

PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN METODE CLARKE AND WRIGHT SAVING HEURISTIC (Studi Kasus : PT. Coca Cola Amatil Indonesia-Wilayah Banyuwangi)

Arief Sugeng Fuadi , Darminto Pujotomo

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: arieftekind2011@gmail.com, darminto_pujotomo@yahoo.com

Abstrak

PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi dalam menentukan rute distribusi berdasarkan software shortrec. Software tersebut menghasilkan tiga tur dalam mendistribusikan produk ke outlet-outlet. Tur pertama dengan rute DC-SP Singoturunan- Toko Prayitno - Toko Wiwin - Toko Dua Burung-DC, tur kedua dengan rute DC- Toko Bahtera Jaya - Toko Budi - Toko Subur - Toko Makmur 1-DC, dan tur ketiga dengan rute dari DC- Toko Awita - Toko Sinar Baru - Toko Mamur - Toko Mulia- DC. Sedangkan penentuan jumlah kendaraan berdasarkan pada jumlah tur yang dihasilkan software shortrec. Sehingga terdapat tiga kendaraan dalam pendistribusian produk. Pada kenyataannya melihat jumlah outlet dalam satu tur yang sedikit serta jarak antar outlet di wilayah banyuwangi yang tidak terlalu jauh, seharusnya tur tersebut masih memungkinkan ditambah dengan outlet lain. Sehingga adanya penambahan outlet kedalam tur dapat mengurangi jumlah tur yang secara langsung dapat mengurangi jumlah kendaraan dan menekan biaya distribusi. Metode yang digunakan dalam menentukan rute distribusi yang lebih optimal adalah metode Clark & Wright Saving Heuristi dengan kendala time windows dan kapasitas kendaraan. Terdapat beberapa variabel dalam kajian ini yaitu waktu muat produk, jarak, kecepatan truk, keepatan muat, waktu layanan, jumlah demand, biaya bahan bakar. Hasil dari penelitian ini berupa rute distribusi baru dengan 2 tur yaitu tur pertama dengan rute DC - Toko Mamur - Toko Awita - Toko Mulia - Toko Sinar Baru - Toko Wiwin - SP Singoturunan – DC dan tur kedua dengan rute DC - Toko Prayitno - Toko Bahtera Jaya - Toko Dua Burung - Toko Budi - Toko Subur - Toko Makmur 1 - DC. Penghematan setelah aplikasi pola distribusi baru sebesar Rp. 306.941 untuk 1 kali pemenuhan demand.

Kata kunci: *Produk coa cola, Vehicle Routing Problem, Clark & Wright Saving Heuristic*

Abstract

Clark And Wright Saving Heuristic Method to solve vehicle routing problem (case study : PT. Coca Cola Amatil Indonesia-Banyuwangi). PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi distribute their products with a shortrec software. This software have created three tours. The first tour consist of four outlet. The outlet are SP Singoturunan- Toko Prayitno - Toko Wiwin - Toko Dua Burung. The second tour is Toko Bahtera Jaya - Toko Budi - Toko Subur - Toko Makmur 1. The third tour is Toko Awita - Toko Sinar Baru - Toko Mamur - Toko Mulia. Besides PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi decide the number of truck based on the number of tour, which created by shortrec software. So if there are three tours, it's mean that there are three trucks. Actually looking to the little tour and the distance between outlests each other is not far, it's possible if the tour is added with other outlet. Adding outlet to the tour can reduce the number of tour and truck. It's directly also can reduce distribution cost. Based on this problem it needs a solution to create a new distribution route which can reduce the number of tour, truck, and dsitribution cost. Clark & Wright Saving Heuristic Method could be used to create a new distribution route by limiting of time windows and capacity of the truck. There are any variables. The variables are shiping time for the products, the distance, speed of truck, speed of shipping, service time, the number of demand,gasoline cost. And then the new distribution route from this method are two tour with the first tour is DC - Toko Mamur - Toko Awita - Toko Mulia - Toko Sinar Baru - Toko Wiwin - SP Singoturunan – DC and the second tour is DC - Toko Prayitno - Toko Bahtera Jaya - Toko Dua Burung - Toko Budi - Toko Subur - Toko Makmur 1 - DC. The new distribution tour can reduce distribution cost up to Rp. 258.085 for one day.

Keywords: *Coca cola's products, Vehicle Routing Problem, Clark & Wright Saving Heuristic*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

PT Coca Cola Amatil Indonesia merupakan perusahaan minuman ringan terkemuka di Indonesia yang memproduksi dan mendistribusikan produk-produk berlisensi dari the Coca Cola Company. Salah satu strategi distribusi yang sudah dilakukan PT Coca Cola Amatil Indonesia adalah menciptakan rute distribusi yang optimal yang dapat menekan biaya distribusi seminimal mungkin. Saat ini PT Coca Cola Amatil Indonesia dalam menentukan rute distribusi berdasarkan software shortrec. Hasil rute software shortrec yaitu terdapat tiga tur dimana setiap tur terdiri dari beberapa outlet yang harus dilayani. Sedangkan dalam penentuan jumlah kendaraan yang digunakan PT Coca Cola Amatil Indonesia berdasarkan pada jumlah tur yang telah dihasilkan software shortrec itu sendiri. Sehingga terdapat tiga kendaraan dalam pendistribusian produk. Pada kenyataannya melihat jumlah outlet dalam satu tur yang sedikit serta ditambah dengan jarak antar outlet di wilayah banyuwangi yang tidak terlalu jauh, seharusnya tur tersebut masih memungkinkan ditambah dengan outlet lain. Sehingga adanya penambahan outlet kedalam tur dapat mengurangi jumlah tur yang secara langsung juga dapat mengurangi jumlah kendaraan yang digunakan nantinya. Pengurangan jumlah tur dan kendaraan secara langsung akan memberikan kontribusi besar khususnya dalam mengurangi atau menekan biaya distribusi. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan kajian berupa penyusunan pola distribusi yang baru untuk meminimumkan biaya transportasi serta memaksimalkan kapasitas kendaraan dengan kendala time windows dan kapasitas kendaraan. Penelitian ini dalam menentukan rute distribusi optimal dengan menggunakan metode clark and wright saving heuristic.

Metode clark and wright saving heuristic adalah metode untuk meminimumkan jarak atau waktu dan ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Kelebihan dari metode clark and wright saving heuristic ini terletak pada kemudahan untuk dimodifikasi jika terdapat batasan waktu pengiriman, kapasitas kendaraan, jumlah kendaraan, dan batasan lain yang memberikan solusi yang lebih baik.

Berdasarkan uraian tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menentukan rute distribusi optimal untuk wilayah banyuwangi agar dapat meminimumkan jarak dan biaya, menghitung jarak dan biaya yang dihasilkan dari metode clark and wright saving heuristic, dan membandingkan rute distribusi usulan dengan rute perusahaan dengan indikator penghematan biaya. Sementara itu, batasan pada penulisan ini adalah distribution center dan outlet yang dijadikan objek penelitian terletak di Wilayah Banyuwangi. Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah rute

jalur distribusi yang dilalui pada saat pengiriman produk dari lokasi A ke lokasi B diasumsikan sama dengan rute kembali dari lokasi B ke lokasi A dan biaya bahan bakar, akomodasi, dan tenaga kerja tetap selama penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

1. *Vehicle Routing Problem*

Kallehauge dkk. (2001) mendefinisikan *Vehicle Routing Problem* sebagai suatu permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih depot untuk melayani konsumen yang diawali dari depot dan pada akhir perjalanannya juga harus kembali ke depot tersebut.

2. *Vehicle Routing Problem With Time Windows*

Tangiah (1995) mendefinisikan VRTPW sebagai permasalahan untuk menjadwalkan sekumpulan kendaraan, dengan kapasitas dan travel time terbatas, dari central depot kesekumpulan konsumen yang tersebar secara geografis, dengan demand diketahui, dalam time windows tertentu.

3. *Penyelesaian Vehicle Routing Problem*

Pada dasarnya, terdapat 3 macam penyelesaian VRP :

- **Solusi eksak**

Pada solusi eksak dilakukan pendekatan dengan menghitung setiap solusi yang mungkin sampai satu terbaik dapat diperoleh. Branch and bound dan branch and cut merupakan contoh dari penyelesaian eksak.

- **Heuristik**

Metode Heuristik memberikan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dan dengan kualitas dan waktu penyelesaian yang lebih cepat dari pada solusi eksak. Contoh metode heuristik antara lain: *Saving Based, Matching based, Multiroute improvement heuristic*, dll.

- **Metaheuristik**

Metaheuristik adalah suatu metode untuk melakukan eksplorasi yang lebih dalam pada daerah yang menjajikan dari ruang solusi yang ada. Kualitas solusi yang dihasilkan dari metode ini jauh lebih baik dari pada yang didapat heuristik klasik. Contoh metaheuristik adalah genetic algorithm, simulated annealing, tabu search, and colony system dan sebagainya.

4. *Metode Clark And Wright Saving Heuristic*

Metode Penghematan Clarke-Wright (Clarke-Wright Savings Method) merupakan suatu metode yang ditemukan oleh Clarke dan Wright pada tahun 1964 untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada.

Adapun langkah-langkah dari Metode Penghematan Clarke-Wright (Clarke-Wright Savings Method (Chopra, 2010) adalah sebagai berikut:

• **Mengidentifikasi Matriks Jarak**

Matriks jarak mengidentifikasi jarak antara dua buah lokasi yang akan dikunjungi oleh kendaraan. Jarak yang diketahui akan merepresentasikan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan transportasi diantara dua lokasi yang berbeda.

• **Mengidentifikasi Matriks Penghematan**

Saving matriks merepresentasikan penghematan apabila suatu kendaraan mengunjungi beberapa lokasi secara bersamaan dibandingkan dengan mengunjungi satu persatu lokasi

• **Membagi Konsumen kedalam Rute Perjalanan**

Pada tahapan ini, dilakukan pembagian konsumen kedalam suatu rute perjalanan ke kendaraan dengan mempertimbangkan konsumen dan kapasitas kendaraan yang digunakan

• **Mengurutkan Konsumen dalam Suatu Rute**

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari Metode Clark & Wright. Tujuan dari tahap ini adalah mengurutkan kunjungan dari kendaraan ke setiap konsumen yang sudah dikelompokkan dalam suatu rute perjalanan agar dapat diperoleh jarak minimal

• **Neighbourhood**

Dalam pencarian dengan teknik ini, setiap kemungkinan atribut dari struktur dapat dipindah-pindah. Perubahan yang dipakai oleh dua neighbourhood dengan melakukan swap elemen matriks atau kombinasi elemen itu dengan menukar elemen lain dalam matriks.

METODE PENELITIAN

Pada penulisan tugas akhir ini dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode clarke & wright saving heuristics. Metode clarke & wright saving heuristics merupakan metode untuk meminimumkan jarak atau waktu dan ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Kemudian mencari pola distribusi yang optimal dengan indikator minimalisasi waktu. Pembuatan pola distribusi yang baru didasarkan pada model matematis berikut:

• **Fungsi tujuan:**

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{i=0}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{NK} T^k \dots\dots(1)$$

$$T^k = \delta_0^k + \sum_{i=1}^{nk-1} t_{xi,xi+1,z,r}^k + t_{o,xi,z,r}^k + \sum_{i=1}^{nk-1} \delta_{xi}^k + t_{xi,o,z,r}^k \dots\dots\dots(1.1)$$

$$\delta_0^k = ts + tm \dots\dots\dots(1.1.1)$$

$$\sum_{i=1}^{nk-1} t_{xi,xi+1,z,r}^k = 60 \times \frac{s_{xi,xi+1}^k}{vz} \dots\dots\dots(1.1.2)$$

$$t_{o,xi,z,r}^k = 60 \times \frac{s_{o,xi,z,r}^k}{vz} \dots\dots\dots(1.1.3)$$

$$\sum_{i=1}^{nk-1} \delta_{xi}^k = \frac{w_{xi}^k}{vb} \dots\dots\dots(1.1.4)$$

$$t_{xi,o,z,r}^k = 60 \times \frac{s_{xi,o,z,r}^k}{vz} \dots\dots\dots(1.1.5)$$

• **Indeks:**

- i = indeks lokasi; i = 0 adalah depot, i = 1,2,..N adalah outlet
- k = indeks kendaraan, k = 1,2,..,K
- z = indeks tur, z = 1,2,..,Z
- r = indeks rute, r = 1,2,3,..,R

• **Variabel Keputusan:**

- NK = jumlah kendaraan
- NR = jumlah rute
- NT = jumlah tur
- δ_0^k = waktu pemuatan produk saat di depot
- δ_{xi}^k = waktu pelayanan tiap outlet
- $t_{o,xi,xi+1}^k$ = waktu perjalanan tiap node

• **Keterangan variabel :**

- ts = waktu set up
- tm = waktu muat finish good
- δ_0^k = waktu pemuatan saat di depot
- $t_{xi,xi+1,z,r}^k$ = waktu perjalanan yang ditempuh kendaraan k dari outlet i menuju outlet selanjutnya pada rute r dan tur z
- $s_{xi,xi+1,z,r}^k$ = jarak yang dilalui kendaraan k dari outlet ke i menuju outlet berikutnya pada rute r tur z
- vz = kecepatan truk dalam menempuh perjalanan
- $t_{o,xi,z,r}^k$ = waktu perjalanan yang ditempuh kendaraan k dari depot menuju outlet i pada rute r tur z

- $s_{o,xi,z,r}^k$ = jarak yang dilalui kendaraan k dari depot ke outlet i pada rute r tur z
- δ_{xi}^k = waktu bongkar di outlet i
- w_{xi}^k = jumlah permintaan produk outlet i pada rute k
- vb = kecepatan pembongkaran
- $t_{xi,o,z,r}^k$ = waktu perjalanan yang ditempuh kendaraan k dari outlet akhir menuju depot pada rute r tur z
- $s_{xi,o,z,r}^k$ = jarak yang dilalui kendaraan k dari outlet terakhir menuju depot pada rute r tur z
- T^k = total waktu kendaraan k untuk melalui 1 tur dalam 1 kali perjalanan
- H = Horison perencanaan
- D = Jarak
- Wk = Kapasitas maksimum seluruh kendaraan atau truk pengiriman
- $t_{o,xi,xi+1,z,r}^k$ = saat tiba kendaraan k di masing-masing outlet pada rute r tur z
- a_i^h = jam buka outlet
- b_i^h = jam tutup outlet

• **Fungsi kendala:**

1. Memastikan bahwa setiap konsumen dikunjungi tepat satu kali

$$\sum_{r=1}^{nr} \sum_{k=1}^{nk} \sum_{i=1}^{12} x_i^k = 1 \quad A i \in (1, \dots, 12) \dots (2)$$
2. Setiap rute perjalanan kendaraan berawal dari depot

$$\sum_{r=1}^{nr} \sum_{i=1}^n x_o^k = 1 \quad K \in (1, \dots, K) \dots (3)$$
3. Setiap rute perjalanan kendaraan berakhir di depot

$$\sum_{r=1}^{nr} \sum_{i=1}^n x_{i,o}^k = 1 \quad K \in (1, \dots, K) \dots (4)$$
4. Batas kapasitas kendaraan sehingga tidak ada permintaan yang melebihi kapasitas

$$\sum_{r=1}^{nr} \sum_{i=1}^n w_i^k \leq wk \quad A i \in (0, \dots, 12), K \in (1, \dots, K) \dots (5)$$
5. Memastikan bahwa setiap pelanggan akan menerima kiriman demand secara penuh

$$\sum_{r=1}^{nr} \sum_{i=1}^n w_i^k = 4881 \text{ kg} \quad A i \in (1, \dots, 12) \dots (6)$$
6. Kendala 6 memastikan bahwa kendaraan harus sampai di tiap-tiap outlet selama batas time windows

dari konsumen tersebut. Rata-rata jam buka dan jam tutup di tiap-tiap outlet adalah jam 07:00 sampai dengan jam 21:00. Untuk memudahkan dalam menyamakan satuan waktu antara *time windows* dengan waktu selesai tur, maka dimisalkan 07:00 sebagai 0 dan 21:00 sebagai 14. Sehingga akan terbentuk sebuah interval waktu dengan model sebagai berikut

$$0 \leq t_{o,xi,xi+1}^k \leq 14 \dots (7)$$

7. Horizon perencanaan
 Batasan waktu yang terdapat pada sistem pengiriman produk. Batasan waktu yang diberikan adalah 8 jam kerja yakni dari pukul 7:30 sampai 16.30 dengan jam istirahat pukul 12:00 sampai 13:00 WIB. Dengan model sebagai berikut:

$$T^k \leq H \dots (8)$$

8. Variabel keputusan $x_{i,o}^k$ merupakan variabel biner. Formula ini menyatakan bahwa variabel keputusan $x_{i,o}^k$ memiliki nilai 1 atau 0. Formulasi model kendala ini dijelaskan dalam persamaan:

$$x_{i,o}^k \in (0,1) \dots (9)$$

Tahapan yang dilakukan untuk menentukan pola distribusi optimal dengan kriteria *time windows* dan kapasitas kendaraan menggunakan Metode Clark & Wright yang memiliki 4 tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Pertama : Mengidentifikasi matriks jarak

Pada tahapan ini data yang diperlukan adalah data jarak dari gudang atau DC ke masing-masing outlet serta jarak antar outlet dan data tersebut diperoleh dari perusahaan langsung.

2. Tahap 2 : Mengidentifikasi matriks penghematan

Pada tahapan ini digambarkan penghematan yang akan didapatkan apabila terjadi penggabungan untuk pengiriman ke beberapa tujuan. Adapaun formulasi untuk mendapatkan jumlah penghematan dapat dilihat pada persamaan 10:

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \dots (10)$$

Keterangan :

- S(x,y) = Penghematan Jarak
- J = Jarak
- G = Gudang
- x = Outlet urutan pertama
- y = Outlet urutan kedua

Setelah didapatkan matriks penghematan, langkah selanjutnya adalah dengan meranking hasil penghematan jarak dari yang paling besar ke terkecil

3. Tahap 3 : Mengalokasikan semua outlet ke kendaraan

Pada tahapan ini ini dilakukan pembagian rute dengan batasan berupa *time windows* dan kapasitas kendaraan dengan langkah sebagai berikut:

- **Menghitung total waktu penyelesaian tur**

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan waktu penyelesaian tur yang terdiri dari waktu set up, waktu muat produk di DC, waktu perjalanan semua node dan waktu pelayanan di setiap outlet untuk menentukan jumlah dan tipe kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk dengan memperhatikan horison perencanaan.

- **Mengalokasikan outlet ke kendaraan berdasarkan kapasitas**

Pada tahapan ini dilakukan pembagian rute dengan batasan berupa kapasitas kendaraan, dimana kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk di PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi yaitu trus jenis Single Tire B dan Double Tire A dengan kapasitas masing-masing sebesar 2240 kg dan 3400 kg.

- **Menghitung utilitas kendaraan**

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan utilitas kapasitas kendaraan untuk mengetahui ukuran performansi yang ingin dicapai dari algoritma ini.

Setelah didapatkan rute-rute perjalanan, langkah selanjutnya adalah dengan mencari rute terpendek pada tiap rute perjalanan dengan cara menghitung semua kombinasi pengiriman dan memilih kombinasi dengan total jarak terpendek.

4. Tahap 4 : Mengurutkan pelanggan-pelanggan dalam rute

Tahap keempat adalah tahap terakhir yang menghasilkan rute keseluruhan dengan batasan berupa kapasitas truk dan *time windows*. Pada saat mengurutkan pelanggan di dalam rute, tujuan utama yang harus diperhatikan adalah untuk meminimalkan jarak masing-masing kendaraan yang dilalui. Urutan rute dibuat berdasarkan alternatif yang mungkin dari semua rute yang dilalui.

HASIL

Penentuan Rute Optimal

Pada tahapan ini yang dilakukan untuk menentukan rute distribusi optimal dengan kriteria *time windows* dan *capacited vehicle routing problem* menggunakan metode *clarke & wright saving heuristics* yang memiliki 4 tahapan yakni:

Tahapan awal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi jarak dari gudang atau DC ke masing-

masing outlet serta jarak antar outlet. Data tersebut diperoleh dari perusahaan langsung. Jarak antar node dapat dilihat pada tabel 1, dimana jarak dinyatakan dalam satuan kilometer (Km).

	DC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DC	0												
1	15	0											
2	13	9.8	0										
3	23	3.5	8.2	0									
4	14	19	13.5	24.7	0								
5	16	15.2	5.8	14.4	7.6	0							
6	13	14.9	18.2	14.1	17.7	15	0						
7	16	11.2	14.5	10.4	19.6	21.1	5.3	0					
8	1	4.9	7.8	2.7	8.6	13.4	12.7	8.5	0				
9	23	13	2.7	11.9	13	6	21.6	18.5	10.5	0			
10	21	7.3	15.2	9.7	25.9	18.3	19.5	14	19.7	15.5	0		
11	21	6.5	7.6	9	18.9	10.7	19.5	16.3	13.3	8	9.9	0	
12	21	11.6	4.90	9.4	10.3	8.8	7	9.1	15	4	6.2	3.4	0

Tahapan kedua adalah dengan membuat matrik penghematan melalui pengkombinasian 2 tujuan pengiriman sekaligus. Matriks penghematan dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0											
2	18.2	0										
3	34.5	27.8	0									
4	9.3	13.5	12.3	0								
5	15.8	23.2	24.6	22.4	0							
6	13.1	7.8	21.9	9.3	14	0						
7	19.8	14.5	28.6	10.4	10.9	23.7	0					
8	11.1	6.2	21.3	6.4	3.6	1.3	8.5	0				
9	25	33.3	34.1	24	30	14.4	20.5	13.5	0			
10	28.7	18.8	34.3	9.1	18.7	3.5	23	2.3	28.5	0		
11	29.5	26.4	35	16.1	26.3	14.5	20.7	8.7	36	32.1	0	
12	24.4	29.1	34.6	24.7	28.2	27	27.9	7	40	35.8	38.6	0

Tahapan ketiga dilakukan pembagian rute dengan batasan berupa *time windows* dan kapasitas kendaraan serta menghitung utilitas kendaraan masing-masing tur. Pada tahapan ini dilakukan perhitungan waktu penyelesaian tur yang terdiri dari waktu set up, waktu muat produk di DC, waktu perjalanan semua node dan waktu pelayanan di setiap outlet untuk menentukan jumlah dan tipe kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk dengan memperhatikan horison perencanaan. Selanjutnya dilakukan pembagian rute dengan batasan berupa kapasitas kendaraan, dimana kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk di PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi yaitu trus jenis Single Tire B dan Double Tire A dengan kapasitas masing-masing sebesar 2240 kg dan 3400 kg serta dilakukan perhitungan utilitas kapasitas kendaraan untuk mengetahui ukuran performansi yang ingin dicapai dari algoritma ini, dengan utilitas masing-masing tur adalah 93.62 % dan 75.36%.

Tahapan terakhir dilakukan pengurutan pelanggan di dalam rute, tujuan utama yang harus diperhatikan adalah untuk meminimalkan jarak masing-masing kendaraan yang dilalui. Urutan rute dibuat berdasarkan alternatif yang mungkin dari semua rute yang dilalui dengan menggunakan aturan kombinasi.

Setelah dilakukan perubahan urutan pengiriman untuk meminimalkan jarak berdasarkan alternatif yang mungkin dari semua rute yang dilalui, maka diperoleh tur dengan rute baru yaitu tur pertama dengan rute DC-11-9-12-10-3-1-DC dengan jarak tempuh sejauh 67.4 km dan tur kedua dengan rute DC-2-5-4-6-7-8-DC dengan jarak tempuh sejauh 58.9 km.

Perhitungan Jarak dan Biaya Distribusi Rute Usulan dan Rute Perusahaan

• **Jarak dan Biaya Distribusi Rute Perusahaan**

Saat ini PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi memiliki tiga tur dalam mendistribusikan produk ke semua outletnya, sedangkan jumlah kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk berdasarkan jumlah tur yang sudah ditetapkan di perusahaan yaitu 3 truk. Sedangkan untuk jenis kendaraan yang digunakan berdasarkan pada total jumlah permintaan semua outlet di masing-masing tur. Adapun perhitungan total biaya distribusi per hari adalah sebagai berikut:

Tur 1 dengan rute DC-1-2-3-4-DC

Biaya Distribusi = Jumlah kendaraan (Gaji sopir dan kernet + Biaya bahan bakar + biaya kuli bongkar

$$\begin{aligned} & \text{sopir dan kernet} + \text{Uang makan sopir dan kernet} \\ & = 1 ((2 \times \text{Rp. } 81.428) + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{\text{Total jarak}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + (2 \times \text{Rp. } 16.000)) \\ & = 1 (\text{Rp. } 162.856 + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{71.7 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000) \\ & = \text{Rp. } 162.856 + \text{Rp. } 52.750 + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000 \\ & = \text{Rp. } 312.606 \end{aligned}$$

Tur II dengan rute DC-5-6-7-8-DC

Biaya Distribusi = Jumlah kendaraan (Gaji sopir dan kernet + Biaya bahan bakar + biaya kuli bongkar sopir dan kernet + Uang makan sopir dan kernet)

$$\begin{aligned} & = 1 ((2 \times \text{Rp. } 81.428) + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{\text{Total jarak}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + (2 \times \text{Rp. } 16.000)) \\ & = 1 (\text{Rp. } 162.856 + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{45.8 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000) \\ & = \text{Rp. } 162.856 + \text{Rp. } 33.695 + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000 \\ & = \text{Rp. } 293.551 \end{aligned}$$

Tur III dengan rute DC-9-10-11-12-DC

Biaya Distribusi = Jumlah kendaraan (Gaji sopir dan kernet + Biaya bahan bakar + biaya kuli bongkar sopir dan kernet + Uang makan sopir dan kernet)

$$\begin{aligned} & = 1 ((2 \times \text{Rp. } 81.428) + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{\text{Total jarak}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + (2 \times \text{Rp. } 16.000)) \\ & = 1 (\text{Rp. } 162.856 + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{72.8 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000) \\ & = \text{Rp. } 162.856 + \text{Rp. } 53.560 + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000 \\ & = \text{Rp. } 313.416 \end{aligned}$$

Total Biaya Distribusi

= Biaya Tur I + Biaya Tur II + Biaya Tur III

$$\begin{aligned} & = \text{Rp. } 312.606 + \text{Rp. } 293.551 + \text{Rp. } 313.416 \\ & = \text{Rp. } 919.573 \end{aligned}$$

• **Jarak dan Biaya Distribusi Rute Usulan**

Adapun rute distribusi yang diperoleh dengan menggunakan metode clark & wright saving heuristic adalah sebagai berikut:

Perhitungan total biaya distribusi per hari adalah sebagai berikut:

Tur 1 dengan rute DC-11-9-12-10-3-1-DC
 Total biaya = Jumlah kendaraan (Gaji sopir dan kernet + Biaya bahan bakar + biaya kuli bongkar sopir dan kernet + Uang makan sopir dan kernet)
 $= 1 ((2 \times \text{Rp. } 81.428) + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{\text{Total jarak}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + (2 \times \text{Rp. } 16.000))$
 $= 1 (\text{Rp. } 162.856 + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{67.4 \text{ km}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000)$
 $= \text{Rp. } 162.856 + \text{Rp. } 49.587 + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000$
 $= \text{Rp. } 309.443$

Tur 2 dengan rute DC-2-5-4-6-7-8-DC
 Total biaya = Jumlah kendaraan (Gaji sopir dan kernet + Biaya bahan bakar + biaya kuli bongkar sopir dan kernet + Uang makan sopir dan kernet)
 $= 1 ((2 \times \text{Rp. } 81.428) + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{\text{Total jarak}}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + (2 \times \text{Rp. } 16.000))$
 $= 1 ((2 \times \text{Rp. } 81.428) + (\text{Rp. } 5.150 \times \frac{58.9}{7 \text{ km/liter}}) + \text{Rp. } 65.000 + (2 \times \text{Rp. } 16.000))$
 $= \text{Rp. } 162.856 + \text{Rp. } 43.333 + \text{Rp. } 65.000 + \text{Rp. } 32.000$
 $= \text{Rp. } 303.189$

Total Biaya Distribusi = Biaya Tur I + Biaya Tur II
 $= \text{Rp. } 309.443 + \text{Rp. } 303.189$
 $= \text{Rp. } 612.632$

ANALISIS HASIL

Penggunaan Clark & Wright Saving Heuristic dalam Menentukan Rute Optimal

Clark And Wright Saving Heuristic merupakan metode yang mampu meminimumkan jarak, waktu, dan ongkos dengan mempertimbangkan kendala yang ada. Pada penulisan tugas akhir ini kendala yang diperhatikan

adalah adanya kendala kapasitas kendaraan dan juga terdapat tambahan kendala time windows pada masing-masing outlet serta memperhatikan horison perencanaan. Terdapat empat tahap pada metode Clark & Wright Saving Heuristic, diantaranya:

- **Tahap pertama : Mengidentifikasi Matriks Jarak**

Saat ini PT. Coca Cola Amatil Indonesia Wilayah Banyuwangi memiliki satu DC dan 12 outlet. Sedangkan data jarak antara DC dengan semua outlet dan jarak antar outlet sudah diketahui sebelumnya, dimana data tersebut diperoleh dari perusahaan. Sehingga penulis sudah tidak perlu melakukan perhitungan untuk menentukan jarak antara DC dengan semua outlet dan jarak antar outlet

- **Mengidentifikasi Matriks Penghematan**

Pada tahap ini digambarkan penghematan yang akan didapatkan apabila terjadi penggabungan untuk pengiriman ke beberapa tujuan. Maka diperoleh rute dengan matriks penghematan dari yang paling besar ke yang paling kecil yaitu rute 1 = 12 – 9 – 11 – 10 – 3 – 1 – 2 – 5 – 7 – 6 – 4 – 8 = Toko Mulia – Toko Awita – Toko Makmur – Toko Sinar Baru – Toko Wiwin – SP Singoturunan – Toko Prayitno – Toko Bahtera Jaya – Toko Subur – Toko Budi – Toko Dua Burung – Toko Makmur I.

- **Mengalokasikan semua outlet ke kendaraan**

Pada tahap ini, langkah awal yang dilakukan adalah menghitung waktu penyelesaian tur. Tujuannya adalah untuk menentukan jumlah dan tipe kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk. Berdasarkan hasil perhitungan waktu penyelesaiannya dengan membandingkan horison perencanaan, maka diperoleh dua tur dengan rute 1 yaitu DC-12-9-11-10-3-1-DC dengan total waktu penyelesaian 462 menit sedangkan tur kedua dengan rute DC-2-5-7-6-4-8-DC dengan total waktu penyelesaian 314 menit. Kedua tur tersebut tidak melebihi horison perencanaan.

Setelah melakukan perhitungan waktu penyelesaian tur dan terbentuk rute baru, maka langkah selanjutnya adalah mengalokasikan outlet ke kendaraan berdasarkan kapasitas. dimana kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk di PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi yaitu trus jenis Single Tire B dan Double Tire A dengan kapasitas masing-masing sebesar 2240 kg dan 3400 kg. Kemudian masing-masing outlet pada setiap tur dihitung jumlah permintaan produknya. Diketahui bahwa untuk tur pertama dengan jumlah permintaan produk sebesar 3183 kg dan untuk tur kedua sebesar 1688 kg. Sehingga tur pertama menggunakan truk

jenis Double Tire A dengan kapasitas maksimal sebesar 3400 kg dan tur kedua menggunakan Single Tire B dengan kapasitas maksimal 2240 kg. Sehingga total kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk sebanyak 2 truk. Langkah terakhir dilakukan perhitungan utilitas kendaraan untuk mengetahui ukuran performansi yang ingin dicapai dari algoritma ini dimana pada tur pertama memiliki utilitas sebesar 93.62% dan pada tur kedua sebesar 75.36%. Pada tur kedua terlihat bahwa utilitas pada tur pertama lebih tinggi dari pada tur kedua. Artinya bahwa kendaraan yang digunakan pada tur pertama memiliki tingkat performansi lebih baik dibandingkan kendaraan pada tur kedua.

- **Mengurutkan semua outlet dalam rute**

Setelah dilakukan pengurutan berdasarkan jarak terpendek dengan menggunakan aturan kombinasi, maka diperoleh tur baru dengan rute 1 yaitu DC-11-9-12-10-3-1-DC atau dari DC- Toko Mamur- Toko Awita- Toko Mulia- Toko Sinar Baru- Toko Wiwin- SP Singoturunan-DC dengan jarak tempuh sejauh 67.4 km dan tur kedua dengan rute DC-2-5-4-6-7-8-DC atau dari DC- Toko Prayitno- Toko Bahtera Jaya- Toko Dua Burung- Toko Budi- Toko Subur- Toko Makmur 1-DC dengan jarak tempuh sejauh 58.9 km. Hal ini terlihat jelas bahwa tur baru menghasilkan jarak lebih kecil dari pada tur sebelumnya

Perbandingan Jarak dan Biaya Distribusi Rute Usulan dan Rute Perusahaan

Perbandingan jarak dan biaya dari rute perusahaan dan rute usulan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3 Rekap Jarak dan Biaya Distribusi Rute Perusahaan

Tur	Rute	Jarak (km)	Jumlah Truk	Biaya Distribusi
I	DC-1-2-3-4-DC	71,7	1	Rp. 312.606
II	DC-5-6-7-8-DC	45,8	1	Rp. 293.551
III	DC-9-10-11-12-DC	72,8	1	Rp. 313.416
Total		190,3	3	Rp. 919.573

Tabel 4 Rekap Jarak dan Biaya Distribusi Rute Usulan

Tur	Rute	Jarak (km)	Jumlah Truk	Biaya Distribusi
I	DC-11-9-12-10-3-1-DC	67,4	1	Rp. 309.443
II	DC-2-5-4-6-7-8-DC	58,9	1	Rp. 303.189
Total		126,3	2	Rp. 612.632

- **Dari segi jarak**

Total jarak yang dilalui kendaraan pada rute perusahaan sebesar 190,3 km. Sedangkan total jarak yang dilalui kendaraan pada rute usulan sebesar 126,3 km. Artinya jarak total yang dilalui kendaraan pada rute usulan lebih kecil dibandingkan total jarak yang dilalui kendaraan pada rute perusahaan

- **Dari segi jumlah tur**

Terdapat perbedaan signifikan pada jumlah tur yang ada di perusahaan dengan rute usulan. Pada rute perusahaan terdapat tiga tur yang harus dikunjungi kendaraan untuk mendistribusikan produk. Sedangkan pada rute usulan hanya terdapat dua tur.

- **Dari segi rute kendaraan**

Saat ini PT. Coca Cola Banyuwangi terdapat tiga tur yang terdiri dari beberapa rute, dimana tur pertama dengan rute DC-1-2-3-4-DC atau dari DC- SP Singoturunan- Toko Prayitno- Toko Wiwin- Toko Dua Burung-DC. Tur kedua dengan rute DC-5-6-7-8-DC atau dari DC- Toko Bahtera Jaya- Toko Budi- Toko Subur- Toko Makmur 1-DC. Dan tur ketiga dengan rute DC-9-10-11-12-DC atau dari DC- Toko Awita- Toko Sinar Baru- Toko Mamur- Toko Mulia-DC. Tur tersebut berbeda dengan tur pada rute usulan. Dimana pada rute usulan terdapat dua tur dengan tur pertama yang diawali DC-11-9-12-10-3-1-DC atau dari DC- Toko Mamur- Toko Awita- Toko Mulia- Toko Sinar Baru- Toko Wiwin- SP Singoturunan-DC dan tur kedua dengan rute dari DC-2-5-4-6-7-8-DC atau dari DC- Toko Prayitno- Toko Bahtera Jaya- Toko Dua Burung- Toko Budi- Toko Subur- Toko Makmur 1-DC. . Terlihat jelas bahwa tur pada rute usulan memiliki jumlah outlet yang lebih banyak dibanding pada rute perusahaan.

- **Dari segi jumlah kendaraan**

Jumlah kendaraan yang digunakan tergantung pada jumlah tur yang ditetapkan perusahaan. Dimana perusahaan saat ini memiliki tiga tur. Sehingga truk yang digunakan sebanyak 3 truk. Sedangkan pada rute usulan, setelah dilakukan penentuan rute dengan metode clark & wright, menghasilkan dua tur. Sehingga jumlah kendaraan yang digunakan pada rute usulan sebanyak 2 truk.

- **Dari segi biaya distribusi**

Terlihat jelas bahwa pada rute perusahaan jarak total yang ditempuh kendaraan lebih besar dibanding rute usulan. Berdasarkan pada total biaya yang dikeluarkan perusahaan dengan total biaya yang dikeluarkan pada rute usulan, maka diperoleh selisih total biaya antara perusahaan dengan rute usulan sebesar Rp. 919.573 - Rp. 612.632 = Rp. 306.941.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dalam laporan ini dihasilkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dalam memecahkan masalah penentuan rute distribusi di PT. Coca Cola Amatil Indonesia Banyuwangi dapat menggunakan Vehicle Routing Problem (VRP) dengan metode Clark & Wright Saving Heuristic. Rute distribusi dari metode Clark & Wright Saving Heuristic menghasilkan dua tur yaitu tur pertama dengan rute perusahaan (DC) menuju toko makmur kemudian dilanjut ke toko Awita, lanjut menuju toko mulia, selanjutnya ke toko sinar baru, kemudian dilanjutkan lagi ke toko wiwin, dan terakhir dilanjut ke SP Singoturunan dan kembali lagi ke DC. Sedangkan pola distribusi pada tur kedua dimulai dari perusahaan (DC) menuju toko prayitno, kemudian dilanjut ke toko bahtera jaya, selanjutnya ke toko dua burung, lanjut ke toko budi, lanjut ke toko subur dan terakhir ke toko makmur 1 dan kembali ke DC.
2. Metode Clark & Wright Saving Heuristic menghasilkan rute distribusi dengan total waktu penyelesaian tur untuk tur pertama selama 462 menit dan tur kedua selama 314 menit dengan total jarak tempuh pada tur pertama sebesar 67,4 km dan tur kedua sebesar 58,9 km. Sedangkan total biaya pada tur pertama dan kedua yang dikeluarkan pada rute usulan sebesar Rp. 612.632.
3. Metode Clark & Wright Saving Heuristic mampu menghasilkan rute distribusi yang lebih baik dibanding rute perusahaan karena mampu menghasilkan total jarak dan biaya distribusi lebih kecil yaitu sebesar 126.3 km dengan biaya

sebesar Rp. 612.632. Hal ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan total jarak dan total biaya dengan rute perusahaan yaitu 190,3 km dengan biaya sebesar Rp. 919.573. Sehingga rute distribusi dengan rute usulan lebih optimal.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Adanya rute usulan baru hasil Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic*, yang mampu meminimasi jarak tempuh dan biaya distribusi, diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak PT. Coca Cola Amatil Indonesia Wilayah Banyuwangi dalam upaya menciptakan sistem distribusi yang lebih optimal dari segi jarak dan biaya distribusi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait masalah penentuan rute distribusi dengan menggunakan Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic*

DAFTAR PUSTAKA

- Chopra, S. & Meindl, P. (2010). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Fourth Edition. Pearson, New Jersey
- Kallehauge, B., J. Larsen, dan O.B.G. Marsen, 2001, "*Lagrangian Duality Applied on Vehicle Routing with Time Windows*", Technical Report, IMM, Technical University of Denmark.
- Thangiah, S.R., 1995. "*Vehicle Routing Problem with Time Windows Using Genetic Algorithms*", Application Handbook of Genetic Algorithms: New Frontiers, Vol. II, Lance Chambers (ed), CRC Press, 253-277