

**OPTIMISASI RUTE ANGKUTAN BARANG DALAM
KOTA UNTUK MENURUNKAN BIAYA DISTRIBUSI DAN
DAMPAK LINGKUNGAN DI KOTA BANDUNG PADA
PT. XYZ**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

GITA ANGGITA LESTARI

NRP : 153010074



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
2019**

**OPTIMISASI RUTE ANGKUTAN BARANG DALAM
KOTA UNTUK MENURUNKAN BIAYA DISTRIBUSI DAN
DAMPAK LINGKUNGAN DI KOTA BANDUNG PADA
PT. XYZ**

Oleh

Gita Anggita Lestari
NRP : 153010074

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal

Pembimbing

Penelaah

(Dr. Ir. M. Nurman Helmi, DEA.)

(Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

(Ir. Toto Ramadhan, MT.)

OPTIMISASI RUTE ANGKUTAN BARANG DALAM KOTA UNTUK MENURUNKAN BIAYA DISTRIBUSI DAN DAMPAK LINGKUNGAN DI KOTA BANDUNG PADA PT. XYZ

GITA ANGGITA LESTARI
NRP : 153010074

ABSTRAK

PT. XYZ ini merupakan jaringan ritel waralaba di Indonesia. PT. XYZ merupakan jaringan minimarket yang menyediakan kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari dengan jumlah ritel sebanyak 68 yang tersebar di Kota Bandung. Pola pendistribusian PT. XYZ dalam memasok barang ke setiap ritel yaitu dengan pola acak (random). Dikarenakan perusahaan tidak memiliki jadwal yang tetap dalam pengalokasian kendaraannya, selain itu setiap ritel dilayani oleh satu kendaraan angkutan barang dari gudang pusat distribusi. Serta banyak terjadi kekosongan dalam kegiatan distribusi yang menjadikannya tidak efektif dan efisien. Saat ini perusahaan memiliki 68 kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan barang ke setiap ritelnya. Hal ini mengakibatkan jarak tempuh yang dihasilkan menjadi panjang dan berdampak pada waktu pelayanan yang lama, total biaya distribusi menjadi besar, serta emisi gas buang menjadi meningkat. Maka untuk mengatasi permasalahan pada PT. XYZ dilakukan usulan perbaikan terhadap kegiatan pendistribusian yang berguna untuk meminimasi pengeluaran biaya distribusi dan meningkatkan pendapatan perusahaan. Permasalahan utama penelitian ini adalah untuk menentukan optimisasi rute pada setiap kelompok ritel. Untuk menyelesaikan permasalahan penelitian ini maka dilakukan terlebih dulu pengelompokkan ritel (clustering) dengan metode K-Means agar kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian menjadi lebih efektif dan efisien dalam melayani ritel-ritel. Kemudian penentuan lokasi fasilitas (gudang antara). Selanjutnya penentuan rute dengan metode Insertion Heuristic untuk mendapatkan rute dari cluster yang telah terbentuk sebelumnya. Tahap yang terakhir yaitu optimisasi rute atau perbaikan rute dari rute awal atau initial solution dengan menggunakan Ant Colony Optimization. Hasil dari usulan penyelesaian masalah pada PT. XYZ yaitu didapatkan 10 cluster yang mempertimbangkan demand dalam cluster yang disesuaikan pula dengan kapasitas kendaraan angkutan barang. Kemudian diperoleh pula rute yang optimal pada setiap clusternya dari gudang pusat ke gudang antara serta dari gudang antara ke setiap cluster. Dengan demikian hal ini dapat mengurangi jarak tempuh kendaraan angkutan barang yang berdampak pada pengurangan biaya distribusi barang serta emisi gas buang kendaraan. Sehingga didapatkan penurunan biaya distribusi kondisi saat ini dengan kondisi optimisasi yaitu sebesar Rp. 13.687.006,43 dengan efisiensi sebesar 55,90%.

Kata Kunci : Capacity Vehicle Routing Problem, K-Means, P-Median, Insertion Heuristic, Ant Colony Optimization, Emisi Gas Buang Kendaraan

THE OPTIMIZATION OF GOODS DELIVERY ROUTES IN TERM TO MINIMIZE THE DISTRIBUTION COST AND ITS IMPACT TO ENVIRONMENT IN BANDUNG TO PT. XYZ

GITA ANGGITA LESTARI
NRP : 153010074

ABSTRACT

PT. XYZ is one of a retail network in Indonesia. PT. XYZ categorizing as a market who provide primary needs and daily needs which have 68 retails spreading around Bandung area. A random scheme of distribution was used by PT. XYZ in distributing the goods to each retails. This scheme was used because the company did not have an exact schedule in allocating their vehicles, aside of that each retail was served by only one distribution transport from distribution central warehouse. Along with that, there are many emptiness occurred in distribution activity who make it ineffective and inefficient. Currently, the company have 68 vehicles who used to distribute the goods to their retails. This case make the mileage become far which will be impacted to the service time who is long, the total distribution cost will be over, and the pollutant that come from vehicles increasing. Then, to overcome the problem in PT. XYZ there must be a proposal of repairing the distribution activity who is useful to minimize the distribution cost and increase the income of the company. The main problem in this research is to determine the optimization of route for each retail group. To complete this research problem, a grouping of retail (clustering) with K-Means method is chosen so that the vehicles used for distribution become more effective and efficient in serving the retails. Then, the determination of facility location (a stopover warehouse). Furthermore, the determination of route by using Insertion Heuristic method is chosen to get an exact route of cluster which have been formed before. The last step is the optimization of route or repairing of route or initial solution by using Ant Colony Optimization. The result of proposal solution on PT. XYZ was obtained 10 clusters who was considering the demand from each cluster which adjusted to the capacity of freight vehicles. Furthermore, the optimal route has been gotten to each cluster from central warehouse to a stopover warehouse and from stopover warehouse to each clusters. So that, this thing could minimize the mileage of freight vehicles which will impacted to the decreasing of goods distribution cost and the pollutant from vehicles. Therefore, the decreasing of distribution cost in the current conditions with the optimization conditions of Rp. 13,687,006.43 with an efficiency of 55.90%.

Keyword: Capacity Vehicle Routing Problem, K-Means, P-Median, Insertion Heuristic, Ant Colony Optimization, Vehicles Pollutant

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xxvii
Bab I Pendahuluan	I-1
I.1 Latar Belakang Permasalahan.....	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-5
I.3 Tujuan Penelitian	I-6
I.4 Manfaat Penelitian	I-6
I.5 Asumsi dan Batasan Permasalahan.....	I-6
I.5.1 Asumsi	I-7
I.5.2 Batasan Masalah	I-7
I.6 Lokasi Penelitian.....	I-8
I.7 Sistematika Penulisan.....	I-8
Bab II Tjauan Pustaka dan Landasan Teori	II-1
II.1 Pengantar Manajemen Rantai Pasokan Berkelanjutan dalam Logistik Perkotaan	II-1
II.2 Distribusi Perkotaan dalam Manajemen Rantai Pasokan Berkelanjutan ..	II-1
II.3 Sejarah Operasi, Logistik dan Manajemen Rantai Pasokan.....	II-6
II.4 Definisi Operasi, Logistik dan Manajemen Rantai Pasokan	II-8
II.5 Aspek Kunci Rantai Pasokan dan Logistik	II-10
II.6 Metaheuristik Secara Umum	II-14
II.7 <i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedure</i>	II-15
II.7.1 Komponen Utama dari <i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedures</i>	II-15
II.7.1.1 Evaluasi Kandidat	II-17

II.7.1.2 Daftar Calon Terbatas	II-18
II.7.1.3 Pemilihan Elemen Acak	II-20
II.7.2 Tampilan Algoritma	II-20
II.7.3 Intensifikasi atau Diversifikasi.....	II-21
II.8 <i>Ant Colony Optimization</i>	II-22
II.8.1 Aplikasi untuk Masalah Optimisasi	II-24
II.8.2 Komponen Utama <i>Ant Colony Optimization</i>	II-28
II.8.3 Tampilan Algoritma	II-31
II.8.3.1 <i>Ant System (AS)</i>	II-31
II.8.3.2 <i>Max-Min AS</i>	II-31
II.8.3.3 <i>Ant Colony System (ACS)</i>	II-32
II.9 <i>Median Location Problem</i>	II-32
II.9.1 Klasifikasi	II-33
II.9.1.1 <i>1-Median</i>	II-33
II.9.1.2 <i>P-Median</i>	II-33
II.9.2 Model Matematika	II-33
II.9.2.1 Model Klasik	II-33
II.9.2.2 <i>Capacitated P-Median Problem (Lorenaa 2004)</i>	II-35
II.9.3 Teknik Solusi	II-36
II.9.3.1 Kata Pengantar Singkat	II-37
II.9.3.2 Memecahkan Algoritma <i>1-Median Problem</i> pada Pohon (Goldman 1971).....	II-38
II.9.3.3 Metode yang Tepat.....	II-39
II.9.3.3.1 Akuntansi Lengkap (Teitz dan Bart 1968).....	II-39
II.10 Metaheuristik dalam Rute Kendaraan.....	II-39
II.10.1 Pendahuluan	II-39
II.10.1.1 Masalah Referensi.....	II-42
II.10.1.2 Tujuan Optimisasi Umum	II-45
II.10.2 Representasi Solusi.....	II-46
II.10.3 Heuristik Konstruktif.....	II-47
II.10.3.1 <i>Saving Algorithm</i>	II-48
II.10.4 <i>Center-Based Clustering Algorithms</i>	II-50

II.10.4.1	Algoritma <i>K-Means</i>	II-51
II.10.4.2	Variasi dari Algoritma <i>K-Means</i>	II-55
II.10.5	<i>Insertion-Based Heuristic</i>	II-55
II.11	<i>Hub Location Problem</i>	II-58
II.12	Emisi Gas Buang Kendaraan.....	II-61
II.12.1	Emisi Gas Buang Kendaraan	II-62
II.12.2	Komposisi Emisi Gas Buang	II-62
II.13	Nilai Ambang Batas Kendaraan Bermotor.....	II-63
II.14	Koefisien Emisi Kendaraan Bermotor yang Dianalisis	II-66
II.15	Jurnal Penelitian Terdahulu Terkait <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP). II-67	
Bab III	Usulan Pemecahan Masalah.....	III-1
III.1	Kerangka Pemecahan Masalah.....	III-1
III.2	Usulan Pemecahan Masalah.....	III-3
III.3	Studi Literatur	III-5
III.4	Identifikasi Masalah.....	III-5
III.5	Tujuan Penelitian Masalah.....	III-5
III.6	Pengumpulan Data.....	III-5
III.7	Pengolahan Data.....	III-7
III.7.1	Pengelompokkan Ritel (<i>Clustering</i>) dengan menggunakan <i>K-Means</i>	III-7
III.7.2	Penentuan Lokasi Fasilitas (Gudang Antara) dengan menggunakan <i>P-Median</i> dengan Algoritma <i>Greedy Dropping Heuristic</i>	III-11
III.7.3	Penentuan Rute Distribusi dengan menggunakan <i>Insertion Heuristic</i>	III-14
III.7.4	Optimisasi Rute dengan menggunakan <i>Ant Colony Optimization</i> . III-17	
III.8	Analisis dan Pembahasan.....	III-19
III.9	Kesimpulan dan Saran	III-20
Bab IV	Pengumpulan dan Pengolahan Data	IV-1
IV.1	Pengumpulan Data	IV-1
IV.1.1	Data Umum Perusahaan	IV-1
IV.1.2	Peta Lokasi Ritel.....	IV-4
IV.1.3	Matriks Jarak	IV-4

IV.1.4 Matriks Waktu Tempuh	IV-4
IV.1.5 Data Permintaan (<i>Demand</i>)	IV-5
IV.1.6 Data Jenis, Kapasitas, dan Kecepatan Kendaraan dan Waktu Bongkar Muat (<i>Loading</i> dan <i>Unloading</i>).....	IV-5
IV.1.7 Pola Pengiriman dan Distribusi	IV-6
IV.1.8 Biaya Distribusi Perusahaan.....	IV-7
IV.2 Pengolahan Data.....	IV-8
IV.2.1 Pengolahan Data Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, Waktu Pelayanan, Biaya Distribusi, dan Emisi Gas Buang Kendaraan Kondisi Saat Ini	IV-8
IV.2.1.1 Pengolahan Data Jarak Tempuh Kondisi Saat Ini	IV-8
IV.2.1.2 Pengolahan Data Waktu Pelayanan Kondisi Saat Ini.....	IV-11
IV.2.1.3 Pengolahan Data Biaya Distribusi Kondisi Saat Ini.....	IV-14
IV.2.1.4 Total Biaya Distribusi Kondisi Saat Ini.....	IV-19
IV.2.1.5 Pengeluaran Emisi Gas Buang Kendaraan Kondisi Saat Ini...IV-20	
IV.3 Pengolahan Data <i>Clustering</i>	IV-21
IV.4 Penentuan Lokasi Fasilitas (Gudang Antara)	IV-37
IV.5 Penentuan Rute (<i>Routing</i>).....	IV-56
IV.5.1 Penentuan Rute (<i>Routing</i>) dari Gudang Pusat Distribusi ke Gudang Antara.....	IV-56
IV.5.2 Penentuan Rute (<i>Routing</i>) dari Gudang Antara ke Ritel.....	IV-73
IV.6 Pengolahan Data Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, Waktu Pelayanan, Biaya Distribusi, dan Emisi Gas Buang Kendaraan Kondisi Usulan Awal	IV-86
IV.7 Optimisasi Rute.....	IV-107
IV.7.1 Optimisasi Rute dari Gudang Pusat Distribusi ke Gudang Antara	IV-108
IV.7.2 Optimisasi Rute dari Gudang Antara ke Ritel.....	IV-118
IV.8 Pengolahan Data Jarak Tempuh, Waktu Tempuh, Waktu Pelayanan, Biaya Distribusi, dan Emisi Gas Buang Kendaraan Kondisi Optimisasi	IV-135
Bab V Analisis dan Pembahasan.....	V-1
V.1 Analisis	V-1
V.1.1 Analisis Hasil Penyelesaian Masalah Pada PT. XYZ	V-2
V.1.2 Analisis Hasil Jarak Tempuh	V-11

V.1.3 Analisis Hasil Waktu Pelayanan	V-12
V.1.4 Analisis Hasil Total Biaya Distribusi	V-15
V.1.5 Analisis Hasil Emisi Gas Buang Kendaraan	V-18
V.2 Pembahasan.....	V-24
Bab VI Kesimpulan dan Saran.....	VI-1
VI.1 Kesimpulan	VI-1
VI.2 Saran	VI-4

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Permasalahan

Logistik adalah integrasi dari pengadaan, transportasi, manajemen persediaan, dan aktifitas pergudangan dalam menyediakan alat atau cara yang berbiaya efektif, untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, baik internal maupun eksternal. (Burg dalam Lysons; 2000). Dengan adanya logistik perpindahan barang atau jasa dari satu gudang ke gudang yang lain maupun dari gudang ke ritel menjadi lebih mudah karena adanya logistik. Hal yang terpenting dari logistik yaitu barang datang tepat waktu, dengan kualitas dan kuantitas yang tepat, serta biaya yang terjangkau. Hal tersebut bisa terlaksana dari kedua belah pihak yaitu dari penyedia barang atau jasa kepada penerima barang atau jasa. Selain itu, logistik harus mencapai performa yang baik yaitu dengan tetap menjaga keseimbangan antara kualitas pelayanan yang diberikan dengan biaya yang harus dikeluarkan. Perusahaan tersebut harus melakukan kegiatan logistik guna mencapai performa yang baik yaitu mulai dari proses pengadaan barang, kegiatan produksi, serta distribusi.

Distribusi adalah salah satu aspek dari pemasaran. Kegiatan pendistribusian ini dilakukan untuk menyalurkan barang dari produsen ke konsumen, sehingga penggunaan barang tersebut sesuai dengan yang diperlukan konsumen dari mulai jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan. Kegiatan distribusi terdiri dari perdagangan, pengangkutan, penyimpanan, dan lain-lain. Kegiatan distribusi ini berhubungan dengan *supply chain* dimana *Supply Chain Management* (Manajemen Rantai Pasokan) sebagai suatu pendekatan yang digunakan untuk mencapai pengintegrasian yang efisien dari *supplier*, *manufacturer*, *distributor*, *retailer*, dan *customer*. Artinya barang diproduksi dalam jumlah yang tepat, pada saat yang tepat, dan pada tempat yang tepat dengan tujuan mencapai suatu biaya dari sistem secara keseluruhan yang minimum dan juga mencapai *service level* yang diinginkan. (Levi, dkk. 2000). Kegiatan *supply chain* memiliki dampak yang signifikan pada profitabilitas perusahaan dalam bentuk pengadaan barang dan jasa. Dengan adanya *supply chain* ini perusahaan berkolaborasi antara

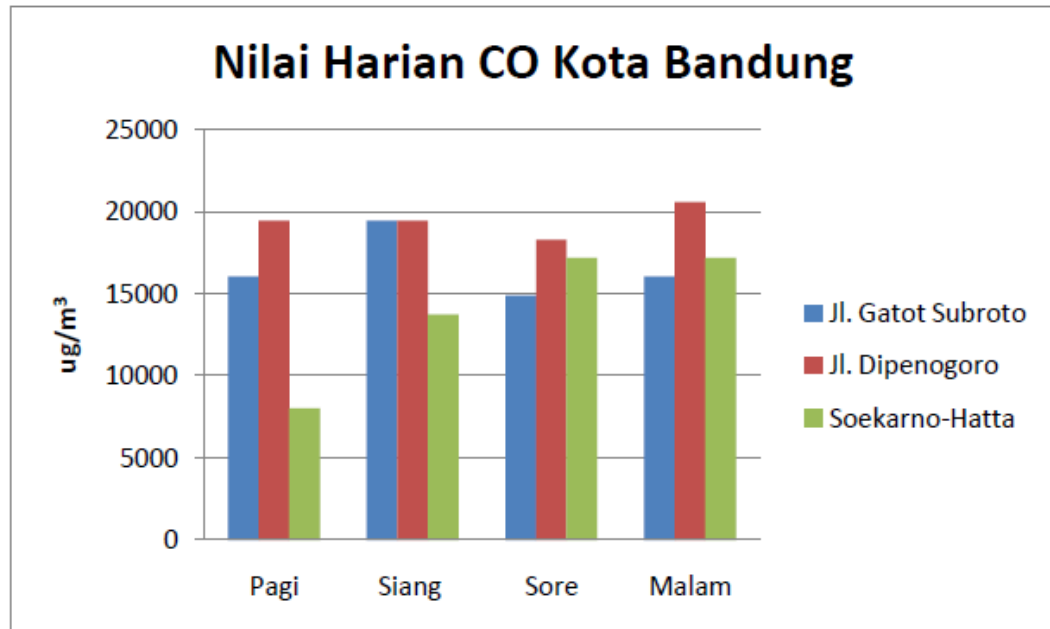
supplier, distributor, dan customer untuk pengiriman barang dari produsen kepada konsumen.

Kegiatan distribusi merupakan hal yang sering terlihat di lingkungan sekitar, seperti dilihat pada jalanan terdapat mobil-mobil besar pengangkut barang, mobil pengangkut sampah, serta mobil ekspedisi barang. Kegiatan distribusi tersebut biasanya dilakukan oleh perusahaan-perusahaan yang bergerak pada bidang logistik. Perusahaan tersebut yang mengangkut produk kepada ritel-ritel yang ada di seluruh Indonesia, misalnya di Kota Bandung. Produk tersebut akan di *supply* dari gudang pusat ke sebuah ritel-ritel yang tersebar di seluruh Kota Bandung misalnya minimarket, swalayan, ataupun *departement store*.

Pendistribusian produk ini membutuhkan alat transportasi guna memperlancar dan mempermudah dalam pengiriman produk. Pertumbuhan jumlah transportasi di Kota Bandung untuk tahun 2018 mencapai 4.285 unit untuk jenis kendaraan *truck* dan *pick up* (kepemilikan umum) menurut Dinas Pendapatan Daerah Provinsi Jawa Barat. (Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2018). Jenis kendaraan *truck* dan *pick up* yaitu kendaraan bermotor yang digunakan untuk angkutan barang, selain mobil penumpang, mobil bus, dan kendaraan bermotor roda dua. Kendaraan angkutan barang tersebut yang memenuhi jalanan akan berdampak kepada terjadinya kemacetan, udara tercemar karena hasil emisi kendaraan bermotor, serta kebisingan yang bersumber dari suara kendaraan bermotor tersebut. Dampak yang ditimbulkan tersebut termasuk kedalam masalah *City Logistic*.

Sejalan dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara di Kota Bandung pun akan mengalami peningkatan. Penyebab pencemaran udara yang paling besar yaitu hasil emisi kendaraan bermotor, karena mengeluarkan zat-zat berbahaya seperti timbal atau timah hitam (Pb), *suspended particulate matter* (SPM), oksida nitrogen (NO_x), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan oksida fotokimia (O_x). Zat-zat tersebut yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia maupun lingkungan sekitar. Kendaraan bermotor menyumbang hampir 100% timbal, 13-14% *suspended particulate matter* (SPM), 71-89% hidrokarbon, 34-73% NO_x, dan hampir seluruh karbon monoksida (CO) ke udara. Berikut merupakan gambar yang menunjukkan konsentrasi CO di Tepi Jalan Kota Bandung yaitu dengan beberapa

lokasi pemantauan yang berada di Jl. Gatot Subroto, Jl. Dipenogoro, dan Jl. Soekarno-Hatta yaitu sebagai berikut:



Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup 2009 diolah oleh Konsultan 2010

Gambar I.1 Konsentrasi CO di Tepi Jalan Kota Bandung

Gambar I.1 menunjukkan bahwa untuk lokasi pemantauan Jalan Gatot Subroto yang merupakan daerah komersial karena terdapat swalayan, *departement store*, sekolah dan perkantoran. Pada jalan tersebut terjadi peningkatan pada siang hari kemudian menurun di sore hari dan meningkat sedikit saat malam hari. Sedangkan di Jalan Dipenogoro yang merupakan daerah yang cukup padat karena terdapat kantor pemerintahan yaitu Gedung Sate, Museum Geologi, Taman Gasibu, serta akses menuju Tol Pasteur. Pada jalan tersebut menunjukkan konsentrasi yang konstan dari pagi sampai dengan siang hari selanjutnya sedikit menurun di sore hari dan meningkat kembali pada malam hari. Berbeda dengan konsentrasi CO di Jalan Soekarno-Hatta yang merupakan jalan provinsi yang menghubungkan satu daerah dengan daerah yang lain, serta terdapat pabrik, sekolah, dan *departement store*. Pada jalan tersebut menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi CO dari pagi hari ke siang hari kemudian konstan pada sore dan malam hari. Konsentrasi CO tertinggi yaitu di Jalan Dipenogoro pada malam hari, yaitu sebesar $20.547 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan

konsentrasi CO terendah berada di Jalan Soekarno-Hatta saat pagi hari, yaitu sebesar 8.001 ug/m^3 . Sehingga perlu diminimalisasi untuk jumlah kendaraan bermotor yang ada di Kota Bandung karena mengeluarkan CO tertinggi yaitu sebesar 20.547 ug/m^3 . Untuk jumlah transportasi yang digunakan untuk pendistribusian barang di Kota Bandung untuk tahun 2018 mencapai 4.285 unit untuk jenis kendaraan *truck* dan *pick up* (kepemilikan umum) menurut Dinas Pendapatan Daerah Provinsi Jawa Barat. (Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2018). Jumlah tersebut harus diminimalisasi karena ikut berperan sebagai sumber polusi udara di Kota Bandung yang berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan sekitar.

Kendaraan angkutan barang yang digunakan untuk mengirimkan produk ke setiap ritel-ritel yang tersebar di seluruh Kota Bandung misalnya untuk pendistribusian ke minimarket. Saat ini minimarket sangatlah banyak tersebar di seluruh daerah khususnya di Kota Bandung. Kehadiran minimarket tersebut sangat memudahkan konsumen untuk mendapatkan produk yang diinginkan, karena produk yang ditawarkan lengkap serta dengan harga yang terjangkau. Minimarket disini yaitu *store* dengan skala lebih kecil dari swalayan yang menawarkan produk yang hampir sama dengan pasar tradisional. Menurut Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kota Bandung tahun 2017 jumlah minimarket di Kota Bandung sebanyak 513 minimarket (Badan Pusat Statistik Kota Bandung dalam angka, 2018). Berbagai macam minimarket yang ada di Kota Bandung yaitu Indomart, Alfamart, Yomart, Circle K, dan SB Mart. Objek penelitian ini adalah minimarket yang banyak terdapat di Kota Bandung yaitu PT. XYZ yang merupakan minimarket yang mempunyai banyak ritel di Indonesia dengan jumlah 154 unit di Kota Bandung tahun 2017.

PT. XYZ ini merupakan jaringan ritel waralaba di Indonesia. PT. XYZ merupakan jaringan minimarket yang menyediakan kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari dengan luas area penjualan kurang dari 200 m^2 . Tahun 1997 perusahaan mengembangkan bisnis ritel waralaba pertama di Indonesia, setelah mengalami pertumbuhan dan perkembangan PT. XYZ memiliki lebih dari 230 ritel. Jumlah ritel PT. XYZ hingga tahun 2015 adalah 11.400 ritel dengan rincian 60% ritel adalah milik sendiri dan sisanya waralaba milik masyarakat. Sampai dengan

awal tahun 2017, jumlah ritel sebanyak 13.000 toko. Minimarket tersebut tersebar merata dari Sumatera, Jawa, Madura, Bali, Lombok, Kalimantan dan Sulawesi. Jumlah ritel PT. XYZ di Kota Bandung pada tahun 2017 menurut data statistik Badan Pusat Statistik Kota Bandung berjumlah 154 ritel. (Badan Pusat Statistik Kota Bandung dalam angka, 2018). Dengan jumlah ritel PT. XYZ di Kota Bandung ini akan mempengaruhi kegiatan pendistribusian barang dengan menggunakan kendaraan angkutan barang dari gudang pusat ke ritel-ritel yang tersebar di Kota Bandung. Pola pendistribusian barang berdasarkan kebijakan perusahaan saat ini, setiap ritel dilayani oleh satu kendaraan angkutan barang dari gudang pusat. Sehingga jumlah kendaraan angkutan barang yang digunakan untuk mengirim produk ke setiap ritel yaitu sebanyak 154 unit.

Pendistribusian ini secara tidak langsung menyumbang emisi gas buang yaitu gas CO dan emisi gas buang kendaraan lainnya ke udara yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia maupun lingkungan sekitar. Oleh karena itu, tingkat pencemaran udara ini harus diturunkan dengan cara meminimalisasi jumlah kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian produk dari gudang pusat ke ritel-ritel yang tersebar di Kota Bandung. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara memaksimalkan kapasitas kendaraan untuk mengirim produk ke ritel-ritel dalam satu rute yang dilaluinya. Pertimbangan jarak serta penentuan rute dari gudang pusat dengan ritel sangat diperlukan. Sehingga, biaya transportasi dapat ditekan karena jumlah kendaraan angkutan barang untuk pendistribusian dapat diminimalisasi. Dengan demikian, konsentrasi CO dan emisi gas buang kendaraan lainnya diharapkan akan menurun, karena pengurangan jumlah kendaraan angkutan barang.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diperoleh perumusan masalah untuk PT. XYZ, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan rute pada setiap kelompok ritel oleh PT. XYZ?
2. Bagaimana menentukan optimisasi rute pada setiap kelompok layanan?
3. Berapa total biaya distribusi barang dari gudang pusat ke ritel-ritel?

4. Berapa besar perkiraan penurunan emisi gas buang dari kendaraan angkutan barang yang dipakai?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan di PT. XYZ ini dengan memperhatikan permasalahan diatas, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh rute pada setiap kelompok ritel oleh PT. XYZ.
2. Untuk memperoleh optimisasi rute pada setiap kelompok layanan.
3. Untuk mengetahui total biaya distribusi barang dari gudang pusat ke ritel-ritel.
4. Untuk mengetahui jumlah perkiraan penurunan emisi gas buang dari kendaraan angkutan barang yang dipakai.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dilakukan dari penelitian di PT. XYZ ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengurangi biaya transportasi yang terbentuk dari gudang ke setiap ritel PT. XYZ.
2. Memberikan informasi mengenai besaran biaya dari pemborosan terhadap biaya transportasi apabila dilakukan pengiriman dari gudang ke seluruh ritel.
3. Memberikan masukan bagi perusahaan untuk perbaikan kinerja agar perusahaan menjadi lebih mampu bersaing dalam pasar yang akan semakin kompetitif.

I.5 Asumsi dan Batasan Permasalahan

Adapun asumsi dan batasan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan di PT. XYZ, yaitu diantaranya:

I.5.1 Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian di PT. XYZ yaitu sebagai berikut:

1. Kendaraan yang akan digunakan diasumsikan layak jalan.
2. Sarana transportasi memadai dan beroperasi baik.
3. Transportasi yang digunakan adalah jalur darat.
4. Semua produk yang sampai ke ritel dalam keadaan baik dan tidak rusak.
5. Jarak dari *node* A ke *node* B sama dengan jarak *node* B ke *node* A.
6. Permintaan setiap ritel PT. XYZ dianggap tetap (sama) setiap kali pengiriman.
7. Kecepatan kendaraan diasumsikan konstan 40 km/jam.
8. Kapasitas gudang antara sama dengan kapasitas kendaraan.
9. Tidak ada biaya penambahan gudang baru.
10. Tidak menghitung gas buang saat kendaraan berhenti atau macet.
11. Kendaraan yang sudah tidak dipakai pada saat kondisi saat ini akan dijual pada saat kondisi usulan awal dan optimisasi, biaya tersebut digunakan untuk membeli kendaraan usulan untuk kondisi usulan awal dan optimisasi.

I.5.2 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian di PT. XYZ yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. XYZ Kota Bandung.
2. Pengamatan dilakukan pada bulan Maret Tahun 2018 dengan data *demand* pada bulan Maret 2018.
3. Penelitian dilakukan di gudang pusat PT. XYZ Kota Bandung yang melayani ritel-ritel di Kota Bandung Wilayah Tengah dan Barat.
4. Data kondisi jalan (waktu tempuh) kendaraan berdasarkan *google maps*, dengan waktu tempuh tercepat dari rute yang terbentuk.
5. Penelitian tidak memperhatikan *backhaul* atau kendaraan berangkat dari gudang pusat distribusi dalam keadaan terisi barang dan kembali ke gudang pusat distribusi dalam keadaan kosong.

6. Jumlah kendaraan yang dibutuhkan sama dengan jumlah rute yang terbentuk.
7. Secara umum produk yang diteliti adalah kebutuhan sehari-hari.
8. Penelitian ini dilakukan terhadap kendaraan truk yang memuat maksimal 3 ton.
9. Sasaran utama dalam penelitian ini adalah menentukan rute terpendek dan meminimasi biaya yang diperoleh perusahaan dengan melakukan perbaikan pada sektor logistik khususnya pada saat pendistribusian barang ke ritel-ritel yang ada di Kota Bandung.

I.6 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. XYZ yang berlokasi di Jalan Jendral Ahmad Yani No. 806, Cicaheum, Sumur Bandung, Kota Bandung, Jawa Barat, 40112.

I.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memberikan gambaran yang terarah dalam memahami permasalahan dan pembatasannya, maka penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang yang membahas permasalahan utama PT. XYZ dalam mendistribusikan produknya serta implikasi yang ditimbulkannya. Selanjutnya pada bab ini terdapat rumusan masalah dan manfaat penelitian. Demikian ditetapkan pula, asumsi dan batasan masalah serta lokasi penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan masalah yang diteliti sebagai dasar pendukung dalam melakukan penelitian ini. Seperti teori-teori yang berkaitan dengan logistik, *supply chain management*, metode heuristik, metode meta-heuristik, metode-metode *clustering*, metode-metode untuk penentuan lokasi fasilitas (gudang antara), metode-metode yang berkaitan dengan penentuan rute, serta metode-metode yang berkaitan dengan optimisasi, dan lain-

lain. Teori-teori tersebut dibahas untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai teori dari metode yang digunakan untuk penelitian ini. Serta, bab ini juga berisi penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan saat ini. Tujuannya adalah untuk menempatkan posisi penelitian ini diantara penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH

Pada bab ini membahas mengenai bagaimana kerangka pemecahan masalah dan langkah-langkah pemecahan masalah yang akan dilakukan. Kerangka pemecahan masalah berisi langkah-langkah besar dari penelitian ini, yaitu pertama penentuan kelompok atau *cluster* layanan, penentuan lokasi fasilitas (gudang antara), penentuan rute, dan optimisasi rute hingga diperoleh biaya yang minimum. Selanjutnya langkah pemecahan masalah berisi tahapan penyelesaian penelitian mulai dari perumusan masalah sampai dengan kesimpulan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisikan pengumpulan dan pengolahan data yang didapatkan dari hasil observasi di PT. XYZ. Data yang didapatkan yaitu dari mulai rute-rute pendistribusian, jumlah dan jenis kendaraan yang digunakan, lokasi ritel-ritel yang tersebar di Kota Bandung, serta biaya yang dikeluarkan untuk pendistribusian ke setiap ritel-ritel PT. XYZ di Kota Bandung. Setelah didapatkan data-data yang dibutuhkan selanjutnya dilakukan pengolahan data, dari mulai melakukan pengelompokan ritel atau *clustering*, penentuan lokasi fasilitas (gudang antara), kemudian menentukan rute atau *routing* dari setiap *cluster*, serta yang terakhir yaitu melakukan optimisasi dari biaya pendistribusian PT. XYZ.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisa dan pembahasan dari data yang sudah diolah pada bab sebelumnya. Pada bagian analisa akan berisi penjelasan rinci hasil yang didapatkan dari pengolahan data pada bab IV, diantaranya penetapan kelompok-kelompok ritel yang ada di Kota Bandung, penentuan lokasi fasilitas (gudang antara), penentuan rute kendaraan angkutan barang ke setiap ritel, biaya distribusi

yang harus dikeluarkan, serta penurunan emisi gas buang dari kendaraan yang dipakai untuk pendistribusian barang ke setiap ritel. Pada bagian berikutnya akan dilakukan pembahasan dari hasil analisis diatas.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang merupakan jawaban dari perumusan masalah dan tujuan masalah pada penelitian ini, serta saran yang diberikan untuk perusahaan yang mungkin berguna untuk perbaikan kinerja perusahaan agar menjadi lebih mampu bersaing dalam pasar yang semakin kompetitif. Selanjutnya saran-saran penyempurnaan penelitian ini yang harus dilakukan pada masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- A.A.N. Perwira Redi, Meilinda F.N. Maghfiroh, dan Vincent F. Yu. (2013). Discrete Particle Swarm Optimization with Path-Relinking for Solving the Open Vehicle Routing Problem with Time Windows. *ResearchGate*.
- A.R. Simpson, H.R Maier, W.K. Foong, K.Y. Phang, H.Y Seah, dan C.L Tan. (2001). Selection of Parameters for Ant Colony Optimization Applied to the Optimal Design of Water Distribution Systems. *ResearchGate*.
- Auliya Noor Rochman, Hari Prasetyo, dan Munajat Tri Nugroho. (2017). Biased Random Key Genetic Algorithm with Insertion and Gender Selection for Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows. *AIP Conference Proceedings*.
- Avirup Guha Neogi, Singamreddy Mounika, Salagrama Kalyani, dan S.A. Yogananda Sai. (2018). A Comprehensive Study of Vehicle Routing Problem With Time Windows Using Ant Colony Optimization Techniques. *International Journal of Engineering & Technology*.
- Baozhen Yao, Ping Hu, Mingheng Zhang, dan Xiaomei Tian. (2014). Improved Ant Colony Optimization For Seafood Product Delivery Routing Problem. *Promet – Traffic&Transportation*.
- Devianti Muziansyah, Rahayu Sulistyorini, dan Syukur Sebayang. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). *(JRSDD) Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 59.
- Eduward Adolof Kawin dan Ahmad Rusdiansyah. (2009). Analisis Penentuan Lokasi Pembangunan Stasiun Pengisian Bulk Elpiji (SPBE) untuk Program Koservasi Minyak Tanah ke LPG 3 Kg di Provinsi Jawa Timur

Menggunakan Metode P-Median. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi X*, 5-6.

Er. GurpreetSingh dan Dr. Vijay Dhir. (2014). Open Vehicle Routing Problem by Ant Colony Optimization. (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*.

Günther Zäpfel, Roland Braune, dan Michael Bögl. (2010). Metaheuristics Based on Solution Construction. In R. B. Günther Zäpfel, *Metaheuristic Search Concepts: A Tutorial with Applications to Production and Logistics*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Günther Zäpfel, Roland Braune, dan Michael Bögl. (2010). Metaheuristics in General. In R. B. Günther Zäpfel, *Metaheuristic Search Concepts: A Tutorial with Applications to Production and Logistics*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Günther Zäpfel, Roland Braune, dan Michael Bögl. (2010). Metaheuristics in Vehicle Routing. In R. B. Günther Zäpfel, *Metaheuristic Search Concepts: A Tutorial with Applications to Production and Logistics*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Guojun Gan, Chaoqun Ma, dan Jianhong Wu. (2007). Center-Based Clustering Algorithms. In C. M. Guojun Gan, *Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications*. Philadelphia, Pennsylvania: Society for Industrial and Applied Mathematics.

Henk Zijm, Matthias Klumpp, Sunderesh Heragu, dan Alberto Regattleri. (2019). Operations, Logistics and Supply Chain Management: Definitions and Objectives. In M. K. Henk Zijm, *Operations, Logistics and Supply Chain Management*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

- Jamshidi, M. (2009). Median Location Problem. In M. H. Reza Zanjirani Farahani, *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*. Verlag Heidelberg: Physica.
- Kennedy, P. S. (2019). Analisis Tingginya Biaya Logistik di Indonesia Ditinjau dari Dwelling Time. *Jurnal Economic Resources*, 138.
- Ling Shen, Fengming Tao, dan Songyi Wang. (2018). Multi-Depot Open Vehicle Routing Problem with Time Windows Based on Carbon Trading. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Lingling Du dan Ruhan He. (2012). Combining Nearest Neighbor Search with Tabu Search for Large-Scale Vehicle Routing Problem. *Physics Procedia*.
- Lukmandono, M Basuki, M J Hidayat, dan F B Aji. (2019). Application of Saving Matrix Methods and Cross Entropy for Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Resolving. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Mahmudy dan Wayan Firdaus. (2014). Improved Simulated Annealing For Optimization Of Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW). *Jurnal Ilmiah Kursor*.
- Marta Cabo dan Edgar Possani. (2015). Considerations on Applying Cross Entropy Methods to the Vehicle Routing Problem. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*.
- Morana, J. (2014). Sustainable Supply Chain Management in Urban Logistics. In F. S.-L. Jesus Gonzalez-Feliu, *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

- Paolo Brandimarte dan Giulio Zotteri. (2007). Vehicle Routing. In G. Z. Paolo Brandimarte, *Introduction to Distribution Logistics* (pp. 405-407). Hoboken, New Jersey: Wiley-Interscience.
- Pishvaei, M. H. (2009). Hub Location Problem. In R. Z. Hekmatfar, *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies* (pp. 243-245). Verlag Heidelberg: Physica.
- Pranavi Singanamala, Dr .K. Dharma Reddy, dan Dr.P.Venkataramaiah. (2018). Solution to a Multi Depot Vehicle Routing Problem Using K-Means Algorithm, Clarke and Wright Algorithm and Ant Colony Optimization. *International Journal of Applied Engineering Research*.
- Prof. R. J. Dhake, Dr. N.R. Rajhans, dan Nagesh Bhole. (2018). Jaya Algorithm + Savings + 2-Opt Heuristic for Multi-Objective Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Constraints & Heterogeneous Fleet of Vehicles. *International Journal of Applied Engineering Research*.
- Santosa, B. (2017). *Pengantar Metaheuristik Implementasi dengan Matlab*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Simchi-Levi D, Kaminsky P, dan Simchi-Levi E . (2000). *Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. Boston: Irwin McGraw-Hill.
- Soni S. Wirawan, Armansyah H. Tambunan, Martin Djamin, Hiroshi Nabetani, dan Arief Sabdo Yuwono. (2008). Studi Efek Penggunaan Biodiesel Terhadap Emisi Pada Sektor Transportasi di Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 217.
- Winarno, J. (2014). Studi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan Dan Tahun Pembuatan. *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Janabadra*, 3.

Pustaka dari Situs Internet:

Badan Pusat Statistik Kota Bandung (2018). *Kota Bandung Dalam Angka 2018*, <https://bandungkota.bps.go.id/publication/2018/08/16/a2782ae62042b1aee91fb4bc/kota-bandung-dalam-angka-2018.html>, download (diturunkan/diunduh) pada 19 Maret 2019.

Menteri Negara Lingkungan Hidup (2009), *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru*, <http://komara.weebly.com/peraturan-lingkungan/permen-lh-no-04-tahun-2009-tentang-ambang-batas-emisi-gas-buang-kendaraan-bermotor-tipe-baru>, download (diturunkan/diunduh) pada 27 Maret 2019.

Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, *Studi Pengembangan Statistik Konsumsi Energi Transportasi dan Lingkungan*, http://elibrary.dephub.go.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/YmQzMzQ4YzEzNTdiYTcwNzkwZDRiYWQxZGEwYzZiOWI4NDY4NjBhMw==.pdf, download (diturunkan/diunduh) pada 02 April 2019.