

Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* dan Metode *Sequential Insertion**

CHAIRUL ABADI, SUSY SUSANTY, HARI ADIANTO

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

E-mail :chairul_abadi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tiara Mukti merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan roti. Pengiriman produk roti ke pelanggan yang dilakukan oleh perusahaan dalam pemilihan jalur distribusi masih bersifat intuisi. Perbaikan vehicle routing problem ini menggunakan metode nearest neighbor dan metode sequential insertion. Varian VRP adalah single depot, single trip, dan multiple trips. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi jarak tempuh kendaraan. 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.

Kata kunci : *Nearest Neighbor dan Sequential Insertion, Single Trip, Multiple Trips.*

ABSTRACT

Tiara Mukti is a company engaged in the bread-making industry. Delivery of bakery products to customers by the company in the selection of distribution channels is still intuition. Repair vehicle routing problem using nearest neighbor method and sequential insertion method. VRP variants are single depot, single trip, and multiple trips. This research aims to minimize the vehicle's mileage. Sequential insertion method on single trip condition has mileage minimizing the amount of 48.81 km while the distance traversed by the company in the amount of 58.62 km. This is caused the formation of the sequential insertion method by inserting customers will be serviced on the route that has been established so that the probability to get the shortest distance is greater.

Keywords: *Nearest Neighbor and Sequential Insertion, Single Trip, Multiple Trips.*

*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

Perusahaan yang bergerak di bidang industri harus dapat mengefektifkan penggunaan jalur distribusi dalam menghemat pengeluaran biaya transportasi. Dengan menentukan rute distribusi secara optimal dapat membantu perusahaan dalam menangani biaya transportasi.

Saat ini pengiriman produk roti ke pelanggan yang dilakukan oleh perusahaan dalam pemilihan jalur distribusi masih bersifat intuisi, dimana pengiriman barang yang dilakukan oleh pengirim yang disediakan oleh perusahaan ditentukan oleh pengirim sendiri dengan cara memilih jarak yang dirasakan pendek agar meminimasi waktu perjalanan. Perbaikan dalam masalah *vehicle routing problem* ini dapat menggunakan metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion*.

1.2 Identifikasi Masalah

Penentuan rute merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan pengiriman barang kepada konsumen. Dalam menentukan rute distribusi perlu diketahui urutan pelanggan yang akan dikunjungi. Penentuan rute jalur distribusi yang optimal dapat meminimasi jarak, mempersingkat waktu perjalanan dalam pengiriman barang dan menghemat biaya transportasi.

Dalam penentuan rute kendaraan untuk distribusi produk roti yang diproduksi oleh tiara mukti, perusahaan masih memerlukan perbaikan dalam penentuan rute distribusi, dimana pemilihan jalur distribusi pengiriman produk roti masih bersifat intuisi. Perbaikan yang dilakukan dengan menggunakan metode *nearest neighbour* yaitu dengan cara mencapai tempat yang dituju dengan lintasan terpendek, hal ini dapat meminimalkan jarak tempuh dan waktu, serta menggunakan metode *sequential insertion* yaitu memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan diantara urutan pelanggan yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menentukan rute kendaraan dalam pengiriman produk roti ke pelanggan untuk meminimumkan jarak dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dan metode *sequential insertion*.

2. STUDI LITERATUR

2.1 VRP

Vehicle routing problem (VRP) adalah *problem* menentukan rute dari k kendaraan independent yang melayani setiap pelanggan $i \in N = 1, \dots, n$ di beberapa lokasi yang berbeda. Setiap kendaraan memiliki kapasitas angkut yang identik D , dan setiap pelanggan memiliki *demand* d_i . Tiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali dan total *demand* tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas angkut kendaraan. Dalam VRP setiap kendaraan berangkat dari satu depot pusat 0 , dan kembali ke depot itu. Pengantaran dilakukan dengan ongkos total minimum dengan $c_{ij} > 0$, menunjukkan biaya angkut dari i ke j , untuk $0 \leq i, j \leq n$. struktur biaya dianggap simetris, dimana $c_{ij} = c_{ji}$ dan $c_{ii} = 0$. Karena kapasitas kendaraan terbatas, maka kendaraan harus secara periodik kembali ke depot untuk *reloading*. Tidak diperbolehkan untuk membagi *delivery* ke *customer*. Artinya, satu *customer* tidak bisa dilayani oleh lebih dari satu kendaraan dalam satu periode permintaan. Sehingga akan ada k rute untuk memenuhi permintaan *customer* karena keterbatasan kapasitas kendaraan. Hal

tersebutlah yang menyebabkan VRP sering disebut sebagai permasalahan k -TSP. Masalah TSP maupun VRP termasuk dalam katagori *NP-Hard Problem*, yang berarti waktu komputasi yang digunakan akan semakin tinggi secara *non deterministic polynomial* seiring meningkatnya ukuran dari masalah. Dalam hal ini semakin banyak pelanggan yang dikunjungi, semakin tinggi ukuran permasalahannya. Tujuan yang ingin dicapai dalam penyelesaian *problem* VRP adalah meminimalkan total jarak tempuh dan meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan dengan tetap memenuhi persediaan di setiap lokasi.

2.2 Metode Nearest Neighbor

Metode *nearest neighbour* merupakan sebuah teknik dalam menyelesaikan permasalahan rute dengan cara menentukan titik terdekat dengan jarak terpendek. Metode ini merupakan metode yang sederhana dalam memecahkan masalah rute dan merupakan solusi awal.

Algoritma *nearest neighbor* mengikuti langkah-langkah berikut:

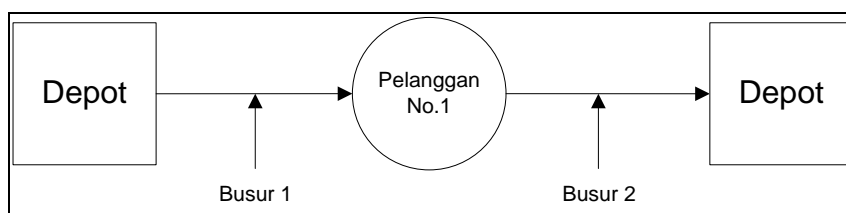
1. Langkah 1
Pilih satu titik awal sebagai titik awal (0) yang dipilih berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya, lanjut ke langkah 2.
2. Langkah 2
Tentukan titik terdekat (i) dari titik awal, lalu hubungkan dua titik tersebut, lanjut ke langkah 3.
3. Langkah 3
Set pelanggan terakhir ($i-1$) sebagai titik awal, lanjut ke langkah 2. Jika semua pelanggan telah berada pada lintasan, maka lanjut ke langkah 4.
4. Langkah 4
Hentikan proses teknik pemecahan masalah algoritma *nearest neighbor*.

2.3 Metode Sequential Insertion

Menurut Laporte untuk membentuk solusi VRP terdapat dua macam cara yaitu menggabungkan rute yang ada dengan kriteria penghematan (*saving criterion*) dan mencoba secara berurutan memasukkan pelanggan dalam rute kendaraan dengan menggunakan kriteria biaya penyisipan (*cost insertion*) (Mustika, 2008). Metode kedua telah terbukti menjadi metode yang populer digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute penjadwalan kendaraan (*vehicle routing and scheduling problems*) (Campbell dan Savelsbergh (2002) dalam Mustika (2008)). Algoritma ini membangun solusi yang layak yaitu sekumpulan rute yang layak dengan cara berulang kali mencoba memasukkan pelanggan yang belum masuk dalam rute manapun ke dari bagian sementara dalam rute yang terbentuk saat ini.

Untuk menjelaskan algoritma *insertion* dasar, notasi-notasi yang digunakan didefinisikan terlebih dahulu. Misal, terdapat n pelanggan dan permintaan pelanggan i dinyatakan dengan q_i . Campbell dan Savelsberg mengasumsikan bahwa q_i tidak melebihi kapasitas kendaraan Q dengan kendaraan memiliki kapasitas yang sama (*homogeneous*) (Mustika, 2008). Waktu perjalanan dari pelanggan i ke pelanggan j dinyatakan dengan t_{ij} dan diasumsikan tidak terdapat tambahan waktu pada saat pengiriman ke pelanggan selama waktu perjalanan. Sebuah rute didefinisikan sebagai perjalanan dari depot ke beberapa pelanggan secara berurutan dan kembali lagi ke depot. Sebuah rute dinyatakan dengan $(0, 1, 2, \dots, j, \dots, n + 1)$ dengan 0 dan $n + 1$ menyatakan depot dan kendaraan akan melayani pelanggan i yang telah menduduki posisi j pada rute tersebut. Algoritma *insertion* didefinisikan sebagai metode untuk menyisipkan pelanggan yang belum masuk dalam rute, pelanggan i , di antara pelanggan $j - 1$ dan j pada rute $(0, 1, 2, \dots, j - 1, j, \dots, n + 1)$.

Prinsip dasar dari algoritma *sequential insertion* adalah mencoba menyisipkan pelanggan di antara semua busur (*edge*) yang ada pada rute saat ini. busur ini didefinisikan sebagai lintasan yang menghubungkan secara langsung satu lokasi dengan lokasi yang lain. Pada Gambar 1, pelanggan berikutnya dicoba untuk disisipkan pada busur 1 dan busur 2 yang ada pada rute saat ini.



Gambar 1. Penyisipan Pelanggan Berikutnya pada Rute Saat Ini

Kelayakan diperiksa untuk semua pembatas *time window* dan kapasitas muatan kendaraan. Pelanggan dan busur yang memberikan tambahan biaya yang paling kecil dan layak selanjutnya dipilih. Prosedur ini terus berulang hingga semua pelanggan telah ditugaskan.

Adapun langkah-langkah pemecahan masalah *sequential Insertion* adalah sebagai berikut:

1. Langkah 1
Pilih satu titik awal sebagai titik awal (0) yang dipilih berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya, lanjut ke langkah 2.
2. Langkah 2
Hitung jarak tempuh yang dilalui distributor ke tiap pelanggan dan hitung waktu tempuh yang dibutuhkan dalam mengirimkan barang ke tiap pelanggan, lanjut ke langkah 3.
3. Langkah 3
Hitung sisa kapasitas motor, jika sisa kapasitas motor memenuhi untuk mengirimkan barang sesuai permintaan pelanggan maka lanjut ke langkah 4, jika tidak lanjut ke langkah 9.
4. Langkah 4
Jika telah memasuki pelanggan ke-2 atau seterusnya maka lanjut ke langkah 5, jika tidak lanjut ke langkah 6.
5. Langkah 5
Sisipkan pelanggan berikutnya ke dalam urutan rute yang telah terbentuk, lanjut ke langkah 6.
6. Langkah 6
Pilih pelanggan yang memiliki jarak paling pendek, lanjut langkah 7.
7. Langkah 7
Hitung jarak tur, waktu penyelesaian tur dan *list* rute pelanggan yang telah dilayani. Lanjut ke langkah 8.
8. Langkah 8
Jika permintaan barang yang akan dikirimkan ke pelanggan belum semua terpenuhi maka lanjut ke kembali 2, jika sudah lanjut ke langkah 10.
9. Langkah 9
Kembali ke depot, buat tur baru, $t = t+1$, kembali ke langkah 2.
10. Langkah 10
Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan mengenai langkah-langkah pengerjaan laporan tugas akhir yang terdiri identifikasi masalah, studi literatur, penentuan metode pemecahan masalah, pengumpulan data dan pengolahan data, analisis, kesimpulan dan saran.

3.1 Identifikasi Masalah

Pengiriman barang saat ini di perusahaan roti Tiara Mukti dimulai dari depot (*single depot*), kemudian produk roti yang telah siap untuk dikirim dimasukkan kedalam kotak yang telah disediakan pada motor untuk dikirimkan kepada pelanggan. Dimana motor mengirimkan produk roti dimulai dari pelanggan pertama kemudian dilanjutkan ke pelanggan berikutnya hingga pelanggan terakhir, pengirim melakukan pengiriman sesuai dengan kapasitas roti yang ada pada motor jika seluruh kapasitas roti yang ada pada motor telah terkirim semua maka pengirim telah selesai dalam pengiriman produk roti kepada seluruh pelanggan kemudian pengirim kembali ke depot untuk mengakhiri pengirimannya atau dikenal dengan istilah *single trip*.

Dalam penentuan rute kendaraan untuk distribusi produk roti yang diproduksi oleh tiara mukti, perusahaan masih memerlukan perbaikan dalam penentuan rute distribusi, dimana pemilihan jalur distribusi pengiriman produk roti masih bersifat intuisi.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan dalam pemecahan masalah rute ini adalah jurnal-jurnal yang berkaitan dengan VRP (*Vehicle Routing Problem*) dan tugas akhir. Literatur-literatur yang didapat membahas mengenai permasalahan dalam pemilihan rute yang memberikan solusi pemecahan masalah dengan menggunakan metode-metode yang berkaitan dengan VRP (*Vehicle Routing Problem*) sesuai dengan permasalahan.

3.3 Penentuan Metode Pemecahan Masalah

Permasalahan dalam penentuan rute ini termasuk ke dalam VRP (*Vehicle Routing Problem*). Pada penelitian ini terdapat satu depot (*single depot*) sebagai tempat pengambilan barang (roti) sebelum didistribusikan ke pelanggan, kemudian terdapat dua kendaraan bermotor sebagai alat transportasi dalam pengiriman produk roti ke pelanggan, dan tiga puluh enam pelanggan yang akan dikirimkan produk roti. Teknik pemecahan masalah yang digunakan untuk VRP (*Vehicle Routing Problem*) ini adalah *nearest neighbor* dan *sequential insertion*. *nearest neighbor* merupakan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah pemilihan rute dengan cara mencari jarak terpendek untuk menempuh lokasi pengiriman. *nearest neighbor* digunakan karena metode ini merupakan algoritma heuristik yang mudah dan cepat dalam memberikan solusi sedangkan Metode *sequential insertion* memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan diantara urutan pelanggan yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal.

3.4 Pengumpulan Data

Pada sub bab pengumpulan data ini akan disajikan data-data yang dibutuhkan dalam pengerjaan dan karakteristik VRP yang sesuai dengan permasalahan.

3.4.1 Data-data yang Dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan dalam pengerjaan VRP dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion* adalah data pelanggan, waktu *loading* dan *unloading*, kapasitas kendaraan, jarak tempuh dalam pengiriman barang, dan waktu pengiriman yang dibutuhkan.

3.5 Pengolahan Data

Data-data yang telah didapat dari pengumpulan data kemudian akan diolah pada pengolahan data ini. data akan diolah dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion*. Dua metode ini merupakan solusi awal dalam pemecahan masalah rute, *nearest neighbor* memecahkan masalah dengan cara memilih tetangga terdekat dalam meminimasi jarak sedangkan *sequential insertion* memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan diantara urutan pelanggan yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal.

Kedua metode ini akan memecahkan permasalahan dengan dua kondisi. Kondisi pertama adalah *single trip* dimana pengiriman dilakukan sesuai dengan kapasitas kendaraan, bila muatan pada kendaraan telah habis maka kendaraan akan kembali ke depot untuk mengakhiri pengiriman. Sedangkan kondisi kedua yaitu *multiple trips* dimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horison perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan pada kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horison perencanaan masih ada maka kendaraan akan kembali lagi ke depot untuk mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan hingga waktu horison perencanaan habis.

3.6 Analisis

Data-data yang telah selesai dikerjakan pada pengolahan data kemudian akan dilakukan analisis. Analisis yang dilakukan yaitu dengan membandingkan jarak tempuh yang dihasilkan oleh perusahaan dengan hasil yang didapat dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion* pada kondisi *single trip* dan *multiple trips*.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan jawaban yang didapatkan dari tujuan, pengolahan data, dan analisis yang dilakukan pada penelitian, serta saran yang ditujukan bagi perusahaan dalam perbaikan distribusi pengiriman barang.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.2 Pengolahan Data

Data-data yang telah terkumpul dari hasil penelitian selanjutnya akan diolah pada subbab pengolahan data ini. Metode yang digunakan dalam memecahkan masalah VRP (*Vehicle Routing Problem*) yang ada pada kasus penelitian yaitu dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion*, dimana kedua metode ini merupakan solusi awal dalam pemecahan masalah.

4.2.1 Penentuan Rute Pada Kondisi *Single Trip*

Kondisi pertama adalah *single trip* dimana pengiriman dilakukan sesuai dengan kapasitas kendaraan, bila muatan pada kendaraan telah habis maka kendaraan akan kembali ke depot untuk mengakhiri pengiriman. Kondisi ini adalah kondisi yang terjadi pada perusahaan pada saat ini. Permasalahan pada kondisi ini akan diselesaikan dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion*.

A. *Nearest Neighbor*

Metode *nearest neighbour* merupakan sebuah teknik dalam menyelesaikan permasalahan rute dengan cara menentukan titik terdekat dengan jarak terpendek. Metode ini merupakan

Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode Nearest Neighbor dan Metode Sequential Insertion

metode yang sederhana dalam memecahkan masalah rute dan merupakan solusi awal. Rekapitulasi untuk seluruh tur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Solusi dengan Menggunakan *Nearest Neighbor Single Trip*

Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-19-9-10-20-31-28-29-30-27-26-22-23-0	19,810	3,958
2	0-13-11-12-24-21-25-18-14-15-16-17-36-32-33-34-35-0	38,500	7,473
Total		58,310	11,431

B. *Sequential Insertion*

Sequential insertion merupakan salah satu metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan rute. Metode ini memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan diantara urutan pelanggan yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal. Rekapitulasi untuk seluruh tur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Solusi dengan Menggunakan *Sequential Insertion Single Trip*

Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-3-7-20-21-19-9-12-11-26-22-23-24-25-10-8-6-5-4-2-0	15,860	4,103
2	0-31-28-27-29-30-13-14-15-16-17-18-36-34-35-32-33-0	32,950	6,807
Total		48,810	10,909

4.2.2 *Multiple Trips*

Multiple trips adalah kondisidimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horison perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan pada kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horison perencanaan masih ada maka kendaraan akan kembali lagi kedepot untuk mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan hingga waktu horison perencanaan habis. Kondisi ini merupakan salah satu alternatif dalam memecahkan permasalahan rute kendaraan. Permasalahan pada kondisi ini akan diselesaikan dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion*.

A. *Nearest Neighbor*

Rekapitulasi untuk seluruh tur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Solusi dengan Menggunakan *Nearest Neighbor Multiple Trips*

Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-19-9-10-20-31-28-29-30-27-26-22-23-0-13-11-12-24-25-18-0	33,360	5,884
2	0-21-14-15-16-17-36-32-33-34-35-0	33,100	5,806
Total		66,460	11,690

B. *Sequential Insertion*

Rekapitulasi untuk seluruh tur dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Solusi dengan Menggunakan *Sequential Insertion Multiple Trips*

Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-3-7-20-21-19-9-12-11-26-22-23-24-25-10-8-6-5-4-2-0-30-29-27-28-31-13-0	28,610	5,647
2	0-16-15-14-17-18-36-34-35-32-33-0	26,400	5,547
	Total	55,010	11,194

4.2.5 Biaya Bahan Bakar

Dalam menghitung biaya bahan bakar diperlukan total jarak tempuh yang dilalui sebagai acuan. Asumsi penggunaan 1 liter bahan bakar bensin dapat mencapai jarak tempuh sebesar 40 km, dimana harga 1 liter bensin yang pada saat ini yaitu Rp. 6.500,- . Motor yang digunakan perusahaan dalam mengirimkan barang adalah motor supra dan vega. Jarak tempuh kendaraan perhari dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jarak Tempuh Kendaraan

Perbandingan	Jalur Perusahaan	Jalur Nearest Neighbor Single Trips	Jalur Sequential Insertion Single Trips	Jalur Nearest Neighbor Multiple Trips	Jalur Sequential Insertion Multiple Trips
Total Jarak Tempuh (Km)	58,610	58,310	48,810	66,460	55,010

Contoh perhitungan biaya bahan bakar adalah sebagai berikut :

1. Jalur Perusahaan

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya bahan bakar/hari} &= \text{Total jarak tempuh} \times (\text{harga bensin/konsumsi bahan bakar}) \\
 &= 58,610 \text{ km} \times (\text{Rp.6.500,-} / 40 \text{ km}) \\
 &= \text{Rp. 9,524.13/ hari}
 \end{aligned}$$

5. ANALISIS

5.1 Analisis Rute

Rute yang telah dihasilkan dari perhitungan yang ada pada pengolahan data dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion* akan di analisa pada sub-sub bab berikut berdasarkan dua kondisi yang dibuat yaitu *single trip* dan *multiple trips*.

5.1.1 Analisis Rute *Single Trip*

Pada kondisi *single trip* ini tidak memiliki horison perencanaan tetapi pada kondisi ini pengirim akan berhenti melayani pelanggan bila muatan pada kendaraan telah habis. Kondisi *single trip* ini menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion* dalam menyelesaikan permasalahan VRP.

Dibawah ini akan ditampilkan tabel mengenai perbandingan rute yang dilalui oleh perusahaan dan rute yang dihasilkan dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion* pada Tabel 6.

5.1.2 Analisis Rute *Multiple Trips*

Perbandingan pada kondisi *multiple trips* ini merupakan alternatif solusi lain dari kondisi sebelumnya, dimana kondisi *multiple trips* ini memperhatikan horison perencanaan. Dengan diadakannya horison perencanaan, pengiriman barang yang dilakukan oleh pengirim sesuai

Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode Nearest Neighbor dan Metode Sequential Insertion

dengan jam yang diberikan. Bila horison perencanaan masih ada dan muatan pada motor telah habis, maka pengirim dapat mengambil barang kembali ke depot untuk dikirimkan kepada pelanggan yang belum dilayani hingga horison perencanaan berakhir.

Pada kondisi ini sama dengan kondisi sebelumnya (*single trip*) dalam memecahkan permasalahan rute yaitu menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion* dalam memecahkan permasalahan rute yang terjadi.

Pada Tabel 7 dapat dilihat perbandingan rute yang dilalui oleh perusahaan dan rute yang dihasilkan dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan metode *sequential insertion* pada kondisi *multiple trips*.

Tabel 6. Perbandingan Rute pada Kondisi *Single Trip*

Rute Perusahaan			
Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-19-20-21-22-23-24-25-26-17-18-36-0	23,560	5,207
2	0-31-29-30-28-27-9-10-11-12-13-14-15-16-32-33-34-35-0	35,050	6,004
Total		58,610	11,211
Nearest Neighbor ST			
Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-19-9-10-20-31-28-29-30-27-26-22-23-0	19,810	3,958
2	0-13-11-12-24-21-25-18-14-15-16-17-36-32-33-34-35-0	38,500	7,473
Total		58,310	11,431
Sequential Insertion ST			
Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-3-7-20-21-19-9-12-11-26-22-23-24-25-10-8-6-5-4-2-0	15,860	4,103
2	0-31-28-27-29-30-13-14-15-16-17-18-36-34-35-32-33-0	32,950	6,807
Total		48,810	10,909

Tabel 7. Perbandingan Rute pada Kondisi *Multiple Trips*

Rute Perusahaan			
Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-19-20-21-22-23-24-25-26-17-18-36-0	23,560	5,207
2	0-31-29-30-28-27-9-10-11-12-13-14-15-16-32-33-34-35-0	35,050	6,004
Total		58,610	11,211
Nearest Neighbor MT			
Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-19-9-10-20-31-28-29-30-27-26-22-23-0-13-11-12-24-25-18-0	33,360	5,884
2	0-21-14-15-16-17-36-32-33-34-35-0	33,100	5,806
Total		66,460	11,690
Sequential Insertion MT			
Tur	Rute	Jarak (Kilometer)	Tour Completion Time (Jam)
1	0-1-3-7-20-21-19-9-12-11-26-22-23-24-25-10-8-6-5-4-2-0-30-29-27-28-31-13-0	28,610	5,647
2	0-16-15-14-17-18-36-34-35-32-33-0	26,400	5,547
Total		55,010	11,194

5.2 Perbandingan Total Jarak dan Biaya Bahan Bakar

Dalam menghitung biaya bahan bakar diperlukan total jarak tempuh yang dilalui sebagai acuan. Asumsi penggunaan 1 liter bahan bakar bensin dapat mencapai jarak tempuh sebesar 40 km, dimana harga 1 liter bensin yang pada saat ini yaitu Rp. 6.500,- . Motor yang digunakan perusahaan dalam mengirimkan barang adalah motor supra dan vega. Biaya bahan bakar yang digunakan dalam satu hari kerja dengan perbandingan terhadap jarak dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Biaya Bahan Bakar

Perbandingan	Jalur Perusahaan	Jalur Nearest Neighbor Single Trips	Jalur Sequential Insertion Single Trips	Jalur Nearest Neighbor Multiple Trips	Jalur Sequential Insertion Multiple Trips
Total Jarak Tempuh (Km)	58.610	58.310	48.810	66.460	55.010
Penggunaan Bensin (liter)/Hari	1.465	1.458	1.220	1.662	1.375
Biaya Bensin/Hari	Rp 9,524.13	Rp 9,475.38	Rp 7,931.63	Rp 10,799.75	Rp 8,939.13

Contoh perhitungan biaya bahan bakar adalah sebagai berikut:

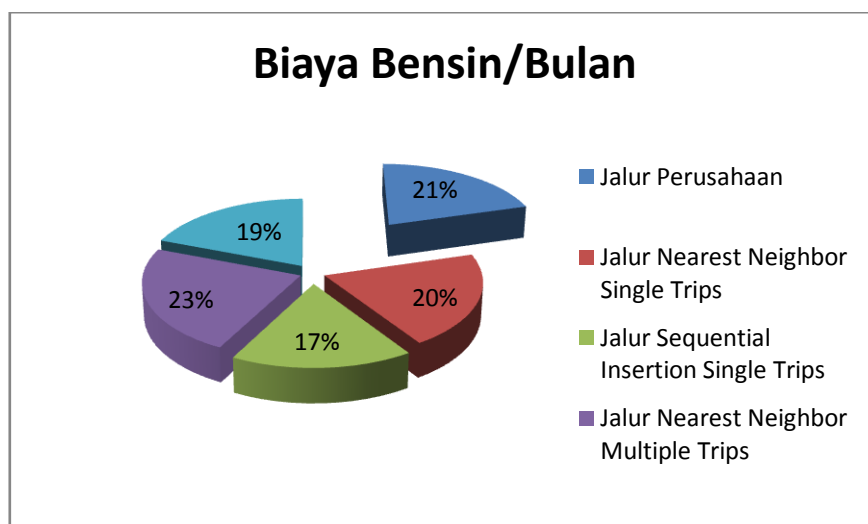
1. Jalur Perusahaan

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar/hari} &= \text{Total jarak tempuh} \times (\text{harga bensin/konsumsi bahan bakar}) \\ &= 58,610 \text{ km} \times (\text{Rp.6.500,-} / 40 \text{ km}) \\ &= \text{Rp. 9.524,13} / \text{hari} \end{aligned}$$

Untuk biaya bahan bakar perbulan untuk tiap jalur yang dilalui serta selisih biaya tiap metode yang digunakan terhadap jalur perusahaan dapat dilihat pada Tabel 9 dan persentase untuk tiap-tiap jalur dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 9. Biaya Bahan Bakar Perbulan

Perbandingan	Jalur Perusahaan	Jalur Nearest Neighbor Single Trips	Jalur Sequential Insertion Single Trips	Jalur Nearest Neighbor Multiple Trips	Jalur Sequential Insertion Multiple Trips
Biaya Bensin/Bulan	Rp 145.059,75	Rp 144.317,25	Rp 120.804,75	Rp 164.488,50	Rp 136.149,75
Selisih Terhadap Biaya bensin Perusahaan		Rp 742,50	Rp 24.255,00	Rp (19.428,75)	Rp 8.910,00
Persentase (%)	0,21	0,20	0,17	0,23	0,19



Gambar 2. Persentase Biaya Bensin Perbulan

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa persentase jalur *sequential insertion* pada kondisi *single trip* terhadap jalur perusahaan lebih kecil 4%. Sedangkan untuk jalur *nearest neighbor* pada kondisi *multiple trips* terhadap jalur perusahaan lebih besar 2%.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Kondisi yang terjadi pada perusahaan saat ini yaitu kondisi *single trip* dimana pengantaran dilakukan berdasarkan kapasitas kendaraan tanpa memperhatikan horison perencanaan, sedangkan *multiple trips* sebagai alternatif dalam memecah permasalahan dengan mempertimbangkan horison perencanaan. Hasil yang diperoleh dari metode *sequential insertion* lebih baik dibandingkan metode *nearest neighbor*. Ini dikarenakan 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.

Total jarak yang didapatkan tidak selalu berbanding lurus dengan waktu penyelesaian. Total jarak dapat berbanding terbalik dengan waktu penyelesaian tur disebabkan oleh kecepatan kendaraan dalam pengiriman untuk masing-masing lokasi yang dikunjungi berbeda-beda dan juga waktu *unloading* untuk tiap pelanggan juga berbeda berdasarkan permintaannya. Pemilihan jalur yang dilalui oleh pengirim berdasarkan intuisi belum tentu lebih buruk dibandingkan oleh pemilihan jalur dengan menggunakan metode, ini dapat dilihat dari total jarak yang dilalui oleh perusahaan lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode *nearest neighbor* pada kondisi *multiple trips*.

Untuk penghematan biaya bahan bakar, jalur *sequential insertion* pada kondisi *single trip* alternatif I dan Jalur *sequential insertion* pada kondisi *multiple trips* alternatif II memiliki penghematan terbesar terhadap jalur perusahaan yaitu sebesar 4%.

6.2 SARAN

Saran yang diberikan kepada perusahaan roti Tiara Mukti yaitu Perusahaan dapat menggunakan rute yang diberikan dari hasil penelitian tugas akhir ini dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion*. Penelitian ini dapat dilakukan dengan mencari waktu tersingkat dari pengiriman barang kepada pelanggan.

Sedangkan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan program untuk mencari solusi awal dalam pemecahan masalah rute distribusi. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendapatkan solusi yang lebih optimal dengan menerapkan metode mataheuristik seperti *local search*, *tabu search*, *genetic algorithm*, *ant colony*, dan lain-lain.

REFERENSI

Mustika, Ratna, (2008). *Usulan Rute Kendaraan dengan Menggunakan Algoritma Sequential Insertion di PT. Coca-cola Bottling Indonesia*, Tugas Sarjana Teknik Industri Teknologi Nasional Bandung.

Sari, Permata, (2012). *Usulan Rute Kendaraan Pengangkutan Sampah di Wilayah Operasional Bandung Barat Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor dan Local Search*, Tugas Sarjana Teknik Industri Teknologi Nasional Bandung.

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