

Penentuan Rute Distribusi Tabung Gas Menggunakan Metode (1-0) *Insertion Intra Route* (Studi Kasus di PT X)*

ARDHI RAHMAN FAUZI, SUSY SUSANTY

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: ardhidhi@gmail.com

ABSTRAK

PT. X merupakan distributor tabung gas di Bandung Raya. Pada saat ini supir menentukan rute berdasarkan pengalamannya sehingga terdapat konsumen yang terlambat dilayani. Permasalahan distribusi yang dihadapi PT. X merupakan permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP). Permasalahan penentuan rute ini akan diselesaikan menggunakan Nearest Neighbour sebagai pembentukan rute awal kemudian perbaikan rute dilakukan dengan metode (1-0) Insertion Intra Route. Perhitungan dengan menggunakan (1-0) Insertion Intra Route menghasilkan rute yang lebih pendek dibandingkan Nearest Neighbour. Tujuan dilakukan penentuan rute yaitu untuk meminimasi jarak dan waktu penyelesaian pada setiap kegiatan pendistribusian.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Insertion Intra-Route*

ABSTRACT

PT. X is a distributor of gas tube in Bandung Raya. At this time the driver determines the route based on his experience so that customer late serviced. Distribution problem faced by PT. X is an issue of Vehicle Routing Problem (VRP). The problem of determine this route will be resolved using Nearest Neighbour as the formation of the initial route and would be improved by (1-0) Insertion Intra Route. Calculations using (1-0) Insertion Intra Route generate a shorter route than the Nearest Neighbour. The purpose of determine this route is to minimize the distance and completion time of each distribution activity.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Insertion Intra-Route*

* 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. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

PT X adalah salah satu agen tabung gas yang cukup besar di kota Bandung khususnya untuk pengiriman wilayah Bandung Raya. Pengiriman tabung gas yang dilakukan PT X salah satunya melakukan pengiriman di wilayah Bandung Utara, Setiap pengiriman tabung gas sebelumnya dilakukan pemesanan terlebih dahulu oleh konsumen untuk selanjutnya di kirim. Besarnya permintaan konsumen terhadap tabung gas mengharuskan setiap pengiriman yang dilakukan tepat waktu agar tidak terjadinya keterlambatan di setiap pengiriman yang dilakukan.

Lokasi konsumen yang banyak serta jarak yang berjauhan antara konsumen satu dengan yang lainnya menyebabkan perlu adanya penentuan rute untuk kegiatan pengiriman tabung gas agar waktu yang diperlukan untuk setiap pengiriman menjadi lebih efisien serta dapat meminimasi penggunaan kendaraan untuk setiap pengirimannya. Selama ini perusahaan untuk menentukan rute pengiriman berdasarkan pengalamannya serta tidak adanya penentuan konsumen yang dilayani terlebih dahulu sehingga konsumen tidak terlayani semua. Konsumen yang tidak terlayani dikarenakan pengiriman yang dilakukan mengalami keterlambatan karena jarak yang didapat menjadi lebih jauh sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan distribusi yang dihadapi PT X merupakan permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP). pengiriman yang dilakukan berdasarkan pengalaman mengakibatkan tidak semua konsumen dapat terlayani karena keterlambatan dalam pengiriman tabung gas yang dilakukan. Pada saat ini PT X melakukan kegiatan pengiriman tabung gas ke konsumen menggunakan kendaraan kijang dengan kapasitas 45 tabung gas. Setiap kegiatan pengiriman yang dilakukan terdapat proses *loading, unloading* dan waktu administrasi untuk setiap konsumennya. Kendaraan yang digunakan selama ini untuk melakukan pendistribusian PT X mempunyai 4 mobil kijang dengan jam operasional yaitu 8 jam dan kapasitas angkut 45 tabung gas setiap kendaraannya. Proses pengiriman tabung gas isi dan pengangkutan tabung gas kosong dilakukan bersamaan untuk setiap pengirimannya kedalam kendaraan yang sama dan jumlah tabung yang di ambil dari konsumen sama dengan jumlah permintaan (*Simultaneous Pick-up and Delivery* VRP). Setiap kegiatan pendistribusian PT X melayani beberapa rute pendistribusian untuk memenuhi kebutuhan konsumen karena keterbatasan jumlah kendaraan (*Multiple Trips* VRP) dan tingginya permintaan konsumen sedangkan kapasitas kendaraan terbatas sehingga konsumen dilayani lebih dari satu kendaraan yang sama ataupun berbeda agar permintaan konsumen dapat terpenuhi (*Split Delivery* VRP). Penelitian ini untuk penghematan waktu dan menentukan rute pendistribusian tabung gas dengan karakteristik VRP yang dihadapi dan dicari solusinya dengan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route*.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Distribusi dan Transportasi

Distribusi adalah suatu kegiatan menghantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan dan sampai ke tangan konsumen (Pujawan, 2005). Transportasi merupakan salah satu komponen penting dalam logistik karena transportasi merupakan proses pemindahan barang dari satu titik ke titik lainnya dalam suatu rantai distribusi (Chopra dan Meindl, 2007). Pada dasarnya fungsi distribusi

yaitu melakukan segmentasi, menentukan mode transportasi yang digunakan, melakukan penjadwalan dan penentuan rute, pelayanan nilai tambah, penyimpanan persediaan, dan menangani pengambilan. Dua macam yang berpengaruh besar dalam transportasi yaitu *shipper* dan *carrier*.

2.2 Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah suatu bentuk permasalahan rute yang melibatkan kendaraan untuk mendistribusikan barang ke pelanggan dengan, tujuannya untuk meminimasi total jarak, minimasi penggunaan kendaraan dan waktu pendistribusian secara keseluruhan menurut (Singer, 2008).

Klasifikasi VRP bergantung pada tujuan dan pembatas yang digunakan, pembatas yang digunakan adalah waktu dan jarak sedangkan tujuan dari VRP sendiri yaitu meminimasi biaya, waktu dan jarak.

1. Periodic Vehicle Routing Problem

Permasalahan pengiriman barang ke konsumen dapat dilakukan dalam beberapa waktu dengan batasan tidak melawati jam kerja.

2. VRP with Time Window

Setiap pelanggan memiliki batasan jam buka toko untuk setiap pelayanannya sehingga pelayanan dilakukan selama selang waktu dari setiap konsumen.

3. VRP Split Delivery

Konsumen dilayani lebih dari satu kendaraan yang sama ataupun berbeda, hal ini terjadi dikarenakan permintaan konsumen lebih besar dibandingkan kapasitas angkut kendaraan.

4. VRP With Multiple Trips

Kendaraan dapat melayani beberapa rute untuk melayani permintaan konsumen selama tidak melewati jam kerja.

5. VRP Pick-up and Delivery

Setiap kegiatan pendistribusian terdapat proses pengiriman yang dilakukan terlebih dahulu untuk selanjutnya pengambilan barang pada konsumen.

6. VRP Multiple Depots

Karakteristik seperti ini memiliki jumlah depot lebih dari satu.

7. VRP Simultaneous Pick-up and Delivery

Kegiatan pengiriman dan pengambilan barang dilakukan secara bersamaan yang terjadi di konsumen.

8. VRP Multiple Products

Karakteristik VRP seperti konsumen memesan lebih dari satu jenis produk.

9. Stochastic VRP

VRP jenis ini memiliki parameter yang bersifat acak atau tidak pasti baik dari jumlah permintaan, permintaan konsumen maupun waktu pelayanannya.

2.3 Nearest Neighbour

Algoritma *Nearest Neighbour* merupakan salah satu metode heuristik, solusi yang di hadapi dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* sebatas pendekatan untuk mencari rute yang terbaik. Penggunaan algoritma *Nearest Neighbour* membuat efektif dalam penerapannya yaitu dengan mencari konsumen yang dilayani berdasarkan jarak terdekat dari titik terakhir kendaraan untuk selanjutnya di distribusikan (Pujawan, 2005). Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penerapan algoritma *Nearest Neighbour*.

Langkah 1

Menentukan titik awal pengiriman (depot)

Langkah 2

Menentukan konsumen yang dilayani berdasarkan jarak terdekat dari titik terakhir (titik awal / depot). Kemudian hubungkan titik tersebut.

Langkah 3

Titik konsumen terakhir yang dikunjungi menjadi titik awal untuk selanjutnya mencari konsumen lainnya yang dikunjungi berdasarkan jarak terdekat.

Langkah 4

Lakukan proses 3 hingga semua konsumen terlayani

Langkah 5

Kendaraan kembali ke titik awal / depot jika semua konsumen sudah terlayani semua.

2.4 Local Search

Algoritma *Local Search* merupakan metode yang menggunakan beberapa kombinasi dari teknik optimasi (Toth and Vigo, 2002). *Local Search* akan bekerja dengan baik jika perancangan dilakukan oleh beberapa jenis operator. (1-0) *Insertion Intra-Route* merupakan proses memindahkan satu konsumen dengan konsumen lainnya secara berurutan yang dilakukan pada rute yang sama dengan tujuan untuk meminimasi waktu yang diperlukan untuk melakukan pendistribusian.

2.5 Personal Home Page (PHP)

Personal Home Page (PHP) adalah sebuah *file text* yang terpasang dalam HTML, sintak penulisannya mirip dengan bahasa C, Java dan Perl yang didukung oleh beberapa fungsi yang spesifik (Nurcahyono, 2007). PHP merupakan bahasa pemrograman yang didesain untuk pengembangan serta pembuatan web yang biasanya disisipkan kedalam dokumen HTML. Kelebihan PHP diantaranya dalam pembuatan aplikasi berbasis web lebih dinamis dan konektivitas dengan sistem database di dalam web lebih efektif.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah-langkah dalam penentuan rute dengan *Nearest Neighbour*

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menentukan rute distribusi dengan *Nearest Neighbour*.

Langkah 1

Input data Kapasitas angkut kendaraan (Q), kecepatan kendaraan (v), data jarak (d_{ij}), jam kerja (PH), data *Loading Time* di depot (LT_1). lanjut ke langkah 2

Langkah 2

Inisiasi lokasi awal = depot. Lanjut ke langkah 3

Langkah 3

Memindahkan tabung gas ke kendaraan untuk didistribusikan, menghitung waktu *loading* (LT_1) = 25 menit untuk (Q) = 45 tabung di depot. Lanjut ke langkah 4

Langkah 4

Mencari konsumen terdekat dari titik terakhir berdasarkan matriks jarak. Lanjut ke langkah 5

Langkah 5

Menghitung waktu tempuh perjalanan (WT) dari satu titik ke titik lainnya. Lanjut ke langkah

6

Langkah 6

Menentukan jumlah sisa kapasitas kendaraan.

- Jika $Q \geq D_i$ maka permintaan konsumen terpenuhi, menghitung waktu *unloading* (UL_2) tabung gas sesuai permintaan konsumen (D_i)
- Jika $Q < D_i$ maka permintaan konsumen tidak semua terpenuhi maka *unloading* sesuai sisa Q . Lanjut ke langkah 7.

Langkah 7

Menghitung waktu administrasi (W_{adm}) = 4 menit. Lanjut ke langkah 8

Langkah 8

Menghitung waktu *Loading* tabung gas kosong di konsumen (LT_2).

Lanjut ke langkah 9

Langkah 9

Menentukan jumlah kapasitas dan kebutuhan konsumen yang terpenuhi

- Apabila kapasitas $Q = 0$ dan jika D tidak terpenuhi maka lanjut ke langkah 13
- Apabila $Q > 0$ dan permintaan konsumen (D) terpenuhi maka lanjut ke langkah 10

Langkah 10

Titik konsumen terakhir menjadi titik awal untuk menentukan konsumen selanjutnya yang dilayani berdasarkan jarak terpendek. Lanjut ke langkah 11

Langkah 11

- Jika waktu penyelesaian (CT) \leq waktu penyelesaian (PH) maka lanjut ke langkah 12
- Jika waktu penyelesaian (CT) $>$ waktu penyelesaian (PH) maka pendistribusian ke konsumen berikutnya di batalkan. lanjut ke langkah 14

Langkah 12

- Jika semua konsumen sudah terlayani maka pendistribusian selesai.
- Jika konsumen belum terlayani semua dengan kapasitas (Q) > 0 maka kembali ke langkah 4
- Apabila konsumen belum terlayani semua dengan sisa kapasitas ≤ 0 maka lanjut ke langkah 13

Langkah 13

Kembali ke depot, menghitung waktu tempuh (WT), menghitung waktu *unloading* di depot (UT_1).

- Jika $CT \leq PH$ rute baru terbentuk
- Jika $CT > PH$ lanjut ke langkah 14

Langkah 14

Pendistribusian ke konsumen terakhir batal, Kembali ke depot, menghitung waktu tempuh (WT), menghitung waktu *unloading* di depot (UT_1). Tur selesai

3.2 Langkah-langkah dalam penentuan rute dengan (1-0) *Insertion Intra-Route*

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menentukan rute distribusi tabung gas dengan (1-0) *Insertion Intra-Route*.

Langkah 1

Rute hasil perhitungan *Nearest Neighbor* (r), matriks jarak, *Loading Time*, *Unloading Time*, kapasitas kendaraan (Q) dan permintaan konsumen (D_i). Lanjut ke langkah 2

Langkah 2

Inisialisasi Tur = 1 Lanjut ke langkah 3

Langkah 3

Dimulai pada rute $i = 1$ to jumlah rute yang akan dilakukan pertukaran sampai jumlah yang ditentukan. Lanjut ke langkah 4. Jika semua rute telah dicari lanjut ke langkah 6

Langkah 4

Perhitungan total jarak berdasarkan pertukaran antara konsumen dengan konsumen yang lainnya dalam satu rute (proses 1-0 *insertion intra route*) sampai menemukan jarak terpendek dengan hasil rute yang baru. Lanjut ke langkah 5

Langkah 5

- Total jarak sesudah penukaran pada rute baru \leq total jarak sebelum penukaran maka rute baru terbentuk. kembali ke langkah 3
- Total jarak sesudah penukaran pada rute baru $>$ total jarak sebelum penukaran maka melakukan pertukaran pada konsumen selanjutnya. kembali ke langkah 4

Langkah 6

Rute baru yang terbentuk sudah terlayani semua, apabila belum maka lanjut ke tur selanjutnya ($i = i + 1$) kembali ke langkah 3.

Jika sudah maka pencarian tur dan rute baru dengan total jarak yang lebih kecil terbentuk.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan data yang dibutuhkan dalam permasalahan pendistribusian tabung gas 12 Kg untuk wilayah Bandung Utara dengan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route* dengan pencarian solusi awal menggunakan *Nearest Neighbour*.

1. Data konsumen dan permintaan tabung gas untuk setiap konsumen didapat dari perusahaan.
2. Data jarak tempuh merupakan data jarak antara depot ke konsumen maupun jarak dari konsumen ke konsumen. Perhitungan data jarak di bantu menggunakan *Google Maps*.
3. Waktu tempuh adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh perjalanan dari satu titik ke titik lainnya.
4. Kapasitas angkut kendaraan untuk mobil kijang yaitu sebanyak 45 tabung gas dengan kecepatan kendaraan 14,3 km/jam dengan asumsi wilayah pendistribusian daerah perkotaan dan sudah memperhitungkan faktor kemacetan.
5. Waktu loading dan waktu unloading merupakan waktu yang diperlukan untuk memindahkan tabung gas ke kendaraan dan menurunkan tabung gas dari kendaraan. waktu *loading* di depot yaitu 25 menit untuk 45 tabung gas sedangkan waktu *loading* di konsumen 1,2 menit / tabung. Waktu *unloading* di depot 20 menit untuk 45 tabung gas sedangkan *unloading* di konsumen 1,8 menit / tabung. Waktu administrasi adalah waktu yang dibutuhkan konsumen untuk pembayaran yaitu 4 menit untuk setiap konsumen.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Penentuan Rute Awal Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Langkah 1

Input data jarak $d_{ij} = 0$, kecepatan kendaraan (v) 14,3 km/jam, horison perencanaan (PH)=480 menit, kapasitas kendaraan (Q) = 45 tabung, *loading time* di depot (LT_1)=25 menit. Lanjut ke langkah 2

Langkah 2

Inisialisasi Tur =1, Rute=1, lokasi awal = depot. Lanjut ke langkah 3

Langkah 3

Menghitung waktu *loading* (LT_1) = 25 menit untuk 45 tabung gas isi di depot. Lanjut ke langkah 4.

Tabel 1. Perhitungan Waktu *Loading* di Depot

Tur	Rute	No Konsumen		Jarak Tempuh (d_{ij})	Permintaan	Jumlah Tabung Gas Isi	Permintaan Tidak Terpenuhi	Waktu Layanan (menit)		Waktu Tempuh (menit)	waktu adm (menit)	Completion Time (menit)
		Dari	Ke					Loading	Unloading			
1	1	0	-	0	0	45	0	25	0	0.000	0	25.00

Langkah 4

Mencari konsumen terdekat dari lokasi awal (0) berdasarkan matriks jarak yaitu konsumen no 81 (suis butcher) dengan jarak 1,284 Km. Lanjut ke langkah 5.

Langkah 5

Menghitung waktu tempuh perjalanan (WT) dari depot (0) ke konsumen (81). Jarak dibagi kecepatan kendaraan. Lanjut ke langkah 6.

$$\begin{aligned}
 WT &= \frac{d_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit} \\
 &= \frac{1.284}{14.3} \times 60 \text{ Menit} = 5,387 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Langkah 6

Menentukan jumlah sisa kapasitas kendaraan

$$Q = Q - D$$

$$= 45 - 1$$

$$= 44 \text{ tabung}$$

Menghitung waktu *unloading* (UT_2) tabung gas sesuai Permintaan konsumen (D) di konsumen.

$$UT_2 = \text{waktu unloading di konsumen} \times \text{permintaan konsumen} (D)$$

$$= 1,8 \text{ menit} \times 1 \text{ tabung}$$

$$= 1,8 \text{ menit}$$

Lanjut ke langkah 7

Langkah 7

Menghitung waktu administrasi (W_{adm}) = 4 menit untuk setiap konsumen. Lanjut ke langkah 8

Langkah 8

Menghitung waktu *Loading* tabung gas kosong (LT_2) sesuai dengan permintaan konsumen (D). lanjut ke langkah 9

$$LT_2 = \text{permintaan konsumen} (D) \times \text{waktu loading di konsumen}$$

$$= 1 \text{ tabung} \times 1,2 \text{ menit}$$

= 1,2 menit

Langkah 9

Jumlah sisa tabung gas isi di kendaraan $Q = 44$ dan permintaan konsumen terpenuhi. lanjut ke langkah 10

Langkah 10

Titik konsumen terakhir (Konsumen 81) menjadi titik awal untuk menentukan konsumen selanjutnya yang dilayani berdasarkan jarak terpendek. Lanjut ke langkah 11

Langkah 11

Menghitung waktu penyelesaian (CT_i) untuk setiap konsumen.

$$CT_i = CT_{i-1} + WT + UT_2 + W_{adm} + LT_2 = 25 + 5,387 + 1,8 + 4 + 1,2 = 37,39 \text{ menit}$$

Tabel 2. Perhitungan Waktu Penyelesaian di Konsumen

Tur	Rute	No Konsumen		Jarak Tempuh (Km)	Permintaan	Jumlah Tabung Gas Isi	Permintaan Tidak Terpenuhi	Waktu Layanan (menit)		Waktu Tempuh (menit)	waktu adm (menit)	Completion Time (menit)
		Dari	Ke					Loading	Unloading			
1	1	0	-	0	0	45	0	25	0	0.000	0	25.00
		0	81	1.284	1	44	0	1.2	1.8	5.387	4	37.39

Lanjut ke langkah 12

Langkah 12

Konsumen belum terlayani semua dengan sisa $Q = 44$ maka kembali ke langkah 4.

Proses terus berlanjut sampai semua konsumen terlayani dan tur terbentuk dengan hasil keseluruhan untuk setiap tur yang terbentuk setelah dilakukan perhitungan menggunakan *Nearest Neighbour* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan menggunakan *Nearest Neighbour*

Tur	Rute	Waktu (menit)
1	0-81-11-85-47-79-80-95-59-66-67-27-97-60-63-18-65-19-23-93-49-31-24-87-4-89-52-34-17-98-0-30-84-25-0	479,00
2	0-73-50-43-22-64-61-45-92-55-91-42-99-46-32-37-35-54-72-1-94-78-0-78-9-33-0	451,57
3	0-36-38-56-8-86-15-0-71-74-14-68-15-20-48-0	475,60
4	0-13-40-53-57-51-2-44-16-3-28-69-5-90-82-76-77-21-26-88-29-12-83-0	394,81
5	0-70-62-41-58-39-6-7-10-96-75-0	264,58

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route*

Tur	Rute	Waktu (menit)
1	0-81-11-85-47-79-80-95-59-66-67-27-97-60-63-18-65-19-23-93-49-31-24-87-4-89-52-34-17-98-0-30-84-25-0	479.00
2	0-73-50-43-22-64-61-45-92-55-91-42-99-46-32-37-35-54-72-1-94-78-0-9-78-33-0	450.96
3	0-36-38-56-8-86-15-0-71-74-14-68-48-20-15-0	473.56
4	0-13-40-53-57-51-2-44-16-3-28-69-5-90-82-76-77-21-26-88-29-12-83-0	394.81
5	0-70-62-41-58-39-6-10-7-96-75-0	264.07

4.2.2 Perbaikan Rute Menggunakan Metode (1-0) *Insertion Intra-Route*

Solusi awal yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* diperbaiki dengan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route* dengan menggunakan program PHP. Rekapitulasi Perhitungan menggunakan (1-0) *Insertion Intra-Route* dapat dilihat di Tabel 4.

5. ANALISIS

5.1 Analisis Hasil Pembentukan Rute

Tur yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbor* yaitu sebanyak 5 tur untuk permasalahan VRPSPDMTSD. Seluruh tur berawal lokasi dari depot dan kembali lagi ke depot dengan total waktu yang yang didapat sebesar 2065,56 menit untuk mendistribusikan tabung gas elpiji dengan menggunakan 5 kendaraan karena tur yang terbentuk sebanyak 5 tur untuk memenuhi permintaan konsumen di wilayah Bandung Utara. Rekapitulasi total waktu penyelesaian untuk setiap tur dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Tur Menggunakan *Nearest Neighbor*

Tur	Rute	Rute	Total Jarak Tempuh (Km)	Waktu (menit)	Total Waktu (menit)
1	1	0-81-11-85-47-79-80-95-59-66-67-27-97-60-63-18-65-19-23-93-49-31-24-87-4-89-52-34-17-98-0	17.796	479,00	2065,56
	2	0-30-84-25-0	5.799		
2	1	0-73-50-43-22-64-61-45-92-55-91-42-99-46-32-37-35-54-72-1-94-78-0	18.795	451,57	
	2	0-78-9-33-0	7.319		
3	1	0-36-38-56-8-86-15-0	9.556	475,60	
	2	0-71-74-14-68-15-20-48-0	13.468		
4	1	0-13-40-53-57-51-2-44-16-3-28-69-5-90-82-76-77-21-26-88-29-12-83-0	30.223	394,81	
5	1	0-70-62-41-58-39-6-7-10-96-75-0	31.36	264,58	

Perbaikan rute yang dilakukan (1-0) *Insertion intra route* membuat perbaikan rute yang dihasilkan menjadi lebih singkat, karena setiap prosesnya mencari rute dengan jarak yang lebih pendek dibandingkan rute sebelumnya. Jarak yang lebih pendek mengakibatkan penghematan waktu pendistribusian sehingga waktu yang di butuhkan untuk pendistribusian menjadi lebih efisien.

Tabel 6. Rekapitulasi Tur menggunakan *Insertion intra Route*

Tur	Rute	Rute	Total Jarak Tempuh (Km)	Waktu (menit)	Total Waktu (menit)
1	1	0-81-11-85-47-79-80-95-59-66-67-27-97-60-63-18-65-19-23-93-49-31-24-87-4-89-52-34-17-98-0	17,796	479,00	2062,4
	2	0-30-84-25-0	5,799		
2	1	0-73-50-43-22-64-61-45-92-55-91-42-99-46-32-37-35-54-72-1-94-78-0	18,795	450,96	
	2	0-9-78-33-0	7,174		

Tabel 6. Rekapitulasi Tur menggunakan Insertion intra Route (lanjutan)

Tur	Rute	Rute	Total Jarak Tempuh (Km)	Waktu (menit)	Total Waktu (menit)
3	1	0-36-38-56-8-86-15-0	9,556	473,56	2062,4
	2	0-71-74-14-68-48-20-15-0	12,98		
4	1	0-13-40-53-57-51-2-44-16-3-28-69-5-90-82-76-77-21-26-88-29-12-83-0	30,223	394,81	
5	1	0-70-62-41-58-39-6-10-7-96-75-0	31,238	264,07	

Total waktu penyelesaian yang didapatkan berdasarkan perhitungan dengan metode (1-0) *Insertion intra route* yaitu sebesar 2062,4 menit untuk 5 tur. Rekapitulasi total waktu penyelesaian untuk setiap tur dengan menggunakan *insertion intra route* dapat dilihat pada Tabel 6.

Pertukaran yang dilakukan pada tur 2 rute 2 menghasilkan jarak yang didapat lebih pendek dibandingkan rute yang terbentuk dari hasil *Nearest Neighbour* yaitu sebesar 0,145 km, untuk tur 3 rute 2 jarak yang didapat 0,488 km sedangkan pada tur 5 rute 1 jarak yang didapat 0,122 km. Perubahan rute yang didapat dikarenakan program mendapatkan total jarak untuk setiap rute yang dilakukan pertukaran lebih pendek dibandingkan sebelumnya.

Setiap pendistribusian tidak ada yang melewati dari horison perencanaan yaitu sebesar 480 menit. Kujungan untuk konsumen 15 (RS. Boromeous) dan 78 (Yogya Dept Store) dilayani 2 kali karena permintaannya tidak terpenuhi sehingga kendaraan memerlukan kunjungan lebih dari satu kali untuk memenuhi permintaan konsumen, permasalahan tersebut termasuk kedalam *Split Delivery VRP*, untuk karakteristik *Simmulated Pick-Up and Delivery VRP* terjadi di setiap konsumen yaitu terdapat pengiriman dan pengambilan tabung gas kedalam kendaraan yang sama, Jumlah tabung yang di ambil dari konsumen sama dengan jumlah permintaan. Sedangkan untuk karakteristik *Multiple Trips VRP* terdapat pada Tur 1, Tur 2 dan Tur 3 masing masing terdapat 2 rute pengiriman untuk setiap tur nya.

Pertukaran yang dilakukan merubah jarak menjadi lebih pendek dibandingkan jarak sebelumnya sehingga waktu penyelesaian yang didapatkan menjadi lebih cepat 3,16 menit dibandingkan tur yang terbentuk menggunakan metode *Nearest Neighbour*. penghematan waktu yang didapat menghasilkan tidak adanya konsumen yang dilayani terlambat untuk setiap pendistribusiannya.

5.2 Analisis Jumlah Kendaraan

Berdasarkan jumlah kendaraan yang digunakan PT X pada saat ini menggunakan 4 kendaraan kijang untuk pendistribusian ke konsumen sedangkan permasalahan yang dihadapi berdasarkan jenis VRPSPDMTSD jumlah kendaraan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen yaitu sebanyak 5 kendaraan sehingga pihak perusahaan harus menambah 1 kendaraan agar semua permintaan konsumen dapat terpenuhi dalam 1 hari untuk daerah pendistribusian wilayah Bandung Utara.

6. KESIMPULAN

Total waktu penyelesaian untuk menyelesaikan pendistribusian di wilayah Bandung Utara dengan menggunakan metode (1-0) *Insertion intra route* mendapatkan jarak yang lebih pendek dengan penghematan waktu 3,16 menit dibandingkan solusi awal yang didapatkan

menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Perubahan yang dilakukan mengakibatkan waktu penyelesaiannya menjadi lebih cepat.

Jumlah kendaraan yang dimiliki PT X sebanyak 4 kendaraan, sedangkan hasil perhitungan yang didapat dari permasalahan VRPSPDMTSD mengharuskan menambah 1 unit apabila hasil penelitian ingin di implementasikan dengan hasil semua permintaan konsumen dilayani dalam 1 hari tetapi biaya operasional akan meningkat karena pengadaan 1 unit kendaraan. Solusi lainnya yaitu perlu ada penambahan jam kerja agar permintaan konsumen dapat terlayani semua dengan biaya operasional untuk setiap kegiatan pengiriman tidak terlalu besar dibandingkan pengadaan 1 unit kendaraan.

REFERENSI

Chopra dan Meindl. (2007). *Supply Chain Management , strategy , planning dan operations Third edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey.

Nurchayono, N. (2007). *PHP dengan Macromedia MX*, Srdana Media, Yogyakarta.

Pujawan, N. (2005). *Supply Chain Management*, Penerbit Guna Widya, Surabaya.

Singer, B. (2008). *The Multiple Trips Vehicle Routing Problem*, Vrije Universitas Amsterdam

Toth, P., dan Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem. Society for Industrial and Applied Mathematics*, 2002.