

# Penentuan Rute Distribusi Air Galon Menggunakan Algoritma Sweep dan Algoritma Local Search di AMDK PDAM Kota X

TEGUH SASMITO PRATAMA <sup>1\*</sup>, LISYE FITRIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: [teghssmito23@mhs.itenas.ac.id](mailto:teghssmito23@mhs.itenas.ac.id)

Received 23 01 2024 | Revised 30 01 2024 | Accepted 30 01 2024

## ABSTRAK

AMDK PDAM Kota Bandung merupakan perusahaan daerah yang memproduksi air minum kemasan dengan berbagai jenis produk. Perusahaan perlu mendistribusikan produk tersebut kepada konsumen dimana kegiatan distribusi tersebut masih belum efektif dan efisien. Pemanfaatan kapasitas kendaraan yang belum maksimal dan rute pendistribusian yang masih subjektif menurut operator menjadi permasalahan yang di modelkan dengan Vehicle Routing Problem (VRP). Terdapat dua jenis permasalahan VRP yang dialami perusahaan yaitu Vehicle Routing Problem Pickup and Delivery (VRPPD) dimana pengiriman yang terdapat layanan pengambilan barang yang dimiliki perusahaan dan Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem (HFVRP) yaitu permasalahan jenis kendaraan distribusi yang berbeda – beda. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah tersebut yaitu Algoritma Sweep dan Algoritma Local Search Insertion intra route (1-0) yang bertujuan meminimumkan total jarak dan total waktu distribusi. Total Jarak Distribusi yang didapat yaitu 470,79 km dengan efisiensi 38%, sedangkan untuk total waktu yaitu 59,25 jam dengan efisiensi 25%.

**Kata kunci:** Rute Distribusi, Algoritma Sweep, Algoritma Local Search, Algoritma Insertion intra route (1-0)

## ABSTRACT

AMDK PDAM Bandung is a municipally owned company that produces drinking water packaging with various types of products. Companies need to distribute these products to consumers where distribution activities are still not effective and efficient. Utilization of vehicle capacity that is not yet optimal and distribution routes that are still subjective according to operators are problems that are modeled with the Vehicle Routing Problem (VRP). There are two types of VRP problems experienced by companies, namely Vehicle Routing Problem Pickup and Delivery (VRPPD) where delivery involves a company-owned goods pickup service and Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem (HFVRP) which is a problem with different types of distribution vehicles. The methods used to solve this problem are the Sweep Algorithm and the Local Search Insertion intra route (1-0) algorithm which aims to minimize the total distance and total distribution time. The total distribution distance obtained was 470.79 km with an efficiency of 38%, while the total time was 59.25 hours with an efficiency of 25%.

**Keywords:** Distribution Route, Sweep Algorithm, Local Search Algorithm, Insertion intra route (1-0) Algorithm

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan seluruh makhluk hidup. Perbandingan konsumsi air skala internasional menunjukkan bahwa kebutuhan konsumsi air secara normal setiap orang yaitu 20 liter dimana 4 liter untuk konsumsi dan sisanya untuk aktivitas lainnya (Fogden & Wood, 2009) dalam (Sukartini & Saleh, 2016). Tentu hal tersebut membuktikan bahwa air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia. Banyak sekali manfaat air bagi makhluk hidup mulai dari minum, mandi, bertani dan masih banyak lagi. Semakin pesatnya pertumbuhan ekonomi di perkotaan tentu mempengaruhi permintaan kebutuhan air. Salah satunya yaitu air kemasan dimana data BPS menunjukkan mayoritas kebutuhan air minum rumah tangga menggunakan air minum kemasan bermerek dengan berbagai kemasan seperti galon, botol dan cup dengan persentase 40,64%.

Distribusi merupakan proses penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen dan dimana barang atau jasa tersebut diperlukan (Widyasta, 2018). Setiap proses distribusi tentu memiliki rute atau jalur yang akan dilewati dari mulai keberangkatan, perjalanan, dan ke tangan konsumen. Rute atau jalur tersebut dapat mempengaruhi proses distribusi yaitu kecepatan waktu yang di tempuh hingga tujuan. Tentu hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas layanan yang diberikan perusahaan dan berdampak pada kepuasan pelanggan. Selain itu rute yang tidak efisien akan berdampak pada biaya operasional yang membengkak yang dapat merugikan perusahaan.

Perumda Tirta Wening merupakan unit usaha daerah yang menyediakan air bersih mulai dari penyediaan air minum dan pengolahan air limbah bagi kepentingan masyarakat umum. Selain pengolahan air limbah dan air minum Perumda Tirta Wening mempunyai tiga unit bisnis lainnya yaitu AMDK (air minum dalam kemasan), LPKL (laboratorium pengendalian kualitas lingkungan dan PNP (pelayanan non perpipaan). Unit bisnis yang akan dijadikan objek penelitian yaitu AMDK (air minum dalam kemasan). AMDK Perumda Tirtawening Kota Bandung memproduksi air minum mineral dengan dua merk yaitu Hanaang dan Watermed. Tersedia beberapa jenis kemasan produk yang diproduksi mulai dari air mineral galon 19 liter, air mineral botol dengan berbagai ukuran dan air mineral cup 240 ml. Produk – produk tersebut sampai ke tangan konsumen melalui proses distribusi. Saat ini perusahaan menggunakan rute distribusi secara subjektif dari operator distribusi dari pemberangkatan hingga pangkalan terakhir yang dikunjungi. Dimana biaya distribusi yang dikeluarkan perusahaan dari hari senin sampai jum'at yaitu sebesar Rp 6.441.064. Proses distribusi tersebut tentu memerlukan rute yang baik supaya pelayanan yang diberikan tepat waktu dan dapat menekan biaya distribusi yang dikeluarkan perusahaan. Permasalahan pendistribusian dengan tujuan meminimalkan pendistribusian dengan asumsi rute kendaraan harus berangkat dan kembali pada pusat fasilitas dengan mencari rute terpendek dan waktu yang cepat dari depot menuju titik distribusi, permasalahan tersebut dimodelkan sebagai Vehicle Routing Problem (VRP) (Slamet, Siregar & Kustiya, 2014). Selain itu pemanfaatan kapasitas angkut tiap jenis kendaraan belum dimaksimalkan perusahaan. Permasalahan tersebut menjadi tugas bagi perusahaan, dimana rute distribusi harus tepat sehingga waktu distribusi efisien dan total jarak yang minimum dapat meminimasi biaya distribusi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Identifikasi Masalah

AMDK PDAM Kota Bandung mendistribusikan galon kepada konsumen dari hari senin sampai jum'at dengan jumlah permintaan yang berbeda – beda. Perusahaan menggunakan 4 jenis

armada: Mitsubishi Colt-Diesel 110 ps canter box, Mitsubishi Colt L300 pick up, Mitsubishi Colt L300 box, dan Daihatsu Grand Max Blind Van dimana setiap jenis kendaraan memiliki kapasitas angkut yang berbeda.. Saat ini, perusahaan mengalami ketimpangan dalam kapasitas pengangkutan, menyebabkan kendaraan berkapasitas besar tidak dimanfaatkan secara optimal, sementara kendaraan berkapasitas kecil harus melakukan lebih dari satu perjalanan. Untuk memecahkan masalah ini, dimodelkan dengan Vehicle Routing Problem untuk meminimalkan jarak, mengoptimalkan penggunaan kendaraan, dan memotong biaya distribusi.

## **2.2 Studi Literatur**

Studi literatur merupakan landasan teori yang digunakan sebagai acuan dalam proses penelitian. Landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teori distribusi, strategi distribusi, saluran distribusi, supply chain management (SCM), transportasi, manajemen transportasi, vehicle routing problem (VRP), algoritma sweep, algoritma nearest neighbour dan algoritma insertion intra – route (1-0).

## **2.3 Metode Penyelesaian Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang dialami perusahaan dalam menentukan rute distribusi terbaik dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan, jenis dan jumlah kendaraan, jarak antar tujuan dan waktu distribusi dimodelkan dengan Vehicle Routing Problem. VRP yang dialami perusahaan yaitu Vehicle Routing Problem Pick Up and Delivery (VRPPD) dan Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem (HFVRP). VRPPD jenis VRP dimana terdapat batasan dalam kapasitas kendaraan dan prioritas titik konsumen pada proses pengambilan dan pengiriman air galon. HFVRP merupakan jenis VRP dimana terdapat kendala karena sifat kendaraan yang heterogen dengan keterbatasan armada serta mempertimbangkan biaya yang harus dikeluarkan. Metode yang sesuai dengan permasalahan tersebut yaitu algoritma sweep dan algoritma insertion intra route (1-0). ). Algoritma sweep terdiri dari dua tahapan yaitu tahapan pengelompokkan (clustering) dan pembentukan rute menggunakan algoritma nearest neighbour. Selanjutnya algoritma insertion intra route (1-0) merupakan metode heuristik yang bertujuan meminimasi total jarak dengan menukar setiap titik distribusi yang ada hingga seluruh kombinasi titik melakukan pertukaran

## **2.4 Pengumpulan Data**

Penyelesaian masalah ini memerlukan data – data yang dimiliki perusahaan seperti data alamat dan demand konsumen, data kendaraan, data konsumsi bahan bakar kendaraan, data kapasitas angkut kendaraan, titik lokasi konsumen, waktu loading unloading dan rute distribusi air galon yang digunakan perusahaan.

## **2.5 Pengolahan Data**

Pengolahan data untuk penentuan rute distribusi yang digunakan yaitu algoritma sweep dan algoritma insertion intra route (1-0). Tahapan pengolahan data berisikan langkah – langkah penentuan titik sudut lokasi distribusi dan pembentukan rute awal berupa pengelompokkan (clustering) pada algoritma sweep dan proses pengurutan rute distribusi mencari jarak paling pendek pada algoritma insertion intra route (1-0). Berikut merupakan tahapan – tahapan pengolahan data pada penelitian ini.

### **2.5.1 Algoritma Sweep & Algoritma Nearest neighbour**

Metode pengolahan data pertama yaitu algoritma sweep dan algoritma nearest neighbour, berikut merupakan tahapan – tahapan yang dilakukan :

1. Menentukan Titik Lokasi Tiap Konsumen

Tahap pertama yaitu mencari titik lokasi konsumen menggunakan bantuan aplikasi google maps.

2. Membuat Diagram Kartesius & Koordinat Polar

Pembuatan diagram kartesius dilakukan menggunakan bantuan aplikasi Geo Gebra

3. Matriks Jarak dan Matriks Waktu Tempuh

Data matriks jarak didapatkan melalui bantuan aplikasi Google Maps. Berikut merupakan rumus perhitungan mencari waktu tempuh.

$$t = S/v \tag{1}$$

Keterangan :

t = waktu tempuh

S = jarak (km)

v = kecepatan rata – rata kendaraan (km/jam)

4. Pengelompokan (clustering)

Pengelompokan dilakukan dengan pengurutan dari titik konsumen dengan sudut polar terkecil hingga titik konsumen dengan sudut polar terbesar. Pengelompokan berhenti jika kapasitas angku kendaraan sudah tidak muat. Berikut merupakan tabel dan rumus perhitungan pengelompokan.

**Tabel 1. Perhitungan Pengelompokan**

Pengelompokan (Clustering )									
Pemberangkatan	Jenis Kendaraan	Tujuan	Koordinat Polar	Demand	Waktu (jam)				Total Waktu (jam)
					Loading	Unloading	Tempuh	Administrasi	
Total Demand					Total Waktu Distribusi				
Kapasitas Angkut Kendaraan					Batas Waktu Distribusi				
Sisa Kapasitas Kendaraan					Sisa Waktu Distribusi				

Rumus Perhitungan :

Loading = waktu loading x demand (2)

Unloading = waktu unloading x demand (3)

Waktu Tempuh = matriks jarak tempuh

Administrasi =  $\frac{asumsi\ 5\ menit}{60}$  (4)

Total Demand Loading = demand<sub>1</sub> + ..... + demand<sub>n</sub> (5)

Sisa Kapasitas Kendaraan = kapasitas angkut kendaraan - total demand (6)

Total Waktu (jam) = loading + unloading + pickup + waktu tempuh + waktu administrasi (7)

Total Waktu Distribusi = total waktu<sub>1</sub> + ..... + tota waktu<sub>n</sub> (8)

Sisa Waktu Distribusi = total waktu distribusi – batas waktu distribus (9)

5. Pembentukan Rute Setiap Cluster

Pembentukan rute distribusi menggunakan algortima nearest neighbour untuk membentuk rute pada masing – masing cluster. Dimana titik terdekat dari titik sebelumnya menjadi destinasi selanjutnya.

6. Menghitung Total Jarak Seluruh Cluster

Perhitungan total jarak seluruh cluster bertujuan untuk mengetahui total jarak rute terbaru yang didapat menggunakan algoritma sweep dan algoritma nearest neighbour.





# Penentuan Rute Distribusi Air Galon Menggunakan Algoritma Sweep dan Algoritma Local Search di AMDK PDAM Kota X

menggunakan rute perusahaan. Total biaya tersebut besaran biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendistribusikan barang ke seluruh titik konsumen

Rumus Perhitungan :

$$\text{Total Biaya Bahan Bakar} = \text{total jarak tempuh (km)} \times \text{rasio konsumsi bahan bakar (RP per liter/ KM per liter)} \quad (18)$$

$$\text{Total Biaya Distribusi Kendaraan / Hari} = \text{total biaya bahan bakar cluster } n + (\text{biaya operator} \times \text{Jumlah operator kendaraan}) \quad (19)$$

## 2.6 Analisis

Analisis berisi analisa pengolahan data sebagai solusi pemecahan masalah menggunakan algoritma sweep dan algoritma insertion intra route (1-0) Terdapat 3 sub bab mengenai analisis perbandingan rute perusahaan dengan rute hasil perancangan pada bab ini yaitu analisis total jarak dan total waktu, analisis utilitas angkut kendaraan dan analisis total biaya distribusi.

## 2.7 Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari analisis hasil pengolahan data sebelumnya menggunakan algoritma sweep dan algoritma insertion intra route (1-0). Kesimpulan diambil dari hasil yang didapat dari proses pengolahan data. Saran berisikan usulan ditujukan ke perusahaan berupa rute distribusi hasil pengolahan data

# 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1 Pengumpulan Data

Tahapan pertama pada bab ini yaitu pengumpulan data yang diperlukan untuk pengolahan data menggunakan algoritma sweep dan algoritma local search insertion intra route. Data - data yang diperlukan diantaranya nama dan lokasi tujuan, demand air galon, jenis dan kapasitas armada kendaraan, waktu loading dan unloading dan rincian biaya distribusi kendaraan.

### 3.1.1 Data Tujuan Distribusi

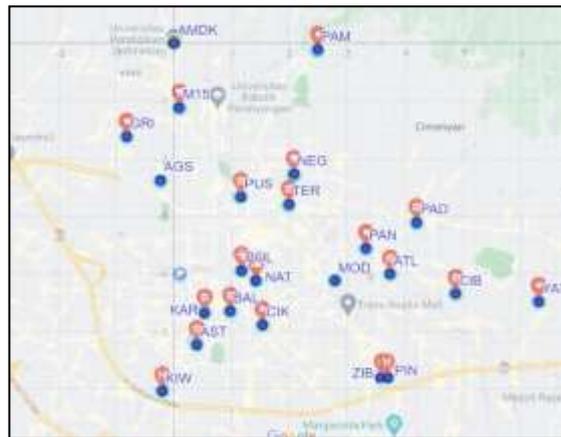
Data yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu data distribusi konsumen hari rabu. Data konsumen berisi nama konsumen, alamat dan jumlah permintaan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 4. Data Konsumen Hari Rabu**

Kendaraan	No	Kode Tujuan	Nama	Alamat	Demand (galon)
Pick Up	1	PIN	Rumah Sakit Pindad	Jl. Gatot Subroto No. 517	45
Pick Up	2	AGS	Toko Agus	Jl. Cipedes Tengah No. 163	8
Pick Up	3	PAN	PT. Panorama Group	Jl. Asep Berlian No. 10, Cikutra	15
Pick Up	4	PAD	Kelurahan Padasuka	Jl. Padasuka No.9	10
Blind Van	5	KIW	RSUD Bandung Kiwari	Jl. Raya Kopo No. 311	30
Blind Van	6	BAL	Kelurahan Balong Gede	Jl. Balonggede No.31	8
Blind Van	7	POL	Polrestabes Bandung	Jl. Merdeka No.18-21	8
Blind Van	8	AST	Kecamatan Astana Anyar	Jl. Bjongloa No.69	10
Blind Van	9	KAR	Kelurahan Karang Anyar	Jl. Pamarsat No.9	11
Blind Van	10	NAT	Natuna Guest House	Jl. Bjongloa No.69	8
Box	11	GRI	PT. Griya Nutrisi	Jl. Terusan Sutami No.23 Bandung	60
Box	12	ZIB	Kantor Denzibang	Jl. Sekejti No. 25	20
Pick Up	13	YAT	Panti Asuhan Al - Hayat	Jl. Permata Bumi, Cisaranten Kulon	20
Pick Up	14	ATL	LPKL Perumda Tirtawening Kota Bandung	Jl. Atlas Raya No. 6	20
Pick Up	15	PAM	IPAM Perumda Tirtawening Kota Bandung	Jl. Pakar Barat	20
Blind Van	16	CIK	Kantor Kas Pembantu Pembayaran PDAM Tirtawening	Jl. Cikawao No. 42	20
Blind Van	17	CIB	Perumda Tirta Wening Wilayah 2	Jl. Cibodas Raya, Antapani	15
Blind Van	18	MOD	Dinas Penanaman Modal	Jl. Cianjur No. 34	15
Canter Box	19	PUS	Perumda Tirta Wening Pusat	Jl. Badak Singa No. 10	110
Canter Box	20	NEG	SDN Neglasari 205	Jl. Sadang Serang No. 1	15
Canter Box	21	TER	Puskesmas Puter	Jl. Puter No.3	10
Canter Box	22	M15	SMPN 15 Bandung	Jl. Setiabudi No.89	12
<b>Total</b>					<b>490</b>

Selanjutnya terdapat sebaran titik konsumen yang berada di Kota Bandung menggunakan bantuan aplikasi Google Maps yang dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1. Peta Sebaran Titik Konsumen Hari Rabu**



### 3.1.2 Data Kendaraan

Perusahaan mengoperasikan kendaraan dengan jenis yang berbeda – beda, berikut merupakan data kendaraan distribusi yang digunakan oleh AMDK PDAM Kota Bandung.

**Tabel 5. Data Kendaraan Distribusi**

Type	Jenis Kendaraan	Kapasitas	Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar km/liter
Mitsubishi Canter Box 110 PS	Canter Box	250	Solar	6
Daihatsu Grand Max	Blind Van	85	Pertalite	13,3
Mitsubishi Colt L300 Box	Box	130	Solar	9
Mitsubishi Colt L300 Pick Up	Pick Up	80	Solar	9,4
Total		545		

### 3.1.3 Waktu Loading dan Unloading

Waktu loading & unloading adalah waktu penyelesaian bongkar dan muat galon pada kendaraan. Proses loading merupakan waktu penyelesaian pemindahan galon dari warehouse menuju kendaraan dimana asumsi yang digunakan sebesar 24 detik. Proses unloading merupakan proses menurunkan galon berisi dan memuat galon kosong di konsumen asumsi waktu yang digunakan 42 detik.

### 3.1.5 Rute Perusahaan

Berikut rute yang digunakan perusahaan saat ini berdasarkan perkiraan subjektif driver tanpa memerhitungkan kapasitas antar kendaraan dan perhitungan lainnya. Berikut merupakan rute perusahaan pada hari rabu.

**Tabel 6. Rute Perusahaan Hari Rabu**

Pemberangkatan	Jenis Kendaraan	Tipe	Rute Distribusi Perusahaan	Total Angkutan	Jarak (km)
1	Pick Up	Mitsubishi Colt L300 Pick Up	AMDK - AGS - PAN - PIN - PAD - AMDK	78	33,5
1	Blind Van	Daihatsu Grand Max	AMDK - POL - NAT - BAL - KIW - AST - KAR - AMDK	80	24,3
1	Box	Mitsubishi Colt L300 Box	AMDK - GRI - ZIB - AMDK	75	32,1
2	Pick Up	Mitsubishi Colt L300 Pick Up	AMDK - PAM - YAT - ATL - AMDK	60	38,5
2	Box	Mitsubishi Colt L300 Box	AMDK - CIB - MOD - CIK - AMDK	50	31,7
1	Canter Box	Mitsubishi Canter Box 110 PS	AMDK - PUS - TER - NEG - M15	147	18,1
<b>Total</b>				<b>490</b>	<b>178,2</b>

## 3.2 Pengolahan Data

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data menggunakan algoritma sweep dan algoritma local search insertion intra route. Pengolahan data dimulai dari penentuan titik koordinat tujuan distribusi hingga didapat total jarak minimum dari setiap rute.

### 3.2.1 Algoritma Sweep dan Algoritma Nearest Neighbour

Metode pertama yang digunakan untuk solusi permasalahan vehicle routing problem (VRP) yang terjadi diperusahaan menggunakan algoritma sweep dan algoritma nearest neighbour. Algoritma tersebut bertujuan untuk membuat clustering berdasarkan kapasitas kendaraan hingga seluruh galon terangkut dan mencari jarak terdekat antar titik hingga didapat total jarak paling minimum. Berikut merupakan tahapan – tahapan yang dilakukan untuk pengolahan data menggunakan algoritma sweep dan algoritma nearest neighbour.

*Penentuan Rute Distribusi Air Galon Menggunakan Algoritma Sweep dan Algoritma Local Search di AMDK PDAM Kota X*

1. Membuat Diagram Kartesius

Tahap pertama yaitu membuat koordinat kartesius seluruh titik konsumen dengan bantuan aplikasi Geo Gebra. Terdapat 22 titik konsumen yang akan dilalui armada distribusi pada hari rabu. Depot sebagai titik pusat bernilai (0,0) pada koordinat kartesius yang dibuat. Berikut merupakan tabel yang berisi koordinat kartesius seluruh konsumen.

**Tabel 7. Koordinat Kartesius Konsumen Hari rabu**

No	Kode	Koordinat Kartesius		No	Kode	Koordinat Kartesius	
		x	y			x	y
1	PIN	3,706	-5,808	12	ZIB	3,563	-5,808
2	AGS	-0,233	-2,376	13	YAT	6,303	-0,487
3	PAN	3,319	-3,561	14	ATL	3,733	-4,003
4	PAD	4,197	,3,1083	15	PAM	2,491	-0,100
5	KIW	-0,200	-6,040	16	CIK	1,538	-4,889
6	BAL	0,971	-4,645	17	CIB	4,868	-4,347
7	POL	1,171	-3,947	18	MOD	2,784	-4,123
8	AST	0,395	-5,238	19	PUS	1,163	-2,673
9	KAR	0,526	-4,688	20	NEG	2,081	-2,266
10	NAT	1,416	-4,121	21	TER	1,991	-2,795
11	GRI	-0,813	-1,623	22	M15	0,091	-1,118

2. Mengubah Koordinat Kartesius Menjadi Koordinat Polar

Selanjutnya seluruh koordinat kartesius sebelumnya diubah menjadi koordinat polar dengan bantuan Geo Gebra. Setelah diubah selanjutnya mengurutkan titik polar konsumen dari terendah hingga terbesar. Titik polar sebagai titik pusat koordinat bernilai 0°. Berikut merupakan tabel yang berisi koordinat polar seluruh konsumen.

**Tabel 8. Koordinat Polar Konsumen Hari rabu**

No	Kode	Koordinat Polar (°)	No	Kode	Koordinat Polar (°)
1	GRI	243,39	12	ZIB	301,53
2	AGS	264,4	13	PIN	302,54
3	KIW	268,12	14	MOD	304,04
4	AST	274,31	15	TER	305,7
5	M15	274,66	16	NEG	312,55
6	KAR	276,4	17	PAN	312,99
7	BAL	281,8	18	ATL	313
8	POL	286,53	19	CIB	318,24
9	CIK	287,46	20	PAD	323,48
10	NAT	288,96	21	YAT	324,55
11	PUS	293,51	22	PAM	357,64

3. Pengelompokan (Clustering)

Pengelompokan dimulai dari titik dengan koordinat polar terkecil lakukan seterusnya hingga kapasitas kendaraan sudah tidak dapat memuat demand pada destinasi konsumen selanjutnya. Cluster selanjutnya dimulai dari titik yang permintannya tidak dapat diangkut oleh jenis kendaraan sebelumnya, dilakukan dimulai dari sudut polar terkecil. Lakukan tahap tersebut hingga seluruh konsumen masuk pada kelompok. Berikut merupakan rekapitulasi pengelompokan pada distribusi galon hari rabu.

**Tabel 9. Pengelompokan Hari Rabu**

Cluster	Rute Distribusi Hasil Pengelompokan	Total Jarak (km)	Total Waktu (Jam)	Demand Angkut	Kapasitas Angkut
1	AMDK - GRI - AGS - KIW - AST - M15 - AMDK	32,1	4,1	120	130
2	AMDK - KAR - BAL - POL - CIK - NAT - PUS - ZIB - PIN - MOD - AMDK	45,75	7,53	245	250
3	AMDK - TER - NEG - PAN - ATL - CIB - PAD - AMDK	37,4	3,87	85	130
4	AMDK - PAM - YAT - AMDK	37,2	2,76	40	85
<b>Total</b>		<b>152,45</b>	<b>18,26</b>		

4. Algoritma Nearest Neighbour

Selanjutnya yaitu membentuk rute pada setiap cluster yang telah dibuat sebelumnya menggunakan algoritma nearest neighbour. Algoritma nearest neighbour membuat rute dengan menambahkan titik terdekat dari titik distribusi terakhir yang dikunjungi oleh pengirim, dimulai dari depot. Proses penentuan lokasi dengan mencari jarak tempuh terpendek dilakukan kembali dari titik distribusi terakhir hingga seluruh depot yang telah dikelompokkan terlokasikan ke dalam rute. Berikut merupakan rekapitulasi algoritma nearest neighbour pada distribusi galon hari rabu.

**Tabel 10. Rekapitulasi Algoritma Nearest Neighbour Hari Rabu**

Cluster	Rute Distribusi Hasil Algoritma Neares Neighbour	Total Jarak (km)	Total Waktu (Jam)
1	AMDK - GRI - AGS - KIW - AST - M15 - AMDK	29,2	4,08
2	AMDK - PUS - KAR - BAL - CIK - NAT - POL - MOD - PIN - ZIB AMDK	38,25	7,15
3	AMDK - TER - NEG - PAN - PAD ATL - CIB - AMDK	36,4	3,83
4	AMDK - PAM - YAT - AMDK	37,2	2,76
<b>Total</b>		141,05	17,82

### 3.2.2 Algoritma Insertion Intra Route (1-0)

Metode yang digunakan selanjutnya yaitu algoritma insertion intra route (1-0) yang bertujuan mencari total jarak disribusi yang lebih mimum. Algoritma insertion intra route (1-0) mencari total jarak minimum dengan cara melakukan penukaran pada setiap titik di rute yang sama hingga seluruh kombinasi pertukaran dan titik konsumen tertukar. Data rute yang digunakan yaitu rute hasil pembentukan algoritma nearest neighbour sebelumnya. Jika hasil pertukaran tidak menghasilkan total jarak minimum maka menggunakan rute sebelumnya hasil pembentukan algoritma nearest neighbour. Berikut merupakan rekapitulasi algoritma insertion intra route (1-0) pada distribusi galon hari rabu.

**Tabel 11. Rekapitulasi Algoritma Insertion Intra Route Hari Rabu**

Cluster	Rute Distribusi Hasil Algoritma Insertion Intra Route (1-0)	Total Jarak (km)	Total Waktu (Jam)
1	AMDK - AGS - GRI - AST - KIW - M15 - AMDK	26,2	3,93
2	AMDK - PUS - KAR - BAL - CIK - NAT - MOD - PIN - ZIB - POL - AMDK	36,15	6,56
3	AMDK - TER - NEG - PAN - PAD - ATL - CIB - AMDK	33,6	3,74
4	AMDK - PAM - YAT - AMDK	37,2	2,72
<b>Total</b>		133,15	16,95

### 3.3 Perbandingan Total Jarak Dan Total Waktu Rute Distribusi Perusahaan Dengan Rute Perancangan Hari Senin Sampai Jum'at

Setelah tahapan pengolahan data selesai selanjutnya membandingkan total waktu dan total jarak rute yang digunakan perusahaan saat ini dengan rute perancangan menggunakan algoritma pengelompokkan (sweep) dan algoritma perbaikan (insertion intra rute 1-0) dari hari senin sampai jum'at. Rute hasil perancangan menghasilkan penghematan jarak dengan persentase rata – rata 38%, sedangkan untuk rata – rata pengematan total waktu yang didapat sebesar 25%. Berikut merupakan tabel perbandingan total jarak dan total waktu keseluruhan.

**Tabel 12. Perbandingan Total Jarak Dan Total Waktu Rute Distribusi Perusahaan Dengan Rute Perancangan Hari Senin Sampai Jum'at**

Hari	Rute Distribusi Perusahaan		Rute Distribusi Hasil Perancangan		Penghematan Jarak (km)	Penghematan Waktu (jam)
	Total Jarak (km)	Total Waktu (jam)	Total Jarak (km)	Total Waktu (jam)		
Senin	151,85	15,82	80,60	10,60	47%	33%
Selasa	128,40	12,76	71,20	8,92	45%	30%
Rabu	184,70	19,77	133,25	16,57	28%	16%
Kamis	135,30	15,37	80,94	10,86	40%	29%
Jum'at	150,10	15,00	104,80	12,30	30%	18%
<b>Rata - Rata</b>					<b>38%</b>	<b>25%</b>

Contoh Perhitungan :

Penghematan Jarak

$$\begin{aligned}
 \text{Rute Hari Senin} &= \frac{\text{total jarak rute perusahaan} - \text{total jarak rute perancangan}}{\text{total jarak rute perusahaan}} \times 100\% & (20) \\
 &= \frac{151,85 - 80,60}{151,85} \\
 &= 47\%
 \end{aligned}$$

Penghematan Waktu

$$\begin{aligned}
 \text{Rute Hari Senin} &= \frac{\text{total waktu rute perusahaan} - \text{total waktu rute perancangan}}{\text{total waktu rute perusahaan}} \times 100\% & (21)
 \end{aligned}$$

$$= \frac{15,82 - 10,60}{15,82} \times 100\%$$

$$= 33\%$$

### 3.4 Perbandingan Utilitas Angkut Armada Distribusi Perusahaan Dengan Distribusi Perancangan Hari Senin Sampai Jum'at

Perhitungan utilitas kendaraan yang bertujuan mengetahui persentase pemanfaatan kapasitas angkut kendaraan. Hasil pengolahan data menunjukkan utilitas angkut rute perusahaan hari senin sampai jum'at memiliki persentase penghematan sebesar 11% dibandingkan utilitas angkut rute aktual perusahaan. Kenaikan utilitas yang tidak terlalu signifikan dikarenakan terdapat pemberangkatan dengan beban angkut yang sedikit dibandingkan kapasitas angkut kendaraan, sehingga memiliki utilitas angkut yang kecil contohnya yaitu kendaraan cluster 3 pada rute distribusi hari jum'at dengan utilitas angkut hanya 15%. Tentu persentase kecil tersebut dapat mempengaruhi hasil rata – rata utilitas angkut secara keseluruhan. Berikut merupakan tabel perbandingan utilitas angkut.

**Tabel 13. Perbandingan Utilitas Angkut Armada Distribusi Perusahaan Dengan Distribusi Perancangan Hari Senin Sampai Jum'at**

Hari	Utilitas Angkut Kendaraan		Penghematan Utilitas
	Rute Perusahaan	Rute Hasil Perancangan	
Senin	72%	99%	27%
Selasa	56%	87%	31%
Rabu	74%	76%	2%
Kamis	65%	82%	17%
Jum'at	73%	53%	-20%
Rata - Rata			11%

Contoh Perhitungan :

Penghematan Utilitas

$$\text{Angkut Hari Senin} = \text{utilitas angkut rute perancangan} - \text{utilitas angkut rute perusahaan} \quad (22)$$

Penghematan Utilitas

$$\text{Angkut Hari Senin} = 99\% - 72\% = 27\% \quad (22)$$

### 3.4 Perbandingan Biaya Distribusi Perusahaan Dengan Distribusi Perancangan Hari Senin Sampai Jum'at

Selanjutnya perbandingan total biaya bertujuan mengidentifikasi dan mengevaluasi kinerja perusahaan sehingga terciptanya biaya distribusi yang efisien. Biaya yang dibandingkan yaitu total biaya distribusi rute perusahaan saat ini dengan total biaya yang dihasilkan dari rute perancangan dari hari senin sampai jum'at. Rata – rata selisih antara biaya distribusi perusahaan dengan hasil perancangan dari senin sampai jum'at yaitu sebesar Rp 561.065 per hari dengan total selisih biaya distribusi Rp 2.805.325. Rata – rata penghematan biaya distribusi yang didapat dalam satu minggu yaitu sebesar 44%, tentu penghematan tersebut dapat meminimasi pengeluaran perusahaan dalam mendistribusikan air galon. Berikut merupakan tabel perbandingan total biaya distribusi keseluruhan.

**Tabel 14. Perbandingan Biaya Distribusi Perusahaan Dengan Distribusi Perancangan Hari Senin Sampai Jum'at**

Pratama, Fitria

Hari	Biaya Distribusi / Hari		Selisih	Penghematan Distribusi
	Rute Perusahaan	Rute Hasil Perancangan		
Senin	Rp1.284.443	Rp657.088	Rp627.355	49%
Selasa	Rp1.276.259	Rp649.967	Rp626.292	49%
Rabu	Rp1.308.718	Rp986.959	Rp321.758	25%
Kamis	Rp1.278.467	Rp661.572	Rp616.894	48%
Jum'at	Rp1.293.177	Rp680.152	Rp613.026	47%
Rata - rata			<b>Rp561.065</b>	<b>44%</b>

Contoh Perhitungan :

Selisih Biaya

$$\text{Distribusi} = \text{biaya distribusi perusahaan} - \text{biaya distribusi hasil perancangan} \quad (23)$$

Selisih Biaya

$$\begin{aligned} \text{Distribusi Hari Senin} &= \text{Rp } 1.284.443 - \text{Rp } 657.088 \quad (23) \\ &= \text{Rp } 627.355 \end{aligned}$$

$$\text{Penghematan Biaya} = \frac{\text{selisih}}{\text{biaya distribusi rute perusahaan}} \times 100\% \quad (24)$$

Penghematan Biaya

$$\begin{aligned} \text{Hari Senin} &= \frac{\text{Rp } 627.355}{\text{Rp. } 1.284.443} \times 100\% \quad (24) \\ &= 49\% \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

Hasil yang didapat dari pengolahan data menggunakan algoritma sweep dan algoritma insertion intra route (1-0) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan rute aktual perusahaan saat ini. Total jarak yang didapat untuk rute distribus dari hari senin sampai jum'at menggunakan rute perancangan sebesar 470,79 km dengan penghematan 38% dari total jarak rute perusahaan yaitu 750,35 km. Total waktu dsitribusi yang dihasilkan rute perancangan sebesar 59,25 jam dengan penghematan 25% dibandingkan rute aktual perusahaan yaitu 78,71. Selisih biaya distribusi rata – rata dalam satu minggu yaitu sebesar Rp. 561.065 dengan persentase 44% penghematan biaya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Sukartini, N. M., & Saleh, S. (2016). Akses Air Bersih di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan* (Vol. 9, No. 2, Hal 89 - 98)
- Slamet, A. S., Siregar, H. H., dan Kustiya, A. (2014). Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Algoritma Genetika Pada Pendistribusian Sayuran Dataran Tinggi. In *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* (Vol.1,No. 24,Hal 1-10)
- Widyasta, I. C. (2016). Penerapan Metode Saving Matrix Pada Vehicle Routing Problem Multiple Depots Dalam Pendistribusian Sari Apel PT. MKP. Universitas Brawijaya. In *Jurnal Universitas Gajah Mada* (Vol. 9 No. 2, Hal 89 – 98).