

PENENTUAN RUTE TERPENDEK DENGAN METODE *TABU SEARCH* (STUDI KASUS)

Hendra Bucika Glen Kadam, Ig. Jaka Mulyana*, Julius Mulyono

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jalan Kalijudan 37
Surabaya

*Email : jmulyono@ukwms.ac.id

ABSTRAK

*Distribusi atau pengiriman merupakan salah satu kegiatan yang penting bagi sebuah perusahaan. Beberapa permasalahan dalam melakukan distribusi atau pengiriman antara lain menentukan banyaknya kendaraan yang dipakai, dan juga menentukan rute kendaraan yang dapat dioptimalkan jarak tempuhnya serta biaya transportasi agar seluruh permintaan pelanggan dapat terpenuhi sehingga keuntungan optimal akan diperoleh perusahaan. Penentuan rute pengiriman dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan *tabu search* menghasilkan rute yang optimal dengan mempertimbangkan jarak serta kapasitas angkut kendaraan. Jarak tempuh pada rute aktual perusahaan lebih besar daripada jarak tempuh rute hasil metode. Selisih total jarak yang dihasilkan yaitu 8.3 km. Persentase selisih total jarak yang diperoleh yaitu sebesar 13%, apabila perusahaan menggunakan rute hasil metode maka perusahaan lebih efisien dalam pendistribusian produknya dan juga dapat menekan biaya distribusi yang akan dikeluarkan.*

Kata kunci : *Vehicle Routing Problem (VRP), Nearest Neighbor, Tabu Search, Perencanaan Rute*

I. Pendahuluan

Distribusi atau pengiriman merupakan salah satu kegiatan yang penting bagi sebuah perusahaan. Beberapa permasalahan dalam melakukan distribusi atau pengiriman antara lain menentukan banyaknya kendaraan yang dipakai, dan juga menentukan rute kendaraan yang dapat dioptimalkan jarak tempuhnya serta biaya transportasi agar seluruh permintaan pelanggan dapat terpenuhi sehingga keuntungan optimal akan diperoleh perusahaan. Dalam keberhasilan distribusi terdapat beberapa faktor yaitu sistem distribusi. UD. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan makanan ringan. Pengiriman produk makanan ringan ke pelanggan yang dilakukan perusahaan dalam menentukan rute pengiriman masih berdasarkan pengalaman dan sepengetahuan pengirim, dimana pengiriman produk yang dilakukan oleh pengirim yang disediakan oleh perusahaan ditentukan oleh pengirim sendiri dengan cara memilih jarak yang dirasa pendek. Perbaikan dalam masalah *vehicle routing problem* ini dapat menggunakan metode *nearest neighbor* dan *tabu search*. VRP (*Vehicle Routing Problem*) merupakan salah satu permasalahan transportasi dalam menentukan rute kendaraan. Kendaraan yang akan digunakan memiliki kapasitas yang terbatas serta tiap kendaraan berawal dan berakhir di suatu tempat. Penentuan rute merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam melakukan pendistribusian produk kepada pelanggan. Penentuan rute distribusi yang optimal dapat meminimasi jarak, mempersingkat waktu perjalanan dalam pendistribusian produk dan menghemat biaya transportasi. Dalam penentuan rute kendaraan untuk distribusi produk yang diproduksi oleh UD. X, perusahaan memerlukan perbaikan dalam perencanaan penentuan rute distribusi. Perbaikan yang dilakukan

dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dan *tabu search* yaitu dengan mencari rute dengan jarak terpendek dan dapat meminimasi jarak tempuh kendaraan.

II. Landasan Teori

II.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur, beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Sebelumnya ada beberapa penelitian yang telah dilakukan yaitu oleh Ali Mukhsinin, Arif Imran, dan Susy Susanty tentang penentuan rute distribusi menggunakan metode *nearest neighbor* dan *local search*. Penelitian yang telah dilakukan oleh Noer Iktan dan Ilyas Masudin yaitu tentang *saving matrix* untuk menentukan rute distribusi. Serta penelitian oleh Mahardika Amri, Arif Rahman, dan Rahmi Yuniarti tentang penyelesaian *vehicle routing problem* dengan menggunakan metode *nearest neighbor*.

II.2 Vehicle Routing Problem (VRP)

VRP merupakan sebuah permasalahan transportasi yang melibatkan rute kendaraan untuk melayani pelanggan. Hal ini dapat dilakukan dengan menentukan jumlah kendaraan yang akan digunakan serta rute yang akan ditempuh kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan. VRP bertujuan untuk meminimasi jarak yang akan ditempuh, meminimasi waktu tempuh, meminimasi jumlah kendaraan, dan tujuan lainnya yang sesuai dengan permasalahan.

Beberapa hal yang dapat dipertimbangkan untuk masalah VRP menurut (Toth, P. & Vigo, D., 2002), yaitu:

- Meminimalkan biaya transportasi global, bergantung pada jarak global yang ditempuh (atau pada waktu tempuh global) dan biaya

tetap yang terkait dengan kendaraan yang digunakan (dan dengan pengemudi yang sesuai);

- Minimisasi jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua pelanggan;
- Menyeimbangkan rute, untuk waktu tempuh dan beban kendaraan;
- Minimalisasi denda yang terkait dengan layanan parsial pelanggan.

Komponen-komponen yang berkaitan dalam VRP yaitu:

1. Depot
2. Pelanggan
3. Pengemudi kendaraan
4. Rute kendaraan

II.3 Metode Nearest Neighbor

Metode *nearest neighbor* merupakan metode yang sangat sederhana dan pertama kali dipopulerkan pada tahun 1983. Pada setiap prosesnya dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute. Cara kerja dari metode ini yaitu, semua rute kendaraan masih kosong pada awalnya. Dimulai dari rute kendaraan pertama, metode ini memasukkan satu persatu pelanggan terdekat yang belum dikunjungi ke dalam rute, selama memasukkan pelanggan tersebut ke dalam rute kendaraan tidak melebihi kapasitas maksimum kendaraan.

Algoritma *nearest neighbor* menurut (Pop, P.C., dkk. 2011) yaitu:

1. Dimulai dari gudang atau depot, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat dari gudang atau depot. Sebagai lokasi pertama.
2. Selanjutnya ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dan jumlah permintaan tidak melebihi kapasitas muat kendaraan.
3. Apabila semua pelanggan telah dikunjungi satu kali maka algoritma berakhir.

II.4 Tabu Search

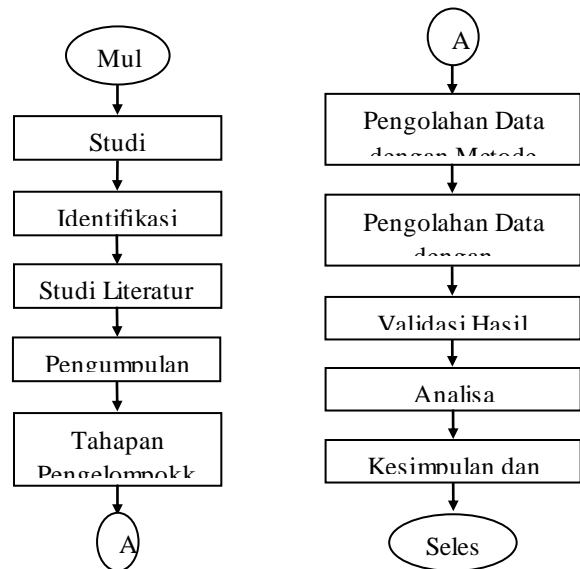
Tabu Search pertama kali muncul dan diperkenalkan pada tahun 1986 oleh Glover. *Tabu Search* merupakan salah satu algoritma metode heuristik. Konsep dari *Tabu Search* adalah suatu algoritma yang menuntun setiap prosesnya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Tujuan dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya. Menurut (Gendreau, M., dkk. 1994), hasil yang diperoleh pada serangkaian masalah menunjukkan dengan jelas bahwa *tabu search* lebih unggul dari metode heuristik terbaik yang ada.

Langkah-langkah penentuan solusi rute dengan menggunakan metode *tabu search*, sebagai berikut:

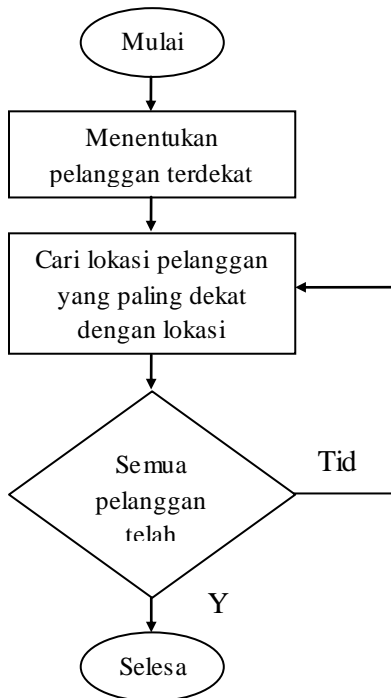
- Langkah 1
Langkah pertama yaitu memilih solusi awal untuk dijadikan iterasi ke 0. Solusi awal ditentukan dengan metode *nearest neighbor*. Sehingga rute tersebut menjadi *tabu list* pada iterasi ke 0 dan juga sebagai solusi optimum awal.
- Langkah 2
Langkah kedua menentukan iterasi selanjutnya dan mencari solusi alternatif. Solusi alternatif diperoleh dengan menukar posisi 2 titik lokasi berdasarkan indeks.
- Langkah 3
Langkah ketiga yaitu memilih solusi yang terbaik diantara solusi alternatif pada langkah 2.
- Langkah 4
Langkah keempat yaitu memperbarui *tabu list* dengan memasukkan solusi yang terpilih pada langkah 3.
- Langkah 5
Langkah kelima yaitu apabila iterasi telah mencapai sama dengan banyaknya jumlah titik lokasi maka, telah sampai ke proses pemberhentian.

III. Metode Penelitian

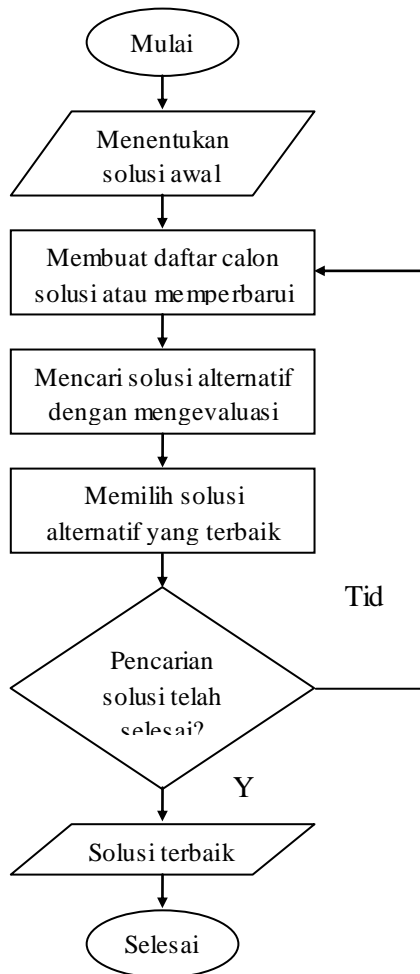
Dalam melaksanakan suatu penelitian diperlukannya metodologi penelitian yang merupakan langkah-langkah untuk mengumpulkan data yang bertujuan dan kegunaan tertentu. Berikut merupakan metodologi dalam penelitian ini:



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Flowchart Algoritma Nearest Neighbor



Gambar 3.3 Flowchart Algoritma Tabu Search

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

IV.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dengan cara wawancara dan pengamatan pada perusahaan. Data yang diperoleh sebagai berikut:

- a. Sekilas Tentang Perusahaan
- b. Data Nama dan Lokasi Pelanggan
- c. Data Jarak Pelanggan
- d. Data Permintaan Pelanggan
- e. Data Kendaraan dan Kapasitas Angkut

IV.1.1 Sekilas Tentang Perusahaan

UD. X merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan. UD. X memproduksi makanan ringan atau kerupuk yang berbahan dasar ikan tenggiri dan bahan-bahan yang lainnya. Saat ini UD. X memiliki 10 pelanggan tetap untuk mendistribusikan ampang yang dibuat oleh UD. X sendiri. Pelanggan-pelanggan dari UD. X tersebar di Kota Balikpapan.

IV.1.2 Data Nama dan Lokasi Pelanggan

Berikut merupakan data nama dan alamat pelanggan yang diperoleh dari UD. X:

Tabel 4.1 Data Nama dan Lokasi Pelanggan

| Kode | Nama Toko | Alamat |
|------|---------------|-----------------------|
| A | Ade | Jl. Karang Jati |
| B | Adinda | Jl. Pandan Sari |
| C | Mitra | Jl. Wahab Syarani |
| D | KJL | Jl. Soekarno Hatta |
| E | Yusniah | Jl. MT. Haryono |
| F | Ring Road | Jl. Ruhui Rahayu I |
| G | Biru Mart | Jl. Mulawarman |
| H | Sumber Rejeki | Jl. Soekarno Hatta |
| I | GJG | Jl. MT. Haryono |
| J | Susana | Jl. Jenderal Sudirman |
| Z | Depot | Jl. Jenderal A. Yani |

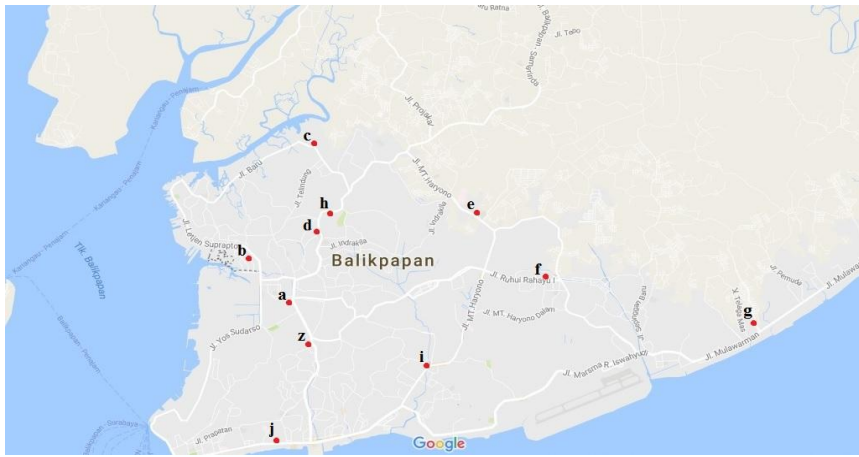
IV.1.3 Data Jarak Pelanggan

Berikut merupakan data jarak antar perusahaan dengan pelanggan maupun antar pelanggan dalam

satuan kilometer yang diperoleh dengan bantuan aplikasi *google maps*:

Tabel 4.2 Data Jarak Pelanggan

| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | z |
|---|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|
| a | 0 | 2.1 | 4.5 | 2.2 | 6.5 | 7.7 | 14.1 | 2.9 | 5.7 | 5.2 | 2.8 |
| b | 2.2 | 0 | 5.3 | 3.5 | 7.8 | 8.9 | 15.4 | 4.2 | 6.9 | 6.5 | 4 |
| c | 6.5 | 4.3 | 0 | 2.9 | 5.5 | 8.5 | 15.1 | 2.3 | 9.9 | 8.4 | 6 |
| d | 3.5 | 3.1 | 2.9 | 0 | 5.5 | 6.9 | 15.1 | 1 | 6 | 6.1 | 3.7 |
| e | 8.2 | 8.5 | 8.9 | 7.2 | 0 | 2.9 | 9.6 | 8.1 | 4.4 | 9.8 | 8.9 |
| f | 8.8 | 10.8 | 9.4 | 9 | 4.9 | 0 | 6.5 | 8.6 | 5.2 | 10.6 | 9.8 |
| g | 15.2 | 15.3 | 15.7 | 15.3 | 11.2 | 7.1 | 0 | 14.9 | 9.9 | 14.6 | 14 |
| h | 4.2 | 3.8 | 2.2 | 1 | 4.8 | 7.8 | 14.4 | 0 | 6.7 | 6.8 | 12.1 |
| i | 5.9 | 6.6 | 10 | 6.9 | 5.4 | 4.3 | 9 | 7.6 | 0 | 5.4 | 4.7 |
| j | 4.3 | 6.2 | 9.2 | 6.3 | 9.7 | 8.5 | 12.9 | 7 | 4.2 | 0 | 3.3 |
| z | 1.6 | 3.6 | 6 | 3.7 | 8 | 8.7 | 14.4 | 4.3 | 4.4 | 2.8 | 0 |



Gambar 4.1 Peta Balikpapan dan Lokasi Pelanggan

IV.1.4 Data Permintaan Pelanggan

Jumlah permintaan pada produk makanan ringan yang telah dikemas dalam box. Satu box mempunyai berat sebesar 1 kilogram dan dengan dimensi 1 box yaitu 18cm x 18cm x 30cm. Pengiriman dilakukan 1 minggu sekali. Berikut merupakan data permintaan yang diperoleh:

Tabel 4.3 Data Permintaan Pelanggan Mingguan

| Pelanggan | Jumlah (Box) |
|-----------|--------------|
| a | 5 |
| b | 10 |
| c | 12 |
| d | 12 |
| e | 15 |
| f | 15 |
| g | 12 |
| h | 5 |
| i | 20 |
| j | 10 |

IV.1.5 Data Kendaraan dan Kapasitas Angkut

Jumlah kendaraan yang digunakan oleh perusahaan untuk mengirim ke pelanggan yaitu ada 2

kendaraan. Jenis kendaraan tersebut adalah mobil box yang berukuran kecil. Setiap kendaraan memiliki kapasitas beban angkut yang sama yaitu dapat mengangkut sebanyak 70 box.

IV.2 Pengolahan Data

Berikut merupakan pengolahan data yang dilakukan setelah memperoleh berbagai data dari perusahaan.

IV.2.1 Tahapan Pengelompokkan (clustering) Pelanggan

Pelanggan dibagi menjadi dalam 2 cluster pengiriman maka berikut merupakan tahap-tahap yang dilakukan:

1. Menggambar masing-masing titik pelanggan dalam koordinat kartesius dan menetapkan lokasi depot sebagai pusat koordinat.
2. Melakukan pengelompokkan dimulai dari titik yang memiliki kedekatan jarak dalam koordinat dan seterusnya berurutan dengan memperhatikan kapasitas kendaraan.
3. Memastikan semua titik termasuk dalam cluster saat ini.
4. Pengelompokkan dihentikan ketika dalam satu cluster akan mencapai atau melebihi kapasitas maksimal dari kendaraan.
5. Membuat cluster baru dengan langkah yang sama seperti langkah 2 dimulai dari titik yang belum termasuk dalam cluster sebelumnya.
6. Mengulangi langkah 2 sampai 5, sampai semua titik telah dimasukkan dalam cluster.



Gambar 4.2 Cluster yang Terbentuk

Pada tahapan *clustering* didapatkan 2 *cluster* yaitu, *cluster* 1 yang terdiri dari pelanggan a, b, c, d, e, dan h sedangkan *cluster* 2 terdiri dari pelanggan f, g, i, dan j.

IV.2.2 Solusi Awal Rute dengan Metode Nearest Neighbor

Langkah-langkah dalam penentuan solusi rute dengan metode *nearest neighbor* adalah sebagai berikut:

- Langkah 1
Dari depot menentukan pelanggan terdekat pertama yang akan dikunjungi untuk dimasukkan ke dalam daftar rute.
- Langkah 2
Cari lokasi pelanggan yang paling dekat dengan lokasi sebelumnya, lalu hubungkan kedua titik tersebut, lanjut ke langkah selanjutnya.
- Langkah 3
Set pelanggan yang terpilih terakhir sebagai titik awal, ulangi langkah 2 hingga semua titik lokasi telah dilalui. Jika semua titik lokasi telah dilalui lanjut ke langkah selanjutnya.
- Langkah 4
Penentuan rute berhenti ketika semua pelanggan sudah selesai dilalui.

Rute yang dihasilkan untuk *cluster* 1 yaitu, z - a - b - d - h - c - e - z, dengan total jarak 24.8 km. Untuk *cluster* 2 rute yang dihasilkan yaitu, z - j - i - f - g - z, dengan total jarak 31.8 km.

IV.2.3 Solusi Optimal Rute dengan Metode Tabu Search

Langkah-langkah penentuan solusi rute dengan menggunakan metode *tabu search*, sebagai berikut:

- Langkah 1
Langkah pertama yaitu memilih solusi awal untuk dijadikan iterasi ke 0. Solusi awal ditentukan dengan metode *nearest neighbor*. Sehingga rute tersebut menjadi *tabu list* pada iterasi ke 0 dan juga sebagai solusi optimum awal.
- Langkah 2

Langkah kedua menentukan iterasi selanjutnya dan mencari solusi alternatif. Solusi alternatif diperoleh dengan menukar posisi 2 titik lokasi berdasarkan indeks. Banyaknya indeks yaitu 45.

- Langkah 3
Langkah ketiga yaitu memilih solusi yang terbaik diantara solusi alternatif pada langkah 2.
- Langkah 4
Langkah keempat yaitu memperbarui *tabu list* dengan memasukkan solusi yang terpilih pada langkah 3.
- Langkah 5
Langkah kelima yaitu apabila iterasi telah mencapai sama dengan banyaknya jumlah titik lokasi maka, telah sampai ke proses pemberhentian.

Tabel 4.4 Rute Hasil Metode Tabu Search untuk

Cluster 1

| | Rute | Total Jarak (Km) |
|---|-------------------------------|------------------|
| 1 | z - a - b - d - h - c - e - z | 24.8 |
| 2 | z - a - b - h - d - c - e - z | 26.2 |
| 3 | z - a - b - c - d - h - e - z | 26.6 |
| 4 | z - a - b - c - h - d - e - z | 26.7 |
| 5 | z - a - b - c - e - d - h - z | 34.8 |
| 6 | z - a - b - c - e - h - d - z | 27.3 |
| 7 | z - a - e - c - b - h - d - z | 30.2 |

Tabel 4.5 Rute Hasil Metode *Tabu Search* untuk Cluster 2

| | Rute | Total Jarak (Km) |
|---|-----------------------|------------------|
| 1 | z - j - i - f - g - z | 31.8 |
| 2 | z - j - i - g - f - z | 32.9 |
| 3 | z - i - j - g - f - z | 39.6 |
| 4 | z - i - j - f - g - z | 38.8 |
| 5 | z - i - j - g - f - z | 39.6 |

IV.3 Solusi Rute Tanpa Clustering

Berikut merupakan pengolahan data yang dilakukan setelah memperoleh berbagai data dari perusahaan.

- Solusi Awal Rute dengan Metode *Nearest Neighbor*.
Rute yang dihasilkan:
z - a - b - d - h - c - e - f - i - j - g - z
- Solusi Optimal Rute dengan Metode *Tabu Search*.
Berikut merupakan rute yang dihasilkan dari perhitungan metode *Tabu Search*:

Tabel 4.6 Rute hasil metode *Tabu Search*

| | Rute | Total Jarak |
|----|---------------------------------------|-------------|
| 1 | a - b - d - h - c - e - f - i - j - g | 40.7 |
| 2 | a - b - d - h - c - e - j - i - f - g | 39.1 |
| 3 | b - a - d - h - c - e - j - i - f - g | 37.9 |
| 4 | b - a - d - h - c - e - i - j - f - g | 37.9 |
| 5 | b - a - d - h - c - j - i - e - f - g | 35.0 |
| 6 | b - a - c - h - d - j - i - e - f - g | 35.1 |
| 7 | b - a - h - c - d - j - i - e - f - g | 35.3 |
| 8 | b - a - d - c - h - j - i - e - f - g | 35.4 |
| 9 | b - a - c - d - h - j - i - e - f - g | 36.4 |
| 10 | b - a - h - d - c - j - i - e - f - g | 36.4 |
| 11 | b - c - h - d - a - j - i - e - f - g | 36.3 |

Dari rute yang dihasilkan metode *Tabu Search* rute dibagi menjadi 2 karena perusahaan menggunakan 2 kendaraan berikut contoh pembagiannya:

Tabel 4.7 Contoh Pembagian Rute Kendaraan 1

| Pelanggan | Permintaan | Kumulatif |
|-----------|------------|-----------|
| a | 5 | 5 |
| b | 10 | 15 |
| d | 12 | 27 |
| h | 5 | 32 |
| c | 12 | 44 |
| e | 15 | 59 |
| f | 15 | 74 |

Untuk contoh rute 1 yang dihasilkan yaitu, z - a - b - d - h - c - e - z. Pelanggan f tidak termasuk dalam rute 1 karena akan melebihi kapasitas beban angkut kendaraan sehingga pelanggan f akan masuk dalam rute pengiriman kendaraan 2.

Tabel 4.8 Contoh Pembagian Rute Kendaraan 2

| Pelanggan | Permintaan | Kumulatif |
|-----------|------------|-----------|
| f | 15 | 15 |
| i | 20 | 35 |
| j | 10 | 45 |
| g | 12 | 57 |

Untuk contoh rute 2 yang dihasilkan yaitu, z - f - i - j - g - z.

Berikut merupakan hasil pembagian rute setiap kendaraan:

Tabel 4.9 Hasil Pembagian Rute

| | Kendaraan | Rute | Jarak (Km) | Total Jarak (Km) |
|---|-----------|-------------------------------|------------|------------------|
| 1 | 1 | z - a - b - d - h - c - e - z | 24.8 | 71.0 |
| | 2 | z - f - i - j - g - z | 46.2 | |
| 2 | 1 | z - a - b - d - h - c - e - z | 24.8 | 56.6 |
| | 2 | z - j - i - f - g - z | 31.8 | |
| 3 | 1 | z - b - a - d - h - c - e - z | 25.6 | 57.4 |
| | 2 | z - j - i - f - g - z | 31.8 | |
| 4 | 1 | z - b - a - d - h - c - e - z | 25.6 | 64.4 |
| | 2 | z - i - j - f - g - z | 38.8 | |
| 5 | 1 | z - b - a - d - h - c - j - z | 22.9 | 56.1 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |
| 6 | 1 | z - b - a - c - h - d - j - z | 23.0 | 56.2 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |

Tabel 4.10 Hasil Pembagian Rute (Lanjutan)

| | Kendaraan | Rute | Jarak (Km) | Total Jarak (Km) |
|----|-----------|-------------------------------|------------|------------------|
| 7 | 1 | z - b - a - h - c - d - j - z | 23.2 | 56.4 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |
| 8 | 1 | z - b - a - d - c - h - j - z | 23.3 | 56.5 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |
| 9 | 1 | z - b - a - c - d - h - j - z | 24.3 | 57.5 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |
| 10 | 1 | z - b - a - h - d - c - j - z | 24.3 | 57.5 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |
| 11 | 1 | z - b - c - h - d - a - j - z | 24.2 | 57.4 |
| | 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | |

Dari tabel di atas dapat dipilih rute dengan total jarak yang terpendek yaitu nomor 5, dengan hasil sebagai berikut:

Rute pengiriman kendaraan 1
z - b - a - d - h - c - j - z
Total jarak : 22.9 km
Total beban angkut : 54 box

Rute pengiriman kendaraan 2
z - i - e - f - g - z
Total jarak : 33.2 km
Total beban angkut : 62 box

Pengecekan yang dilakukan dalam verifikasi hasil antara lain sebagai berikut:

Hasil Dengan *Clustering*

- Pengecekan jumlah kapasitas muatan dengan beban angkut.
 - a. Kendaraan 1:
 - Kapasitas muatan = 70 box
 - Beban angkut permintaan = 59 box
 - Beban angkut permintaan tidak melebihi kapasitas muatan.
 - b. Kendaraan 2:
 - Kapasitas muatan = 70 box
 - Beban angkut permintaan = 57 box
 - Beban angkut permintaan tidak melebihi kapasitas muatan.

IV.4 Validasi Hasil

- Semua konsumen telah dilalui satu kali dalam satu kali perjalanan dari rute 1 dan rute 2.
Hasil Tanpa *Clustering*
- Pengecekan jumlah kapasitas muatan dengan beban angkut.
 - a. Kendaraan 1:
 - Kapasitas muatan = 70 box
 - Beban angkut permintaan = 54 box
 - Beban angkut permintaan tidak melebihi kapasitas muatan.
 - b. Kendaraan 2:
 - Kapasitas muatan = 70 box

Beban angkut permintaan = 62 box
Beban angkut permintaan tidak melebihi kapasitas muatan.

- Semua konsumen telah dilalui satu kali dalam satu kali perjalanan dari rute 1 dan rute 2.

V. Analisa

V.1 Rute Hasil Metode

Tabel 5.1 Rute Hasil Metode

| Hasil Dengan <i>Clustering</i> | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------|------------------|--------------------|
| Kendaraan | Rute | Jarak (Km) | Total Jarak (Km) | Beban Angkut (Box) |
| 1 | z - a - b - d - h - c - e - z | 24.8 | 56.6 | 59 |
| 2 | z - j - i - f - g - z | 31.8 | | 57 |
| Hasil Tanpa <i>Clustering</i> | | | | |
| 1 | z - b - a - d - h - c - j - z | 22.9 | 56.1 | 54 |
| 2 | z - i - e - f - g - z | 33.2 | | 62 |

Rute yang dihasilkan metode dengan tahapan clustering memiliki total jarak 56.6 km. Sedangkan rute yang dihasilkan metode tanpa tahapan clustering memiliki total jarak 56.1 km. Dari hasil tersebut memiliki sedikit selisih total jarak yaitu 0.5 km. Rute yang dipilih yaitu rute yang dihasilkan metode dengan tahapan clustering karena rute tersebut dapat diterapkan untuk perusahaan. Untuk rute tanpa clustering tidak dipilih karena urutan-urutan pelanggan dalam rute tidak tepat sehingga akan susah untuk diterapkan.

V.2 Analisa Sensitifitas

Analisa sensitifitas terhadap permintaan pelanggan berdasarkan pengalaman perusahaan:

- Jika permintaan pelanggan a, b, c, d, e, dan h mengalami kenaikan 12 box. Maka hasil rute yang dihasilkan metode maka rute mengalami perubahan hanya pada bertambahnya beban angkut.
- Jika permintaan pelanggan g mengalami kenaikan sebesar 50%. Pada saat permintaan naik 50% di titik a maka hasil rute yang dihasilkan metode dan rute aktual perusahaan saat ini tidak berubah namun hanya berakibat pada bertambahnya beban angkut.

V.3 Rute Aktual

Rute aktual pengiriman pertama yang biasa dipakai perusahaan yaitu, z - a - b - d - h - i - j - z. Total jarak yang ditempuh sejauh 23.6 km dan beban angkut yang dibawa sebanyak 62 box.

Rute aktual pengiriman kedua yang biasa dipakai perusahaan yaitu, z - g - f - e - c - z. Total jarak yang ditempuh sejauh 41.3 km dan beban angkut yang dibawa sebanyak 54 box.

V.4 Perbandingan Rute Aktual dengan Rute Hasil Metode

Berikut merupakan perbandingan dan persentase selisih antara rute hasil metode dengan rute aktual perusahaan:

Tabel 5.2 Perbandingan dan Presentase Rute Aktual Terhadap Rute Hasil Metode

| | Rute Aktual | Rute Hasil Metode | Selisih | Persentase |
|------------|-------------|-------------------|---------|------------|
| Jarak (km) | 64.9 | 56.6 | 8.3 | 13% |

Menurut tabel di atas dapat disimpulkan bahwa jarak tempuh antara rute aktual dengan rute hasil metode memiliki selisih 8.3 km. Berdasarkan perhitungan persentase penghematan jarak yang telah dihitung yaitu didapatkan persentase sebesar 13%. Hal

ini menunjukkan bahwa rute distribusi yang digunakan perusahaan saat ini belum optimal. Oleh karena itu, optimasi rute dengan menggunakan metode tersebut dapat membantu perusahaan dalam menekan biaya distribusi yang akan dikeluarkan.

VI. Kesimpulan

Rute yang diperoleh dari hasil metode optimasi adalah sebagai berikut:

1. Rute pengiriman yang dihasilkan untuk kendaraan 1 yaitu, dimulai dari Depot (UD. X) - Toko A - Toko B - Toko D - Toko H - Toko C - Toko E - Depot (UD. X). Total jarak yang ditempuh sejauh 24.8 km dan beban angkut yang dibawa sebanyak 59 box.

2. Rute pengiriman yang dihasilkan untuk kendaraan 2 yaitu, dimulai dari Depot (UD. X) - Toko J - Toko I - Toko F - Toko G - Depot (UD. X). Total jarak yang ditempuh sejauh 31.8 km dan beban angkut yang dibawa sebanyak 57 box.

Jarak tempuh pada rute aktual perusahaan lebih besar daripada jarak tempuh rute hasil metode optimasi. Selisih total jarak yang dihasilkan yaitu 8.3 km. Persentase selisih total jarak yang diperoleh yaitu sebesar 13%, apabila perusahaan menggunakan rute hasil metode maka perusahaan lebih efisien dalam

pendistribusian produknya dan juga dapat menekan biaya distribusi yang akan dikeluarkan.

Daftar Pustaka

1. Mukhsinin, Ali., dkk. 2013. "Penentuan Rute Distribusi CV. IFFA Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Local Search". Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.
2. Ikfan, Noer dan Masudin, Ilyas. 2014. "Saving Matrix untuk Menentukan Rute Distribusi". Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Amri, Mahardika., dkk. 2014. "Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbor (Studi Kasus: MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola)". Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
4. Toth, P. dan Vigo, D. 2002. "The Vehicle Routing Problem". Universita degli Studi di Bologna Italy.
5. Pop, P.C., dkk. 2011. "Heuristic Algorithms for Solving the Generalized Vehicle Routing Problem". Int. J. of Computers, Communications & Control.
6. Gendreau, M., dkk. 1994. "Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem". Management Science, Vol. 40, No. 10 (Oct., 1994), p. 1276-1290.

7. .