan. Dari total demand customer terlihat cukup tinggi meskipun tidak begitu tinggi dibandingkan pada regional JABODETABEK dan JABAR, menyebabkan kebutuhan kapasitas ruang untuk fasilitas distribusi cukup besar pula. Dari jumlah kebutuhan operator pada fasilitas distribusi juga dirasa tidak begitu banyak dikarenakan ukuran fasilitas distribusi dan demand produk yang tidak begitu tinggi sehingga biaya upah untuk karyawan juga tidak begitu tinggi kumulatif dalam setahun.

Dari perhitungan ini maka investasi fasilitas distribusi untuk regional JATIM dinyatakan layak namun harus tetap memperhatikan faktor customer pada regional ini apakah menguntungkan bagi mereka atau tidak. Dilihat dari perbandingan jarak Euclidean masing-masing customer pada regional ini berdasarkan koordinat yang didapatkan dari Google Map

yang tidak begitu jauh dari usulan fasilitas distribusi seharusnya hal ini menguntungkan pula bagi customer dikarenakan pengeluaran dalam pengambilan barang tidak begitu besar dibandingkan dengan pengeluaran biaya kirim dari perusahaan. Dari faktor kepadatan lalu-lintas sendiri pada usulan fasilitas distribusi untuk regional ini mungkin menjadi salah satu faktor yang harus dipertimbangkan kembali karena diketahui jika area Surabaya merupakan area dengan kepadatan lalu-lintas yang cukup tinggi sehingga mungkin akan menyulitkan kendaraan besar keluar masuk area ini sehingga dari segi waktu pengiriman dan pengambilan akan terhambat atau terganggu.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan dalam poin-poin berikut ini

1. Didapatkan rata-rata presentase utilisasi *container* sebesar 68.73% per *container* dengan selisih pengeluaran 8.8% lebih kecil.
2. Penentuan lokasi fasilitas distribusi menggunakan ukuran *popsize* sebesar 100, dan maksimum generasi sebesar 500 generasi
3. Dari hasil optimasi didapatkan koordinat lokasi di daerah Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, daerah Tegalsari, Kota Semarang, Jawa Tengah, dan daerah Babatan, Wiyung, Surabaya, Jawa Timur.
4. Dari hasil perhitungan dan perbandingan biaya, didapatkan minimasi biaya transportasi sebesar 8% sampai 29%.
5. Dari hasil perhitungan analisa kelayakan, investasi dinyatakan layak dengan pengandaian jika customer setuju dengan pengiriman pada usulan fasilitas distribusi.

6.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan kepada pihak perusahaan terkait dengan perencanaan logistik adalah sebagai berikut:

1. Karena tidak ada batasan atau *constraint* untuk pengiriman PVC resin (ASNYL) *by palete* perusahaan dapat melakukan pengiriman dengan cara menggabungkan berbagai *packing* (*Cross bag*, *Paper bag*, dan *Jumbo bag*) PVC dalam satu truk kendaraan logistik untuk menghemat biaya transportasi baik dari segi total penggunaan armada truk maupun jenis truk yang digunakan.
2. Kemudian hari nanti perusahaan dapat membuat *warehouse* atau menyewa *warehouse* di masing-masing usulan lokasi fasilitas distribusi hasil pencarian dengan Algoritma Genetik, sehingga perusahaan dapat menurunkan biaya transportasi logistik khusus

produk PVC resin sebagai produk penjualan utama dan produk primadona bagi *customer* perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- 3pl. Tarif Harga Sewa Gudang per September 2017. (online): <http://3pl.co.id/harga-sewa-gudang-3pl/> (8 November 2017).
- Abdou, G. & Elmasry, M. 1999. 3D Random Stacking of Weakly Heterogeneous Paletization Problem. *International Journal of Production Research* **37**: 1505-1527.
- Abraham, P., Saravanan, V., & Ranjit, J.T. 2011. Data Mining Analytics to Minimize Logistics Cost. *International Journal of Advances in Science and Technology* **2**: 3.
- Adegoke, O., & Mark, L. 2006. An Analysis of The Downstream Logistics Operations of a South African FMCG Producer. *International Journal Production Economics* **108**: 176-182.
- Alan, M. & Julia, E. 2008. Opportunities for Improving Vehicle Utilization. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* **36**: 391-410.
- Andrew, L. & Xingwen, Z. 2005. The Container Loading Problem. *European Journal of Operational Research* **84**: 681-692.
- Benaissa, M., Benabdelhadfid, A., & Akkouri, Z. 2010. Quality Management Approach in Supply Chain Logistics Case of Shipping Maritime Transportation. *Polish Journal of Management Studies* **2**: 12-17.
- Bischoff, E.E. 2004. Three Dimentional Packing of Items with Limited Load Bearing Strength. *European Journal of Operational Research* **168**: 952-966.
- Chang, Y.H. 1998. *Logistical Management*. Taiwan: Hwa-Tai Bookstore Ltd.
- Chen C.S. 1995. An Analytical Model for The Container Loading Problem. *European Journal of Operitional Research* **80**: 68-75.
- Chen, G., Li, S., Xu, J., & Yang, X. 2013. Recent Advances and Open Problems on Vector Optimization and Image Space Analysis. *Journal of Optimization Theory and Application* **5**: 157-163
- David, P. 2002. Heuristic for the Container Loading Problem. *European Journal of Operational Research* **141**: 382-392.

- Effendi, Mas'ud. 2010. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Malang: UB Press.
- Hannawati, A., Thiang, & Eleazar. 2015. Implementasi Algoritma Genetika untuk Pencarian Rute Paling Optimum. *Proceedings Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT)*. Jakarta, Indonesia.
- Hensher, D. 2011. Modern Heuristic Optimization Techniques. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* **35**: 60-75.
- Kusiak, A. 1992. *Intelligent Design and Manufacturing*, Hlm. 649-698. New York: John Wiley & Son, Inc.
- Lee, Y.H., & Kwon, S.G. 2010. The Hybrid Planning Algorithm for the Distribution Centre Operation Center Operating Using Tabu Search and Decomposed Optimization. *Expert System With Applications Journal Elsevier* **5**: 47-58.
- Marler, R.T., & Arora, J.S. 2004. Survey of Multi Objective Optimization Methods for Engineering. *Journal of Structural Multidicipline Optimization* **26**: 369-395.
- Mitsuo, G. & Cheng, R. 1997. *Genetic Algorithms and Engeneering Design*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Oktarina, R. 2010. Aplikasi Software Cube IQ dalam Aktivitas Loading (Studi Kasus: PTX). *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)*. Yogyakarta, Indonesia.
- Parreno, F., Alvarez-Valdes, R., Oliveira, J.F., & Tamarit, J.M. 2014. A Maximal Space Algorithm for the Container Loading Problem. *European Journal of Operational Research* **153**: 564-580.
- Peeraya, T., Warattapop, C., & Pupong, P. 2007. Improving Packing Efficiency for Shipping Container. *Proceeding of the 24th South East Asia Regional Computer Conference*. Bangkok, Thailand.
- Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Randy, L.H., & Sue, E.H. 1998. *Practical of Genetic Algorithm*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Setiawan, I., Muis, S., & Nurliah. 2011. Solusi Kombinasi Container Loading Problem dan Vehicle Routing Problem Menggunakan Algoritma Genetika. *Prosiding Teknik 2011 Volume 5*. Makassar, Indonesia.
- Sivanandan, S.N., & Depa, S.N. 2000. *Introduction to Genetic Algorithms*, Hlm 131-163. New York: Springer.
- Supply Chain Indonesia. 2015. Sistem Penyimpanan MHE Pergudangan. (*online*): <https://supplychainindonesia.com/new/perencanaan-fasilitas-dan-peralatan/> (8 Agustus 2017).
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartanto, V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Suyanto. 2005. *Algoritma Genetik dalam Matlab*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Tanujaya, W., Dewi, D., & Endah, D. 2011. Penerapan Algoritma Genetik untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing di PT. MIF. *Jurnal Widya Teknik* **10** (1): 92-102.
- Terno, J., Scheithauer G., Sommerweiß U., & Riehme J. 2000. *an Efficient Approach for the MultiPalet Loading Problem*. Institute for Numerical Mathematics, Technical University Dresden, Dresden, Germany.
- Tom, J.V., Sijo, M.T., & Praveen. Cargo Loading Using Dynamic Programming and Comparative Software Study. *International Journal of Science* **2**: 2.
- Tseng, Y., Yue, W.L., & Taylor, M. 2005. The Role of Transportation in Logistics Chain. *Proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* **5**: 1657-1672. Adelaide, Australia.
- Wikaria, G., & Ngarap Im, M. 2010. Perancangan Program Simulasi Optimasi Penyusunan Barang dalam Kontainer Menggunakan Algoritma Greedy. *Jurnal Matematika dan Statistik* **10**: 100-113.
- Xiang, L. 2014. Operations Management of Logistics and Supply Chain: Issues and Directions. *International Journal Discreate Dynamics in Nature and Society* **7**: 1-7.

Xu, Y. 2013. A Review of Distribution Related Problems in Logistics and Supply Chain Research. *International Journal Supply Chain Management* **2**: 4.

Zaroni, 2015. Lokasi Fasilitas Logistik yang Baik, volume ii. (*online*): <https://supplychainindonesia.com/new/lokasi-fasilitas-logistik/> (21 Juli 2017)