

**DESAIN LOKASI GUDANG ANTARA DAN OPTIMISASI
RUTE KENDARAAN PENGANGKUT AIR MINERAL DI
PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM KOTA BANDUNG
(STUDI KASUS : PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM KOTA BANDUNG)**

TUGAS AKHIR

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

**Oleh :
DIEMAS SETIAWAN
NRP : 153010165**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2020**

DESAIN LOKASI GUDANG ANTARA DAN OPTIMISASI RUTE KENDARAAN PENGANGKUT AIR MINERAL DI PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM KOTA BANDUNG (STUDI KASUS : PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM KOTA BANDUNG)

DIEMAS SETIAWAN
NRP: 153010165

ABSTRAK

PT. Muawanah Al-Ma'soem merupakan salah satu perusahaan air minum dalam kemasan yang berpusat di Bandung tepatnya di Kabupaten Bandung yaitu Cileunyi. PT. Muawanah Al-Ma'soem memiliki 4 gudang antara yaitu Cikalang (Pusat), Bandung, Rajamandala, dan Limbangan. Salah satu produk yang dimiliki oleh PT. Muawanah Al-Ma'soem yaitu produk air minum dalam kemasan jenis cup 240 ml yang dikemas dalam kemasan karton yang berisi 48 cup per karton. Permasalahan yang terjadi di PT. Muawanah Al-Ma'soem terdapat pada pendistribusian yang dilakukan oleh gudang antara Bandung terhadap ke 64 retail tujuan yang tersebar. Pada saat ini pola kegiatan pendistribusian gudang antara Bandung masih acak yang menyebabkan jarak dan lokasi retail yang dituju tidak efektif, belum terdapat jadwal pengiriman produk air minum dalam kemasan yang tetap sehingga pendistribusian dilakukan secara berulang ke setiap retail yang tersebar serta pemanfaatan kapasitas alat angkut yang belum optimal yang menyebabkan kendaraan belum mampu mendistribusikan produk dalam satu kali keberangkatan. Beberapa permasalahan tersebut menyebabkan biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Muawanah Al-Ma'soem menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memnetukan rute distribusi yang minimum agar biaya distribusi yang dikeluarkan oleh PT. Muawanah Al-Ma'soem menjadi lebih optimal dibandingkan dengan sebelumnya. Penyelesaian masalah dilakukan dengan empat langkah yaitu pertama, dengan melakukan pengelompokkan (clustering) wilayah pendistribusian dengan metode Fuzzy C Means agar kapasitas angkut kendaraan dapat dimaksimalkan untuk melayani setiap retail tujuan dalam satu kali keberangkatan. Kedua, penentuan fasilitas gudang antara menggunakan metode Hub Location Problem agar memperoleh gudang antara di salah satu retail yang berada pada suatu cluster. Ketiga, penentuan rute distribusi menggunakan metode Nearest Neighbor agar diperoleh rute distribusi dengan jarak terpendek ke setiap retail tujuan. Keempat, optimisasi rute distribusi dengan metode Simulated Annealling agar mendapatkan rute distribusi yang lebih optimal dari sebelumnya. Hasil dari penelitian yang dilakukan diperoleh 8 cluster wilayah pendistribusian, satu retail yang dijadikan gudang antara di setiap cluster, dan rute pendistribusian air minum dalam kemasan yang optimal. Dengan hasil penghematan biaya distribusi yang diperoleh sekitar Rp 1.718.985 dengan efisiensi sebesar 28,69%.

Kata Kunci: Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem, Fuzzy C Means, Hub Locataion Problem, Nearest Neighbor, Simulated Annealling.

**WAREHOUSE LOCATION DESAIN AND ROUTE
OPTIMIZATION OF MINERAL WATER VEHICLE IN
PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM BANDUNG CITY
(CASE STUDY : PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM BANDUNG CITY)**

DIEMAS SETIAWAN
NRP: 153010165

ABSTRACT

PT. Muawanah Al-Ma'soem is a packaged drinking water company that is centered in Bandung, specifically in the district of Cileunyi. PT. Muawanah Al-Ma'soem has 4 warehouses of which are in Cikalang (main warehouse), Bandung, Rajamandala, and Limbangan. One of the products that PT. Muawanah Al-Ma'soem has is a drinking water product that is packed in a 240ml cup which are then packed in a carton that holds 48 cups. A problem that PT. Muawanah Al-Ma'soem has is in the distribution that is done by the warehouse between Bandung and 64 retail locations that are spread out. At the moment the distribution pattern from the Bandung warehouse is on a random basis and causes the delivery distance to retail locations to be ineffective. No of a set schedule for deliveries of the packaged drinking water to be made on a constant basis to retailers have been made, and the capacity of the delivery vehicles are not optimal, causing the inability to deliver everything in one departure. These issues cause the distribution costs of PT. Muawanah Al-Ma'soem to be nonoptimal. Due to this, this research is done to determine a minimum distribution route so that distribution costs spent by PT. Muawanah Al-Ma'soem to be more optimal when compared to the one before. The troubleshooting is done in four steps, firstly, by doing a grouping (clustering) of the distribution areas with the Fuzzy C Means method so that the cargo capacity of the vehicles can be maximized to serve every retail destination in one departure. Second, deciding warehouse facilities between one of the retail places that are located in a cluster. Third, deciding a distribution route using the Nearest Neighbor method to obtain the shortest route to every retail destination. Fourth, an optimization of the distribution route using the Simulated Annealing method to obtain a distribution route that is more optimal than before. Results of this research which were done obtained 8 clusters of distribution areas, one retail which is made to become a warehouse between every cluster, and an optimal packaged drinking water distribution route. The savings on distribution costs obtained is around Rp 1.718.985 with an efficiency of 28,69%.

Keywords: Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem, Fuzzy C Means, Hub Location Problem, Nearest Neighbor, Simulated Annealing.

**DESAIN LOKASI GUDANG ANTARA DAN OPTIMISASI
RUTE KENDARAAN PENGANGKUT AIR MINERAL DI
PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM KOTA BANDUNG
(STUDI KASUS : PT. MUAWANAH AL-MA'SOEM KOTA BANDUNG)**

Oleh:

**Diemas Setiawan
NRP: 153010165**

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal.....

Pembimbing

Penelaah

(Dr. Ir. Muhammad Nurman Helmi, DEA)

(Dr. Ir. Yogi Yogaswara, MT)

Mengetahui,
Ketua Program Studi

(Dr. Ir. Muhammad Nurman Helmi, DEA)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Perumusan Masalah.....	I-4
I.3 Tujuan Penelitian.....	I-5
I.4 Manfaat Penelitian.....	I-5
I.5 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-5
I.5.1 Batasan Masalah	I-5
I.5.2 Asumsi	I-6
I.6 Lokasi Penelitian	I-6
I.7 Sistematika Penulisan	I-7
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
II.1 Manajemen Logistik	II-1
II.2 <i>City Logistic</i>	II-2
II.3 Manajemen Rantai Pasok	II-4
II.3.1 Strategi Enam Sumber	II-4
II.3.2 Resiko Rantai Pasok	II-6
II.4 Lokasi Fasilitas dalam Jaringan.....	II-7
II.4.1 Kemacetan dalam masalah lokasi <i>hub</i>	II-8
II.4.2 <i>Hub Location Problem</i>	II-9
II.4.2.1 Aplikasi dan Klasifikasi.....	II-11
II.4.2.2 <i>Single Hub Location Problem</i>	II-12
II.4.2.3 <i>P-hub Location Problem</i>	II-14

II.4.2.4	<i>Multiple Allocation P-Hub Location Model</i>	II-16
II.4.2.5	<i>P-Hub Median Location Problem with Fixed Costs</i>	II-17
II.4.2.6	<i>Single Spoke Assignment P-hub Median Location Problem</i> <i>(Single Allocation P-hub Location Problem)</i>	II-18
II.4.2.7	<i>Hub Location Problem dengan Batasan Kapasitas</i>	II-20
II.4.2.8	<i>P-Hub Center Location Problem</i>	II-21
II.4.2.9	<i>Hub Covering Location Problem</i>	II-22
II.4.2.10	<i>Hub Location Problem yang Tidak Berkapasitas</i>	II-24
II.5	<i>Travelling Salesman Problem (TSP)</i>	II-25
II.6	<i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	II-27
II.6.1	<i>Capacitated and Distance-Constrained VRP (CVRP)</i>	II-31
II.6.2	<i>VRP with Time Windows (VRPTW)</i>	II-32
II.6.3	<i>VRP with Backhauls (VRPB)</i>	II-33
II.6.4	<i>VRP with Pickup and Delivery</i>	II-34
II.7	<i>Clustering</i>	II-35
II.7.1	<i>Set Data</i>	II-35
II.7.2	<i>Cluster dan Prototipe</i>	II-36
II.7.3	<i>Tinjauan Metode Clustering</i>	II-36
II.7.4	<i>Hard dan Fuzzy Partition</i>	II-37
II.7.5	<i>Fuzzy C Means Clustering</i>	II-39
II.8	<i>Metode Heuristik</i>	II-44
II.8.1	<i>Nearest Neighbor</i>	II-44
II.8.2	<i>Insertion Heuristics</i>	II-45
II.8.3	<i>Greedy</i>	II-46
II.9	<i>Metode Metaheuristik</i>	II-46
II.9.1	<i>Simulated Annealling</i>	II-47
II.9.2	<i>Deterministic Annealling</i>	II-50
II.9.3	<i>Tabu Search</i>	II-51
II.9.4	<i>Genetic Algorithms</i>	II-51
II.9.5	<i>Ant Algorithms</i>	II-51
II.9.6	<i>Neural Networks</i>	II-53
II.10	<i>Distribusi</i>	II-54

II.11	Peneliti Terdahulu.....	II-55
BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH.....		III-1
III.1	Kerangka Berpikir Penelitian	III-1
III.2	Usulan Pemecahan Masalah	III-2
III.3	Survey Lapangan	III-4
III.4	Studi Literatur	III-5
III.5	Identifikasi Permasalahan.....	III-5
III.6	Perumusan Masalah.....	III-5
III.7	Tujuan dan Manfaat Penelitian	III-5
III.8	Pengumpulan Data.....	III-6
III.9	Pengolahan Data	III-6
III.9.1	Pengelompokkan (<i>clustering</i>) wilayah <i>retail</i> menggunakan algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	III-6
III.9.2	Penentuan Lokasi Fasilitas (<i>Facility Location</i>) menggunakan pendekatan <i>Hub Location Problem</i>	III-10
III.9.3	Penentuan Rute Distribusi menggunakan metode <i>Nearest Neighbor</i>	III-12
III.9.4	Optimisasi Rute Distribusi menggunakan metode <i>Simulated Annealing</i>	III-14
III.10	Analisa dan Pembahasan	III-17
III.11	Kesimpulan dan Saran.....	III-17
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 <i>Retail</i>	IV-3
IV.1.3	Matriks Jarak.....	IV-4
IV.1.4	Matriks Waktu Tempuh	IV-4
IV.1.5	Data Permintaan (<i>Demand</i>) Setiap <i>Retail</i>	IV-5
IV.1.6	Data Jenis, Kapasitas dan Kecepatan Kendaraan dan Waktu Bongkar Muat (<i>Loading dan Unloading</i>)	IV-5
IV.1.7	Pola Pengiriman dan Distribusi Barang.....	IV-6
IV.1.8	Biaya Distribusi Perusahaan	IV-6

IV.2	Pengolahan Data	IV-7
IV.2.1	Perhitungan Jarak Tempuh Saat Ini	IV-7
IV.2.2	Perhitungan Waktu Pelayanan Saat Ini	IV-9
IV.2.3	Perhitungan Biaya Distribusi Saat ini	IV-11
IV.2.4	Total Biaya Distribusi	IV-15
IV.3	Pengolahan Data <i>Clustering</i>	IV-15
IV.3.1	Pengelompokkan (<i>Clustering</i>) <i>Retail</i> menggunakan Metode <i>Fuzzy C-Means</i>	IV-15
IV.3.2	Pemindahan Anggota <i>Cluster</i>	IV-24
IV.4	Penentuan Lokasi Fasilitas Gudang Antara	IV-31
IV.5	Penentuan Rute Awal (<i>Routing</i>)	IV-39
IV.6	Pengolahan Data Jarak Tempuh, Waktu Pelayanan dan Biaya Distribusi Awal	IV-49
IV.6.1	Pengolahan Data Jarak Tempuh Usulan Awal	IV-49
IV.6.2	Pengolahan Data Waktu Pelayanan Usulan Awal	IV-50
IV.6.3	Pengolahan Data Biaya Distribusi Kondisi Usulan Awal	IV-51
IV.6.4	Total Biaya Distribusi Kondisi Usulan Awal	IV-54
IV.7	Optimisasi Rute Kendaraan	IV-54
IV.8	Pengolahan Data Jarak Tempuh, Waktu Pelayanan dan Biaya Distribusi Optimisasi	IV-68
IV.8.1	Pengolahan Data Jarak Tempuh Optimisasi	IV-68
IV.8.2	Pengolahan Data Waktu Pelayanan Optimisasi	IV-69
IV.8.3	Pengolahan Data Biaya Distribusi Optimisasi	IV-70
IV.8.4	Total Biaya Distribusi Optimisasi	IV-73
BAB V	ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	V-1
V.1	Analisa	V-1
V.2	Pembahasan	V-18
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	VI-1
VI.1	Kesimpulan	VI-1
VI.2	Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Biaya Distribusi PAMDK PT. Muawanah Al-Ma'soem	I-4
Gambar I.2 Lokasi PAMDK PT. Muawanah Al-Ma'soem	I-6
Gambar II.1 Konfigurasi jaringan <i>hub-and-spoke</i> yang khusus	II-8
Gambar II.2 Contoh <i>hub location problem</i>	II-9
Gambar II.3 Solusi khusus untuk <i>hub location problem</i>	II-10
Gambar II.4 Representasi skematis dari penugasan <i>spoke</i> ganda (Daskin 1995).....	II-18
Gambar II.5 Representasi skematis dari penugasan <i>spoke</i> tunggal (Daskin 1995).....	II-19
Gambar II.6 Rute dengan lintasan A,B,C,E,D,A merupakan lintasan rute optimal.....	II-26
Gambar II.7 Contoh VRP.....	II-27
Gambar II.8 Masalah mendasar kelas VRP dan interkoneksi mereka	II-31
Gambar II.9 <i>Cluster</i> dalam bentuk dan dimensi yang berbeda dalam R^2 . (Jain dan Dubes, 1988).....	II-36
Gambar II.10 <i>norm</i> jarak yang berbeda digunakan dalam <i>fuzzy clustering</i>	II-41
Gambar II.11 Menurunkan suhu sesuai dengan jumlah tahapan untuk hukum geometri dan beberapa hukum tradisional.	II-48
Gambar II.12 Metode tradisional yang terjebak dalam energi lokal minimum.	II-49
Gambar II.13 Evolusi kerangka yang dapat dideformasi pada (a), (b), (c), dan solusi akhir (d).....	II-53
Gambar III.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	III-1
Gambar III.2 Usulan Pemecahan Masalah.....	III-3
Lanjutan Gambar III.2 Usulan Pemecahan Masalah.....	III-4
Gambar III.3 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Fuzzy C-Means</i>	III-7
Gambar III.4 <i>Flowchart</i> Pemindahan Anggota <i>Cluster</i>	III-10
Gambar III.5 <i>Flowchart Hub Location Problem</i>	III-12
Gambar III.6 Algoritma <i>Nearest Neighbor</i>	III-13
Gambar III.7 Metode <i>Simulated Annealing</i>	III-15

Gambar IV.1 Struktur Organisasi PT. Muawanah Al-Ma'soem.....	IV-3
Gambar IV.2 Peta Lokasi Gudang Antara dan <i>Retail</i>	IV-4
Gambar IV.3 Hasil Pengelompokkan <i>Retail</i> dan Pusat <i>Cluster</i> menggunakan <i>software</i> Matlab.....	IV-21
Gambar IV.4 Anggota <i>cluster</i> sebelum dilakukan pemindahan anggota <i>cluster</i>	IV-30
Gambar IV.5 Anggota <i>cluster</i> setelah dilakukan pemindahan anggota <i>cluster</i>	IV-30
Gambar IV.6 Perpindahan <i>retail</i> dari setiap <i>cluster</i>	IV-30
Gambar IV.7 Desain pendistribusian gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-38
Gambar IV.8 Gudang antara terpilih pada setiap <i>cluster</i> pada <i>google maps</i> ...IV-39	
Gambar IV.9 Bentuk rute ke-1 gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-43
Gambar IV.10 Bentuk rute ke-2 gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-44
Gambar IV.11 Bentuk rute ke-3 gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-44
Gambar IV.12 Bentuk rute ke-4 gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-45
Gambar IV.13 Pembentukan rute <i>cluster</i> 1	IV-45
Gambar IV.14 Pembentukan rute <i>cluster</i> 2.....	IV-46
Gambar IV.15 Pembentukan rute <i>cluster</i> 3.....	IV-46
Gambar IV.16 Pembentukan rute <i>cluster</i> 4.....	IV-47
Gambar IV.17 Pembentukan rute <i>cluster</i> 5.....	IV-47
Gambar IV.18 Pembentukan rute <i>cluster</i> 6.....	IV-48
Gambar IV.19 Pembentukan rute <i>cluster</i> 7.....	IV-48
Gambar IV.20 Pembentukan rute <i>cluster</i> 8.....	IV-49
Gambar IV.21 Grafik <i>Best Cost Cluster</i> 1	IV-55
Gambar IV.22 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster</i> 1.....	IV-56
Gambar IV.23 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster</i> 1	IV-56
Gambar IV.24 Grafik <i>Best Cost Cluster</i> 2	IV-57
Gambar IV.25 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster</i> 2.....	IV-57
Gambar IV.26 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster</i> 2	IV-58
Gambar IV.27 Grafik <i>Best Cost Cluster</i> 3	IV-59
Gambar IV.28 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster</i> 3.....	IV-59
Gambar IV.29 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster</i> 3	IV-60

Gambar IV.30 Grafik <i>Best Cost Cluster 4</i>	IV-60
Gambar IV.31 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster 4</i>	IV-61
Gambar IV.32 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster 4</i>	IV-61
Gambar IV.33 Grafik <i>Best Cost Cluster 5</i>	IV-62
Gambar IV.34 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster 5</i>	IV-62
Gambar IV.35 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster 5</i>	IV-63
Gambar IV.36 Grafik <i>Best Cost Cluster 6</i>	IV-64
Gambar IV.37 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster 6</i>	IV-64
Gambar IV.38 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster 6</i>	IV-65
Gambar IV.39 Grafik <i>Best Cost Cluster 7</i>	IV-65
Gambar IV.40 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster 7</i>	IV-66
Gambar IV.41 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster 7</i>	IV-66
Gambar IV.42 Grafik <i>Best Cost Cluster 8</i>	IV-67
Gambar IV.43 Hasil rute terbaik pada <i>Cluster 8</i>	IV-67
Gambar IV.44 Pembentukan optimisasi rute <i>cluster 8</i>	IV-68
Gambar 5.1 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 1</i>	V-10
Gambar V.2 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 2</i>	V-11
Gambar V.3 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 3</i>	V-11
Gambar V.4 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 4</i>	V-12
Gambar V.5 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 5</i>	V-12
Gambar V.6 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 6</i>	V-13
Gambar V.7 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 7</i>	V-13
Gambar V.8 Hasil Perbandingan Rute <i>Nearest Neighbor</i> dan <i>Simulated Annealling Cluster 8</i>	V-14

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Resiko Rantai Pasok dan cara menghadapinya	II-6
Tabel II.2 Resume Penelitian Terdahulu.....	II-62
Tabel IV.1 Data Permintaan (<i>Demand</i>) setiap <i>retail</i>	IV-5
Tabel IV.2 Jenis, Kapasitas, Kecepatan Kendaraan dan Waktu Bongkar	
Muat	IV-6
Tabel IV.3 Jarak tempuh saat ini.....	IV-7
Lanjutan Tabel IV.3 Jarak tempuh saat ini	IV-8
Tabel IV.4 Waktu pelayanan saat ini	IV-9
Lanjutan Tabel IV.4 Waktu pelayanan saat ini.....	IV-10
Tabel IV.5 <i>Fixed Cost</i> Kondisi saat ini.....	IV-12
Tabel IV.6 Biaya Bahan Bakar Saat Ini	IV-13
Lanjutan Tabel IV.6 Biaya Bahan Bakar Saat Ini.....	IV-14
Tabel IV.7 <i>Variable Cost</i> Kondisi saat ini.....	IV-15
Tabel IV.8 Total Biaya Distribusi Kondisi Saat ini	IV-15
Tabel IV.9 Derajat Keanggotaan.....	IV-18
Lanjutan Tabel IV.9 Derajat Keanggotaan	IV-18
Lanjutan Tabel IV.9 Derajat Keanggotaan	IV-18
Lanjutan Tabel IV.9 Derajat Keanggotaan	IV-18
Tabel IV.10 Hasil Perhitungan Jumlah (u1)2	IV-19
Lanjutan Tabel IV.10 Hasil Perhitungan Jumlah (u1)2	IV-20
Tabel IV.11 Pusat <i>Cluster</i>	IV-21
Tabel IV.12 Hasil Fungsi Objektif Iterasi ke-69.....	IV-22
Lanjutan Tabel IV.12 Hasil Fungsi Objektif Iterasi ke-69	IV-23
Tabel IV.13 Hasil Fungsi Objektif <i>Software Matlab</i>	IV-24
Tabel IV.14 <i>Demand</i> (Karton) setiap <i>Cluster</i>	IV-24
Tabel IV.15 Prioritas Penentuan Anggota <i>Cluster</i>	IV-25
Lanjutan Tabel IV.15 Prioritas Penentuan Anggota <i>Cluster</i>	IV-26
Lanjutan Tabel IV.15 Prioritas Penentuan Anggota <i>Cluster</i>	IV-26
Lanjutan Tabel IV.15 Prioritas Penentuan Anggota <i>Cluster</i>	IV-26
Tabel IV.16 Prioritas Derajat Keanggotaan <i>Retail</i> di <i>Cluster 2</i>	IV-27

Tabel IV.17 Prioritas Derajat Keanggotaan <i>Retail</i> di <i>Cluster</i> 3.....	IV-27
Tabel IV.18 Prioritas Derajat Keanggotaan <i>Retail</i> di <i>Cluster</i> 4.....	IV-27
Tabel IV.19 Prioritas Derajat Keanggotaan <i>Retail</i> di <i>Cluster</i> 6.....	IV-28
Tabel IV.20 Prioritas Derajat Keanggotaan <i>Retail</i> di <i>Cluster</i> 8.....	IV-28
Tabel IV.21 Hasil Pemindahan Anggota <i>Cluster</i>	IV-29
Tabel IV.22 Titik Koordinat Setiap <i>Retail</i>	IV-31
Tabel IV.23 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 1.....	IV-34
Tabel IV.24 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 2.....	IV-34
Tabel IV.25 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 3.....	IV-35
Tabel IV.26 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 4.....	IV-35
Tabel IV.27 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 5.....	IV-36
Tabel IV.28 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 6.....	IV-36
Tabel IV.29 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 7.....	IV-37
Tabel IV.30 Penentuan lokasi gudang antara <i>cluster</i> 8.....	IV-37
Tabel IV.31 Lokasi fasilitas gudang antra terpilih.....	IV-38
Tabel IV.32 Jarak gudang pusat (0) ke gudang antara harus dikunjungi.....	IV-40
Tabel IV.33 Jarak gudang antara <i>clustering</i> 4 (A4) ke <i>retail</i> yang harus dikunjungi.....	IV-40
Tabel IV.34 Jarak gudang antara 5 ke gudang antara yang harus dikunjungi .	IV-41
Tabel IV.35 Jarak <i>retail</i> 22 ke <i>retail</i> yang harus dikunjungi.....	IV-41
Tabel IV.36 Jarak <i>retail</i> 3 ke <i>retail</i> yang harus dikunjungi.....	IV-41
Tabel IV.37 Rangkuman rute gudang pusat distribusi ke setiap gudang antara.....	IV-42
Tabel IV.38 Rangkuman rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-43
Tabel IV.39 Rangkuman rute gudang pusat distribusi ke setiap gudang antara.....	IV-49
Tabel IV.40 Rangkuman rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-50
Tabel IV.41 Waktu pelayanan usulan awal rute gudang pusat distribusi ke gudang antara.....	IV-50
Tabel IV.42 Waktu pelayanan usulan awal rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-51
Tabel IV.43 <i>Fixed cost</i> kondisi usulan awal.....	IV-52

Tabel IV.44 Total biaya bahan bakar rute gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-53
Tabel IV.45 Total biaya bahan bakar rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-53
Tabel IV.46 <i>Variable cost</i> kondisi usulan awal	IV-54
Tabel IV.47 Total Biaya Distribusi kondisi usulan awal	IV-54
Tabel IV.48 Rangkuman rute gudang pusat distribusi ke setiap gudang antara	IV-69
Tabel IV.49 Rangkuman optimisasi rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-69
Tabel IV.50 Waktu pelayanan optimisasi rute gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-70
Tabel IV.51 Waktu pelayanan optimisasi rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-70
Tabel IV.52 <i>Fixed cost</i> optimisasi	IV-71
Tabel IV.53 Total biaya bahan bakar optimisasi rute gudang pusat distribusi ke gudang antara	IV-72
Tabel IV.54 Total biaya bahan bakar optimisasi rute gudang antara ke setiap <i>retail</i>	IV-72
Tabel IV.55 <i>Variable cost</i> optimisasi	IV-73
Tabel IV.56 Total Biaya Distribusi Optimisasi	IV-73
Tabel V.1 Pengelompokkan <i>retail</i> tiap <i>cluster</i>	V-1
Tabel V.2 <i>Clustering</i> hasil Pemindahan Anggota <i>Cluster</i>	V-2
Tabel V.3 Lokasi fasilitas gudang antra terpilih	V-3
Tabel V.4 Pembentukan rute awal gudang pusat distribusi ke setiap gudang antara	V-3
Tabel V.5 Pembentuka rute awal gudang antara ke setiap <i>retail</i>	V-4
Tabel V.6 Perbandingan total jarak tempuh kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi usulan awal	V-5
Tabel V.7 Perbandingan waktu pelayanan kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi usulan awal	V-5
Tabel V.8 Perbandingan <i>fixed cost</i> kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi usulan awal	V-7

Tabel V.9 Perbandingan <i>variable cost</i> kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi usulan awal	V-7
Tabel V.10 Perbandingan Total Biaya Distribusi kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi usulan awal.....	V-8
Tabel V.11 Rangkuman Penentuan Rute	V-10
Tabel V.12 Perbandingan total jarak tempuh kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi optimisasi	V-14
Tabel V.13 Perbandingan waktu pelayanan kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi optimisasi	V-15
Tabel V.14 Perbandingan <i>fixed cost</i> kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi optimisasi ..	V-16
Tabel V.15 Perbandingan <i>variable cost</i> kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi optimisasi	V-16
Tabel V.16 Perbandingan Total Biaya Distribusi kondisi <i>eksisting</i> dan kondisi optimisasi	V-17
Tabel V.17 Perbandingan Total Biaya Distribusi kondisi usulan awal dan kondisi optimisasi	V-17
Tabel VI.1 Perbandingan Total Biaya Distribusi dan Total Jarak Tempuh kondisi <i>eksisting</i> , kondisi usulan awal dan kondisi optimisasi	VI-2

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alamat Ritel.....	L-1
Lampiran 2 Jarak Tempuh Kondisi Saat Ini	L-2
Lampiran 3 Waktu Pelayanan Kondisi Saat Ini	L-3
Lampiran 4 Koordinat Kartesius Setiap <i>Retail</i>	L-4
Lampiran 5 Matriks Jarak	L-5
Lampiran 6 Matriks Waktu Tempuh.....	L-6



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

Industri merupakan salah satu bagian yang menjadi tolak ukur untuk mengetahui maju atau berkembangnya suatu negara. Industri didefinisikan sebagai kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, barang setengah jadi dan barang jadi menjadi barang yang memiliki nilai yang tinggi dalam penggunaannya (Kartasapoetra, 2000). Industri terbagi menjadi dua yaitu industri manufaktur dan industri jasa. Di Indonesia, sektor industri terhadap PDB(Produk Domestik Bruto) memberikan tingkat kontribusi yang cukup besar bagi perekonomian nasional yaitu sebesar 19,86% sedangkan untuk laju pertumbuhan, sektor industri hanya tumbuh 4,27%. (Sumber : Badan Pusat Statistik dalam angka 2019)

Meskipun sektor industri memiliki kontribusi yang cukup signifikan terhadap produk domestik bruto bukan berarti sektor ini tidak perlu adanya perbaikan. Masih terdapat beberapa kekurangan pada sistem industri yang ada di Indonesia yang harus dianalisis untuk dapat dilakukan perbaikan secara terus menerus. Terlebih lagi saat ini dunia industri telah memasuki era industri yang *modern* yaitu industri 4.0 dimana industri 4.0 ini berbasis pada industri digital yang kompleks. Pada era industri modern ini, perusahaan saling bersaing dengan ketat untuk dapat menguasai pasar global. Beberapa perusahaan menyadari bahwasannya untuk bersaing dapat dilakukan dengan penghematan dan perencanaan pengelolaan manajemen logistik yang baik. Dengan adanya pengelolaan logistik yang baik maka perusahaan dapat mengoptimalkan biaya-biaya operasional yang berkaitan dengan logistik secara efektif dan efisien.

Logistik didefinisikan sebagai proses yang secara strategis mengelola pengadaan, pergerakan dan penyimpanan bahan baku(*material*), suku cadang dan barang jadi beserta aliran informasi terkait melalui organisasi dan saluran-saluran pemasarannya, dengan cara dimana keuntungan perusahaan baik untuk saat ini dan maupun pada waktu yang akan datang, dapat dimaksimalkan dengan cara pemenuhan pesanan yang berbiaya efektif dan efisien(Christopher, 2005). Logistik merupakan salah satu kegiatan yang berkaitan langsung dengan pendistribusian bahan mentah maupun bahan jadi. Di dalam suatu pendistribusian,

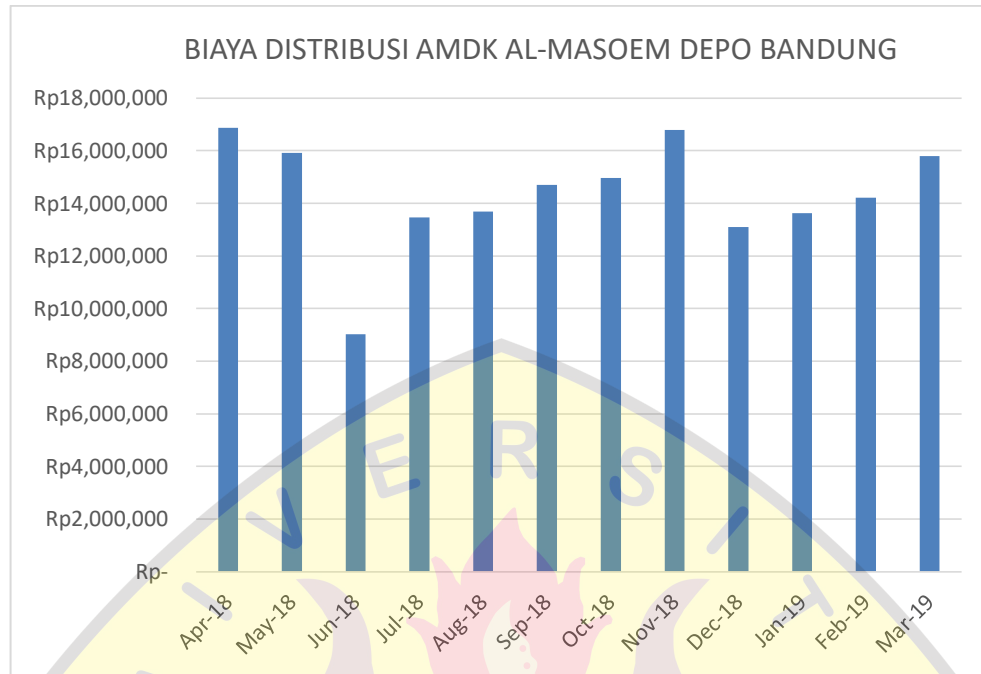
logistik merupakan salah satu fungsi yang sangat penting dalam pemenuhan bahan baku (*raw material*) untuk memenuhi kebutuhan produksi ataupun juga berfungsi untuk memenuhi permintaan pasar dari hasil produksi dengan cara memindahkan barang tersebut dari satu titik ke titik lainnya. Oleh karena itu salah satu faktor yang mempengaruhi harga jual barang yaitu dikarenakan adanya biaya logistik atau distribusi yang telah ditetapkan. Berdasarkan data bahwa biaya logistik memberikan kontribusi yang cukup signifikan yaitu sebesar 12,04% dari Produk Domestik Bruto (Kemendag, 2016).

Dengan adanya kontribusi biaya logistik yang mendominasi, tidak sedikit industri-industri yang ada di Indonesia mengeluhkan akan hal ini. Di Indonesia sendiri terdapat salah satu industri manufaktur yang bergerak dibidang industri pengolahan yang mengeluhkan hal ini yaitu industri AMDK (Air Minum Dalam Kemasan). Industri AMDK (Air Minum Dalam Kemasan) merupakan badan usaha yang memiliki izin dari menteri kesehatan untuk memproduksi air minum dalam kemasan sesuai dengan SOP (*Standard Operation Product*) yang telah ditentukan. Beberapa perusahaan air minum dalam kemasan ini telah *supply* produk hasil produksinya ke beberapa daerah yang tersebar di Indonesia dan langsung merasakan dampak dari adanya kontribusi biaya logistik.

Salah satu perusahaan yang merasakan dampak dari adanya kontribusi biaya logistik yang cukup signifikan yaitu PT. Muawanah Al-Ma'soem. PT. Muawanah Al-Ma'soem merupakan salah satu perusahaan air minum dalam kemasan (PAMDK) yang berpusat di Bandung tepatnya di Kabupaten Bandung yaitu Cileunyi. Saat ini PT. Muawanah Al-Ma'soem memiliki 4 gudang antara yang tersebar yaitu gudang antara Cikalang (pusat), gudang antara Bandung, gudang antara Rajamandala dan juga gudang antara Limbangan. Keempat Gudang antara ini memiliki wilayah/area pendistribusian masing-masing. Perusahaan ini memiliki 2 kategori/proses pendistribusian yaitu secara *internal* dan *eksternal*. Perbedaan dari kedua pendistribusian tersebut terletak proses pendistribusian produk air minum dalam kemasan yang dilakukan oleh perusahaan, proses *internal* yaitu pengiriman produk air minum dalam kemasan yang masih dikelola dan masih dalam tanggung jawab PT. Muawanah Al-Ma'soem yang langsung dikirim melalui pihak yang mengatur logistik di perusahaan tersebut, sedangkan

proses *eksternal* yaitu pengiriman produk air minum dalam kemasan diluar pengelolaan dan tanggung jawab PT. Muawanah Al-Ma'soem, dimana produk air minum dalam kemasan yang diproduksi oleh perusahaan tersebut langsung diambil oleh konsumen atau *retail* yang menjalin kerjasama dengan perusahaan tersebut.

Pada penelitian kali ini difokuskan kepada proses pengiriman produk air minum dalam kemasan secara *internal* yang berada di gudang antara Bandung, dimana PT. Muawanah Al-Ma'soem berkomitmen agar dapat mengirimkan produk air minum dalam kemasan sampai dengan mudah dan sesuai permintaan pada konsumen ataupun beberapa *retail* yang menjalin kerjasama dengan perusahaan tersebut. Tetapi, walaupun dengan demikian proses distribusi yang dilaksanakan oleh perusahaan tersebut masih belum efektif dan efisien. Hal ini dapat dikatakan karena pihak perusahaan tidak mempertimbangkan beberapa aspek yaitu pertama, pengelompokkan *retail* sehingga *retail* tujuan dari pendistribusian masih acak yang menyebabkan jarak dan lokasi *retail* yang dituju masih belum efektif, sebab salah satu faktor yang mempengaruhi biaya distribusi yaitu jarak yang jauh (Bowesox, 2002). Kedua, pemanfaatan kapasitas alat angkut (*truck*) yang belum optimal sebab dalam melakukan pendistribusian untuk setiap kendaraan belum mampu melakukan satu kali pengiriman dari gudang antara ke setiap *retail* yang tersebar, karena dengan pemanfaatan alat angkut yang optimal maka pihak perusahaan dapat meningkatkan kemampuan pendistribusian produk air minum dalam kemasan secara lebih cepat dan penentuan rute distribusi menjadi lebih efektif. Ketiga, jadwal pengiriman produk air minum dalam kemasan yang dilakukan secara berulang ke setiap *retail* yang tersebar. Oleh karena itu, dengan tidak mempertimbangkan aspek-aspek tersebut maka biaya pendistribusian PT. Muawanah Al-Ma'soem mengalami ketidakstabilan setiap tahunnya khususnya di gudang antara Kota Bandung. Berikut merupakan salah satu biaya pendistribusian pada gudang antara Bandung yang terdapat di perusahaan air minum dalam kemasan PT. Muawanah Al-Ma'soem dalam setahun terakhir yang dapat dilihat pada grafik berikut:



(Sumber : PT. Muawanah Al-Ma'soem)

Gambar I.1 Biaya Distribusi PAMDK PT. Muawanah Al-Ma'soem

Berdasarkan data biaya distribusi PAMDK PT. Muawanah Al-Ma'soem dalam setahun terakhir mengalami ketidakstabilan sehingga dibutuhkan suatu cara atau metode untuk dapat meminimalkan biaya distribusi. Biaya distribusi yang rendah dapat dilakukan dengan jarak tempuh kendaraan yang lebih pendek (Sarjono, 2014). Dalam penelitian yang dilakukan di PAMDK PT. Muawanah Al-Ma'soem akan dilakukan pengoptimisasian rute untuk mencari jarak tempuh kendaraan yang lebih pendek. Pengoptimisasian rute ini dilakukan dengan tujuan untuk mengefisienkan biaya distribusi PT. Muawanah Al-Ma'soem.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan maka dapat diperoleh perumusan masalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan pengelompokkan *retail* di wilayah gudang antara kota Bandung?
2. Bagaimana optimisasi rute distribusi yang optimal untuk setiap kendaraan yang digunakan PT. Muawanah Al-Ma'soem dalam pengiriman produk ke setiap *retail*?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai dari melaksanakan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mendapatkan pengelompokkan *retail* di wilayah gudang antara kota Bandung.
2. Untuk mengetahui rute distribusi yang optimal untuk setiap kendaraan yang digunakan PT. Muawanah Al-Ma'soem.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan penelitian yang dilakukan di PT. Muawanah Al-Ma'soem yaitu sebagai berikut:

- 1 Mengurangi biaya distribusi pengiriman produk dari gudang antara ke beberapa *retail* yang tersebar.
- 2 Mempermudah proses distribusi produk air minum dalam kemasan dari gudang antara ke setiap *retail* berdasarkan rute distribusi yang optimal.
- 3 Mendapatkan pengelompokkan (*clustering*) beberapa *retail* yang berada di wilayah gudang antara Kota Bandung.

I.5 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Agar penelitian ini sesuai dengan tujuan maka diterapkan batasan-batasan masalah dan beberapa asumsi agar tidak menyimpang dari pokok pembahasan. Adapun batasan batasan masalah dan beberapa asumsi tersebut sebagai berikut:

I.5.1 Batasan Masalah

1. Objek penelitian yang dituju yaitu layanan distribusi air minum dalam kemasan PT. Muawanah Al-Ma'soem.
2. Penelitian dilakukan pada pendistribusian air minum dalam kemasan dari gudang antara Bandung ke beberapa *retail* yang tersebar di Kota Bandung dan Kota Cimahi.
3. Data-data yang digunakan merupakan data bulan April 2018 sampai dengan Maret 2019.
4. Penelitian ini dilakukan hanya untuk air minum dalam kemasan *cup* 240 ml.

5. Kapasitas kendaraan yang digunakan yaitu kapasitas kendaraan yang bermuatan 300 karton air minum dalam kemasan jenis *cup*.
6. Waktu tempuh dan jarak kendaraan diperoleh berdasarkan *google maps*, dengan waktu tempuh tercepat yang terbentuk.

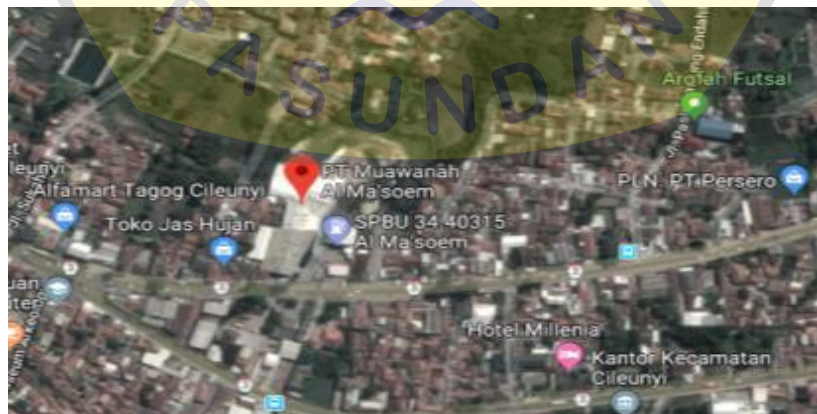
I.5.2 Asumsi

1. Transportasi yang digunakan via darat.
2. Kendaraan yang digunakan layak jalan.
3. Transportasi dianggap memadai dan dapat beroperasi dengan baik.
4. Produk yang dikirim dalam keadaan tidak rusak dan layak untuk dikonsumsi.
5. Pengiriman produk air minum dalam kemasan hanya dilakukan pihak perusahaan (*internal*).

I.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT. Muawanah Al-Ma'soem yang berlokasi di Jalan Cikalang No. 168, Cimekar, Cileunyi, Kota Bandung, Jawa Barat 40393.

Berikut merupakan peta lokasi PT. Muawanah Al-Ma'soem yang berada di jalan Cikalang, Cileunyi.



Gambar I.2 Lokasi PAMDK PT. Muawanah Al-Ma'soem

(Sumber : *Google Maps*)

Gambar ini merupakan lokasi dan tata letak PT. Muawanah Al-Ma'soem dilihat melalui *google maps*.

I.7 Sistematika Penulisan

Adapun penyusunan sistematika penulisan laporan dari penyelesaian penelitian diatas adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan pendistribusian produk air minum dalam kemasan yang terjadi di PT. Muawanah Al-Ma'soem yang dijelaskan secara rinci, dan perumusan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini. Dari perumusan masalah yang telah dijabarkan ditetapkan tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian ini. Selanjutnya penelitian diberikan asumsi dan batasan masalah agar cakupan permasalahan yang dibahas tidak meluas dari penelitian yang akan dilakukan. Serta penentuan lokasi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini menjelaskan beberapa referensi teori dan keterkaitan teori-teori kajian penelitian terdahulu yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian saat ini, meliputi manajemen logistik, transportasi, pergudangan, *clustering* dan teori optimisasi. Dan juga disajikan beberapa penelitian terdahulu yang bertujuan memosisikan penelitian ini diantara penelitian yang sudah dilakukan.

BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH

Pada bab ini berisikan kerangka pemikiran yang menjelaskan beberapa tahapan-tahapan yang digunakan sebagai usulan pemecahan masalah dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Diawali dengan pengelompokkan *retail* dari gudang antara Kota Bandung ke setiap *retail* yang tersebar guna menentukan penugasan setiap kendaraan dalam melakukan pendistribusian, kemudian menentukan optimisasi rute, hingga sampai dengan penentuan biaya distribusi yang optimal. Dan juga berisikan langkah-langkah rinci penelitian dari kerangka berpikir tersebut. Mulai dari penetapan rumusan masalah sampai dengan kesimpulan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisikan pengumpulan data yang diperoleh dari PT. Muawanah Al-Ma'soem berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan. Jenis data yang dikumpulkan antara lain jumlah kendaraan, jumlah *retail*, kapasitas kendaraan, rute yang digunakan, jenis kendaraan, jadwal pengiriman produk, *demand* dari setiap *retail*, jarak antara gudang dengan *retail* dan biaya distribusi. Pengolahan data yang dilakukan antara lain menentukan pengelompokkan(*clustering*) beberapa *retail*, dilanjutkan penentuan lokasi gudang antara agar jaraknya lebih dekat ke setiap *retail*, kemudian pengoptimalisasian rute agar mendapatkan rute terpendek untuk setiap *cluster*, serta berdasarkan pengoptimalisasian rute maka didapat biaya distribusi yang optimal.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan analisis dari data yang telah diolah pada bab sebelumnya mulai dari dilakukannya pengumpulan data sampai dengan pengolahan data dari permasalahan optimisasi rute di PT. Muawanah Al-Ma'soem. Pada bab ini dijelaskan tahap demi tahap mengenai diperolehnya biaya distribusi yang optimal, mulai dari menentukan pengelompokkan(*clustering*) beberapa *retail*, penentuan lokasi gudang antara, pengoptimalisasian rute hingga mendapatkan rute terpendek dan juga jarak tempuh. Kemudian setelah hasil akhir pengolahan data diperoleh selanjutnya biaya distribusi yang optimal(usulan) dibandingkan dengan biaya distribusi awal. Sehingga dapat diketahui perbedaan diantara keduanya yang dapat dijadikan acuan oleh perusahaan agar dapat melakukan perbaikan terhadap kinerja perusahaan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan atas perumusan masalah yang telah ditentukan. Dan saran untuk hasil penelitian ini yang berguna bagi penelitian selanjutnya dan rekomendasi bagi perusahaan air minum dalam kemasan PT. Muawanah Al-Ma'soem dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, N., Hashai, N. (2005). *Effect of Open Skies in The Middle East Region*. Transport Res.
- Aversa, R., Botter, RC., Haralambides, HE., & Yoshizaki, HTY. (2005). *A Mixed Integer Programming Model On The Location of A Hub Port in The East Coast of South America*. Maritime Econ Logist.
- Aykin, T. (1995). *Networking Polices For Hub and Spoke Systems with Application to The Air Transportation System*. Transport Sci.
- Baird, AJ. (2006). *Optimizing the Container Transshipment Hub Location in Northern Europe*. J Transport Geograph.
- Bania, N., Bauer, P., Zlatoper, TU. (1998). *Air Passenger Service: A Taxonomy of Route Network, Hub Location and Competition*. Logist Transport Rev.
- Bektas, T. (2017). *Freight Transport and Distribution: Concepts and Optimisation Models*. New York: Taylor and Francis Group, LLC.
- Campbell, JF., Ernst, A., & Krishnamoorthy, M. (2002). *Hub location problems*. In: Drezner Z, Hammacher H (eds) *Facility location: applications and theory*. Berlin, Springer.
- Cordeau, J. F., Gendreau, M., & Laporte, G. (2002). *A Guide to Vehicle Routing Heuristic*. The Journal of the Operation Research Society.
- Cunha, CB., & Silva, MR. (2007). *A Genetic Algorithm for The Problem of Configuring a Hub and Spoke Network for a LTL Trucking Company in Brazil*. Eur J Oper Res.
- Daskin, MS. (1995). *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*. Wiley, New York.
- Dreo, J., Petrowski, A., & Taillard, E. (2006). *Metaheuristics for Hard Optimization*. Berlin:Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Eiselt, HA. (2007). *Locating Landfills Optimization vs Reality*. Eur J Oper Res.
- Greco, Federico. (2008). *Travelling Salesman Problem*. Rijeka: InTech
- Gunawan, Maryati, I., & Wibowo, H. K. (2012). *Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony*

Optimization. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan. Surabaya: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya.

- Gutin, G., & Punnen, A. P. (2007). *The Travelling Salesman Problem and Its Variations.* New York: Springer Science+Business Media LLC.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*, edisi 11. Jakarta: Salemba Empat
- Hekmatfar, M., & Pishvae, M. (2009). In R. Z. Farahani, M. Hekmatfar (Eds.), *Hub location problem, in facilities location: Concepts, models, algorithms and case studies.* Heidelberg: Physica-Verlag.
- Jaillet, P., Song, G., & Yu, G. (1996). *Airline Network Design and Hub Location Problems.* Location Sci.
- Martin, JC., & Roman, C. (2003). *Hub Location in The South Atlantic Airline Market: A Spatial Competition Game.* Transport Res A: Policy Res.
- Nilsson, C. (2003). *Heuristics for the Travelling Salesman Problem.* Linköping University.
- O'Kelly, ME. (1986). *The Location of Interacting Hub Facilities.* Transport Sci.
- O'Kelly, ME. (1987). *A Quadratic Integer Program for The Location of Interacting Hub Facilities.* Eur J Oper Res.
- O'Kelly, ME. (1992). *Hub Facility Location with Fixed Costs.* Papers in Regional Science.
- Prasetyo, W., & Tamyiz, M. (2017). *Vehicle Routing Problem dengan Aplikasi Metode Nearest Neighbor.* Journal of Research and Technology. Sidoarjo: Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo.
- Raditya, A. (2009). *Penggunaan Metode Heuristik dalam Permasalahan Vehicle Routing Problem dan Implementasinya di PT Nippon Indosari Corpindo.* Tugas Akhir Institut Pertanian Bogor.
- Sasaki, M., Suzuki, A., & Drezner, Z. (1999). *On The Selection of Hub Airports For an Airline Hub and Spoke System.* Comput Oper Res.
- Shaw, SL. (1993). *Hub Structures of Major US Passenger Airline.* J Transport Geograph.
- Szczepaniak, P. S., Lisboa, P. J. G., & Kacprzyk, J. (2000). *Fuzzy Systems in Medicine.* New York: Physica-Verlag Heidelberg.

Taniguchi, E. (2014). *Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities*.
Procedia – Social and Behavioral Sciences.

Toh, RS., Higgins, RC. (1985). *The Impact of Hub and Spoke Network Centralization and Route Monopoly on Domestic Airline Profitability*.
Transport J.

Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society
for Industrial and Applied Mathematics.

Pustaka dari Internet:

Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistika Indonesia 2019*,
<https://www.bps.go.id/publication/2019/07/04/daac1ba18cae1e90706ee58a/statistik-indonesia-2019.html>, download (diunduh) pada 4 Mei 2019.

Kementrian Perdagangan. (2017). *Kinerja Logistik Indonesia 2017*
http://bPPP.kemendag.go.id/media_content/2017/08/LeafletKinerja_Logistik_Indonsia.pdf, download (diunduh) pada 4 Mei 2019.

