

**PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *NEAREST NEIGHBOR*
(Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola)**

***NEAREST NEIGHBOR METHOD TO SOLVE VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(Case Study : MTP Nganjuk Distributor of PT. Coca Cola)**

Mahardhika Amri¹⁾, Arif Rahman²⁾, Rahmi Yuniarti³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 16, Malang 65145, Indonesia

Email : amrimahardhika@gmail.com¹⁾, posku@ub.ac.id²⁾, rahmi_yuniarti@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT. Coca Cola merupakan perusahaan produsen minuman ringan. MTP Nganjuk menjadi salah satu distributor PT Coca Cola. Penentuan rute yang kurang optimal merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh Distributor PT. Coca Cola ini. Kurang efektifnya rute distribusi menyebabkan MTP Nganjuk menanggung biaya lembur untuk supir dan kernet. Perencanaan urutan rute pendistribusian produk diserahkan sepenuhnya pada keputusan supir dan kernetnya, tanpa perencanaan yang dilandasi pertimbangan yang logis. Waktu pendistribusian terlalu panjang, beberapa toko yang dikunjungi melebihi jam kerja dari supir. Penelitian ini menerapkan *Vehicle Routing Problem* dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* untuk mengoptimalkan rute pendistribusian. Pengumpulan data meliputi data permintaan dan jarak antar lokasi. Menyusun *distance matrix* berdasarkan data jarak antar lokasi. Metode *Nearest Neighbor* dipergunakan untuk merancang rute berdasarkan jarak terdekat berikutnya. Efisiensi pendistribusian dievaluasi berdasarkan total jarak, waktu dan beban biaya yang ditanggung oleh MTP Nganjuk. Hasil penelitian menunjukkan rute pendistribusian yang memperpendek jarak tempuh sejauh 63,1 km, atau sebesar 13,14 %. Waktu perjalanan mampu dipercepat selama 108,17 menit atau sebesar 3,81 %, sehingga supir dan kernet tidak perlu lembur. MTP Nganjuk tidak perlu mengeluarkan biaya lembur supir dan kernet, sehingga dapat menekan beban biaya pendistribusian senilai Rp 98.377,- atau sebesar 12,08 %.

Kata Kunci: *Nearest Neighbor, Vehicle Routing Problem, Rute.*

1. Pendahuluan

MTP Nganjuk merupakan distributor PT. Coca Cola yang bergerak dalam bidang pendistribusian produk Coca Cola wilayah Kabupaten Nganjuk, dan sekitarnya. MTP Nganjuk ini merupakan satu-satunya distributor PT. Coca Cola yang berada di wilayah Kabupaten nganjuk dan mempunyai tanggung jawab untuk mendistribusikan produk Coca Cola di wilayah tersebut.

Saat pendistribusian MTP Nganjuk harus melayani toko yang jauh dari gudang, banyak toko yang harus dikunjungi dengan lokasi yang tersebar, dimana sarana pengangkut terbatas jumlah dan kapasitasnya yaitu 130 krat

Sebagai distributor PT. Coca Cola, MTP Nganjuk menghadapi permasalahan dalam proses pengiriman, terutama rute pendistribusian. MTP Nganjuk memiliki jumlah pelanggan sebanyak 193 toko yang tersebar di Kabupaten Nganjuk, dan memiliki sebuah gudang di Kecamatan Sukomoro. Perencanaan urutan-urutan rute pendistribusian produk ke

pelanggan masih mengandalkan pengalaman dan keputusan subyektif dari supir dan kernet MTP nganjuk, sehingga waktu pendistribusian produk kurang maksimal, hal tersebut mengakibatkan ada beberapa toko yang dikunjungi diluar jam kerja dari supir, sehingga perusahaan harus mengeluarkan biaya lembur untuk supir dan kernet.

Permasalahan pendistribusian MTP Nganjuk merupakan permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yaitu permasalahan mencari rute dengan ongkos minimal dari suatu depot ke pelanggan yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda. Untuk membantu menyelesaikan permasalahan VRP dalam penelitian ini akan digunakan algoritma *Nearest Neighbor*. Dengan adanya masalah tersebut bagaimana penyelesaian VRP dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dapat mengoptimalkan rute pendistribusian, sehingga bisa mengurangi total jarak, waktu dan beban biaya yang ditanggung oleh MTP Nganjuk.

1.1 *Traveling Salesman Problem*

VRP atau *vehicle routing problem* merupakan suatu permasalahan yang berfokus pada pendistribusian barang dari depot (gudang) perusahaan kepada pelanggannya. Pengantaran barang tersebut menyangkut pelayanan yang diberikan perusahaan dalam kurun waktu yang telah ditentukan kepada sejumlah pelanggan dengan menggunakan kendaraan tertentu dimana lokasi depot dapat berada pada satu atau lebih lokasi. Kendaraan dikemudikan oleh pengemudi melewati jalan yang memungkinkan untuk dilewati. Solusi dari VRP berupa rute-rute yang dapat ditempuh kendaraan untuk mengantarkan seluruh permintaan pelanggan dimana setiap rute ditempuh oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot.

1.2 Karakteristik Dalam VRP

Menurut Toth dan Vigo, ada beberapa karakteristik dalam VRP yang perlu diperhatikan. Yang pertama adalah komponen-komponen yang berkaitan dalam VRP, yaitu :

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

Karakteristik berikutnya dari VRP adalah dalam hal kendala yang ada dalam VRP tersebut. Berdasarkan batasan atau kendala yang ada, VRP dibagi kedalam beberapa tipe :

1. CVRP

CVRP merupakan model dasar dalam VRP dengan kapasitas angkut kendaraan sebagai kendala yang dihadapi. Semua permintaan pelanggan diketahui di awal dan pengantaran permintaan tersebut, untuk setiap pelanggan, dilakukan pada satu rute yang sama (keseluruhan permintaan suatu pelanggan diletakkan pada rute yang sama). Kendaraan yang digunakan adalah identik dan hanya terdapat satu depot sebagai lokasi awal dan akhir setiap kendaraan.

2. VRPTW

Pelanggan tidak bisa dilayani sembarang waktu. Pelanggan memiliki interval atau jeda waktu tertentu untuk dilayani. Hal ini dikenal dengan istilah *time windows*. Waktu yang diperhitungkan disetiap kendaraan yaitu waktu untuk meninggalkan depot dan menuju lokasi pelanggan dan waktu pelayanan yang diberikan kepada pelanggan. Waktu pelayanan perusahaan harus berada pada jeda waktu yang ditetapkan pelanggan untuk menerima

pelayanan tersebut. Apabila kendaraan datang sebelum batas waktu yang ditentukan, kemungkinan yang terjadi adalah pelanggan menerima pesanan yang diantar. Apabila kendaraan melewati batas waktu yang ditentukan, kemungkinan yang akan terjadi adalah pelanggan tidak menerima pesanan yang diantar tersebut (kendaraan mungkin diperbolehkan kembali lain waktu) dan perusahaan akan dikenakan penalty. Hal ini bergantung pada kesepakatan awal antara pelanggan dengan perusahaan.

3. VRPB

Pada VRP ini, pelanggan terbagi menjadi dua kondisi, yaitu pelanggan yang memiliki permintaan untuk dikirimkan barang pesannya dan pelanggan yang memiliki permintaan untuk diambil barangnya. Untuk setiap rute, seluruh pengantaran barang lebih baik dilakukan terlebih dahulu sebelum pemasukan barang dilakukan. Hal ini untuk menghindari pemuatan ulang barang-barang dalam kendaraan

4. VRPPD

Setiap pelanggan terasosiasi pada dua jenis permintaan sekaligus. Permintaan untuk dikirimkan barang ke lokasinya dan untuk diambilkan barang dari lokasinya. Kegiatan mengantarkan permintaan dilakukan terlebih dahulu sebelum kegiatan mengambil permintaan. Dengan mengingat bahwa setiap pelanggan memiliki satu kali kesempatan untuk dikunjungi, maka penyelesaian permasalahan ini menjadi lebih kompleks.

1.3 Metode *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1983 dan merupakan metode yang sangat sederhana dan tamak. Pada setiap iterasinya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru dimulai dengan cara yang sama jika tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas atau *time windows* (Braysy & Gendreau, 2005).

Cara kerja metode ini adalah sebagai berikut. Pertama-tama, semua rute kendaraan masih kosong. Dimulai dari rute kendaraan pertama, metode ini memasukkan (*insert*) satu persatu customer terdekat (*nearest neighbor*) yang belum dikunjungi ke dalam rute, selama memasukkan customer tersebut ke dalam rute kendaraan tidak melanggar batasan kapasitas

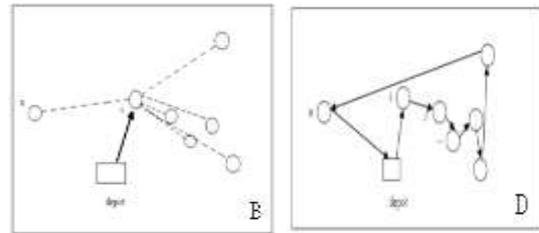
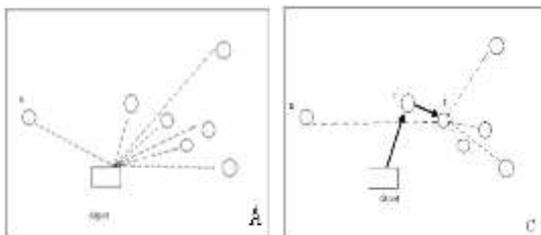
maksimum kendaraan tersebut (atau batasan-batasan yang dijabarkan oleh varian VRP yang lain). Kemudian proses yang sama juga dilakukan untuk kendaraan-kendaraan berikutnya, sampai semua kendaraan telah penuh atau semua customer telah dikunjungi (Gunawan, 2012).

Algoritma metode *Nearest Neighbor* (Pop, 2011) adalah sebagai berikut :

1. Berawal dari gudang, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang. Sebagai lokasi pertama
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan
 - a. Apabila ada lokasi yang terpilih sebagai lokasi berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
 - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah (1).
 - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari gudang dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
3. bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

Contoh metode ini diberikan pada Gambar

1. Pada gambar tersebut, berawal dari depot mencari jarak ke semua toko yang akan dikunjungi seperti Gambar (A). kunjungan berikutnya setelah depot adalah pelanggan yang terdekat dengan depot yaitu pelanggan I seperti Gambar (B), dilanjutkan dengan pelanggan berikutnya yang terdekat dengan pelanggan i, yaitu pelanggan j seperti Gambar (C). jika semua pelanggan telah dikunjungi , maka kembali lagi ke depot seperti Gambar (D).



Gambar 1. Contoh Metode *Nearest Neighbor*

2. Metode Penelitian

2.1 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan.

2.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memberikan landasan teori dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan usaha untuk menggali konsep-konsep maupun teori-teori yang dapat mendukung usaha penelitian.

2.3 Mengidentifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah adalah tahap awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang timbul untuk mencari solusi permasalahan tersebut. Pada tahap ini, akan dikaji permasalahan yang ada pada MTP Nganjuk distributor PT. Coca Cola di wilayah Nganjuk.

2.4 Merumuskan Masalah Penelitian

Dari identifikasi masalah awal dan studi pustaka, selanjutnya dirumuskan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini.

2.5 Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini ditujukan agar mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya.

2.6 Pengumpulan Data

Data ataupun informasi yang dikumpulkan harus relevan dengan persoalan yang dibahas yang nantinya akan menjadi *input* pada tahap pengolahan data. Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah riset lapangan dan riset kepustakaan.

2.7 Pengolahan Data

Langkah-langkah dari pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan jarak, waktu dan biaya awal sebelum penerapan metode *Nearest Neighbor*.
2. Melakukan penentuan rute baru menggunakan metode *Nearest Neighbor*.
3. Selanjutnya melakukan verifikasi hasil, apakah hasil tersebut sesuai dengan syarat yang ada yaitu tidak melanggar kapasitas maksimum kendaraan dan semua titik telah dikunjungi.
4. Melakukan perhitungan jarak, waktu dan biaya setelah penerapan metode *Nearest Neighbor*.

2.8 Analisis Hasil Dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan perbandingan antara hasil pada kondisi awal dan kondisi akhir. Faktor yang dibandingkan antara lain jarak tempuh pada rute hari I, II, III, IV, V dan VI dan juga faktor total jarak, waktu dan biaya pendistribusian produk.

2.9 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan menjabarkan tentang penentuan rute pendistribusian dan hasil total biaya, jarak dan waktu yang diusulkan kepada MTP Nganjuk distributor PT. Coca Cola yang dapat memberikan penurunan biaya. Saran memberikan pengembangan lebih lanjut atas metode yang telah dibuat dari penelitian yang telah dilakukan, sehubungan dengan pendistribusian produk MTP Nganjuk distributor PT. Coca Cola wilayah Nganjuk.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan yaitu yang berkaitan dengan pendistribusian produk dari gudang ke konsumen, terdiri dari beberapa data diantaranya data mengenai sistem pendistribusian, data wilayah distribusi, data kapasitas kendaraan, data alamat konsumen, data permintaan produk, data biaya variabel transportasi.

3.1 Data Wilayah Distribusi

MTP Nganjuk memiliki wilayah pendistribusian di Kabupaten Nganjuk dengan total sebanyak 193 toko, yang mana dari 193 toko tersebut terbagi kedalam 6 rute pendistribusian, sebagaimana telah menjadi ketetapan dari perusahaan. Produk tersebut dapat didistribusikan dari gudang ke seluruh Kabupaten Nganjuk selama satu minggu sekali dari hari I. II. III. IV. V dan VI. Yaitu hari I sebanyak 33 toko, hari II sebanyak 33 toko, hari

III sebanyak 30 toko, hari IV sebanyak 33 toko, hari V sebanyak 31 toko dan hari VI sebanyak 33 toko.

Data permintaan produk Coca Cola untuk toko-toko di wilayah Kabupaten Nganjuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah rata-rata permintaan berdasarkan pengiriman per hari dalam satu minggu pada bulan desember 2013. Tabel 1. merupakan data alamat konsumen pada yang harus dikunjungi pada hari pertama yaitu sebanyak 33 toko.

Tabel 1. Data Wilayah Distribusi

| No | Nama Toko | No. | Nama Toko |
|-----|--------------|-----|---------------|
| 1. | W. Tangguh | 18. | Yayuk |
| 2. | W. Soto Ayam | 19. | Toko Canon |
| 3. | W Sutrisno | 20. | Toko Rahayu |
| 4. | W. Jari | 21. | Cukup |
| 5 | W. Sarti | 22. | Toko Yayuk |
| 6. | Bpk. Sumit | 23. | Bakso Pak Jon |
| 7. | SMA 1 Gdang | 24. | Bpk Supar |
| 8. | Bpk Panut | 25. | Toko Sri |
| 9. | Jais | 26. | Toko Bakrun |
| 10. | Karti | 27. | Toko Pak heru |
| 11. | Bakso Pak To | 28. | Toko Panen |
| 12. | Siamji | 29. | KPRI |
| 13. | Hadi | 30. | Surya Cell |
| 14. | Toko Madura | 31. | W. Sate |
| 15. | Sidik | 32. | Ibu Wati |
| 16. | Darti | 33. | Ibu Supatmi |
| 17. | Warijan | | |

3.2 Data Armada Truk dan Kapasitas

Tabel 2. dibawah ini merupakan moda yang digunakan MTP Nganjuk untuk mendistribusikan produk Coca Cola ke toko-toko yaitu truk. Didalam MTP Nganjuk sendiri terdapat 2 kendaraan yang tersedia, tetapi hanya satu truk yang digunakan.

Tabel 2. Armada Truk dan Kapasitas

| No | Nama Kendaraan | Kapasitas |
|----|-----------------------|-----------|
| 1. | Mitsubishi AG 1095 UV | 130 krat |
| 2. | Mitsubishi AG 6088 UV | 130 krat |

3.3 Data Biaya Variabel Transportasi

Pada Penelitian ini biaya variabel transportasi dihitung dari biaya bahan bakar yang digunakan oleh truk untuk melakukan pendistribusian ke toko-toko yang dituju. Biaya bahan bakar yang dikeluarkan tergantung dari besarnya kendaraan yang digunakan, makin besar kendaraan makin besar pula biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan bakar. Besar

biaya perkilometer untuk setiap kapasitas bisa dilihat pada Tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Data Biaya Variabel Transportasi

| No | Nama Kendaraan | Biaya/km |
|----|-----------------------|----------|
| 1. | Mitsubishi AG 1095 UV | Rp 925 |
| 2. | Mitsubishi AG 6088 UV | Rp 925 |

3.4 Data Upah Harian

Untuk setiap kendaraan truk membutuhkan 1 sopir dan 1 kernet. Upah harian dan upah lembur untuk supir dan kernet termasuk total biaya tetap yang dimasukkan dalam biaya pendistribusian pada penelitian ini. makin banyak jumlah hari yang dibutuhkan untuk pendistribusian produk semakin banyak pula upah yang dikeluarkan untuk sopir dan kernet, sehingga biaya operasionalnya juga makin tinggi. Untuk upah lembur dihitung setiap 1 jam, yaitu ≥ 30 menit, apabila waktu lembur ≤ 30 menit, maka tidak dihitung sebagai jam lembur.

Tabel 4. Data Upah Harian

| No | Karyawan | Upah/hari | Upah Lembur/jam |
|----|----------|-----------|-----------------|
| 1. | Sopir | Rp 30.000 | Rp 10.000 |
| 2. | Kernet | Rp 25.000 | Rp 10.000 |

3.5 Waktu Distribusi

Untuk perhitungan waktu total menggunakan persamaan berikut ini

1. Waktu *Set Up* mobil angkut yaitu diasumsikan 15 menit
2. Waktu perjalanan total = total jarak tempuh dibagi dengan kecepatan rata-rata
3. Waktu pelayanan total = jumlah toko x waktu pelayanan yaitu diasumsikan 9,5 menit
4. Waktu loading = $\left(\frac{JTP}{KPM}\right) + \left(\frac{JTP}{KPN}\right)$ (pers.1)

Keterangan :

JTP = Jumlah Total Permintaan

KPM = Kecepatan Pembongkaran

KPN = Kecepatan Pengisian

Diasumsikan kecepatan pembongkaran 7 krat permenit dan pengisian 8 krat permenit.

5. Waktu total = (waktu *Set Up* mobil angkut + waktu perjalanan + waktu pelayanan + waktu loading)

3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan perhitungan biaya, jumlah pemakaian armada, jarak, dan waktu tempuh pada kondisi awal pendistribusian produk. Setelah itu, menentukan rute dengan metode *Nearest Neighbor* yang mana rute yang nantinya terbentuk akan dihitung kembali biaya, jumlah pemakaian armada, jarak dan waktu tempuh setelah penghematan untuk dibandingkan dalam pembahasan.

3.6.1 Perhitungan Total Jarak Awal

Perhitungan biaya berawal dari perhitungan total jarak tempuh dari pendistribusian produk dari MTP Nganjuk yang selama ini telah diterapkan. yaitu

1. Pendistribusian produk hari I yaitu mengunjungi konsumen sebanyak 33 toko. Berawal dari gudang distributor menuju ke semua toko kemudain kembali lagi ke gudang. Total jarak pendistribusian yaitu 113,43 km dengan total pengiriman produk sebanyak 105 krat.
2. Pendistribusian produk hari II yaitu mengunjungi konsumen sebanyak 33 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 67,09 km dengan total pengiriman produk sebanyak 110 krat.
3. Pendistribusian produk hari III yaitu mengunjungi semua konsumen sebanyak 30 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 83,2 km dengan total pengiriman produk sebanyak 112 krat.
4. Pendistribusian produk hari IV yaitu mengunjungi semua konsumen sebanyak 33 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 32,2 km dengan total pengiriman produk sebanyak 124 krat.
5. Pendistribusian produk hari V yaitu mengunjungi semua konsumen sebanyak 31 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 83,03 km dengan total pengiriman produk sebanyak 123 krat.
6. Pendistribusian produk hari VI yaitu mengunjungi semua konsumen sebanyak 33 toko. Total jarak pendistribusian yaitu 100,55 km dengan total pengiriman produk sebanyak 124 krat.

Adapun total jarak yang ditempu lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini

Tabel 5. Total Jarak Tempuh

| No | Hari Pengiriman | Total Jarak |
|----|-----------------|---------------|
| 1. | I | 113,43 km |
| 2. | II | 67,09 km |
| 3. | III | 83,2 km |
| 4. | IV | 32,2 km |
| 5. | V | 83,03 km |
| 6. | VI | 100,55 km |
| | Total | 480 km |

3.6.2 Perhitungan Biaya Awal

Perhitungan total biaya pendistribusian awal berdasarkan penjumlahan total biaya tetap dan variabel. Total biaya tetap yang digunakan penelitian ini adalah upah sopir dan kernet. Total biaya variabel merupakan hasil kali antara biaya variabel transportasi dengan total jarak
 Total biaya pendistribusian = *Total Fixed Cost* + *Total Variabel Cost*
 = 444.000 + 370.000
 = Rp 814.000

3.6.3 Penentuan Rute Menggunakan Metode Nearest Neighbor

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* untuk mencari urutan rute yang baru yang nantinya akan digunakan untuk mendistribusikan produk Coca Cola ke para konsumen. Pada tahap ini diharapkan rute yang terbentuk nantinya merupakan rute yang optimal dari pada rute sebelumnya. Untuk melakukan perhitungan diperlukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Input Data

Data yang telah dikumpulkan tersebut belum bisa digunakan didalam model. Perlu diketahui jarak dari gudang ke toko dan juga jarak antar toko yang kemudian disusun dalam satu matriks yang disebut sebagai matriks jarak. Matriks jarak inilah yang nantinya digunakan dalam pengolahan data. Matriks jarak tersebut dibuat dengan menggunakan *Googlemaps*. Dengan bantuan *Googlemaps* inilah didapatkan jarak dari gudang ke toko dan juga jarak antar toko.

2. Pengolahan Menggunakan Metode Nearest Neighbor

Metode *Nearest Neighbor* setiap iterasinya melakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penggunaan algoritma metode *Nearest Neighbor* yaitu sebagai berikut:

a. Pada langkah ini berawal dari depot, kemudian mencari jarak dari depot ke semua toko-toko yang akan didistribusikan, mulai dari toko 1 sampai toko 33, jarak dari gudang ke semua toko sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 9 km dan jarak terjauh 24,8 km. Dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih toko dengan jarak yang terdekat dari gudang yaitu sebesar 9 km pada toko T25. Maka toko tersebut terpilih sebagai pelanggan pertama yang dikunjungi

Tabel 6. Jarak Dari Gudang Ke Toko

| Nomor | Kode | Jarak dari gudang (G) |
|-------|------|-----------------------|
| 1 | T1 | 10,9 |
| 2 | T2 | 10,2 |
| 3 | T3 | 12,1 |
| 4 | T4 | 9,9 |
| 5 | T5 | 12,4 |
| 6 | T6 | 27 |
| 7 | T7 | 12 |
| 8 | T8 | 13,1 |
| 9 | T9 | 10,8 |
| 10 | T10 | 11 |
| 11 | T11 | 10,9 |
| 12 | T12 | 11 |
| 13 | T13 | 10,9 |
| 14 | T14 | 10,7 |
| 15 | T15 | 9,9 |
| 16 | T16 | 10,1 |
| 17 | T17 | 10,2 |
| 18 | T18 | 24,8 |
| 19 | T19 | 15,4 |
| 20 | T20 | 14,7 |
| 21 | T21 | 14,3 |
| 22 | T22 | 13,8 |
| 23 | T23 | 14 |
| 24 | T24 | 14,4 |
| 25 | T25 | 9 |
| 26 | T26 | 11,1 |
| 27 | T27 | 10,1 |
| 28 | T28 | 14,7 |
| 29 | T29 | 14,3 |
| 30 | T30 | 11,1 |
| 31 | T31 | 15,2 |
| 32 | T32 | 10,5 |
| 33 | T33 | 9,8 |

b. Langkah selanjutnya dari toko dengan kode T25, kemudian mencari jarak dari toko kode T25 ke semua toko yang akan didistribusikan oleh truk, yaitu sebanyak 32 toko, jarak dari toko kode T25 ke semua toko sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 0,8 km dan jarak terjauh 21,5 km. Dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih toko dengan jarak yang terdekat dari toko yang terpilih sebelumnya yaitu sebesar 0,8 pada toko dengan kode T33. Maka toko tersebut terpilih sebagai pelanggan kedua.

Tabel 7. Jarak Dari Toko 25 Ke Toko Lain

| Nomor | Kode | Jarak dari Toko (25) |
|-------|------|----------------------|
| 1 | T1 | 2,5 |
| 2 | T2 | 1,9 |
| 3 | T3 | 1,1 |
| 4 | T4 | 3,5 |
| 5 | T5 | 4 |
| 6 | T6 | 21,5 |
| 7 | T7 | 3,6 |
| 8 | T8 | 4,7 |
| 9 | T9 | 2,3 |
| 10 | T10 | 2,6 |
| 11 | T11 | 2,4 |
| 12 | T12 | 2,7 |
| 13 | T13 | 2,5 |
| 14 | T14 | 2,3 |
| 15 | T15 | 1,6 |
| 16 | T16 | 1,6 |
| 17 | T17 | 1,7 |
| 18 | T18 | 19,2 |
| 19 | T19 | 7 |
| 20 | T20 | 5,8 |
| 21 | T21 | 7,1 |
| 22 | T22 | 7,2 |
| 23 | T23 | 7,4 |
| 24 | T24 | 7,6 |
| 25 | T25 | 0 |
| 26 | T26 | 2 |
| 27 | T27 | 1,1 |
| 28 | T28 | 6,4 |
| 29 | T29 | 6,1 |
| 30 | T30 | 2,4 |
| 31 | T31 | 6,8 |
| 32 | T32 | 2,8 |
| 33 | T33 | 0,8 |

c. Langkah selanjutnya dari toko dengan kode T33, kemudian mencari jarak dari toko kode T33 ke semua toko-toko yang akan didistribusikan oleh truk yaitu sebanyak 31 toko, jarak dari toko kode T33 ke semua toko

sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 0,3 km dan jarak terjauh 22,3 km. Dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih toko dengan jarak yang terdekat dari toko yang terpilih sebelumnya yaitu sebesar 0,3 km pada toko dengan kode T27. Maka toko tersebut terpilih sebagai pelanggan ketiga dikunjungi.

Tabel 8. Jarak dari Toko 33 Ke Toko Lain

| Nomor | Kode | Jarak dari Toko (33) |
|-------|------|----------------------|
| 1 | T1 | 3,2 |
| 2 | T2 | 2,6 |
| 3 | T3 | 1,9 |
| 4 | T4 | 4,3 |
| 5 | T5 | 4,7 |
| 6 | T6 | 22,3 |
| 7 | T7 | 4,7 |
| 8 | T8 | 5,5 |
| 9 | T9 | 3,1 |
| 10 | T10 | 3,4 |
| 11 | T11 | 3,2 |
| 12 | T12 | 3,4 |
| 13 | T13 | 3,2 |
| 14 | T14 | 3,1 |
| 15 | T15 | 2,3 |
| 16 | T16 | 2,4 |
| 17 | T17 | 2,5 |
| 18 | T18 | 20 |
| 19 | T19 | 6,6 |
| 20 | T20 | 5 |
| 21 | T21 | 6,7 |
| 22 | T22 | 6,4 |
| 23 | T23 | 6,7 |
| 24 | T24 | 7 |
| 25 | T25 | 0,8 |
| 26 | T26 | 1,3 |
| 27 | T27 | 0,3 |
| 28 | T28 | 5,6 |
| 29 | T29 | 5,3 |
| 30 | T30 | 1,7 |
| 31 | T31 | 6,3 |
| 32 | T32 | 2,1 |
| 33 | T33 | 0 |

Dengan cara yang sama mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka didapatkan rute pendistribusian hari pertama adalah $G \rightarrow T25_{(1)} \rightarrow T33_{(2)} \rightarrow T27_{(3)} \rightarrow T26_{(4)} \rightarrow T30_{(5)} \rightarrow T32_{(6)} \rightarrow T20_{(7)} \rightarrow T29_{(8)} \rightarrow T28_{(9)} \rightarrow T21_{(10)} \rightarrow T19_{(11)} \rightarrow T23_{(12)} \rightarrow T22_{(13)} \rightarrow T24_{(14)} \rightarrow T31_{(15)} \rightarrow T8_{(16)} \rightarrow T10_{(17)} \rightarrow T13_{(18)} \rightarrow T9_{(19)} \rightarrow T11_{(20)} \rightarrow T14_{(21)} \rightarrow T1_{(22)} \rightarrow T12_{(23)} \rightarrow T2_{(24)} \rightarrow T16_{(25)} \rightarrow T17_{(26)} \rightarrow$

$T15_{(27)} \rightarrow T3_{(28)} \rightarrow T4_{(29)} \rightarrow T7_{(30)} \rightarrow T5_{(31)} \rightarrow T18_{(32)} \rightarrow T6_{(33)} \rightarrow G$

3. Hasil Pengolahan Data

Rute pendistribusian selama satu minggu dengan data yang ada kemudian diolah dengan algoritma metode *Nearest Neighbor*

Tabel 9. Hasil Pengolahan Data

| No | Hari pengiriman | Total jarak |
|----|-----------------|------------------|
| 1. | I | 96,09 km |
| 2. | II | 63,67 km |
| 3. | III | 71,87m |
| 4. | IV | 29,26 km |
| 5. | V | 74,2 km |
| 6. | VI | 81,8 km |
| | Total | 416,89 km |

4. Verifikasi Hasil

Rute hasil perhitungan menggunakan program algoritma *Nearest Neighbor* harus diverifikasi, dengan cara memeriksa kesesuaian hasil perhitungan dengan syarat-syarat pengiriman, yaitu tidak melanggar pembatas kapasitas kendaraan dan semua titik telah terlewati.

- a. Tidak melanggar kapasitas kendaraan.
Total jumlah barang yang diangkut \leq kapasitas kendaraan

Tabel 10. Verifikasi Hasil

| Rute | Kapasitas | Total jarak | Permintaan |
|-------|-----------|-------------|------------|
| I | 130 krat | 96,09 km | 105 krat |
| II | 130 krat | 63,67 km | 110 krat |
| III | 130 krat | 71,87 km | 112 krat |
| IV | 130 krat | 29,26 km | 124 krat |
| V | 130 krat | 74,2 km | 123 krat |
| VI | 130 krat | 81,8 km | 124 krat |
| Total | | | 416,89 km |

Dari hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 10 didapatkan rute I kapasitas kendaraan 130 krat, dengan total jarak 96,09 km dan total barang yang diangkut sebanyak 105 krat. Dengan demikian total jumlah barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 105 krat (≤ 130 krat). Hal tersebut menunjukkan bahwa rute I tidak melanggar kapasitas kendaraan. Pada rute II kapasitas kendaraan 130 krat, dengan total jarak 63,67 km dan total barang yang diangkut sebanyak 110 krat.

Dengan demikian total jumlah barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 110 krat (≤ 130 krat), Hal tersebut juga menunjukkan rute II tidak melanggar kapasitas kendaraan. Pada Rute III kapasitas kendaraan 130 krat, dengan total jarak 71,87 km dan total barang yang diangkut 112 krat. Dengan demikian total jumlah barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 112 krat (≤ 130 krat). Hal tersebut juga menunjukkan bahwa rute III tidak melanggar kapasitas kendaraan. Pada rute IV kapasitas kendaraan 130 krat, dengan total jarak 29,26 km dan total barang yang diangkut sebanyak 124 krat. Dengan demikian total jumlah barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 124 krat (≤ 130 krat). Hal tersebut menunjukkan bahwa rute IV tidak melanggar kapasitas kendaraan. Pada rute V kapasitas kendaraan 130 krat, dengan total jarak 74,2 km dan total barang yang diangkut sebanyak 123 krat. Dengan demikian total jumlah barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 123 krat (≤ 130 krat), Hal tersebut juga menunjukkan rute V tidak melanggar kapasitas kendaraan. Pada Rute VI kapasitas kendaraan 130 krat, dengan total jarak 81,8 km dan total barang yang diangkut 124 krat. Dengan demikian total jumlah barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan yaitu 124 krat (≤ 130 krat). Hal tersebut juga menunjukkan bahwa rute VI tidak melanggar kapasitas kendaraan. Jadi dapat disimpulkan semua barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas kendaraan.

- b. Semua titik telah terlewati

Dari Hasil perhitungan ditunjukkan titik tujuan yang harus dilewati adalah kota dari kode 1 sampai kode 193. Dan hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa masing- masing kota telah dikunjungi tepat satu kali dan semua titik tujuan telah terlewati. Dengan demikian hasil perhitungan sesuai dengan syarat-syarat pengiriman diatas.

3.7 Perhitungan Jarak, Waktu dan Biaya Setelah Penerapan Metode *Nearest Neighbor*

Pada tahapan sebelumnya, telah dihitung total dari jarak yang telah ditempuh oleh rute pendistribusian baru dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Kemudian dari total jarak akan dikalikan dengan biaya variabel transportasi

dan juga ditambahkan dari biaya *Total Fixed Cost*.

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Pendistribusian} &= \text{Total} \\ &\text{variabel Cost} + \text{Total Fixed Cost} \\ &= 385.623 + 330.000 \\ &= \text{Rp } 715.623 \end{aligned}$$

3.8 Analisis Hasil

Dari hasil perhitungan pengolahan data dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Maka bisa dilakukan perbandingan antara hasil pada kondisi awal dan kondisi akhir. Faktor yang dibandingkan antara lain jarak tempuh pada rute hari I, II, III, IV, V, dan VI

Tabel 11. Analisis Hasil

| No | Rute | Nilai Awal | Nilai Akhir | Jumlah Penurunan | Prosentase Penurunan |
|----|------|------------|-------------|------------------|----------------------|
| 1. | I | 113,43 km | 96,09 km | 17,34 km | 15,28 % |
| 2. | II | 67,09 km | 63,67 km | 3,42 km | 5,09 % |
| 3. | III | 83,2 km | 71,87 km | 11,32 km | 13,61 % |
| 4. | IV | 32,7 km | 29,26 km | 3,44 km | 10,51 % |
| 5. | V | 83,03 km | 74,2 km | 8,83 km | 10,63 % |
| 6. | VI | 100,55 km | 81,8 km | 18,75 km | 18,64 % |

Berdasarkan Tabel 11. tersebut dapat diketahui bahwa jarak tempuh pada hari I mampu diperpendek sebesar 17,34 km, atau sebesar 15,28 %. Jarak tempuh pada hari II mampu diperpendek sebesar 3,42 km, atau sebesar 5,09 %. Jarak tempuh pada hari III mampu diperpendek sebesar 11,32 km, atau sebesar 13,61 %. Jarak tempuh pada hari IV mampu diperpendek sebesar 3,44 km, atau sebesar 10,51 %. Jarak tempuh pada hari V mampu diperpendek sebesar 8,83 km, atau sebesar 10,63 %. Jarak tempuh pada hari VI mampu diperpendek sebesar 81,8 km, atau sebesar 18,64 %

Dari hasil perhitungan diatas maka bisa dilakukan perbandingan antara hasil keseluruhan pada kondisi awal dan kondisi akhir. Faktor yang dibandingkan antara lain jarak tempuh, waktu tempuh dan biaya pendistribusian peoduk

Tabel 11. Perbandingan Hasil Perhitungan

| No | Faktor Perbandingan | Nilai Awal | Nilai Akhir | Jumlah Penurunan | Prosentase Penurunan |
|----|-----------------------|---------------|---------------|------------------|----------------------|
| 1. | Jarak tempuh | 480 km | 416,89 km | 63,1 km | 13,14 |
| 2. | Lama waktu distribusi | 2836,82 menit | 2728,64 menit | 108,17 menit | 3,81 |
| 3. | Biaya pendistribusian | 814.000 | 715.623 | 98.377 | 12,08 |

Berdasarkan Tabel 11. tersebut dapat diketahui bahwa jarak tempuh mampu diperpendek sebesar 63,1 km, atau sebesar 13,14 %. Lama perjalanan mampu dipercepat selama 108,17 menit dengan prosentase penurunan sebesar 3,81 %. Biaya pendistribusian turun sebesar Rp 98.377,- atau sebesar 12,08 %.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* Dengan Menggunakan Metode *Nearest Neighbor*, terdapat beberapa kesimpulan yang bisa diambil, antara lain:

- Dengan penerapan metode *Nearest Neighbor* dalam penentuan rute pendistribusian produk, didapatkan jarak terpendek tiap harinya. Hasil perhitungannya yaitu jarak tempuh pada hari I mampu diperpendek sebesar 17,34 km, atau sebesar 15,28 %, dengan jumlah lokasi sebanyak 33 serta jumlah pengiriman produk sebanyak 105 krat. Untuk jarak tempuh pada hari II mampu diperpendek sebesar 3,42 km, atau sebesar 5,09 %, dengan jumlah lokasi sebanyak 33 serta jumlah pengiriman produk sebanyak 110 krat. Untuk jarak tempuh pada hari III mampu diperpendek sebesar 11,32 km, atau sebesar 13,61 %, dengan jumlah lokasi sebanyak 30 serta jumlah pengiriman produk sebanyak 112 krat, untuk jarak tempuh pada hari IV mampu diperpendek sebesar 3,44 km, atau sebesar 10,51 %, dengan jumlah lokasi sebanyak 33 serta jumlah pengiriman produk sebanyak 124 krat. Untuk jarak tempuh pada hari V mampu diperpendek sebesar 8,83 km, atau sebesar 10,63 %, dengan jumlah lokasi sebanyak 31 serta jumlah

pengiriman produk sebanyak 123 krat. Untuk jarak tempuh pada hari VI mampu diperpendek sebesar 18,75 km, atau sebesar 18,64 %, dengan jumlah lokasi sebanyak 33 serta jumlah pengiriman produk sebanyak 124 krat

- b. Tujuan distribusi rayon Malang, disuplai dari *warehouse* Area (SR Dengan penerapan metode *Nearest Neighbor* dalam penentuan rute pendistribusian produk, didapatkan total jarak tempuh, lama perjalanan dan biaya transportasi mampu diminimalkan. Hasil dari perhitungannya yaitu jarak tempuh mampu diperpendek sebesar 63,1 km, atau sebesar 13,14 %. Lama perjalanan mampu dipercepat selama 108,17 menit dengan prosentase penurunan sebesar 3,81 %. Biaya pendistribusian turun sebesar Rp 98.377,-atau sebesar 12,08 %. dengan hasil tersebut maka MTP Nganjuk tidak perlu menanggung beban biaya lembur dikarenakan waktu yang dihasilkan tidak melebihi jam kerja dari supir dan kernet. Dengan minimalnya biaya transportasi berarti metode ini dapat

digunakan oleh perusahaan sebagai panduan dalam menentukan rute pendistribusian produk

Daftar Pustaka

Braysy, O., B. Gendreau, M .2005., “*Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part 1: Route Construction and Local Search Algorithms*”*Inform. System Oper. Res.* (2005) ,39:104-118

Gunawan, P. 2012. “*Enhanced Nearest Neighbors Algorithm for Design of water Network*”*Chemical Engineering Science.* ,84:197-206

Pop, Petrica Claudiu, et al. 2011. "Heuristic algorithms for solving the generalized vehicle routing problem." *International Journal of Computers Communications & Control* 6.1 : 158-165.

Toth dan Vigo.(Ed).2002 “*Vehicle Routing Problem*”, Philadelphia, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Application.