

USULAN RUTE DISTRIBUSI TABUNG GAS 12 KG MENGGUNAKAN ALGORITMA *NEAREST NEIGHBOUR* DAN *ALGORITMA TABU SEARCH* DI PT. X BANDUNG*

Cici Herawati, R.Hari Adianto, Fifi H Mustofa

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: cici.herawati19@gmail.com

ABSTRAK

PT. X Bandung merupakan distributor tabung gas 12 Kg. Pendistribusian membutuhkan waktu, ketepatan maupun jumlah. Pendistribusian dapat diselesaikan dengan Vehicle Routing Problem (VRP). Metode VRP yang digunakan adalah metode Nearest Neighbour dengan pemilihan lokasi pelanggan berdasarkan jarak terdekat dari lokasi terakhir yang dikunjungi. Selanjutnya metode perbaikan dengan Tabu Search yang bertujuan mendapatkan waktu minimum dari metode sebelumnya. Berdasarkan data perusahaan saat ini untuk mendistribusikan tabung gas ke 50 pelanggan membutuhkan waktu 889,9 menit. Sedangkan berdasarkan hasil pengolahan data waktu yang dibutuhkan dengan metode Nearest Neighbour adalah 840,7 menit, setelah diperbaiki dengan metode Tabu Search waktu yang dibutuhkan adalah 837,4 menit.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Tabu Search.*

ABSTRACT

PT. X Bandung is a distributor of gas tube 12 Kg. The distribution takes time, precision and number. The distribution can be solved by vehicle Routing Problem (VRP). VRP method used is Nearest Neighbour method the customer site selection based on the shortest distance from the last location visited. Further improvements to the Tabu Search method that aims to get the minimum time of previous methods. Based on data from the current company to distribute gas cylinders to 50 customers took 889.9 minutes. While based on the data processing time required by the Nearest Neighbour method was 840.7 minutes, after being repaired by the method of Tabu Search time required is 837.4 minutes.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Tabu Search.*

* 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

Dalam dunia industri perusahaan harus meningkatkan kinerjanya, salah satunya yaitu meningkatkan kinerja distribusi agar lebih efektif dan efisien. Pada awalnya perusahaan harus membuat produk yang nantinya produk tersebut didistribusikan kepada pelanggan. Kegiatan distribusi tersebut dijalankan agar pelaksanaan penjualan produk dapat terdistribusi dengan baik dan permintaan pelanggan dapat terpenuhi tepat waktu.

PT. X Bandung merupakan distributor yang mendistribusikan tabung gas 12 Kg. Jumlah permintaan tabung gas yang semakin banyak membuat perusahaan harus dapat memenuhi permintaan tersebut. Pada saat ini perusahaan masih belum mempunyai rute pendistribusian dengan baik seperti menentukan pelanggan mana yang harus dilayani terlebih dahulu. Biasanya penentuan rute adalah berdasarkan intuisi supir yang menjalankannya. Selain itu, jalanan kota Bandung yang semakin macet juga menjadi faktor keterlambatan proses distribusi.

Dalam proses pendistribusiannya perusahaan menggunakan kendaraan *pick up* untuk mengantarkan gas kepada pelanggan dengan kapasitas yang terbatas. Pada proses pendistribusian kendaraan tidak hanya melayani satu pelanggan saja tetapi harus melayani beberapa pelanggan dengan permintaan yang berbeda-beda dengan lokasinya yang tersebar di berbagai wilayah. Gas adalah kebutuhan sehari-hari maka dari itu keterlambatan akan proses pendistribusian gas akan sangat berpengaruh pada masyarakat. Oleh karena itu, berdasarkan kendala yang ada, perusahaan harus menentukan proses pendistribusian dengan baik yang bertujuan untuk menghasilkan tingkat kepercayaan kepada pelanggan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan kendala yang ada diperusahaan maka untuk menentukan rute distribusi dapat digunakan *Vehicle Routing Problem* (VRP). Dalam tugas akhir ini salah satu metode yang digunakan dalam VRP adalah metode *Nearest Neighbour* yang digunakan untuk memperoleh rute pendistribusian awal dengan memperhatikan jarak dan waktu pendistribusian, selanjutnya akan diperbaiki dengan metode *Tabu Search* dengan cara melakukan penukaran pelanggan untuk memperoleh jarak dan waktu yang lebih minimum.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Distribusi dan Transportasi

Secara umum fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah menghantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut di produksi sampai dimana mereka akan digunakan (Pujawan, 2010).

Distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari:

1. Melakukan segmentasi pasar dan menentukan target *service level*.
2. Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.
5. Memberikan pengiriman nilai tambah.
6. Menyimpan persediaan.
7. Menangani pengembalian.

2.2 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) menurut Miller (1999) adalah suatu permasalahan penentuan rute pengiriman/distribusi yang melibatkan sekumpulan rute kendaraan-kendaraan yang berpusat pada satu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar diberbagai wilayah pengiriman dengan permintaannya masing-masing.

Menurut Toth dan Vigo (2002) terdapat empat tujuan umum 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.

2.3 Algoritma Nearest Neighbour

Algoritma *Nearest Neighbour* merupakan salah satu metode heuristik, solusi yang dihadapi 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 lokasi terakhir kendaraan untuk selanjutnya didistribusikan (Pujawan, 2005).

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengerjaan pembentukan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*.

Langkah 1

Memilih titik pusat sebagai titik awal pengiriman (depot).

Langkah 2

Menentukan titik dengan jarak terkecil dari gudang/titik awal, yang selanjutnya adalah melakukan penggabungan antar kedua titik tersebut.

Langkah 3

Titik konsumen yang terakhir dikunjungi menjadi titik awal, dan selanjutnya mencari konsumen selanjutnya dengan jarak terdekat dari titik awal tersebut.

Langkah 4

Lakukan proses pengulangan sampai dengan kapasitas kendaraan sudah tidak mencukupi untuk melakukan pengiriman.

Langkah 5

Tarik titik tersebut pada satu garis, titik ini yang dimakan dengan satu rute perjalanan, dengan kapasitas kendaraan sebagai kendala dalam pembentukan satu rute perjalanan pengiriman barang.

Langkah 6

Lakukan proses yang sama, pada langkah satu sampai dengan langkah lima.

2.4 Algoritma Tabu Search

Tabu Search pertama kali diperkenalkan oleh Glover pada tahun 1986. Menurut Glover dan Laguna (1997) kata tabu atau "*taboo*" berasal dari bahasa Tongan, suatu bahasa Polinesia yang digunakan oleh suku Aborigin pulau Tonga untuk mengindikasikan suatu hal yang tidak boleh "disentuh" karena kesakralannya. *Tabu Search* merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar dari *Tabu Search* adalah suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya 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.

2.4.1 Tabu List

Untuk menghindari terulangnya langkah yang diambil, maka dilakukan *tabu test* dengan menggunakan *tabu list* yang sudah ada. *Tabu list* berisi atribut solusi-solusi yang telah dikunjungi sebelumnya.

2.4.2 Termination Kriteria

Kriteria pemberhentian yang biasa digunakan dalam *Tabu Search* adalah:

1. setelah semua iterasi yang telah ditetapkan sebelumnya terpenuhi
2. setelah beberapa iterasi tanpa ada perbaikan pada nilai fungsi objektif
3. ketika fungsi objektif mencapai nilai batas atas atau nilai batas bawah yang telah ditentukan sebelumnya
4. ketika tidak ada lagi solusi baru yang dapat dibangkitkan dari *Nearest Neighbour* dimana semua *move* terdapat dalam *tabu list*.

Dalam tugas akhir ini *termination criteria* yang digunakan adalah ketika tidak ada lagi solusi baru yang bisa dibangkitkan dari metode *Nearest Neighbour* dimana semua *move* sudah terdapat dalam *tabu list*.

2.4.3 Kombinatorial

Dalam tugas akhir ini digunakan juga kombinasi untuk menghitung berapa banyak pertukaran yang harus dilakukan dalam setiap iterasi.

2.4.4 Langkah-langkah Algoritma *Tabu Search* dalam VRP

Langkah-langkah yang harus dikerjakan pada metode *Tabu Search* adalah sebagai berikut:

Langkah 1

Menentukan solusi awal.

Langkah 2

Menentukan solusi alternatif yaitu dengan melakukan *move* (menukarkan) dua titik dalam solusi.

Langkah 3

Mengevaluasi solusi-solusi alternatif dengan *tabu list* untuk melihat apakah kandidat solusi (solusi alternatif) tersebut sudah ada pada *tabu list*. Apabila solusi alternatif sudah ada dalam *tabu list*, maka solusi alternatif tersebut tidak akan dievaluasi lagi. Apabila solusi alternatif belum terdapat dalam *tabu list*, maka solusi alternatif tersebut disimpan dalam *tabu list* sebagai solusi alternatif terbaik.

Langkah 4

Memilih solusi terbaik dari semua daftar calon solusi alternatif dan menetapkannya sebagai solusi optimum baru.

Langkah 5

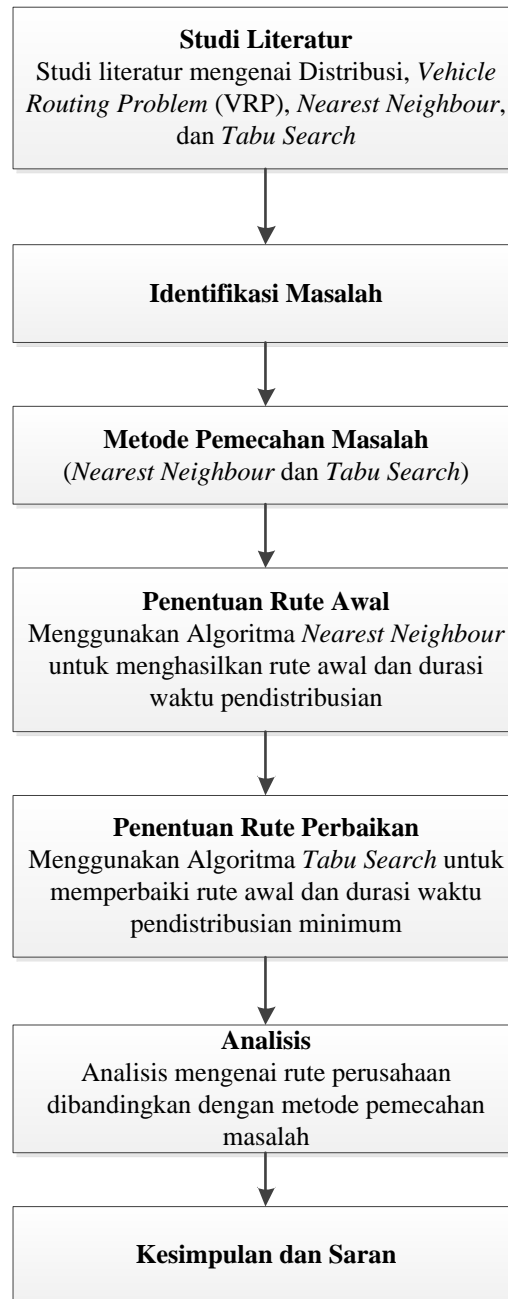
Memperbarui *tabu list* dengan memasukkan solusi optimum baru.

Langkah 6

Apabila kriteria pemberhentian terpenuhi maka proses berhenti dan diperoleh solusi optimum. Jika tidak, proses kembali berulang dimulai dari langkah kedua.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menjelaskan mengenai alur pengerjaan penelitian untuk memecahkan masalah pendistribusian. Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir metodologi penelitian

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berikut merupakan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian.

4.1.1 Data Permintaan Tabung Gas Elpiji 12 Kg

Data permintaan didapatkan dari perusahaan. Data ini merupakan data permintaan tetap tabung gas elpiji 12 Kg di PT. X Bandung di wilayah Bandung Timur. Pengiriman tabung gas ini dilakukan setiap minggu. Data Alamat pelanggan adalah sebagai berikut:

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Bukit Pakar Timur 19 | 17. Ahmad Yani 792 | 35. Pahlawan 74 |
| 2. Surapati 23 | 18. Ahmad Yani 827 | 36. Sadang Serang |
| 3. Cikutra 157 | 19. Tubagus Ismail 15 | 37. Batik Yonas 5 |
| 4. Nayaga 35 | 20. Salendro Timur | 38. Sidomukti 87 |
| 5. Selontongan Raya 16 | 21. Batik Saketi 3 | 39. Cikutra 207 |
| 6. Cikaso Barat | 22. Puri Suryalaya | 40. Ahmad Yani 159 |
| 7. Bukit dago utara | 23. Buah Batu | 41. Salendro Timur |
| 8. Surapati 88 | 24. Cibeunying Kolot | 42. Kinanti 17 |
| 9. Surapati Core | 25. Ahmad Yani 697 | 43. Surapati 130 |
| 10. Cikutra | 26. Taurus 48 | 44. Muara Rajeun 20 |
| 11. Rancagoong 21 | 27. Cikutra Barat | 45. Cikutra 229 |
| 12. Cikutra 201 | 28. Sinom | 46. Dipatiukur |
| 13. Cikutra 99 | 29. Cijagra Raya | 47. Ir. H Juanda 169 |
| 14. Cijagra 1 | 30. Dago 315 | 48. Trunojoyo |
| 15. Asmarandana 33 | 31. Batik tiga negeri 9 | 49. Teungku Umar |
| 16. Renggong manis | 32. Batik Yogya 19 | 50. Bip Merdeka |
| | 33. Ahmad Yani 97 | |
| | 34. Batik Rengganis 35 | |

4.1.2 Jarak Tempuh

Jarak tempuh merupakan jarak dari setiap lokasi ke lokasi yang dibutuhkan selama proses pendistribusian tabung gas. Jarak tempuh tersebut didapatkan dengan menggunakan bantuan *website google maps* dengan satuan kilometer.

4.1.3 Waktu Tempuh

Waktu tempuh didapatkan dari perhitungan jarak tempuh dibagi dengan kecepatan mobil dikalikan 60 menit.

4.1.4 Kecepatan Kendaraan

Kecepatan rata-rata kendaraan selama proses pendistribusian diasumsikan 30 km/jam, hal tersebut digunakan dengan mempertimbangkan banyak hal seperti kemacetan, jalanan yang rusak, banyaknya muatan serta banyaknya gangguan di jalan.

4.1.5 Kapasitas Kendaraan

Kapasitas angkut mobil *pick up* yaitu 46 unit tabung gas per mobil *pick up*.

4.1.6 Waktu Loading dan Waktu Unloading

Waktu *loading* di depot adalah 23 menit untuk 46 unit tabung gas, waktu *unloading* di depot adalah 20,7 menit untuk 46 unit tabung gas, sedangkan waktu *loading* di pelanggan adalah 1,1 menit per unit tabung gas, dan waktu *unloading* di pelanggan adalah 1,4 menit per unit tabung gas.

4.1.7 Waktu Administrasi

Waktu administrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh pelanggan untuk melakukan transaksi atau pembayaran. Waktu administrasi tersebut diasumsikan 3 menit per pelanggan.

4.1.8 Jam Kerja Supir

Jam kerja supir dalam proses pendistribusian tabung gas adalah 8 jam kerja. Jam kerja tersebut menentukan apakah proses pendistribusian dapat tersalurkan tepat waktu atau tidak dengan melihat keterbatasan jam kerja yang ada.

4.2 Pengolahan Data

Berikut merupakan langkah pengerjaan untuk menentukan rute pendistribusian.

4.2.1 Metode Nearest Neighbour

Langkah-langkah untuk mengerjakan metode *nearest neighbour* terdapat 11 langkah:

Langkah 1

Masukan data yang dibutuhkan dalam pendistribusian yaitu:

1. Kapasitas angkut kendaraan = 46 unit tabung gas.
2. Horison perencanaan (PH) = 480 menit.
3. Data waktu *loading* di depot (Lt_d) = 23 menit.

Langkah 2

Menentukan lokasi awal yaitu depot (0) = PT. X Bandung.

Langkah 3

Menghitung waktu *loading* di depot dan menghitung waktu penyelesaian.

Waktu *loading* depot (Lt_d) = 23 menit.

$$\begin{aligned} \text{Waktu penyelesaian (CT1)} &= (Lt_d) + (Ut_d) + (WT) + (At) \\ &= 23 + 0 + 0 + 0 = 23 \text{ menit} \end{aligned} \quad (1)$$

Langkah 4

Menentukan konsumen dengan jarak terpendek dari lokasi terakhir dengan melihat matriks jarak, konsumen awal adalah 0 dan konsumen terpendek setelah itu adalah konsumen ke 33 dengan jarak 0,95 km. Lanjut langkah 5.

Langkah 5

Melihat terlebih dahulu jumlah permintaannya

apabila sisa muatan (Q) \geq permintaan (D) maka permintaan konsumen terpenuhi. Sisa muatan $Q = Q - D = 46 - 1 = 45$ unit.

Lanjut ke langkah 6.

Langkah 6

Menghitung waktu *loading* dan *unloading* di konsumen,

Waktu *loading* (Lt_p) = 1,1 menit * 1 = 1,1 menit.

Waktu *unloading* (Ut_p) = 1,3 menit * 1 = 1,4 menit.

Langkah 7

Menghitung waktu administrasi dan waktu tempuh.

Waktu administrasi (At) = 3 menit.

$$\text{Waktu tempuh} = \left(\frac{D_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit} \right) = \frac{0,95}{30} \times 60 \text{ menit} = 1,9 \text{ menit.}$$

Langkah 8

1. Jika waktu penyelesaian (CT) \leq horison perencanaan (PH) maka lanjutkan ke langkah 9.

2. Jika waktu penyelesaian (CT) $>$ horison perencanaan (PH) maka pendistribusian ke konsumen selanjutnya dibatalkan, lanjut ke langkah 11.

$$\begin{aligned} \text{Waktu penyelesaian (CT2)} &= \text{CT1} + (Lt_p) + (Ut_p) + (WT) + (At) \\ &= 23 + 1,1 + 1,4 + 1,9 + 3 = 30,4 \text{ menit} \end{aligned} \quad (2)$$

Langkah 9

Konsumen belum terlayani semua, maka kembali ke langkah 4.

Langkah 4

Menentukan konsumen dengan jarak terpendek dari lokasi terakhir (konsumen 33) ke konsumen 40 dengan jarak 0,35 km dengan melihat matriks jarak. Lanjut langkah 5.

Langkah 5

Melihat terlebih dahulu jumlah permintaannya

apabila sisa muatan (Q) \geq permintaan (D) maka permintaan konsumen terpenuhi. Sisa muatan $Q = Q - D = 45 - 1 = 44$ unit.

Langkah 6

Menghitung waktu *loading* dan *unloading* di konsumen,

Waktu *loading* (Lt_p) = 1,1 menit * 1 = 1,1 menit.

Waktu *unloading* (Ut_p) = 1,3 menit * 1 = 1,4 menit.

Langkah 7

Menghitung waktu administrasi dan waktu tempuh

Waktu administrasi (At) = 3 menit.

Waktu tempuh = $\left(\frac{d_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit}\right) = \frac{0,35}{30} \times 60 \text{ menit} = 0,7 \text{ menit}$.

Langkah 8

1. Jika waktu penyelesaian (CT) \leq horison perencanaan (PH) maka lanjutkan ke langkah 9.

2. Jika waktu penyelesaian (CT) $>$ horison perencanaan (PH) maka pendistribusian ke konsumen selanjutnya dibatalkan, lanjut ke langkah 11.

$$\begin{aligned} \text{Waktu penyelesaian (CT3)} &= (CT2) + (L_{t_p}) + (U_{t_p}) + (WT) + (At) \\ &= 30,4 + 1,1 + 1,4 + 0,7 + 3 = 36,6 \text{ menit} \end{aligned} \quad (3)$$

Langkah 9

Konsumen belum terlayani semua, maka kembali ke langkah 4. Proses tersebut terus berlanjut sampai konsumen terlayani semua yaitu sampai dengan konsumen 3 dengan sisa kapasitas (Q) = 0. Lanjut ke langkah 10.

Langkah 10

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

Waktu tempuh = $\left(\frac{D_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit}\right) = \frac{4,9}{30} \times 60 \text{ menit} = 9,8 \text{ menit}$.

Waktu *unloading* (U_{t_d}) = 20,7 menit untuk 46 unit tabung gas kosong.

Rute baru terbentuk karena $CT \leq PH$.

4.2.2 Metode *Tabu Search*

Langkah pengerjaan metode *Tabu Search* adalah sebagai berikut:

Tur 1 Rute 1

Langkah 1

Inputkan *output* Tur 1 Rute 1 metode *Nearest Neighbour*

0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 14,04 Km

Langkah 2

Membuat Iterasi dengan melakukan penukaran (*move*) antara dua titik dari *Output Nearest Neighbour*.

Iterasi 1.

Output Nearest Neighbour tersebut akan masuk kedalam daftar *tabu list*.

Tabu List Solusi Awal

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 14.04 Km

Banyaknya jalur yang di cari pada iterasi 1 adalah sebanyak 253 jalur.

$$C_{(23,2)} = \frac{23!}{2!(23-2)!} = 253 \text{ Jalur.}$$

- Jalur ke 1 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 2.
33-0-40-6-44-8—43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 14,99 Km
- Jalur ke 2 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 3.
40-33-0-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 15,74 Km
- Jalur ke 3 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 4.
6-33-40-0-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 16,89 Km
- Jalur ke 4 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 5.
44-33-40-6-0-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 21,73 Km
Begitu seterusnya sampai dengan jalur ke 22.
- Jalur ke 23 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 3.
0-40-33-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 14,79 Km
- Jalur ke 24 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 4.
0-6-40-33-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 17,99 Km

- Jalur ke 25 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 5.
0-44-40-6-33-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 23,28 Km
Begitu seterusnya sampai jalur ke 43.
- Jalur ke 44 yaitu penukaran antara posisi ke 3 dengan posisi ke 4.
0-33-6-40-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 16,99 Km
- Jalur ke 45 yaitu penukaran antara posisi ke 3 dengan posisi ke 5.
0-33-44-6-40-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 19,33 Km
- Jalur ke 46 yaitu penukaran antara posisi ke 3 dengan posisi ke 6.
0-33-8-6-44-40-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 22,88 Km
Begitu seterusnya sampai jalur ke 63.
- Penukaran ini berlanjut sampai dengan jalur ke 253.

Langkah 3

Selanjutnya adalah mengevaluasi solusi alternatif dari jalur-jalur yang telah dicoba pada iterasi tersebut dan menetapkan solusi tersebut sebagai solusi optimum sementara, dari iterasi 1 pada Tur 1 Rute 1 diperoleh solusi optimum sementara pada jalur ke 248.

Jalur Optimum

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 13.50 Km

Langkah 4

Selanjutnya adalah memilih solusi paling optimum diantara semua daftar solusi alternatif. Apabila solusi tersebut lebih kecil dari solusi awal maka solusi tersebut akan dipilih sebagai solusi optimum yang baru. Nilai solusi optimum pada iterasi 1 lebih kecil dari solusi awal maka solusi optimum tersebut terpilih sebagai solusi optimum baru.

Langkah 5

Langkah selanjutnya adalah memperbaiki *Tabu List*. Sebelumnya terdapat solusi optimum yang baru, solusi optimum baru tersebut akan masuk kedalam daftar *tabu list* yang nantinya akan dijadikan untuk solusi atau iterasi selanjutnya.

Tabu List Solusi Awal

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 14.04 Km

Tabu List Iterasi ke 1

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 13.50 Km

Dikarenakan jarak pada iterasi 1 lebih kecil dari metode awal, maka rute optimum sementara pada iterasi 1 akan dijadikan iterasi selanjutnya.

Iterasi 2

Tabu List yang terpilih dari iterasi pertama

Tabu List Iterasi 1.

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 13.50 Km

Banyaknya jalur yang di cari pada iterasi 1 adalah sebanyak 253 jalur.

$$C_{(23,2)} = \frac{23!}{2!(23-2)!} = 253 \text{ Jalur.}$$

- Jalur ke 1 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 2.
33-0-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 14,45 Km
- Jalur ke 2 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 3.
40-33-0-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 15,20 Km
- Jalur ke 3 yaitu penukaran antara posisi ke 1 dengan posisi ke 4.
6-33-40-0-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 16,35 Km
Seterusnya sampai dengan jalur ke 22.
- Jalur ke 23 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 3.
0-40-33-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 16,35 Km
- Jalur ke 24 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 4.
0-6-40-33-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 17,45 Km

- Jalur ke 25 yaitu penukaran antara posisi ke 2 dengan posisi ke 5.
0-44-40-6-33-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 22,74 Km
Begitu seterusnya sampai jalur ke 43.
Penukaran ini berlanjut sampai dengan jalur ke 253.

Langkah 3

Selanjutnya adalah mengevaluasi solusi alternatif dari jalur-jalur yang telah dicoba pada iterasi tersebut dan menetapkan solusi tersebut sebagai solusi optimum sementara, dari iterasi 2 pada Tur 1 Rute 1 diperoleh solusi optimum sementara pada jalur ke 244.

Jalur optimum

0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-45-39-12-10-3 = 13,32 Km

Langkah 4

Selanjutnya adalah memilih solusi paling optimum diantara semua daftar solusi alternatif. Apabila solusi tersebut lebih kecil dari solusi awal maka solusi tersebut akan dipilih sebagai solusi optimum yang baru. Nilai solusi optimum pada iterasi 2 lebih kecil dari iterasi 1 maka solusi optimum tersebut terpilih sebagai solusi optimum baru.

Langkah 5

Langkah selanjutnya adalah memperbarui *Tabu List*. Sebelumnya terdapat solusi optimum yang baru, solusi optimum baru tersebut akan masuk kedalam daftar *tabu list* yang nantinya akan dijadikan untuk solusi atau iterasi selanjutnya.

Tabu List Solusi Awal

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3 = 14.04 Km

Tabu List Iterasi 1.

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-45-12-10-3 = 13.50 Km

Tabu List Iterasi ke 2.

= 0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-45-39-12-10-3 = 13,32 Km

Dikarenakan jarak pada iterasi 2 lebih kecil dari iterasi 1, maka rute optimum sementara pada iterasi 2 dijadikan untuk iterasi selanjutnya.

Begitu seterusnya sampai iterasi ke 22.

Langkah 6

Langkah selanjutnya adalah pemberhentian, jika semua kriteria sudah terpenuhi maka pencarian berhenti, tetapi jika masih belum maka akan kembali ke langkah 2. Pada tur 1 rute 1 pemberhentian dilakukan pada iterasi ke 7 dikarenakan nilai yang dihasilkan naik turun dan nilainya sama, tetapi nilai optimum yang di ambil yaitu jalur ke 193 pada iterasi ke 3. Langkah ini digunakan untuk semua tur/rute.

5. ANALISIS

5.1.1 Analisis Perbandingan Rute Perusahaan Saat ini dengan Rute dari Metode yang dihasilkan

Terdapat 3 tur untuk mendistribusikannya tabung gas ke 50 pelanggan di wilayah Bandung Timur. Hasil rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi Tur PT. X Bandung Saat Ini

Tur		Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)
1	0-20-15-16-14-11-5-4-23-26-29-42-41-28-22-17-18-25-0	33,60	314,16
2	0-33-40-50-46-48-9-8-19-49-47-2-43-1-30-7-21-31-32-34-37-39-45-44-24-0	42,70	377,1
3	0-27-35-36-38-13-12-6-3-10-0	18,05	198,6
Total		94,35	889,9

Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan rute distribusi, didapatkan hasil dari pembentukan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Hasil rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Metode *Nearest Neighbour*

Tur	Rute		Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)
1	1	0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-38-34-37-31-32-21-35-39-12-45-10-3-0	18,94	445,6
	2	0-42-28-15-16-5-14-29-22-23-11-26-20-41-4-0	13,66	
2	1	0-48-50-49-46-47-19-7-30-0	21,60	395,1
	2	0-17-25-18-9-24-1	21,25	
Total			75,45	840,7

Dari pembentukan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* dapat dilihat bahwa semua rute/tur berawal dan berakhir di depot. Waktu yang diperoleh setiap tur tidak melebihi batas waktu jam kerja yang tersedia. Pada tur 1 waktu pendistribusian membutuhkan waktu 445,6 menit, sedangkan pada tur 2 waktu yang dibutuhkan pendistribusian adalah 395,1 menit.

Selanjutnya dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Tabu Search*. Hasil rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi Metode *Tabu Search*

Tur	Rute		Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)
1	1	0-33-40-6-44-8-43-2-36-13-27-35-34-37-31-32-21-38-45-39-12-10-3-0	18,00	442,9
	2	0-42-28-15-16-23-14-29-22-5-11-26-20-41-4-0	13,26	
2	1	0-50-48-49-46-47-19-7-30-0	21,30	394,5
	2	0-17-25-18-9-24-1-0	21,25	
Total			73,81	837,4

Dari hasil perbaikan dengan menggunakan metode *Tabu Search* maka didapatkan 2 tur dengan total waktu yang didapat pada Tur 1 membutuhkan waktu sekitar 442,9 menit, hal ini menunjukkan bahwa adanya penghematan waktu dibandingkan dengan metode awal *Nearest Neighbour*, penghematan waktu tersebut dikarenakan adanya penukaran konsumen pada Tur 1 Rute 1 dan Tur 1 Rute 2 yang menyebabkan perbedaan jarak yang dilalui pada setiap proses distribusi, jarak tersebut berpengaruh terhadap waktu tempuh karena waktu tempuh didapatkan berdasarkan jarak. Sedangkan pada Tur 2 total waktu yang diperoleh adalah 394,5 menit. Total waktu keseluruhan metode *Tabu Search* yaitu 837,4 menit. Hal ini menunjukkan adanya penghematan antara metode awal dengan metode perbaikan selama 3,3 menit.

5.2 Analisis Hasil Implementasi

Pada saat ini PT. X Bandung memiliki jumlah kendaraan sebanyak 3 mobil *pick up* untuk mendistribusikan tabung gas dari depot ke 50 pelanggan tetap di wilayah Bandung Timur dengan jarak yang berbeda-beda, berdasarkan penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* maka diperoleh 2 tur dengan total waktu tempuh adalah 840,7 menit. Selanjutnya diperbaiki dengan menggunakan metode *Tabu Search* maka diperoleh 2 Tur dengan total waktu yang dibutuhkan untuk proses pendistribusian adalah 837,4 menit. Jumlah tur sebanyak 2 tur membutuhkan kendaraan 2 unit. Hal ini berarti perusahaan dapat mengurangi kendaraan yang ada karena jumlah kendaraan yang terlalu banyak akan menyebabkan naiknya ongkos distribusi. Selain itu kendaraan yang terlalu banyak dapat menyebabkan pembagian kerja antar supir kurang efektif sehingga perlu di evaluasi lagi sehingga perlu di evaluasi lagi.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data dapat ditarik kesimpulan mengenai rute distribusi di PT. X Bandung:

1. Perusahaan memiliki 3 tur untuk mendistribusikan tabung gas ke wilayah Bandung Timur dengan total waktu tempuh 889,9 menit.
2. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* didapatkan 2 tur dengan total waktu keseluruhan adalah 840,7 menit. Hal ini menunjukkan adanya penghematan waktu pendistribusian sebesar 49,2 menit dibandingkan dengan rute yang ada di perusahaan.
3. Berdasarkan metode perbaikan dengan menggunakan metode *Tabu Search* didapatkan 2 tur dengan total waktu keseluruhan adalah 837,4 menit, hal ini menunjukkan adanya penghematan waktu pendistribusian sebesar 3,3 menit dari metode *Nearest Neighbour*.
4. Jumlah kendaraan yang dimiliki oleh PT. X Bandung untuk mendistribusikan tabung gas 12 Kg adalah 3 unit kendaraan, sedangkan berdasarkan hasil pengolahan data hanya membutuhkan 2 kendaraan saja. Hal ini menunjukkan adanya penghematan kendaraan sebanyak 1 unit.

REFERENSI

Glover, F and Laguna, M. (1997). *Tabu Search*. Massachusetts: *Kluwer Academic Publisher*

Miller, David M., Matson, Jessica O., Vaidyanathan, Bharat S., (1999), *A Capacitated Vehicle Routing Problem For Just in Time delivery*, ITE Transactions.

Pujawan, I.N., Mahendrawathi, (2010), *Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.

Toth, P. dan Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. SIAM. Philadelphia