

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* dan Perbaikan

## Tur Menggunakan Metode *1-Insertion*\*

EMILIANA HOSTYA R.BENGE, ARIF IMRAN, SUSY SUSANTY

Jurusan Teknik Industri  
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: emilianahostya@yahoo.co.id

### ABSTRAK

*PT Panca Lestari Primamulya merupakan salah satu distributor produk Mayora di kota Bandung. PT Panca Lestari Primamulya menggunakan pengalamannya dalam mengirimkan produk ke toko-toko karena tidak memiliki perencanaan kendaraan sebelumnya. Permasalahan yang dihadapi oleh PT Panca Lestari Primamulya dalam mendistribusikan produknya adalah banyaknya jumlah toko yang dikunjungi (51 toko), jarak antara toko dan distributor yang berjauhan, kapasitas kendaraan sebesar 620 karton dan adanya keterbatasan waktu kerja yaitu 8 jam kerja. Dengan kata lain, PT Panca Lestari Primamulya memiliki permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP). Metode penyelesaian VRP yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma nearest neighbor dan 1-insertion. Nearest Neighbor menghasilkan solusi awal pembentukan rute, sedangkan 1-insertion memperbaiki solusi yang dihasilkan oleh metode nearest neighbor.*

**Kata Kunci:** *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbor, 1-insertion.*

### ABSTRACT

*PT Panca Lestari Primamulya is one of Mayora's product distributor in Bandung city. PT Panca Lestari Primamulya uses its experience in delivering the product to the stores because they do not have a vehicle prior planning. Problems faced by PT Panca Lestari Primamulya in distributing their products is the large number of stores visited (51 stores), the distance between the store and the distributor apart, the vehicle capacity of 620 cartons and the limited working time is 8 hours. Or in other words, PT Panca Lestari Primamulya have Vehicle Routing Problem (VRP). VRP settlement method used in this study is the nearest neighbor algorithm and 1-insertion. Nearest Neighbor result in the formation of the initial solution, while the 1-insertion repair solution generated by the nearest neighbor method.*

**Keyword:** *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbor, 1-insertion*

## 1. PENDAHULUAN

---

\* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

## 1.1 Pengantar

PT Panca Lestari Primamulya berlokasi di kota Bandung dan bergerak dalam bidang distribusi *consumer goods*. PT Panca Lestari Primamulya telah bekerja sama dengan Mayora dalam mendistribusikan produk Mayora sejak tahun 2009. Produk Mayora yang akan didistribusikan ke konsumen dikemas dalam karton yang dimasukkan ke dalam mobil. Proses pendistribusian dilakukan dari hari Senin–Sabtu dimulai dari pukul 09.00–17.00 WIB, dimana setiap toko hanya dikunjungi sekali setiap minggunya. Supir dan kenek PT Panca Lestari Primamulya menggunakan pengalamannya dalam mengirimkan produk ke toko-toko karena tidak memiliki perencanaan kendaraan sebelumnya.

Permasalahan pendistribusian PT Panca Lestari Primamulya dapat digolongkan ke *Vehicle Routing Problem* (VRP), dimana formulasi VRP ditujukan untuk membentuk rute distribusi yang dapat meminimasi total biaya yang dikeluarkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nearest Neighbor* yaitu pencarian pelanggan terdekat dan metode *1-insertion* yaitu perbaikan solusi awal dengan melakukan penyisipan salah satu konsumen di dalam rute yang sama. Penelitian serupa sebelumnya telah dilakukan oleh Mukhsinin (2012) dengan judul "Penentuan Distribusi CV. IFFA Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* dan *Local Search*."

## 1.2 Identifikasi Masalah

PT Panca Lestari Primamulya memiliki satu buah gudang di Jl. Soekarno Hatta Bandung (*single depot*) dengan area distribusi mencakup sebagian besar wilayah kota Bandung. Apabila masih terdapat sisa horison perencanaan, sedangkan muatan yang dibawa oleh kendaraan telah habis, maka kendaraan kembali ke depot dan tidak melakukan pengiriman lagi (*single trip*). Jumlah kunjungan yang dilakukan di setiap titik hanya 1 kali dengan jumlah konsumen adalah 51 konsumen yang harus dikunjungi. Produk Mayora yang akan didistribusikan ke konsumen dikemas ke dalam karton dan proses *loading* produk Mayora dilakukan sehari sebelumnya sehingga dalam penelitian ini tidak memperhitungkan waktu *loading*. Selain itu, PT Panca Lestari Primamulya memiliki batasan waktu pengiriman produk yaitu 8 jam kerja. Penelitian ini menggunakan metode *nearest neighbor* dan *1-insertion*. Tujuan dari penelitian yang dilakukan di PT Panca Lestari Primamulya adalah menentukan rute kendaraan dalam mendistribusikan produk Mayora berdasarkan nilai jarak terpendek dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *1-insertion*.

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1 Vehicle Routing Problem (VRP)

*Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan salah satu permasalahan dalam transportasi, dimana formulasi VRP bertujuan untuk merancang  $m$  set rute kendaraan dengan biaya rendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap konsumen hanya dilayani sekali oleh sebuah kendaraan, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan. Transportasi ini memberikan kontribusi biaya  $1/3$  sampai  $2/3$  dari total biaya distribusi (Toth & Vigo, 2002).

Karakteristik dalam VRP sebagai berikut:

1. Kendaraan berangkat dari depot dan berakhir di depot
2. Permintaan tidak melebihi kapasitas kendaraan
3. Adanya *demand* dalam berbagai tipe dan harus diantarkan ke tempat konsumen.
4. Terdapat periode waktu (*time window*) dimana konsumen dapat dilayani.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk mengantarkan barang ke lokasi konsumen (*loading-time*). Hal tersebut dapat berhubungan dengan jenis kendaraan.
6. Sekelompok kendaraan tersedia digunakan untuk melayani konsumen.

Menurut Toth & Vigo (2002) terdapat empat tujuan umum penyelesaian VRP, yaitu:

1. Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
2. Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen.
3. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
4. Meminimalkan penalti akibat *service* yang kurang memuaskan dari konsumen.

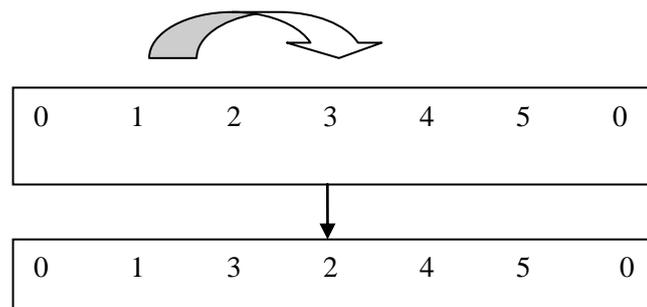
## 2.2 Metode *Nearest Neighbor*

Pada setiap iterasinya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru dimulai dengan cara yang sama jika tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas atau *time windows* (Braysy & Gendreau, 2005).

Metode ini dimulai dengan menentukan banyaknya kendaraan yang tersedia di depot. Lokasi yang terdekat dengan depot akan dikunjungi pertama kali, kemudian lokasi yang dikunjungi selanjutnya adalah lokasi yang memiliki jarak terdekat dengan lokasi pelanggan sebelumnya, demikian seterusnya hingga kapasitas kendaraan terpenuhi. Jika kapasitas kendaraan telah terpenuhi maka kendaraan tersebut harus kembali ke depot. Selanjutnya kendaraan berikutnya dioperasikan dengan aturan yang sama seperti kendaraan pertama, sampai seluruh lokasi dikunjungi oleh kendaraan yang tersedia di depot.

## 2.3 Metode *1-insertion*

Prosedur *1-insertion* yang diterapkan adalah *1-insertion intra-route*. Pada *1-insertion intra-route* satu *customer* dipindahkan dari tempatnya di suatu rute dan di coba disisipkan ditempat dalam suatu rute untuk memperoleh rute yang lebih baik. Jika perpindahan ini dapat menghasilkan hasil yang lebih baik maka *customer* yang terpilih akan dipindahkan.



Gambar 1. *1-Insertion Intra-Route*

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Karakteristik VRP Pada Penelitian

Kendala-kendala yang dihadapi dalam penyelesaian permasalahan ini adalah:

1. Depot dan Jumlah Pelanggan: PT Panca Lestari Primamulya memiliki depot tunggal dan 51 pelanggan. Himpunan depot dan semua konsumen disebut lokasi atau *node*. Jarak antar lokasi  $i$  dan  $j$  dinyatakan dengan  $d_{[i,j]}$  dan diasumsikan simetris ( $d_{[i,j]} = d_{[j,i]}$ ). Setiap konsumen memiliki permintaan  $q$  dan jumlah permintaan diasumsikan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan  $Q$ , maka  $q \leq Q$ .
2. Horison Perencanaan: rentang waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan produk Mayora ke konsumen. Horison perencanaan pendistribusian produk adalah 8 jam kerja.
3. Waktu Pelayanan: total waktu yang dibutuhkan dalam melayani 1 konsumen. Total waktu ini diperoleh dari hasil penjumlahan waktu *unloading* dan waktu transaksi.

4. Waktu Penyelesaian Tur (*Tour Completion Time*): waktu yang dibutuhkan oleh satu kendaraan pengantar untuk mendistribusikan produk ke seluruh pelanggan dalam satu tur yang dapat terdiri lebih dari satu rute.
5. Rute (*Route*): rangkaian urutan kunjungan kendaraan diawali dari depot ke satu konsumen kemudian ke konsumen lain hingga berakhir di depot kembali.
6. Tur (*Tour*): himpunan dari satu rute atau beberapa rute dengan  $NR_{[t]}$  yang menunjukkan jumlah rute yang terdapat dalam suatu tur ( $t$ ).

### 3.2 Langkah-langkah Pembentukan Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Adapun langkah-langkah yang dibutuhkan dalam penyelesaian permasalahan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut:

- Langkah 1  
Inisialisasi yaitu memperkenalkan data-data yang dibutuhkan. Selanjutnya ke langkah 2.
- Langkah 2  
Mengurutkan jarak dari terkecil hingga terbesar untuk mempermudah proses pengolahan data. Selanjutnya ke langkah 3.
- Langkah 3  
Membuat tur pertama ( $t=1$ ) yang dimulai dari depot. Selanjutnya ke langkah 4.
- Langkah 4  
Memilih konsumen dengan jarak terpendek atau terdekat dari depot. Selanjutnya ke langkah 5.
- Langkah 5  
Menghitung jarak tempuh dan permintaan dalam mendistribusikan produk ke setiap konsumen. Selanjutnya ke langkah 6.
- Langkah 6  
Apabila sisa kapasitas kendaraan kurang dari sama dengan 620 karton, Lanjut ke langkah 7. Jika tidak, lanjut ke langkah 9.
- Langkah 7  
Menghitung waktu pelayanan dan waktu perjalanan yang dibutuhkan dalam mendistribusikan produk ke pelanggan. Selanjutnya ke langkah 8.
- Langkah 8  
Menghitung total waktu penyelesaian. Selanjutnya ke langkah 9.
- Langkah 9  
Apabila horizon perencanaan kurang dari sama dengan 8 jam, lanjut ke langkah 10. Jika tidak, lanjut ke langkah 12.
- Langkah 10  
Memilih konsumen dengan jarak terpendek dari konsumen sebelumnya atau konsumen yang terakhir dikunjungi. Kembali ke langkah 5.
- Langkah 11  
Membuat tur baru, apabila sebelumnya telah terbentuk tur yang sesuai dengan kondisi yang ada. Kembali ke langkah 4.
- Langkah 12  
Mendaftarkan rute pelanggan yang terbentuk. Selanjutnya ke langkah 13.
- Langkah 13  
Apabila semua pelanggan telah dikunjungi, selanjutnya ke langkah 14. Jika tidak, kembali ke langkah 11.
- Langkah 14  
Hasil pembentukan tur menggunakan metode *nearest neighbor*. Selanjutnya ke langkah 15.
- Langkah 15

Perbaikan tur menggunakan metode *1-insertion*. Perbaikan ini dilakukan dengan menyisipkan salah satu pelanggan di dalam rute yang sama. Selanjutnya ke langkah 16.

- Langkah 16  
Terbentuk tur baru. Selesai.

### **3.3 Langkah-langkah Perbaikan Tur Menggunakan Metode *1-insertion***

Adapun langkah-langkah yang dibutuhkan dalam penyelesaian permasalahan dengan menggunakan metode *1-insertion* adalah sebagai berikut:

- Langkah 1  
Inisialisasi yaitu *output* pembentukan rute (tur) hasil dari metode heuristik (*nearest neighbor*). Selanjutnya ke langkah 2.
- Langkah 2  
Memplot hasil pengolahan data menggunakan metode *nearest neighbor* ke dalam *google earth*. Selanjutnya ke langkah 3.
- Langkah 3  
Memperoleh jalur rute *nearest neighbor*. Selanjutnya ke langkah 4.
- Langkah 4  
Perhatikan aturan umum yang digunakan dalam proses pemindahan dan penyisipan. Selanjutnya ke langkah 5.
- Langkah 5  
Apabila dilihat dari depot/konsumen, posisi konsumen yang akan disisipkan terlihat berada pada posisi yang sama/hampir sama. Selanjutnya ke langkah 7. Apabila tidak, selanjutnya ke langkah 6.
- Langkah 6  
Perhatikan rute yang terbentuk, apakah terdapat konsumen yang membentuk persilangan. Selanjutnya ke langkah 7. Apabila tidak, selesai.
- Langkah 7  
Menghitung total jarak yang terbentuk. Selanjutnya ke langkah 8.
- Langkah 8  
Apabila total jarak baru lebih kecil dibandingkan total jarak sebelumnya maka selanjutnya ke langkah 9. Apabila tidak, selanjutnya selesai.
- Langkah 9  
Mendaftarkan rute pelanggan terbaru.

## **4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

### **4.1 Pengumpulan Data**

Data-data yang dibutuhkan untuk pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan distribusi produk Mayora di PT Panca Lestari Primamulya adalah sebagai berikut:

#### **1. Data Permintaan**

Permintaan dari tiap toko untuk produk Mayora berupa kopi torabika dan energen yang dikemas dalam bentuk karton. Berikut ini merupakan data permintaan produk Mayora yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* dan Perbaikan Tur Menggunakan *1-insertion*

**Tabel 2. Data Rata-rata Permintaan Per Minggu (Karton)**

No	Konsumen	Permintaan (karton)	No	Konsumen	Permintaan (karton)
1	SANI	10	27	Asep	28
2	Atang H	10	28	AEP	53
3	ISM/KO Wawan	122	29	Sari	5
4	Madina 2 (Plastik TK)	10	30	Atik H	12
5	Riko Plastik TK	10	31	Sitanggung	37
6	Dinamika TK	5	32	Anugrah	35
7	Intan Putri	38	33	PD. Surya	5
8	Mamah Iqbal	10	34	IBU H. Akeu	94
9	Salman TK	14	35	Ade/ACA	19
10	Iman TK	10	36	Dini TK	18
11	Glen	35	37	Swan Swalayan	10
12	Dedi Beras	5	38	Subur	19
13	Pepen Koswara	7	39	Kanta	40
14	Sinta / Bp. Ade	14	40	Kuswan	5
15	Indra II / Dede	43	41	Jajang Bp	27
16	PD. Senang	139	42	Devi/Tahu	5
17	Ade	10	43	Bu Puput	14
18	Patriot	5	44	UHI TK	40
19	Salimin	5	45	Arya Jaya	19
20	TK. SS	10	46	BP. Roni	5
21	Didin	46	47	Tamlaka	94
22	Ikhsan	119	48	WR. Erna	5
23	Joko	26	49	BP. Subandi	14
24	Talaga Minang	26	50	H. Didi	15
25	Yoyo	8	51	Sulaeman	10
26	TK. EG	10			

## 2. Data Jarak Tiap Toko

Setelah data permintaan telah dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data jarak dari distributor ke toko dan antar toko. Data jarak ini diperoleh berdasarkan bantuan *google earth*.

## 3. Kapasitas Kendaraan

Dalam mendistribusikan produknya PT Panca Lestari Primamulya menggunakan kendaraan/truk dengan kapasitas kendaraan sebesar 620 karton. Kendaraan pengangkut/truk ini mendistribusikan produk Mayora yang telah dikemas dalam bentuk karton keseluruhan toko.

## 4. Kecepatan Kendaraan

Dalam mendistribusikan produknya PT Panca Lestari Primamulya menggunakan kendaraan/truk dengan kecepatan rata-rata dari kendaraan tersebut yang digunakan adalah sebesar 30 Km/Jam.

## 5. Waktu Pelayanan

Dalam mendistribusikan produknya, PT Panca Lestari Primamulya perlu memperhatikan waktu pelayanan yang dibutuhkan untuk setiap toko. Waktu pelayanan ini bergantung pada banyaknya permintaan akan produk Mayora. Berikut ini merupakan data waktu pelayanan untuk setiap toko yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Waktu Pelayanan Tiap Toko**

No	Konsumen	Waktu Transaksi (Menit)	Waktu Unloading (Menit)	Waktu Pelayanan (Jam)	No	Konsumen	Waktu Transaksi (Menit)	Waktu Unloading (Menit)	Waktu Pelayanan (Jam)
1	SANI	2	46	0,250	27	Asep	2	0	0,500
2	Atang H	2	106	0,250	28	AEP	2	0	0,833
3	ISM/KO Wawan	2	24	2,000	29	Sari	2	0	0,133
4	Madina 2 (Plastik TK)	2	24	0,250	30	Atik H	2	0	0,267
5	Riko Plastik TK	2	5	0,250	31	Sitanggang	2	0	0,667
6	Dinamika TK	2	11	0,133	32	Anugrah	2	0	0,633
7	Intan Putri	2	26	0,750	33	PD. Surya	2	0	0,133
8	Mamah Iqbal	2	46	0,250	34	IBU H. Akeu	2	0	1,333
9	Salman TK	2	4	0,333	35	Ade/ACA	2	0	0,467
10	Iman TK	2	12	0,250	36	Dini TK	2	0	0,417
11	Glen	2	36	0,583	37	Swan Swalayan	2	0	0,250
12	Dedi Beras	2	34	0,133	38	Subur	2	0	0,467
13	Pepen Koswara	2	4	0,150	39	Kanta	2	0	0,800
14	Sinta / Bp. Ade	2	76	0,283	40	Kuswan	2	0	0,133
15	Indra II / Dede	2	24	0,833	41	Jajang Bp	2	0	0,583
16	PD. Senang	2	21	1,667	42	Devi/Tahu	2	0	0,133
17	Ade	2	11	0,167	43	Bu Puput	2	0	0,333
18	Patriot	2	24	0,133	44	UHI TK	2	0	0,800
19	Salimin	2	44	0,133	45	Arya Jaya	2	0	0,467
20	TK. SS	2	4	0,167	46	BP. Roni	2	0	0,133
21	Didin	2	31	0,833	47	Tamlaka	2	0	1,333
22	Ikhsan	2	4	1,833	48	WR. Erna	2	0	0,133
23	Joko	2	16	0,467	49	BP. Subandi	2	0	0,333
24	Talaga Minang	2	44	0,467	50	H. Didi	2	0	0,383
25	Yoyo	2	24	0,150	51	Sulaeman	2	0	0,250
26	TK. EG	2	4	0,250					

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Pembentukan Rute Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* merupakan metode pembentukan rute yang dimulai dengan toko yang memiliki nilai jarak paling kecil dari semua toko yang dilalui, dilanjutkan dengan toko yang belum dikunjungi yang memiliki nilai minimum setelahnya. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan menggunakan metode *nearest neighbor* dalam Tabel 4.

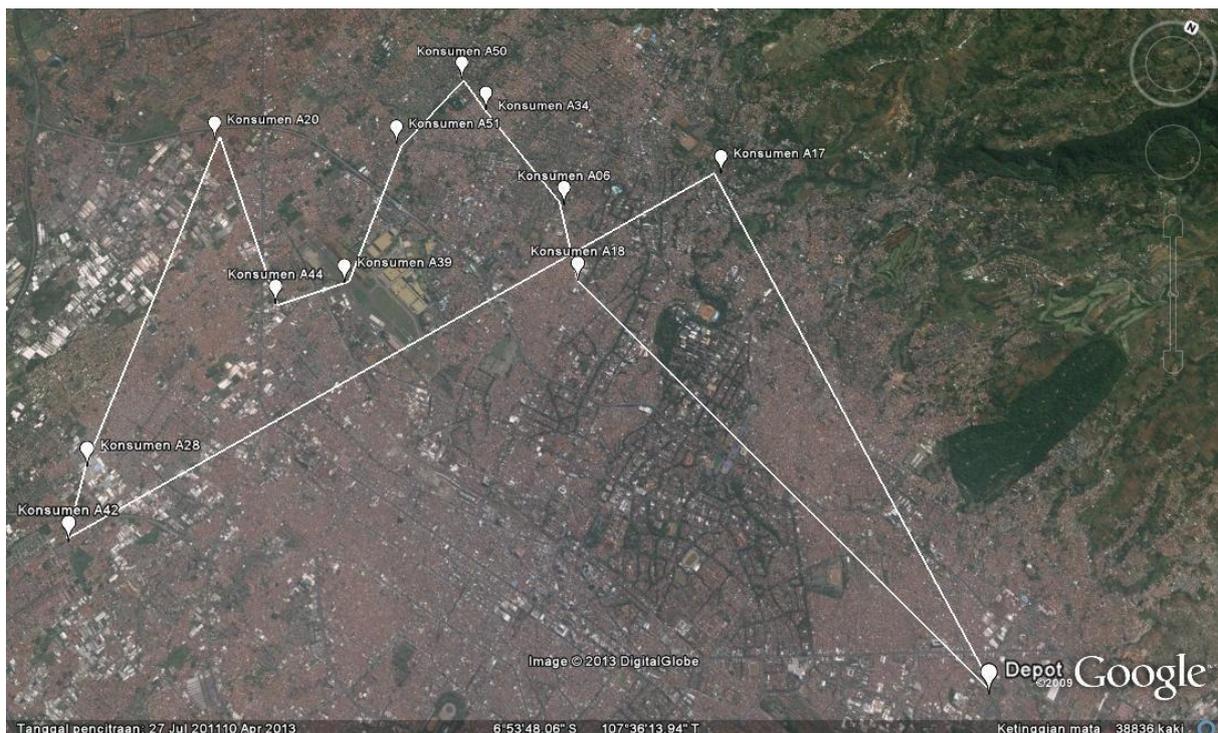
**Tabel 4. Rekapitulasi *Nearest Neighbor***

REKAPITULASI NEAREST NEIGHBOUR									
Tur	Alternatif	Rute	Kapasitas	Permintaan (Karton)	Rasio Kapasitas	Jarak (Km / Jam)	Waktu Pelayanan (Jam)	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	1	A00-A36-A02-A04-A05-A22-A21-A24-A23-A40-A32--A09-A38-A11-A19-A10-A00	620	388	0,626	20,739	7,300	0,6913	7,991
	2	A00-A36-A05-A04-A02-A22-A21-A24-A23-A40-A32-A09-A38-A11-A19-A10-A00	620	388	0,626	20,739	7,300	0,6913	7,991
	3	A00-A36-A23-A24-A21-A22-A02-A04-A05-A40-A32-A09-A38-A11-A19-A10-A00	620	388	0,626	20,739	7,300	0,6913	7,991
2	1	A00-A14-A29-A30-A31-A41-A33-A13-A26-A27-A35-A43-A46-A47-A48-A07-A08-A00	620	330	0,532	26,774	6,367	0,892	7,259
	2	A00-A41-A29-A30-A31-A14-A33-A13-A26-A27-A35-A43-A46-A47-A48-A07-A08-A00	620	330	0,532	26,774	6,367	0,892	7,259
3	1	A00-A01-A49-A12-A03-A16-A45-A37-A25-A15-A00	620	370	0,597	37,14	6,083	1,238	7,321
4	1	A00-A18-A06-A34-A50-A51-A39-A44-A20-A28-A42-A17-A00	620	287	0,463	60,481	5,133	2,02	7,153
Total				1375	2,218	145,134	24,883	4,841	29,724

#### 4.2.2 Perbaikan Tur Menggunakan Metode *1-insertion*

Dalam metode *1-insertion* perbaikan tur dilakukan dengan memindahkan konsumen dan menyisipkannya di konsumen lain dalam satu rute yang sama. Pada dasarnya metode *1-insertion* menentukan titik konsumen yang ditukar berdasarkan jalur rute *nearest neighbor* yang telah diplot ke *google earth*. Perlu diperhatikan, rute *nearest neighbor* yang diplot ke dalam *google earth* beberapa terbentuk berdasarkan daerah yang sama. Berdasarkan jalur yang diperoleh dari *google earth* diperhatikan apakah masih terdapat konsumen yang dapat dipindahkan dan disisipkan. Apabila ada maka lakukan perpindahan dan penyisipan, bila tidak, maka hasil pengolahan data *nearest neighbor feasible*.

Berikut ini merupakan salah satu contoh penyisipan pada Tur 4 yang dapat dilihat pada Gambar 2:



**Gambar 2. Plot Data Tur 4 dari *Google Earth***

Urutan kunjungan ini, dikelompokkan atas 6 daerah/wilayah karena beberapa konsumen terletak pada alamat/jalan yang sama.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa terdapat kemungkinan untuk melakukan perpindahan dan penyisipan konsumen A17 dan A18. Perpindahan dan penyisipan tersebut dilakukan karena konsumen A17 dan A18 secara visual terletak pada posisi yang sama dari konsumen depot. Selanjutnya ke langkah 5.

Perhitungan total jarak sebelum perpindahan dan penyisipan dan setelah perpindahan dan penyisipan untuk konsumen A17 dan A18 ditampilkan dalam Tabel 5 dan Tabel 6.

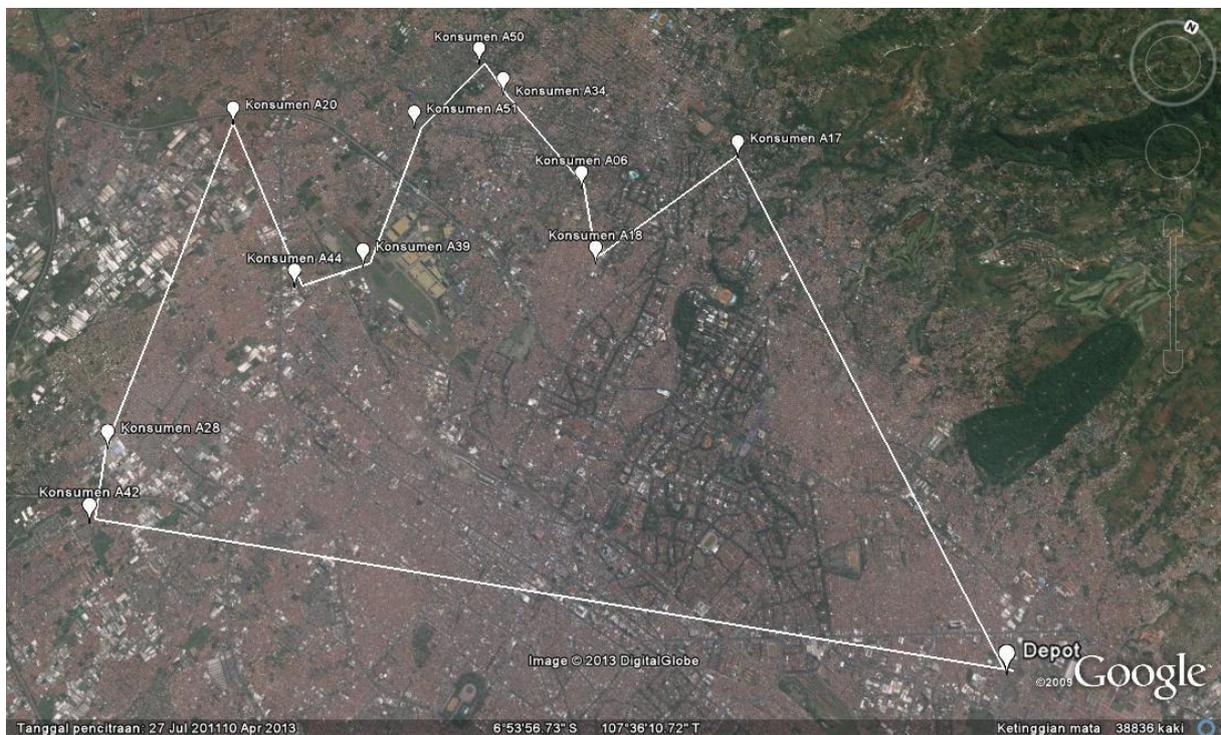
**Tabel 5. Tur 4 Sebelum Perpindahan dan Penyisipan Menggunakan Metode *Nearest Neighbor***

Rute Yang Terbentuk	Jumlah Permintaan (Karton)	Kapasitas Kendaraan (Karton)	Sisa Kapasitas Kendaraan (Karton)	Total Jarak (Km)	Waktu Pelayanan (Jam)	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu Penyelesaian (Jam)
A00-A18-A06-A34-A50-A51-A39-A44-A20-A28-A42-A17-A00	287	620	333	60,481	5,133	2,020	7,153

**Tabel 6. Tur 4 Setelah Perpindahan dan Penyisipan Menggunakan Metode *1-insertion***

Rute Yang Terbentuk	Jumlah Permintaan (Karton)	Kapasitas Kendaraan (Karton)	Sisa Kapasitas Kendaraan (Karton)	Total Jarak (Km)	Waktu Pelayanan (Jam)	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu Penyelesaian (Jam)
A00-A17-A18-A06-A34-A50-A51-A39-A44-A20-A28-A42-A00	287	620	333	59,881	5,133	1,996	7,129

Total jarak yang diperoleh dari hasil pertukaran 2 konsumen, hasilnya lebih kecil dibandingkan dengan sebelum pertukaran. Untuk Tur 4 hasil yang diperoleh dari metode *1-insertion* merupakan hasil yang *feasible*.



**Gambar 3. Plot Data Tur 4 dari *Google earth* Setelah Perbaikan**

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* dan Perbaikan Tur Menggunakan *1-insertion*

Berikut ini merupakan tabel rekapitulasi metode *1-insertion* yang dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Rekapitulasi Perbaikan Tur Menggunakan Metode *1-insertion***

REKAPITULASI 1-INSERTION									
Tur	Alternatif	Rute	Kapasitas	Permintaan (Karton)	Rasio Kapasitas	Jarak (Km / Jam)	Waktu Pelayanan (Jam)	Waktu Perjalanan (Jam)	Total Waktu (Jam)
1	1	A00-A36-A02-A04-A05-A22-A21-A24-A23-A40-A32--A09-A38-A11-A19-A10-A00	620	388	0,626	20,739	7,300	0,6913	7,991
	2	A00-A36-A05-A04-A02-A22-A21-A24-A23-A40-A32-A09-A38-A11-A19-A10-A00	620	388	0,626	20,739	7,300	0,6913	7,991
	3	A00-A36-A23-A24-A21-A22-A02-A04-A05-A40-A32-A09-A38-A11-A19-A10-A00	620	388	0,626	20,739	7,300	0,6913	7,991
2	1	A00-A14-A29-A30-A31-A41-A33-A13-A26-A27-A35-A43-A46-A47-A48-A07-A08-A00	620	330	0,532	26,774	6,367	0,892	7,259
	2	A00-A41-A29-A30-A31-A14-A33-A13-A26-A27-A35-A43-A46-A47-A48-A07-A08-A00	620	330	0,532	26,774	6,367	0,892	7,259
3	1	A00-A01-A49-A12-A03-A16-A45-A37-A25-A15-A00	620	370	0,597	37,14	6,083	1,238	7,321
4	1	A00-A17-A18-A06-A34-A50-A51-A39-A44-A20-A28-A42-A00	620	287	0,463	59,881	5,133	1,996	7,129
Total				1375	2,218	144,534	24,883	4,817	29,700

## 5. ANALISIS

### 5.1 Pembentukan Tur Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*

Pembentukan tur dan rute tersebut dipengaruhi oleh jarak antar konsumen yang berjauhan, waktu pelayanan yang bergantung pada jumlah permintaan tiap konsumen, dimana semakin besar jumlah permintaan maka semakin besar waktu pelayanan. Waktu pelayanan yang dimaksudkan disini adalah waktu *unloading*. Waktu *unloading* adalah waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan karton dari kendaraan, serta terdapat horison perencanaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu 8 jam kerja. Horison perencanaan membatasi proses distribusi yang dilakukan oleh perusahaan ke konsumen.

Tur 1 dan Tur 2 menghasilkan beberapa alternatif rute dikarenakan jarak dari depot ke konsumen atau dari konsumen yang satu ke konsumen lainnya memiliki jarak yang sama. Jarak yang sama tersebut dapat terjadi karena konsumen yang dikunjungi berada dalam 1 daerah yang sama.

### 5.2 Perbaikan Tur Menggunakan Metode *1-insertion*

Perbaikan dilakukan tidak dengan memindahkan dan menyisipkan konsumen antar tur melainkan dengan memindahkan dan menyisipkan konsumen di dalam tur dan rute tersebut. Perpindahan dan penyisipan dilakukan dengan memperhatikan gambar yang telah diplot ke dalam *google earth*, sehingga terbentuk jalur distribusi. Pada bab 4 dapat dilihat jalur distribusi tersebut. Tur 1, Tur 2 dan Tur 3 tidak dapat dilakukan perpindahan dan penyisipan antar konsumen. Hal ini dikarenakan tur yang terbentuk telah menghasilkan nilai jarak yang paling kecil. Sedangkan untuk Tur 4 dapat dilakukan pertukaran antara konsumen A17 dan A18. Hasil pertukaran tersebut menghasilkan nilai total jarak yang lebih kecil dari total jarak sebelumnya yaitu 144,534 km.

### 5.3 Pertimbangan Pengolokasian Berdasarkan Kapasitas Kendaraan, Jam Kerja dan Jumlah Kendaraan

Faktor kapasitas kendaraan berpengaruh secara langsung terhadap terbentuknya tur. Hal ini dikarenakan, semakin besar kapasitas kendaraan maka akan semakin sedikit tur yang terbentuk, sehingga semakin banyak konsumen yang dapat dikunjungi oleh kendaraan.

Jam kerja berpengaruh secara langsung terhadap pembentukan tur. Hal ini dikarenakan perusahaan menetapkan jam kerja untuk proses pengiriman produk Mayora adalah 8 jam kerja, sedangkan banyak konsumen yang harus dikunjungi dan jarak antar konsumen yang berjauhan, sehingga dapat membatasi jumlah konsumen yang dapat dikunjungi dan menambah jumlah tur yang dapat terbentuk.

Rasio kapasitas kendaraan menunjukkan berapa persen ruang yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan konsumen di dalam kendaraan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa rasio kapasitas kendaraan berdasarkan jumlah permintaan setiap tur lebih dari 50%. Hal ini menunjukkan bahwa setengah dari ruang kapasitas kendaraan telah digunakan dan memenuhi kebutuhan konsumen akan produk Mayora. Selain itu, bila dinilai kapasitas kendaraan cukup besar dibandingkan jumlah permintaan setiap tur, diusulkan untuk melakukan penggantian kendaraan dengan jenis kendaraan yang lebih kecil dan sesuai dengan jumlah permintaan konsumen.

Perusahaan memiliki 1 buah kendaraan untuk proses pendistribusian produk Mayora. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh 4 tur untuk setiap kunjungan ke konsumen yang berbeda-beda. Pengiriman produk yang biasanya dilakukan selama 1 minggu (selama hari kerja), dapat dipersingkat menjadi 4 hari kerja. Penghematan proses pendistribusian produk ini berdampak kepada penghematan bahan bakar kendaraan/ongkos bahan bakar.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam memecahkan masalah penentuan rute distribusi di PT Panca Lestari Primamulya dapat menggunakan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan metode *nearest neighbor* sebagai solusi awal dan perbaikan solusi awal menggunakan metode *1-insertion*.
2. Metode *nearest neighbor* menghasilkan 4 Tur dengan total jarak tempuh 145,134 km dan total waktu penyelesaian 29,724 jam. Kondisi yang ada di dalam perusahaan adalah *single depot, single trip* dan memiliki horison perencanaan.
3. Metode *1-insertion* merupakan metode perbaikan solusi awal. Perbaikan dilakukan terhadap hasil sebelumnya yang telah diperoleh dari metode *nearest neighbor*. Metode ini mampu menghasilkan hasil yang lebih baik dengan total jarak tempuh yang diperoleh adalah 144,534 km dan total waktu penyelesaian 29,700 jam.
4. Horison perencanaan (jam kerja) berpengaruh secara langsung terhadap pembentukan rute, sehingga dapat membatasi jumlah konsumen yang dapat dikunjungi dan menambah jumlah tur dan rute yang dapat terbentuk.

### 6.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan bagi PT Panca Lestari Primamulya dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* dan Perbaikan Tur Menggunakan *1-insertion*

1. PT Panca Lestari Primamulya dapat menggunakan penelitian ini untuk rute distribusi produk Mayora.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan program untuk solusi awal, sehingga lebih memudahkan pekerjaan dan menghemat waktu.
3. Penggunaan metode metaheuristik, seperti *tabu search*, *genetic algorithm* dan *ant colony* dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal.

### REFERENSI

Toth, P. dan Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem with Backhauls*. In P. Toth, D. Vigo (Eds.). *The Vehicle Routing Problem*, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, Philadelphia, 195-224.

Bräysy O, Gendreau M. 2005. *Vehicle routing problem with time windows*. Part I: *route construction and local search algorithms*. *Transportation Science* 39 (1): 104–118.

Mukhsinin, A., (2012). *Penentuan Rute Distribusi CV. IFFA Menggunakan Nearest Neighbor dan Local Search*. Tugas Akhir Teknik Industri Institut Teknologi Nasional, Bandung.