

# **PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN SAVING MATRIKS, SEQUENTIAL INSERTION, DAN NEAREST NEIGHBOUR DI VICTORIA RO**

## **SOLVING CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM USING SAVING MATRIX, SEQUENTIAL INSERTION, AND NEAREST NEIGHBOUR IN VICTORIA RO**

Oleh : Marchalia Sari A.<sup>-1</sup>, Atmini Dhoruri, M.S.<sup>-2</sup>, Eminugroho R.S., M.Sc.<sup>-3</sup>.

Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, Karangmalang Yogyakarta 55281

Email : [marchalia@yahoo.com](mailto:marchalia@yahoo.com)<sup>-1</sup>, [atmini@uny.ac.id](mailto:atmini@uny.ac.id)<sup>-2</sup> dan [eminugroho@uny.ac.id](mailto:eminugroho@uny.ac.id)<sup>-3</sup>

### **Abstrak**

Salah satu jenis dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yaitu VRP yang memiliki batasan kapasitas kendaraan. Tujuan penulisan skripsi ini adalah membentuk model CVRP untuk rute distribusi di Victoria RO, menyelesaikannya menggunakan *saving matriks*, *sequential insertion* dan *nearest neighbour*, serta mengetahui penyelesaian CVRP yang paling efektif dari ketiga metode tersebut. Penentuan solusi dengan metode *saving matriks*, metode *sequential insertion*, dan metode *nearest neighbour*. Metode *saving matriks* menggunakan nilai penghematan (*saving*). Metode *sequential insertion* memiliki kelebihan dalam penentuan lokasi penyisipan, sedangkan metode *nearest neighbour* mempertimbangkan jarak yang terdekat. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dalam menyelesaikan CVRP menggunakan metode *saving matriks*, diperoleh total jarak tempuh yaitu 96,5 km, dengan metode *sequential insertion* diperoleh total jarak tempuh yaitu 91,5 km, dan dengan metode *nearest neighbour* diperoleh total jarak tempuh yaitu 96,6 km. Sedangkan total jarak tempuh perusahaan saat ini yaitu 105,5 km. Hal ini menunjukkan bahwa metode *sequential insertion* lebih efektif dalam menentukan rute distribusi di Victoria RO.

**Kata kunci** : *capacitated vehicle routing problem* (CVRP), *Saving matriks*, *sequential insertion*, *nearest neighbour*, distribusi.

### **Abstract**

The purposes of this research are to form Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) model of water refill distribution service in Victoria RO, to solve CVRP using saving matrix, sequential insertion and nearest neighbor, and to find out the most effective among three methods. Determining the solution using saving matrix, sequential insertion, and nearest neighbor method which allows the optimization by taking into account the capacity of the vehicles. Saving matrix method uses the value of saving distance. Sequential insertion method has an advantage in determining the location of insertion, while the nearest neighbor method considering the closest distance. The result performs that total distance using saving matrix method is 96,5 km, using the sequential insertion method is 91.5 km and using the nearest neighbor method is 96, 6 km. While total distance of current company is 105.5 km. This shows that the sequential insertion method is more effective in determining these distribution service of water refill in Victoria RO.

**Keywords** : *capacitated vehicle routing problem* (CVRP), *saving matrix*, *sequential insertion*, *nearest neighbour*, distribution.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada proses bisnis, transportasi dan distribusi merupakan dua komponen yang mempengaruhi keunggulan kompetitif suatu perusahaan karena penurunan biaya transportasi dapat meningkatkan keuntungan perusahaan secara tidak langsung. Salah satu cara untuk menurunkan biaya transportasi adalah dengan mengefisienkan sistem distribusi dan penggunaan jenis transportasi yang ada. Semakin tingginya tingkat persaingan dalam dunia industri, menuntut perusahaan untuk dapat membuat strategi-strategi pendistribusian yang lebih baik. Salah satu strategi yang dapat digunakan adalah perencanaan dan penentuan rute secara tepat. Oleh karena itu masalah yang harus dilakukan oleh perusahaan adalah pemilihan rute distribusi yang benar-benar optimal.

*Vehicle Routing Problem* (VRP) berkaitan dengan penentuan rute untuk permasalahan pendistribusian barang atau produk yang melibatkan lebih dari satu kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani sejumlah pelanggan dengan permintaannya masing-masing. Masing-masing pelanggan hanya dikunjungi satu kali dan semua kendaraan dimulai dan diakhiri di depot. Penentuan rute kendaraan merupakan salah satu permasalahan yang terjadi pada pendistribusian barang atau produk. Permasalahan penentuan rute dengan melibatkan kendaraan untuk mendistribusikan barang yang bersumber dari depot untuk didistribusikan kepada pelanggan dengan tujuan untuk mendapatkan minimasi jarak, penggunaan kendaraan dan

waktu pendistribusian yang minimal disebut *VRP* (Singer,2008). Oleh karena untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan jumlah muatan yang tidak melampaui kapasitas, maka digunakan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yaitu setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang terbatas. Melakukan pendistribusian dalam setiap kendaraan pengangkut hanya dapat dilaksanakan sebanyak satu kali pengiriman yaitu dari depot ke pelanggan kembali ke depot. Sehingga suatu sistem pelayanan pada penentuan rute distribusi menjadi lebih efektif, efisien dan bisa meningkatkan kemampuan perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan produk secara lebih cepat agar kepercayaan dan kepuasan konsumen meningkat. Kapasitas kendaraan yang ada diharapkan dapat memenuhi semua permintaan dari seluruh pelanggan yang tersebar di wilayah pengiriman.

Salah satu contoh masalah CVRP adalah pengiriman air isi ulang kemasan galon. Karena di masyarakat sekarang ini kebutuhan air meningkat khususnya dalam kemasan galon. Victoria RO merupakan salah satu depot air isi ulang di Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya. Usaha ini memiliki 1 unit *pick up* yang digunakan dalam proses pendistribusian air isi ulang dengan masing-masing kendaraannya hanya mampu mengangkut maksimal 52 galon air. Lokasi antar pelanggan tersebar di Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya. Saat ini dalam mendistribusikan galon dirasa belum optimal dalam hal jarak, kapasitas kendaraan, maupun biaya transportasi, sehingga diperlukan suatu perbaikan rute yang lebih efektif. Masalah yang dialami Victoria RO ini termasuk ke dalam permasalahan CVRP

karena dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Penentuan rute kendaraan yang efektif adalah yang dapat meminimalkan jarak, mempersingkat waktu perjalanan dan menghemat biaya transportasi dengan tetap memaksimalkan kapasitas kendaraan yang digunakan dalam proses pendistribusian.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Erlina P (2009) menggunakan *Saving Matriks* untuk Penentuan Jalur Distribusi Produk 'X' (Studi Kasus pada CV. Sari Jaya Mandiri). Hasil dari penelitian ini diperoleh 4 rute baru sebagai perbaikan 9 rute awal. Natalia Christine dan Dicky (2011) menggunakan *Saving Matriks* pada perancangan program aplikasi sistem distribusi sebagai dasar keputusan pembelian armada (Studi Kasus : PT Kabelindo Murni TBK). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem transportasi saat ini memiliki biaya sewa lebih rendah dibandingkan dengan alternatif pertama dengan total biaya Rp196.200.000,00. Perbedaan biaya antara alternatif pertama dengan alternatif kedua adalah Rp. 202.467.482,00. Sistem yang dipilih adalah alternatif kedua, menggunakan jasa transportasi sewa untuk menyampaikan keempat distributor di Jakarta, Bekasi, dan Tangerang.

Selain itu, Eminugroho Ratna Sari dan Dwi Lestari (2014) meneliti sistem pengangkutan sampah di Kota Yogyakarta menggunakan algoritma *Sequential Insertion*. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa metode yang digunakan mampu menghasilkan rute yang efektif sehingga jarak tempuh lebih minimum. Penelitian lainnya dari Mahardika Amri, dkk (2013) yaitu *Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan menggunakan metode Nearest*

*Neighbour* ( Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola ) yang hasil penelitiannya menunjukkan rute pendistribusian yang memperpendek jarak tempuh sejauh 63,1 km, atau sebesar 13,14 %. Waktu perjalanan mampu dipercepat selama 108,17 menit atau sebesar 3,81 %, sehingga sopir dan kernet tidak perlu lembur. MTP Nganjuk tidak perlu mengeluarkan biaya lembur sopir dan kernet, sehingga dapat menekan beban biaya pendistribusian senilai Rp 98.377,- atau sebesar 12,08 %. Penelitian selanjutnya oleh Chairul, dkk (2014) tentang Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan Metode *Sequential Insertion* yang hasilnya adalah Metode *sequential insertion* pada kondisi single trip memiliki minimasi jarak tempuh yaitu sebesar 48,81 km sedangkan jarak tempuh yang dilalui oleh perusahaannya itu sebesar 58,62 km. Hal ini disebabkan pembentukan rute pada metode *sequential insertion* dengan cara menyisipkan pelanggan yang akan dilayani pada rute yang telah terbentuk sehingga probabilitas untuk mendapatkan jarak terpendek lebih besar.

Metode *Saving Matriks* merupakan metode yang digunakan dalam menentukan rute distribusi produk ke pelanggan dengan cara menentukan jalur yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh jalur yang efisien dan biaya transportasi yang optimum (Ballou, 1999). Selain itu Metode *saving matriks* ini merupakan metode yang menggabungkan dua atau lebih pelanggan ke dalam satu rute. Keistimewaan dari metode *Savings Matriks* ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menjadwalkan

sejumlah terbatas kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan yang sama maupun berlainan. Metode *Insertion* memiliki kelebihan dalam pemilihan pelanggan, yakni dengan mempertimbangkan posisi pelanggan tersebut pada rusuk penyisipan yang tersedia, sehingga didapat hasil yang terbaik. Chairul, dkk (2014) mendefinisikan metode *Sequential Insertion* sebagai metode untuk memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan diantara pelanggan yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal. Prinsip dasar dari metode ini adalah mencoba menyisipkan pelanggan diantara semua rusuk yang ada pada rute saat ini. Rusuk didefinisikan sebagai lintasan yang menghubungkan secara langsung satu lokasi dengan satu lokasi yang lain.

Pada metode *Nearest Neighbour*, prosedur memulai rute kendaraannya dari jarak yang paling dekat dengan depot. Kemudian rute selanjutnya yaitu pelanggan yang paling dekat dengan pelanggan pertama yang sudah dikunjungi. Prosedur ini akan terus berulang sampai semua pelanggan masuk ke dalam rute perjalanan. Metode *Nearest Neighbour* digunakan pada penelitian ini dikarenakan metode ini merupakan salah satu metode yang memiliki karakteristik pembentukan rute distribusi sesuai dengan keadaan nyata yang terdapat pada kondisi lapangan, serta alasan penggunaan metode ini dikarenakan teknik penentuan rute yang diterapkan pada metode ini lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan metode VRP yang lain.

Hasil penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa metode yang diterapkan mampu menghasilkan rute yang lebih efektif dari rute sebelumnya, namun tidak banyak

penelitian yang membandingkan efektifitas dari ketiga metode tersebut. Sehingga pada skripsi ini peneliti tertarik untuk membandingkan efektifitas antara metode *Saving Matriks*, *Sequential Insertion* dan *Nearest Neighbour* yang diterapkan pada *Capacitated Vehicle Routing Problem*. Keefektifitasan akan dilihat berdasarkan hasil jarak tempuh yang mempunyai selisih terbesar dengan total jarak tempuh perusahaan saat ini.

### **Rumusan masalah**

1. Bagaimana membentuk CVRP dalam permasalahan penentuan rute distribusi air isi ulang di Victoria RO?
2. Bagaimana menyelesaikan CVRP dengan menggunakan *Saving Matriks*?
3. Bagaimana menyelesaikan CVRP dengan menggunakan *Sequential Insertion*?
4. Bagaimana menyelesaikan CVRP dengan menggunakan *Nearest Neighbour*?
5. Manakah yang paling efektif dari penyelesaian CVRP menggunakan *Saving Matriks*, *Sequential Insertion* dan *Nearest Neighbour*?

### **Tujuan Penulisan**

Sesuai dengan rumusan masalah, maka tujuan dari penulisan skripsi adalah

1. Membentuk CVRP untuk rute distribusi air isi ulang di Victoria RO.
2. Menyelesaikan CVRP dengan menggunakan *Saving matriks*.
3. Menyelesaikan CVRP dengan menggunakan *Sequential Insertion*.
4. Menyelesaikan CVRP dengan menggunakan *Nearest Neighbour*.

- Mengetahui penyelesaian CVRP yang paling efektif dengan menggunakan *Saving Matriks*, *Sequential Insertion* dan *Nearest Neighbour*.

## KAJIAN TEORI

### Graf

Menurut Sugeng Mardiyono (1996) Suatu Graf G dapat dipandang sebagai kumpulan dari titik yang disebut simpul dan segmen garis yang menghubungkan 2 simpul yang disebut rusuk.

### Vehicle Routing Problem (VRP)

Permasalahan yang membahas mengenai pencarian rute suatu kendaraan dengan tujuan tertentu. Masalah penentuan rute kendaraan dalam mendistribusikan barang dari tempat produksi yang dinamakan depot ke pelanggan dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh kendaraan. Selain dapat meminimumkan jarak tempuh kendaraan, VRP juga bertujuan meminimumkan biaya transportasi dan waktu tempuh kendaraan yang digunakan.

### Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

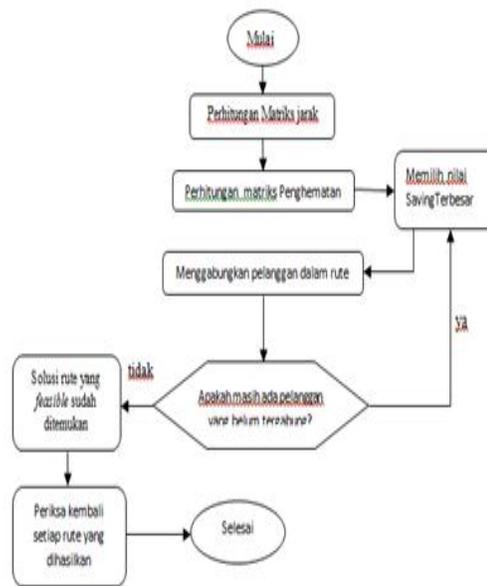
Salah satu jenis dari Vehicle Routing Problem yang dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Input permasalahan CVRP adalah daftar jarak pelanggan, daftar permintaan tiap pelanggan dan kapasitas kendaraan.

### Saving Matriks

Metode yang digunakan dalam menentukan rute distribusi produk ke pelanggan dengan cara menentukan jalur yang harus dilalui dan jumlah kendaraan

berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh jalur yang efisien dan biaya transportasi yang optimum (Ballou, 1999). Selain itu Metode saving matriks ini merupakan metode yang menggabungkan dua atau lebih pelanggan ke dalam satu rute. Keistimewaan dari metode *Savings Matriks* ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah terbatas kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan yang sama maupun berlainan.

Algoritma metode *Saving matriks* sebagai berikut :



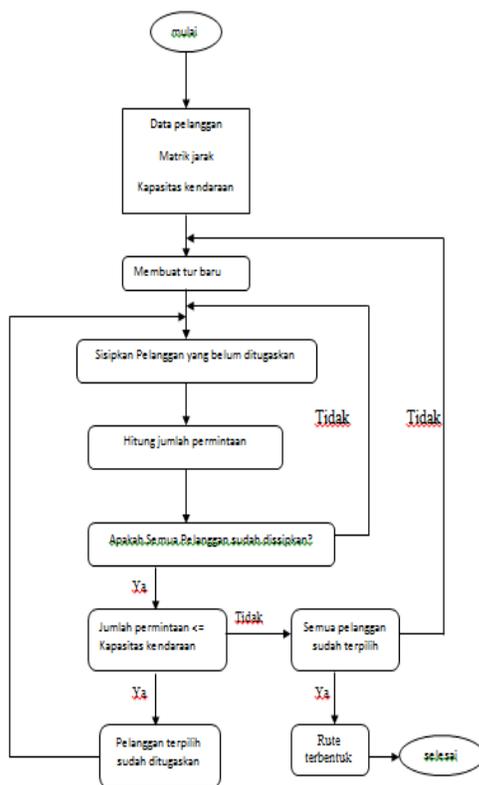
Gambar 1 Diagram alir metode *Saving Matriks*

### Sequential Insertion

Chairul A., dkk (2014) mendefinisikan metode Sequential Insertion sebagai metode untuk memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan diantara pelanggan yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal. Prinsip

dasar dari metode ini adalah mencoba menyisipkan pelanggan diantara semua rusuk yang ada pada rute saat ini. Rusuk didefinisikan sebagai lintasan yang menghubungkan secara langsung satu lokasi dengan satu lokasi yang lain. Metode *Insertion* memiliki kelebihan dalam pemilihan pelanggan, yakni dengan mempertimbangkan posisi pelanggan tersebut pada rusuk penyisipan yang tersedia, sehingga didapat hasil yang terbaik.

Berikut diagram alir metode *Sequential Insertion*



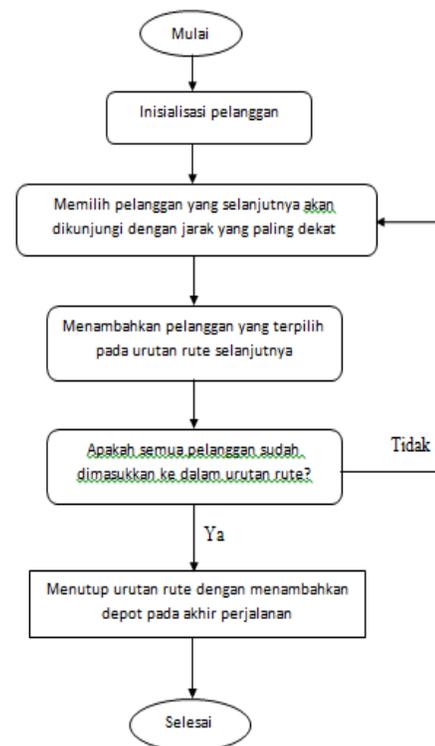
Gambar 2 Diagram Alir metode *Sequential Insertion*. Satria Megantara, dkk (2014)

***Nearest Neighbour***

Merupakan prosedur memulai rute kendaraannya dari jarak yang paling dekat

dengan depot. Kemudian rute selanjutnya yaitu pelanggan yang paling dekat dengan pelanggan pertama yang sudah dikunjungi. Prosedur ini akan terus berulang sampai semua pelanggan masuk ke dalam rute perjalanan. Metode *Nearest Neighbour* digunakan pada penelitian ini dikarenakan metode ini merupakan salah satu metode yang memiliki karakteristik pembentukan rute distribusi sesuai dengan keadaan nyata yang terdapat pada kondisi lapangan, serta alasan penggunaan metode ini dikarenakan teknik penentuan rute yang diterapkan pada metode ini lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan metode VRP yang lain.

Berikut diagram alir metode *Nearest Neighbour*



Gambar 3 Diagram Alir Metode *Nearest Neighbour*. Wahyu Kartika (2015)

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Permasalahan CVRP pada distribusi air isi ulang di Victoria RO dapat didefinisikan sebagai Graf  $G = (V(G), E(G))$ , dengan  $V G = 0,1,2,3, \dots, 18$  dimana 0 dan 18 merupakan depot, dan  $E G$  menyatakan himpunan rusuk yang menghubungkan pelanggan dalam hal ini jarak yang bisa ditempuh,  $E G = i, j \mid i, j \in V, i \neq j$ . Semua rute dimulai dan diakhiri di depot. Setiap pelanggan  $i$  untuk setiap  $i \in V$  memiliki permintaan  $d_i$  sehingga panjang rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan  $Q$ . Setiap rusuk  $i, j \in E$  memiliki jarak tempuh  $C_{i,j}$  dan juga bahwa  $C_{ii} = C_{jj} = 0$ .

- Asumsi-asumsi yang digunakan adalah
1. Setiap permintaan pelanggan dapat dipenuhi oleh perusahaan
  2. Jumlah permintaan setiap pelanggan tetap
  3. Setiap pelanggan terhubung satu sama lain dan jarak antar pelanggan simetris artinya  $C_{ij} = C_{ji}$ ,
  4. Waktu pengiriman pada setiap pelanggan dapat dilakukan pada pukul 08.00-16.00 WIB
  5. Kecepatan kendaraan rata-rata yaitu 40 km/jam dalam hal ini diasumsikan tidak terjadi kemacetan, kondisi jalan tidak rusak, dan kendaraan dalam kondisi baik.
  6. Setiap satu liter bensin dapat menempuh 10 km, dengan harga 1 liter bensin Rp 7.400,00.

Tabel 1 Data permintaan untuk setiap pelanggan Victoria RO

Kode	Nama Pelanggan	Alamat Pelanggan	Permintaan (galon)
A00	Victoria RO	Jalan bantuan, Sleman	-
A01	Bapak Andrean	Perumahan Greengarden Jalan Tambak	16
A02	LBC Poncowinatan	Jalan Poncowinatan No 47	10
A03	Rumah Makan Eny	Jalan AM Sangaji no 23	15
A04	Chinese food and Seafood Petruk	Jalan Kenanga no 258, Sleman	7
A05	Bapak Chandra	Perum Jombor Baru, Sendangadi, Mlati, Sleman	10
A06	Bu Lina	Sonosewu	5
A07	GKI Gondomanan	Jalan Ledok Gondomanan no 1	6
A08	Yami Ceker Laris	Jalan Brigjen Katamsa No 302	6
A09	Tambak Segaran Solo	Jalan Brigjen Katamsa No 192 Mergangsan, Yogyakarta	7
A10	Apotek Dina Farma	Jalan Kusumanegara no 104	6
A11	LBC Jl Adisucipto	Jalan Laksda Adisucipto, Sleman	11
A12	Elyon motor	Jalan Wates km 3	4
A13	Bu Nanik	Ngebel	3
A14	Bapak Bowo	Ngebel	5
A15	Bu Dian	Ngebel	7
A16	Sejati	Ngebel	15
A17	Xtrahot	Jalan Kaliurang Km 6,5	9

Selanjutnya data jarak tempuh dari depot ke pelanggan dan antar pelanggan diperoleh dengan bantuan *Google Maps*. Data jarak tersebut ditampilkan dengan Matriks jarak yang disajikan sebagai berikut

Tabel 2 Matriks Jarak

D-X	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
A00																		
A01	3,8																	
A02	7	5,4																
A03	5,6	2,6	2,7															
A04	18,2	11	8,9	9,1														
A05	9,4	7,5	8,7	6,4	13													
A06	5,6	3,8	5,2	5,3	23	11												
A07	8,6	5,3	1,4	3,2	11	8,2	4,4											
A08	9,6	6,2	2,4	4,1	13	9,2	4,2	1,9										
A09	9,8	5,8	1,9	3,7	12	8,9	4,9	0,85	0,4									
A10	10,5	7,2	2,8	5	8,7	10,1	6,3	2,7	3,8	3,3								
A11	10,7	7,6	5,3	5,6	5,2	9,1	10,1	6,3	7,3	8	4,6							
A12	6,7	3,8	4,3	4,7	14	12	1,3	3,6	4,4	4,8	5,6	9,5						
A13	5,3	7,5	8,6	8,9	22	12,1	4,1	8,9	7,7	9,8	9,9	19	6,1					
A14	5,5	7,7	8,8	9,1	22,2	12,3	4,3	9,1	7,9	10	10,1	19,2	6,3	0,2				
A15	5,8	8	9,1	9,4	22,5	12,6	4,6	9,4	8,2	10,3	10,4	19,5	6,6	0,5	0,3			
A16	5,7	7,9	9	9,3	22,4	12,5	4,5	9,3	8,1	10,2	10,3	19,4	6,5	0,4	0,2	0,1		
A17	10,4	6,2	6	4,4	10,4	3,7	13	6,9	7,9	7,4	7,9	6,4	13	15	15,2	15,5	15,4	

Didefinisikan

$X_{ij}$   
 = 1, jika ada perjalanan dari pelanggan  $i$  ke pelanggan  $j$   
 = 0, jika tidak terdapat perjalanan dari pelanggan  $i$  ke pelanggan  $j$

Tujuan dari pembentukan model matematika adalah untuk meminimumkan jarak sehingga dapat menghemat waktu dan biaya transportasi. Untuk meminimumkan jarak dapat dihitung dengan

$$z = \sum_{i=0}^{17} \sum_{j=1}^{18} C_{ij} X_{ij} \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan kendala

1. Setiap pelanggan hanya dikunjungi satu kali oleh kendaraan

$$X_{ij} = 1, \forall i \in V - \{18\} \dots \dots (3.2)$$

2. Total permintaan pelanggan pada satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan

$$d_i \sum_{j=1}^{18} X_{ij} \leq 52 \dots \dots \dots (3.3)$$

3. Setiap rute perjalanan berawal dari depot

$$X_{0j} = 1 \dots \dots \dots (3.4)$$

4. Setiap rute perjalanan berakhir di depot

$$\sum_{i=0}^{17} X_{i18} = 1 \dots \dots \dots (3.5)$$

5. Setiap kendaraan yang mengunjungi suatu pelanggan, setelah selesai melayani akan meninggalkan pelanggan tersebut.

$$\sum_{i=0}^{17} X_{i,j} - \sum_{j=1}^{18} X_{i,j} = 0 \dots \dots \dots (3.6)$$

6. Variabel  $X_{ij}$  merupakan variabel biner

$$X_{ij} \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, i \neq j \dots \dots (3.7)$$

Metode Saving Matriks

Langkah-langkah metode *saving matriks* sebagai berikut :

1. Menghitung Matriks Jarak
2. Menghitung saving matriks

Berdasarkan Tabel 3.2 diperoleh *Saving Matriks* yang terjadi jika menggabungkan dua pelanggan. Mencari besarnya penghematan (*saving*) dengan Persamaan

$$S(x, y) = Dist(Pusat, x) + Dist(Pusat, y) - Dist(x, y)$$

Tabel 3 Saving Matriks

D-X	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
A01																	
A02	5,4																
A03	6,8	9,9															
A04	11	16,3	14,7														
A05	5,7	7,7	8,6	14,6													
A06	5,6	7,4	5,9	0,8	4												
A07	7,1	14,2	11	15,8	9,8	9,8											
A08	7,2	14,2	11,1	14,8	9,8	11	20,1										
A09	7,8	14,9	11,7	16	10,3	10,5	17,5	19									
A10	7,1	14,7	11,1	20	9,8	9,8	16,4	16,3	17								
A11	6,9	12,4	10,7	23,7	11	6,2	13	13	12,5	16,6							
A12	6,7	9,4	7,6	10,9	4,1	11	11,7	11,9	11,7	11,6	7,9						
A13	1,6	3,7	2	1,5	2,6	6,8	5	7,2	5,3	5,9	3	5,9					
A14	1,6	3,7	2	1,5	2,6	6,8	5	7,2	5,3	5,9	3	5,9	10,6				
A15	1,6	3,7	2	1,5	2,6	6,8	5	7,2	5,3	5,9	3	5,9	10,6	11			
A16	1,6	3,7	2	1,5	2,6	6,8	5	7,2	5,3	5,9	3	5,9	10,6	11	11,4		
A17	8	11,4	11,6	18,2	16,1	3	12,1	12,1	12,8	13	14,7	4,1	0,7	0,7	0,7	0,7	

3. Mengalokasikan pelanggan ke dalam rute kendaraan
4. Mengurutkan pelanggan

### **Metode Sequential Insertion**

Langkah-langkah pemecahan masalah *Sequential Insertion* adalah sebagai berikut

1. Memilih satu titik awal sebagai titik awal (depot) yang dipilih berdasarkan jarak terpendek dari depot menuju ke pelanggan pertama kembali ke depot .
2. Menghitung jarak tempuh yang dilalui depot ke tiap pelanggan dalam mengirimkan barang ke tiap pelanggan, lanjut ke 3.
3. Menghitung sisa kapasitas kendaraan, jika sisa kapasitas kendaraan memenuhi untuk mengirimkan barang sesuai permintaan pelanggan maka lanjut ke 4, jika tidak lanjut ke 9.
4. Jika telah memasuki pelanggan ke-2 atau seterusnya maka lanjut ke 5, jika tidak lanjut ke 6.
5. Sisipkan pelanggan berikutnya ke dalam urutan rute yang telah terbentuk, lanjut ke 6
6. Pilih pelanggan yang memiliki jarak terpendek, lanjut ke 7
7. Hitung jarak tur (perjalanan), dan list rute pelanggan yang telah dilayani. Lanjut ke 8
8. Jika permintaan barang yang akan dikirimkan ke pelanggan belum semua terpenuhi maka lanjut ke 2, jika sudah lanjut ke 10.
9. Kembali ke depot, buat tur baru, kembali ke 2.
10. Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

### **Metode Nearest Neighbour**

Langkah-langkah metode *Nearest Neighbour* (Pop, 2011) adalah sebagai berikut

1. Berawal dari depot, kemudian mencari pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari depot sebagai lokasi pertama.
2. Kepelanggan lain yang memiliki jarak terdekat dari pelanggan yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan.
  - a. Apabila ada pelanggan yang terpilih sebagai pelanggan berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
  - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah (1).
  - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari depot dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
3. Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

**Hasil Penyelesaian Menggunakan metode Saving Matriks, metode Sequential Insertion, metode Nearest Neighbour dengan Rute Saat ini.**

Tabel 4. Hasil Penyelesaian Menggunakan ketiga metode dengan Rute Saat ini.

Rute Perusahaan Saat Ini			
Tur	Jarak (km)	Permintaan (gallon)	Rute Perusahaan saat ini
1	39,5	50	A00 → A01 → A02 → A06 → A05 → A17 → A00
2	22,7	49	A00 → A03 → A12 → A13 → A14 → A15 → A16 → A00
3	43,3	43	A00 → A07 → A08 → A09 → A11 → A04 → A00
Total	105,5	142	

Metode Saving Matriks			
Tur	Jarak (km)	Permintaan (gallon)	Rute
1	44,9	52	A00 → A17 → A11 → A04 → A10 → A09 → A08 → A07 → A00
2	35,5	49	A00 → A05 → A13 → A14 → A16 → A15 → A12 → A06 → A00
3	16,1	41	A00 → A02 → A03 → A01 → A00
Total	96,5	142	

Metode Sequential Insertion			
Tur	Jarak (km)	Permintaan (gallon)	Rute
1	21,8	52	A00 → A01 → A03 → A07 → A02 → A06 → A00
2	25,9	47	A00 → A12 → A09 → A08 → A13 → A15 → A16 → A14 → A00
3	43,8	43	A00 → A10 → A11 → A04 → A17 → A05 → A00
Total	91,5	142	

Metode Nearest Neighbour			
Tur	Jarak (km)	Permintaan (gallon)	Rute
1	20,8	51	A00 → A01 → A03 → A02 → A07 → A12 → A00
2	24,8	48	A00 → A13 → A14 → A16 → A15 → A06 → A08 → A09 → A00
3	51	43	A00 → A05 → A17 → A11 → A10 → A04 → A00
Total	96,6	142	

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Diperoleh model *Capacitated Vehicle Routing* (CVRP) rute distribusi di Victoria RO yaitu persamaan (3.1) - persamaan (3.7).

Berdasarkan perhitungan persentase penghematan jarak dari ketiga metode yang telah dihitung didapatkan presentase **8,53 %** untuk penghematan jarak dengan metode *Saving Matriks*, **13,27 %** untuk penghematan jarak dengan metode *Sequential Insertion* dan **8,44 %** untuk penghematan jarak dengan metode *Nearest Neighbour*. Dari ketiga metode tersebut yang paling besar persentase penghematan jarak adalah **13,27 %** yakni dengan metode *Sequential Insertion*. Hal ini juga menunjukkan bahwa rute distribusi yang digunakan perusahaan pada saat ini belum

optimal karena memiliki selisih antara hasil jarak tempuh dari ketiga metode tersebut dengan total jarak tempuh perusahaan saat ini.

Jika diasumsikan kecepatan rata-rata kendaraan adalah 40 km/jam dan kendaraan dapat menempuh 10 km setiap satu liter bensin maka untuk perusahaan saat ini didapatkan total biaya bensin yakni Rp 78.070,00, untuk metode *Saving Matriks* total biaya bensin yakni Rp 71.410,00, untuk metode *Sequential Insertion* total biaya bensin yakni Rp 67.710,00, dan untuk metode *Nearest Neighbour* total biaya bensin yakni Rp 71.484,00, sehingga keefektifitasan yang paling baik yakni dari hasil metode *Sequential Insertion*.

### Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penulisan skripsi ini adalah mengimplementasikan metode *Saving Matriks*, metode *Sequential Insertion*, dan metode *Nearest Neighbour* pada distribusi air isi ulang di Victoria RO di wilayah lain dan pada kasus yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dengan jumlah pelanggan yang lebih besar. Selain itu, penggunaan metode lain seperti metode *genetika*, *Clarke and Wright*, *ant*, dan sebagainya juga dapat dilakukan untuk pengembangan selanjutnya. Saran untuk Victoria RO, rute yang dibentuk menggunakan metode *Saving Matriks*, metode *Sequential Insertion*, dan metode *Nearest Neighbour* diharapkan menjadi alternatif dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya sehingga dapat mengurangi jarak maupun biaya yang digunakan perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R. H. (1999). *Business Logistic Management*. Ed ke-4. New Jersey: Prentice Hall.
- Chairul A., Susy S., Hari A. (2014). Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Metode Sequential Insertion. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol. 01, No. 04.
- Eminugroho R.S., & Dwi L., (2013). Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kota Yogyakarta dengan Model Vehicle Routing Problem Menggunakan Algoritma Sequential Insertion. *Jurnal SAINTEK*, Vol : 19, Hal : 31-40, No 1, April 2014 ISSN: 1412-3991
- Erlina P. 2009. Mengoptimalkan Biaya Transportasi Untuk Penentuan Jalur Distribusi. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* Vol.9, No.2 Desember 2009 : 143-150
- Mahardika A., Arif R, Rahmi Y. (2013). Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan menggunakan metode Nearest Neighbour (Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola ). *Jurnal Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya*
- Natalie Christine dan Dicky. (2011). Perancangan Program Aplikasi Sistem Distribusi sebagai Dasar Keputusan Pembelian Armada (Studi Kasus : PT. Kabelindo Murni TBK). *Jurnal Kajian Teknik dan Sistem Industri VOL.12 No.2*.Universitas Atmajaya.
- Pop. (2011). Heuristic algorithms for solving the generalized vehicle routing problem. *International Journal of Computers Communications & Control* 6.1 :158-165.
- Satria Megantara, Arif I, Hendro P. (2014). Penentuan Rute Distribusi Produk Obat menggunakan Metode Sequential Insertion dan Clarke & Wright Savings. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*.No 02 Vol 02.
- Singer, B., 2008, *The Multiple Trips Vehicle Routing Problem*, Marco Bijvank ;Universitas Amsterdam.
- Sugeng Mardiyono. (1996). *Matematika Diskret*. Yogyakarta : FMIPA IKIP Yogyakarta
- Wahyu Kartika C, Eminugroho Ratna Sari, Kuswari Hernawati. (2015). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) menggunakan algoritma Sweep Untuk Optimasi rute distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. ISBN : 978-602-73403-0-5, Hal : 307.