

Penentuan Rute Terpendek dengan Menggunakan Metode Algoritma Clarke and Wright Savings

Determining The Shortest Route Using The Clarke and Wright Savings Algorithm Method

Dwi Kartika Damayanti¹, Ika Purnamasari², dan Wasono³

^{1,2}Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

³Laboratorium Matematika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

¹E-mail: dwikartika.statistika13@gmail.com

Abstract

Operations research is a method regarding retrieval optimal decisions in the modeling of systems, both deterministic or probabilistic originating from real life. One of the operations research methods is The Clarke and Wright savings algorithm, which is an exchange procedure, where a set of route at each step is exchange to get a better set of routes. This method is often referred to as a method. In this research, the Clarke and Wright savings algorithm is used to find out the distribution route and the minimum costs incurred on saving. On distribution of Bottled Water (AMDK) to determine how large savings that occur on the distribution route AMDK. Bottled Water (AMDK) is drinking water that is ready to be consumed directly without having to go through the heating process first. To determine the distribution route using the Clarke and wright savings method, a depot distance matrix is made to customer and from the customer to the customer and then continues to make the clarke and wright savings matrix. After searching for the shortest route using the clarke and wright savings method, the savings value is obtained to determine the customer's route by sorting from the largest to the smallest value. In region 1 there were 5 trips with a total distance of 210.21 km, in region 2 there were 4 trips with a total distance of 191.35 km, in region 3 there were 5 trips with a total distance of 143.85 km, in region 4 there were 5 routes with a total distance 108.24 km, and in region 5 6 trips were obtained with a total distance of 113.95 km. The total distance travelled to deliver gallons to all routes is 767.59 km.

Keywords : On distribution of Bottled Water, Clarke and Wright savings, Operations research

Pendahuluan

PT Air Kristal Lestari merupakan perusahaan yang bergerak di industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Perusahaan tersebut bertugas untuk memproduksi dan mengirimkan AMDK kepada pelanggan dalam lingkup Kalimantan Timur khususnya Kota Balikpapan, Samarinda dan Bontang. Lokasi pelanggan yang jaraknya bervariasi dan jumlah permintaan yang berbeda perlu membuat adanya pendekatan analitis sehingga dapat menentukan solusi rute pendistribusian yang akan dilalui truk pada setiap pengiriman. Pendistribusian merupakan salah satu kegiatan yang paling penting dalam proses ekonomi. Kegiatan ini menjadi penting karena fungsinya sebagai jembatan antar produsen dan pelanggan, sehingga proses pengiriman yang optimal baik dalam segi biaya maupun waktu perlu diperhatikan.

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan suatu permasalahan yang sering terjadi dalam penentuan rute distribusi dengan biaya minimal dari suatu depot ke pelanggan yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda. Pada saat ini, banyak metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan VRP salah satunya adalah metode *clarke and wright savings*. Metode ini digunakan karena karakteristik penyebaran titik-titik pengiriman

yang saling berjauhan dan ada pula pada titik-titik depot yang terpusat pada satu daerah pengiriman. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan perhitungan penghematan jarak dan perbandingan langsung jarak terpendek dari tiap-tiap pelanggan yang akan dilalui (Punjawa, 2010).

Beberapa penelitian sebelumnya tentang *Clarke and wright savings* telah banyak dilakukan, salah satunya dilakukan oleh Rezki P (2016), dimana dalam penelitian tersebut membandingkan rute pendistribusian dari perusahaan dengan rute yang didapat dari hasil *Clarke and wright savings* pada pendistribusian LPG 3 kg di UD. Syamsudin Oemar Kota Palu. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa rute yang dihasilkan dengan *Clarke and wright savings* lebih baik dari pada rute yang dipakai perusahaan. Proses *Clarke and wright savings* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah rute dengan mempertimbangkan kapasitas angkut armada. (Rezki P, 2016).

Beberapa hal yang menjadi batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah masalah rute AMDK di PT Air Kristal Lestari menggunakan metode algoritma *Clarke and wright savings*, dengan data permintaan AMDK pada bulan Januari 2020 pada lima wilayah yang berada di Kota Balikpapan.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana rute distribusi AMDK yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Clarke and wright savings* serta biaya penghematan yang diperoleh dalam pendistribusian AMDK.

Sejarah Riset Operasi

Istilah riset pertama kali diungkapkan dan digunakan pada tahun 1940 oleh MC. C. Losky dan Trefthen di suatu kota kecil, Browdset Inggris. Pada awal perang di tahun 1939, pemimpin militer Inggris memanggil sekelompok ahli dari berbagai disiplin ilmu dan mengkoordinasi mereka untuk mengatasi persoalan optimasi *resources* mereka yang terbatas. Dengan ditemukan alat pendeteksi jarak jauh atau radar, mereka mencoba untuk mendeteksi serangan dari Jerman dan dengan bantuan *Operation Research Method*, persenjataan Inggris yang pada saat itu masih tertinggal jauh dari segi teknologi maupun jumlah akan dapat digunakan secara optimal untuk berbagai medan dan tipe pertempuran (Bustani, 2005).

Definisi Riset Operasi

Menurut Mulyono (1999), secara harfiah kata *operations* dapat di definisikan sebagai Tindakan-tindakan yang diterapkan pada beberapa masalah atau hipotesa. Sementara kata *research* adalah suatu proses yang terorganisasi dalam mencari kebenaran akan masalah atau hipotesa tersebut. Beberapa definisi riset operasi antara lain:

1. *Morse dan Kimball*, mendefinisikan riset operasi sebagai metode ilmiah (*scientific method*) yang memungkinkan para manajer mengambil keputusan mengenai kegiatan yang mereka tangani dengan kuantitatif.
2. *Miller dan M.K. Starr*, mendefinisikan riset operasi sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika, dan logika dalam kerangka pemecahan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari, sehingga akhirnya permasalahan tersebut dapat dipecahkan secara optimal.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa riset operasi berkenaan dengan pengambilan keputusan optimal dalam penyusunan model dari sistem-sistem baik deterministic maupun probabilistic yang berasal dari kehidupan nyata (Siagian, 1987).

Model Riset Operasi

Model adalah abstraksi atau penyederhanaan realitas system yang kompleks dimana hanya komponen-komponen yang relevan atau factor-faktor yang dominan dari masalah yang dianalisis diikutsertakan.

Salah satu alasan pembentukan model adalah untuk menemukan variable-variabel apa yang penting menonjol. Penemuan variable-variabel yang penting itu berkaitan dengan penyelidikan hubungan yang ada diantara variable-variabel itu. Teknik-teknik kualitatif seperti statistic dan simulasi diunakan untuk menyelidiki hubungan yang ada diantara banyak variabel dalam suatu model (Mulyono, 1999).

Tahap-tahap Dalam Riset Operasi

Pola dasar penerapan riset operasi terhadap suatu masalah dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap, yaitu :

1. Merumuskan masalah
Dalam perumusan masalah terdapat tiga pertanyaan yang harus dijawab yaitu variable keputusan, tujuan (*objective*), dan kendala (*constraints*).
2. Pembentukan model
Model merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan dalam variable keputusan.
3. Mencari penyelesaian masalah
Penyelesaian masalah sesungguhnya merupakan aplikasi satu atau lebih Teknik-teknik terhadap model.
4. Validasi model
Suatu model yang biasa digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan *performance* dengan data masa lalu yang tersedia.
5. Penerapan hasil akhir
Tahap terakhir adalah hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realitas.

Sifat-sifat Riset Operasi

Sebuah karakteristik tambahan tentang riset operasi adalah bahwa riset operasi sering kali mencoba menemukan salah satu solusi terbaik (solusi optimal) untuk permasalahan dengan pertimbangan-pertimbangan. Riset operasi tidak sekedar bertujuan mengambarkan suatu keadaan yang cenderung tetap. Tujuan riset operasi adalah mengidentifikasikan tindakan yang mungkin dilakukan (Hiller dan Lieberman, 2005). Ada beberapa ciri riset operasi, yaitu :

1. Riset operasi merupakan pendekatan kelompok untuk mencari hasil yang optimum.
2. Riset operasi menggunakan teknik penelitian ilmiah untuk mendapatkan solusi yang optimum.
3. Riset operasi hanya memberikan jawaban yang tidak tepat. Riset operasi tidak memberikan jawaban sempurna terhadap masalah, sehingga riset operasi hanya memberikan kualitas solusi (Mulyono, 1999).

Masalah Distribusi

Distribusi adalah satu aspek pemasaran. Menurut Tjiptono (2008), distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancarkan dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan diperlukan (jenis, jumlah, harga, dan tempat).

Kendala yang dihadapi perusahaan dalam mendistribusikan produknya datang dari sisi internal maupun eksternal. Dari sisi internal kendala dapat berasal dari kebijakan yang dikeluarkan perusahaan menyangkut distribusi pelayanan, serta sarana-prasarana penunjang dalam distribusi. Sedangkan dari sisi eksternal, kendala dapat berasal dari pendistribusian dan tempat yang dituju dan konsumen.

Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) didefinisikan sebagai sebuah pencarian atas cara penggunaan yang efisien dari sejumlah tempat untuk mengantarkan dan/atau menemput orang/barang. VRP berkaitan dengan permasalahan bagaimana pelanggan dengan permasalahan *travelling salesman problem* (TSP).

Menurut Toth & Vigo (2002) VRP merancang m set rute kendaraan dengan biaya terendah dimana tiap kendaraan dengan biaya terendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir pada di depot, setiap konsumen hanya dikunjungi sekali, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan.

Algoritma Clarke and Wright Savings

Algoritma *Clarke and wright savings* merupakan suatu Langkah yang ditemukan oleh *Clarke and Wright* pada tahun 1964. Metode ini merupakan suatu prosedur pertukaran, dimana sekumpulan rute yang lebih baik. Metode ini sering disebut sebagai metode penghematan.

Formulasi dari algoritma *Clarke and wright* yaitu sejumlah kendaraan K dengan kapasitas dari jumlah permintaan untuk didistribusikan ke beberapa titik ($j=1,2 \dots m$) berawal dari depot, dengan jarak antara agen, diantara beberapa titik diharuskan memenuhi yang terdekat untuk meminimalkan total jarak yang di tempuh kendaraan.

Langkah-langkah pada metode ini sebagai berikut (*Clarke & Wright, 1964*) :

1. Mengidentifikasi matriks jarak antar Gudang ke masing-masing pelanggan dan jarak antar pelanggan. Bentuk umum matriks jarak terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Bentuk Umum Matriks Jarak

	D_0	D_1	D_i	...	D_j	...	D_n
D_0	0						
D_1	D_{01}	0					
D_i	D_{0i}		0				
...				0			
D_j			D_{ij}		0		
...						0	
D_n							0

Dimana :

- D_0 = depot
- D_i = agen ke i
- D_j = agen ke j
- D_{0i} = jarak dari depot ke agen i = jarak dari agen i ke depot
- D_{ij} = jarak dari agen i ke agen j = jarak dari agen j ke agen i

2. Mengidentifikasi matriks penghematan antar pelanggan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij} \tag{1}$$

Dimana :

- S_{ij} = nilai penghematan jarak dari agen i ke agen j
- D_{0i} = jarak dari depot ke agen i
- D_{0j} = jarak dari depot ke agen j
- D_{ij} = jarak dari agen i ke agen j
- i = sumber pelanggan ke i
- j = tujuan pelanggan ke j
- D_0 = depot

Tabel 2 Bentuk Umum Matriks Penghematan

	D_1	...	D_i	...	D_j	...	D_n
D_1	0						
...		0					
D_i	D_{1i}		0				
...				0			
D_j	D_{1j}		D_{ij}		0		
...						0	
D_n	D_{1n}		D_{in}		D_{ji}		0

Dimana D_{ij} menyatakan biaya rute dari pelanggan i ke j . Pelanggan "0" merupakan pusat atau awal rute.

3. Kemudian, rute diperluas lagi dengan mengkombinasikan rute-rute yang ada, penggabungan dimulai dari nilai penghematan terbesar hingga ke nilai penghematan terkecil.
4. Lakukan Langkah ini berulang-ulang hingga permintaan melebihi kapasitas kendaraan pengangkut.

Dari langkah-langkah diatas, algoritma dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Pertama, setiap n kendaraan pengangkut melayani satu atau beberapa pelanggan.
2. Untuk setiap pasang simpul i, j (baik pelanggan pertama maupun terakhir dari siklus yang berbeda) hitungan *savings* dengan menggabungkan siklus
3. Urutkan *savings* dari besar ke kecil.
4. Ambil jalur i, j dari bagian paling atas daftar *savings*. Gabungkan dengan dua siklus yang terpisah dengan jalur (i, j) , jika :
 - a. Simpul-simpul dimiliki oleh siklus terpisah
 - b. Permintaan tidak melebihi kapasitas maksimal dari kendaraan pengangkut
 - c. i dan j adalah pelanggan pertama atau berakhir dari siklus
5. Ulangi langkah keempat hingga semua data pada daftar *savings* telah dikerjakan atau kapasitas sebuah kendaraan pengangkut sudah penuh untuk melayani pelanggan selanjutnya.

Setelah diperoleh data jarak dan rute, maka untuk mendukung penelitian khususnya pada saat penentuan biaya transportasi, penelitian memerlukan elemen-elemen biaya dari perusahaan. Dengan elemen-elemen biaya transportasi seperti biaya bahan bakar, biaya, biaya tenaga kerja, serta biaya perawatan kendaraan. Dari rekapitulasi biaya transportasi perusahaan maka nantinya akan di peroleh biaya keseluruhan yang akan di keluarkan oleh perusahaan.

Perusahaan AMDK PT Air Kristal Lestari

PT Air Kristal Lestari berdiri pada tanggal 5 Mei 1997 dan merupakan perusahaan AMDK pertama di Kota Balikpapan. Perusahaan ini berlokasi di Jalan Milono RT.40 Balikpapan, Kalimantan Timur.

Perusahaan membagi 5 wilayah pengantaran yaitu wilayah Balikpapan Utara, Balikpapan Barat, Balikpapan Tengah, Balikpapan Timur dan Balikpapan Selatan. Perusahaan memiliki 10 truk pengangkut jenis engkel dengan kapasitas sebanyak 150 galon.

Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengambilan data sekunder.
2. Menyajikan data dengan menggunakan statistika deskriptif.
3. Membuat matriks jarak, yaitu matriks jarak antar depot dengan pelanggan dan pelanggan ke pelanggan.
4. Membuat matriks penghematan *Clarke and wright savings*.
5. Menentukan rute pendistribusian dengan menggunakan metode *Clarke and wright*

savings berdasarkan nilai penghematan dari nilai *savings* yang terbesar hingga terkecil.

6. Menentukan rute terpendek berdasarkan dari nilai *savings* yang terbesar hingga terkecil.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Deskriptif Data Penelitian

Data penelitian dapat dinyatakan dalam statistika deskriptif yang terdiri dari rata-rata, simpangan baku, nilai minimum dan nilai maksimum. Statistik deskriptif disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Statistik Deskriptif Data Indikator Pencemaran Air Sungai Mahakam

Wilayah	Rata-rata	Standar Deviasi	Nilai Min	Nilai Max
Wilayah 1	17	9,87	5	55
Wilayah 2	17	7,21	5	35
Wilayah 3	15	5,95	5	25
Wilayah 4	16	7,12	5	32
Wilayah 5	17	6,88	5	32

Berdasarkan Tabel 2, diketahui rata-rata permintaan AMDK pada wilayah 1 adalah 17 AMDK dengan simpangan baku 9,87 , sedangkan nilai permintaan AMDK minimum dan maksimum berturut-turut adalah 5 AMDK dan 55 AMDK. Pada wilayah 2 diketahui rata-rata permintaan AMDK pada adalah sebesar 17 AMDK dengan simpangan baku 7,21 , sedangkan nilai permintaan AMDK minimum dan maksimum berturut-turut adalah 5 AMDK dan 35 AMDK. Pada wilayah 3 diketahui rata-rata permintaan AMDK pada adalah sebesar 15 AMDK dengan simpangan baku 5,95 , sedangkan nilai permintaan AMDK minimum dan maksimum berturut-turut adalah 5 AMDK dan 25 AMDK. Pada wilayah 4 diketahui rata-rata permintaan AMDK pada adalah sebesar 16 AMDK dengan simpangan baku 7,21 , sedangkan nilai permintaan AMDK minimum dan maksimum berturut-turut adalah 5 AMDK dan 32 AMDK. Pada wilayah 5 diketahui rata-rata permintaan AMDK pada adalah sebesar 17 AMDK dengan simpangan baku 6,88 , sedangkan nilai permintaan AMDK minimum dan maksimum berturut-turut adalah 5 AMDK dan 32 AMDK.

2. Matriks Jarak

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam penentuan rute pengiriman terbaik adalah menentukan jarak dari depot ke pelanggan yang akan dituju. Untuk memudahkan memperoleh data jarak ke pelanggan dalam penelitian ini

digunakan aplikasi google maps. Berikut contoh tabel jarak pada wilayah 1 pada Tabel 4.

Tabel 4 Contoh Tabel Jarak Wilayah 1

Depot	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Depot	0					
A1	8.56	0				
A2	4.32	3.12	0			
A3	4.71	2.39	3.8	0		
A4	5.62	4.5	1.62	1.16	0	
A5	6.45	5.26	2.14	1.06	1.21	0
...
A42	15.3	6.52	11.3	11.4	11.5	11.9
A43	17.6	8.79	13.6	14.2	17	13.8
A44	14.8	6	10.8	10.9	11	11.4

3. Matriks Penghematan Clarke and Wright Savings

Pembentukan rute dengan metode *Clarke and wright saving* dimulai dengan mengetahui tabel jarak (tabel 3). Kemudian tabel jarak diubah ke dalam bentuk tabel *savings*. Pembentukan tabel *savings* metode *Clarke and wright savings* terbagi menjadi 5 wilayah dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

a. Perhitungan S_{12}

$$S(A1, A2) = D(\text{depot}, A1) + D(\text{depot}, A2) - D(A1, A2)$$

$$S(A1, A2) = (8,56) + (4,32) - (3,12)$$

$$S(A1, A2) = 9,76$$

b. Perhitungan S_{13}

$$S(A1, A3) = D(\text{depot}, A1) + D(\text{depot}, A3) - D(A1, A3)$$

$$S(A1, A3) = (8,56) + (4,71) - (2,39)$$

$$S(A1, A3) = 10,88$$

c. Perhitungan S_{143}

$$S(A1, A43) = D(\text{depot}, A1) + D(\text{depot}, A43) - D(A1, A43)$$

$$S(A1, A43) = (8,56) + (17,6) - (8,79)$$

$$S(A1, A43) = 17,37$$

d. Perhitungan S_{144}

$$S(A1, A44) = D(\text{depot}, A1) + D(\text{depot}, A44) - D(A1, A44)$$

$$S(A1, A44) = (8,56) + (14,8) - (6)$$

$$S(A1, A44) = 17,37$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel *savings* pada tabel 5.

4. Rute Metode Clarke and Wright Savings

Setelah membuat tabel *saving*, langkah selanjutnya adalah mengurutkan nilai *saving* dari nilai terbesar sampai nilai terkecil. Sehingga hasil dari urutan nilai tersebut dapat dijadikan acuan dalam pembuatan rute. Hasil rute dari pengurutan nilai *savings* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5 Tabel *Savings* Wilayah 1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1						
A2	9.76					
A3	10.88	5.23				
A4	9.68	8.32	9.17			
A5	9.75	8.63	10.1	10.86		
A6	5.55	4.35	4.15	6.75	6.13	
A7	8.83	5.58	7.5	8.59	9.05	6.64
...
A41	17.38	8.42	8.71	9.52	9.85	4.84
A42	17.34	8.32	8.61	9.42	9.85	8.04
A43	17.37	8.32	8.11	6.22	10.25	6.84
A44	17.36	8.32	8.61	9.42	9.85	4.84

Tabel 6 Rute Metode *Clarke and Wright Savings*

Wilayah	Rute	Rute Pengiriman	Total Jarak
1	Rute 1	Depot - A41 - A43 - A38 - A39 - A37 - A36 - A28 - Depot	33,16
	Rute 2	Depot - A34 - A42 - A44 - A27 - A40 - A29 - A31 - A32 - A24 - A30 - Depot	62,75
	Rute 3	Depot - A26 - A33 - A35 - A1 - A23 - A25 - A18 - A16 - A13 - A21 - Depot	44,68
	Rute 4	Depot - A14 - A12 - A22 - A3 - A15 - A19 - A5 - A10 - A20 - Depot	45,14
	Rute 5	Depot - A8 - A2 - A4 - A17 - A7 - A6 - A9 - A11 - Depot	24,48
2	Rute 1	Depot - B31 - B30 - B34 - B28 - B36 - B27 - B21 - B14 - B22 - Depot	48,32
	Rute 2	Depot - B35 - B24 - B32 - B25 - B23 - B33 - B16 - B18 - Depot	65,09
	Rute 3	Depot - B11 - B26 - B17 - B10 - B5 - B29 - B9 - B15 - B19 - B12 - Depot	42,92
	Rute 4	Depot - B1 - B6 - B13 - B20 - B3 - B4 - B2 - B7 - B8 - Depot	35,02
3	Rute 1	Depot - C14 - C12 - C4 - C7 - C22 - C24 - C3 - C11 - C5 - C18 - Depot	40,32
	Rute 2	Depot - C2 - C6 - C13 - C10 - C17 - C15 - C20 - C23 - Depot	28,74
	Rute 3	Depot - C16 - C1 - C19 - C9 - C8 - C21 - C39 - C34 - C41 - C40 - Depot	29,55
	Rute 4	Depot - C35 - C33 - C37 - C36 - C26 - C38 - C30 - C31 - C49 - C45 - C46 - Depot	21,74
	Rute 5	Depot - C42 - C29 - C27 - C28 - C47 - C50 - C48 - C44 - C43 - C32 - C25 - Depot	23,5
4	Rute 1	Depot - D39 - D34 - D26 - D22 - D25 - D40 - D35 - D32 - D19 - Depot	30,88
	Rute 2	Depot - D11 - D36 - D33 - D37 - D4 - D30 - D21 - D20 - D31 - D24 - Depot	21,78

Tabel 6 Rute Metode *Clarke and Wright Savings* (Lanjutan)

Wilayah	Rute	Rute Pengiriman	Total Jarak
5	Rute 3	Depot - D41 - D29 - D23 - D28 - D5 - D38 - D16 - D17 - D10 - D18 - Depot	19,5
	Rute 4	Depot - D8 - D1 - D9 - D15 - D6 - D12 - D14 - D42 -D2 - Depot	16,69
	Rute 5	Depot - D27 - D7 - D48 - D47 - D45 - D46 -D3 -D43 - D13 - D44 - Depot	19,38
	Rute 1	Depot - E44 - E35 - E34 - E43 - E38 - E37 - E52 - Depot	22,28
	Rute 2	Depot - E41 - E51 - E49 - E40 - E54 - E50 - E53 - E32 - E39 - Depot	21,53
	Rute 3	Depot - E36 - E42 - E45 - E47 - E33 - E46 - E48 - E24 - E23 - E26 - Depot	22,1
5	Rute 4	Depot - E31 - E29 - E27 - E21 - E3 - E30 - E28 -E25 - E4 - Depot	19,66
	Rute 5	Depot - E15 - E1 - E14 - E22 - E5 - E10 - E9 - E18 - E11 - E6 - Depot	16,4
	Rute 6	Depot - E17 - E2 - E16 - E8 - E13 - E19 - E7 - E12 - E20 - Depot	11,65

Berdasarkan Tabel 6, diketahui pada wilayah 1 terbagi menjadi 5 rute pengiriman, pada wilayah 2 terbagi menjadi 4 rute pengiriman, pada wilayah 3 terbagi menjadi 5 rute pengiriman, pada wilayah 4 terbagi menjadi 5 rute pengirimn dan pada wilayah 5 tebagi menjadi 6 sute pengiriman .

Biaya Transportasi Metode *Clarke and Wright Savings*

Selain jarak penelitian ini mencari biaya operasional yang dibutuhkan perusahaan untuk melakukan pengiriman hingga semua permintaan terpenuhi. Biaya operasional meliputi biaya bahan bakar, gaji sopir dan keret, serta biaya perawatan kendaraan. Rekapitulasi biaya transportasi dalam pendistribusian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi Biaya Transportasi Metode *Clarke and Wright*

Total Biaya	Biaya Sopir	Biaya	Biaya
Bahan Bakar	dan Kernet	Perawatan/	Keseluruhan /
/hari	/hari	hari	hari
Rp. 1.041.770	Rp 1.900.000	Rp. 180.000	Rp. 3.121.770

Berdasarkan Tabel 6, biaya keseluruhan yang dikeluarkan perusahaan dengan menggunakan metode *Clarke and wright savings* adalah sebesar Rp. 3.121.770. Dengan kendaraan operasional yang digunakan berjumlah 10 truk engkel dengan kapasitas angkut 150 galon, maka biaya sopir dan kernet/hari dikalikan jumlah kenadaraan yang beroperasi yaitu Rp. 95.000/hari × 20 = Rp/1.900.000. dan perawatan/hari dikalikan jumlah

kendaraan yang beroperasi yaitu Rp. 18.000 × 10 = Rp. 180.000, serta biaya bahan bakar dari 10 truk yang beroperasi sebesar Rp. 1.041.770.

Berdasarkan hasil wawancara yang diperoleh dari perusahaan, maka diperoleh rekapitulasi biaya transportasi yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam pendistribusian dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Rekapitulasi Biaya Transportasi Dari Perusahaan

Total Biaya	Biaya Sopir	Biaya	Biaya
Bahan Bakar	dan Kernet	Perawatan/	Keseluruhan /
/hari	/hari	hari	hari
Rp. 1.686.901	Rp 1.900.000	Rp.180.000	Rp. 3.766.901

Berdasarkan Tabel 8, biaya keseluruhan yang dikeluarkan perusahaan adalah sebesar Rp. 3.766.901. Dengan kendaraan operasional yang digunakan berjumlah 10 truk engkel dengan kapasitas angkut 150 galon, maka biaya sopir dan kernet/hari dikalikan jumlah kenadaraan yang beroperasi yaitu × 20 = Rp/1.900.000. dan perawatan/hari dikalikan jumlah kendaraan yang beroperasi yaitu Rp. 18.000 × 10 = Rp. 180.000, serta biaya bahan bakar dari 10 truk yang beroperasi sebesar Rp. 1.686.901.

Berdasarkan hasil dari penelitian dengan menggunakan metode *Clarke and wright savings* dan hasil wawancara dari perusahaan dapat dilihat perbandingan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam pendistribusian mwiliki nilai penghematan sebesar Rp. 645.131.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini menggunakan metode *Clake and wright savings* untuk mencari rute distribusi AMDK berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran 4 maka diperoleh sebanyak 25 rute pengiriman AMDK yang terbagi menjadi 5 wilayah. Dimana pada wilayah 1 terbagi menjadi 5 rute dengan total jarak sebesar 210,21 km, pada wilayah 2 terbagi menjadi 4 rute dengan total jarak sebesar 191,35 km, pada wilayah 3 terbagi menjadi 5 rute dengan total jarak sebesar 143,85 km, pada wilayah 4 terbagi menjadi 5 rute dengan total jarak sebesar 108,23 km dan pada wilayah 5 terbagi menjadi 6 rute dengan total jarak sebesar 113,95 km.
2. Berdasarkan rincian biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendistribusikan AMDK maka biaya total yang diperlukan perusahaan untuk menyalurkan semua galon ke pelanggan sebesar Rp. 3.121.770/hari. Rincian biaya tersebut adalah pembelian bahan bakar sebesar Rp. 1.040.770, biaya

3. sopir/kernet sebesar Rp. 1.900.000, biaya perawatan kendaraan sebesar Rp. 180.000. Dalam hal ini pada pendistribusian AMDK memiliki nilai penghematan sebesar Rp. 645.131 dari biaya yang dikeluarkan perusahaan sebelumnya.

Daftar Pustaka

- Bustani, H. (2005). *Fundamental Operation Research*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Caric, Tonci & Hrvoje Gold. (2008). *Vehicle Routing Problem*. In-teh Croatia: University of Zagreb.
- Chrystianto, H (2013). *Usulan Rute Distribusi Roti dengan Menggunakan Metode Clarke and Wright Algorithm*. Jurnal Online: Institut Teknologi Nasional, Vol.1, No.1.
- Clarke, G & Wright, J.W. (1964). *Scheduling of Veicle from a Central Depot to a Number of Delivery Points*. Operations Research. Vol. 12, No. 4, 568-581.
- Hiller, F. S. & Lieberman, G. J. (2005). *Introductions Reseach Eight Edition*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nohe, D.A. (2014). *Biostatistika 1*. Jakarta Pusat : Halaman Moeka.
- Mulyono, S. (1999). *Operations Research*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Punjawa, I.N. (2010). *Supply Chain Management Edisi kedua*. Guna Widya: Surabaya.
- Purnomo, A (2010). *Penentuan Rute Pengiriman dan Biaya Transportasi dengan Menggunakan Metode Clarke and Wright Saving Heuristik (Studi Kasus di PT.Teh Botol Sosro Bandung)*. Jurnal Logistik Bisnis: Politeknik Pos Indonesia, Vol 1, No. 2, 97-117.
- Siagian, P. (1987). *Penelitian Operasional Teori dan Praktek*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Siswanto. (2007). *Operations Research*. Erlangga: Jakarta
- Solomon, M. (1987). *Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Windows Constraints*. Jurnal, Vol. 35, No. 2, 254-265.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tjiptono, F. (2008). *Strategi Pemasaran. Edisi 3*. ANDI: Yogyakarta.
- Toth, P. & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem, Society for Industrial and Applied Mathematics*. Philadelphia

