

MODEL RUTE PERJALANAN MINIMAL DENGAN MENGUNAKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM PADA PT X

Eko Sulistyono

Jurusan Matematika Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Batam Tiban Baru, Kec. Sekupang, Kota
Batam, Kepulauan Riau
E-mail : eko@iteba.ac.id

Abstract

In this research discusses the problem of distributing goods from a depot to several customer locations to minimize travel costs. The problem is solved by using the Vehicle Routing Problem method. The data used in this research is secondary data with 10 customers and one depot. The aim of this research is to form a model from the data that has been obtained and determine the optimal travel route based on the model that has been formed. The first step is to form the objective function of the problem, then form the constraints that may occur. After the model is formed, a solution to the problem is sought. The total cost of the trip is obtained by multiplying the cost of the trip per kilometer by the total distance traveled.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Optimization, Mathematical Modeling*

Abstrak

Penelitian ini membahas masalah pendistribusian barang dari suatu depot menuju ke beberapa lokasi pelanggan untuk meminimumkan biaya perjalanan. Permasalahan diselesaikan dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dengan 10 pelanggan dan satu depot. Tujuan dalam penelitian ini adalah membentuk model dari data yang telah diperoleh dan menentukan rute perjalanan yang optimal berdasarkan model yang telah dibentuk. Langkah pertama membentuk fungsi objektif dari permasalahan, kemudian membentuk kendala-kendala yang kemungkinan terjadi. Setelah terbentuk model, dicari solusi dari permasalahan. Total biaya perjalanan diperoleh dengan melakukan perkalian biaya perjalanan perkilometer dengan total total jarak yang ditempuh.

Kata Kunci : Vehicle Routing Problem, Optimasi, Model Matematika

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Riset operasi merupakan salah satu cabang ilmu matematika. Sejumlah permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dapat diselesaikan dengan menggunakan riset operasi. Beberapa

diantaranya adalah menentukan jumlah pengiriman suatu barang untuk mendapatkan keuntungan secara maksimal, menentukan penjadwalan secara optimal, serta menentukan rute terpendek dari suatu perjalanan untuk meminimumkan biaya perjalanan. Salah satu metode yang digunakan

untuk menentukan rute terpendek adalah vehicle routing problem.

Vehicle routing problem (VRP) merupakan suatu permasalahan yang berfokus pada pendistribusian barang dari suatu depot kepada pelanggannya [1]. Pengiriman barang ini dimulai dari suatu kendaraan yang mengantarkan barang dari suatu depot ke seluruh pelanggan kembali lagi menuju depot setelah barang yang diantar habis atau seluruh pelanggan selesai dilayani. Tujuan dari VRP adalah meminimumkan total biaya perjalanan yang digunakan. Dalam penelitian ini, dibahas model VRP dari suatu data yang telah diperoleh, kemudian ditentukan rute perjalanan yang optimal berdasarkan model yang telah dibentuk

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk;

1. Membentuk model VRP dari data yang telah diperoleh
2. Menentukan rute perjalanan optimal pada pengiriman barang

TINJAUAN PUSTAKA

Pemrograman Linear

Pemrograman linear merupakan masalah optimasi dengan fungsi objektifnya merupakan linear dan variabel kendala terdiri dari persamaan linear dan persamaan tak linear [2]. Bentuk dari masing-masing kendala mungkin berbeda dari masalah yang satu dan lainnya. Secara umum pemrograman linear dapat disajikan dalam bentuk sebagai berikut:

$$\min c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Terhadap kendala

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

⋮

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \dots, \quad x_n \geq 0$$

dengan b_i, c_i , dan a_{ij} merupakan bilangan real dan x_i merupakan bilangan real yang ditentukan.

Vehicle Routing Problem

Vehicle routing problem merupakan masalah optimasi yang berkaitan dengan pengiriman barang dengan menggunakan rute yang optimal dari suatu depot menuju sejumlah pelanggan untuk meminimumkan biaya perjalanan. Terdapat beberapa komponen yang berkaitan dalam VRP, yaitu [4]

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

METODE PENELITIAN

Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder antara depot dan 10 lokasi tujuan yang berasal dari penelitian Anton *et al* (2021) [3].

Sumber Data

Dalam penelitian Anton *et al*. data yang digunakan adalah data pengiriman TV ukuran 32 inch. Kendaraan yang digunakan adalah truk CDE Jumbo dengan kapasitas 271 unit TV dalam satu kali angkut. Selanjutnya disajikan jarak antara depot dan 10 lokasi tujuan. Berikut ini disajikan data jarak antara depot dengan 10 lokasi tujuan (dalam Km)

Tabel 1. Jarak Antara Depot dan Pelanggan

| No | Ke Dari | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|------------|----|-----|----|----|-----|
| | | DC | SSK | SE | EC | SEJ |
| 1 | DC | 0 | 23 | 17 | 28 | 19 |
| 2 | SSK | 23 | 0 | 9 | 38 | 9 |
| 3 | SE | 17 | 9 | 0 | 33 | 10 |
| 4 | EC | 28 | 38 | 33 | 0 | 26 |
| 5 | SEJ | 19 | 9 | 10 | 26 | 0 |
| 6 | TUCR | 32 | 5 | 12 | 30 | 11 |
| 7 | ERC | 22 | 16 | 15 | 24 | 7 |
| 8 | TEH | 56 | 51 | 45 | 38 | 38 |
| 9 | GP | 48 | 17 | 30 | 27 | 24 |
| 10 | ECT | 27 | 16 | 18 | 19 | 12 |
| 11 | TPE | 53 | 33 | 44 | 53 | 41 |

Tabel 2. Jarak Antara Depot dan pelanggan
(Lanjutan)

| No | Ke Dari | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|------------|------|-----|-----|----|-----|-----|
| | | TUCR | ERC | TEH | GP | ECT | TPE |
| 1 | DC | 32 | 22 | 56 | 48 | 27 | 53 |
| 2 | SSK | 5 | 16 | 51 | 17 | 16 | 33 |
| 3 | SE | 12 | 15 | 45 | 30 | 18 | 44 |
| 4 | EC | 30 | 24 | 38 | 27 | 19 | 53 |
| 5 | SEJ | 11 | 7 | 38 | 24 | 12 | 41 |
| 6 | TUCR | 0 | 27 | 45 | 17 | 16 | 29 |
| 7 | ERC | 27 | 0 | 36 | 21 | 9 | 47 |
| 8 | TEH | 45 | 36 | 0 | 23 | 33 | 67 |
| 9 | GP | 17 | 21 | 23 | 0 | 11 | 33 |
| 10 | ECT | 16 | 9 | 33 | 11 | 0 | 38 |
| 11 | TPE | 29 | 47 | 67 | 33 | 38 | 0 |

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, DC merupakan depot, sedangkan SSK, SE, EC, SEJ, TUCR, ERC, TEH, GP, ECT, dan TPE merupakan lokasi pelanggan. Biaya perjalanan yang dikeluarkan oleh perusahaan sebesar Rp. 1.300/Km. Jumlah permintaan untuk masing pelanggan disajikan dalam tabel berikut

Tabel 3. Jumlah Permintaan Pelanggan

| No | Nama lokasi | Jumlah |
|----|-------------|--------|
| 1 | SSK | 55 |
| 2 | SE | 90 |
| 3 | EC | 87 |
| 4 | SEJ | 120 |
| 5 | TUCR | 80 |
| 6 | ECR | 100 |
| 7 | TEH | 96 |

| | | |
|----|-----|-----|
| 8 | GP | 78 |
| 9 | ECT | 105 |
| 10 | TPE | 135 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Permasalahan

Model Vehicle Routing Problem menggunakan depot sebagai lokasi awal dalam pengiriman barang. Kemudian depot melakukan pengiriman barang di 10 lokasi. Terdapat satu kendaraan yang dapat digunakan di masing-masing depot dengan kapasitas setiap kendaraan sebanyak 271 mengakibatkan apabila jumlah barang yang diangkut telah habis maka kendaraan akan kembali ke depot untuk mengambil kembali persediaan barang. Fungsi objektif dalam kasus ini adalah meminimumkan biaya perjalanan sehingga fungsi objektifnya adalah sebagai berikut:

$$\min Z = \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^4 c_{ij} x_{ij}^k$$

Kendala pada permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Perjalanan kendaraan berawal dari depot dan mengunjungi pelanggan.

$$\sum_{j=2}^{11} x_{1j}^k \leq 1, \quad k = 1,2,3,4$$

2. Perjalanan kendaraan kembali ke depot setelah mengunjungi pelanggan

$$\sum_{j=2}^{11} x_{j1}^k \leq 1, \quad k = 1,2,3,4$$

3. Pelanggan dilayani tepat satu kali. Apabila telah dilayani, maka kendaraan pergi mengunjungi pelanggan lainnya. Artinya terdapat dua perjalanan yaitu mengunjungi dan meninggalkan pelanggan tersebut

untuk menuju pelanggan lainnya

$$\sum_{k=1}^4 \sum_{i=1}^{11} x_{ij}^k = 1, \quad j = 1, 2, \dots, 11$$

$$\sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^{11} x_{ij}^k = 1, \quad i = 1, 2, \dots, 11$$

4. Jika kendaraan yang mengunjungi seorang pelanggan maka setelah melayani pelanggan, kendaraan akan meninggalkan pelanggan

$$\sum_{i=1}^{11} x_{ir}^k - \sum_{j=1}^{11} x_{rj}^k = 0$$

5. Jumlah permintaan pelanggan dalam suatu waktu tidak melebihi kapasitas kendaraan.

$$\sum_{j=2}^{11} q_j \sum_{i=1}^{11} x_{ij}^k \leq Q_k$$

6. Kendaraan tidak boleh berjalan dari suatu pelanggan ke pelanggan yang sama

$$x_{jj}^k = 0, \quad j = 1, 2, \dots, 11, \\ k = 1, 2, 3, 4$$

Keterangan simbol

c_{ij} merupakan biaya perjalanan kendaraan dari i menuju j

x_{ij}^k merupakan perjalanan kendaraan dari i menuju j pada waktu ke- k

x_{ij}^k merupakan variabel keputusan yang bernilai 0 atau 1

q_j merupakan jumlah permintaan pelanggan ke- j

Q_k merupakan kapasitas kendaraan pada waktu ke- k

Rute Perjalanan

Berdasarkan model yang telah diperoleh,

ditentukan penyelesaian dengan bantuan program sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Waktu Perjalanan ke-1

Untuk waktu perjalanan pertama diperoleh rute perjalanan yang dimulai dari depot kemudian dilanjutkan menuju pelanggan SSK dengan jumlah permintaan sebanyak 55, kendaraan berjalan menuju pelanggan TUCR dengan jumlah permintaan sebanyak 80, selanjutnya menuju pelanggan TPE dengan jumlah permintaan 135. Jumlah pelanggan yang telah dilayani sebanyak 3 orang dengan jumlah permintaan barang sebanyak 270. Karena jumlah barang yang tersisa tidak dapat untuk memenuhi permintaan pelanggan lainnya maka kendaraan harus kembali ke depot untuk mengambil barang dan mendistribusikan barang pada waktu perjalanan selanjutnya.

b. Waktu Perjalanan ke-2

Pada waktu perjalanan kedua diperoleh rute perjalanan yang dimulai dari depot kemudian menuju pelanggan EC dengan jumlah permintaan sebanyak 87, selanjutnya kendaraan berjalan menuju pelanggan GP untuk mendistribusikan barang sebanyak 78, kemudian pergi menuju pelanggan TEH dengan jumlah permintaan sebanyak 96. Jumlah pelanggan yang telah dilayani pada waktu kedua sebanyak 3 orang dengan jumlah permintaan sebanyak 261. Jumlah barang yang tersisa tidak dapat untuk memenuhi permintaan pelanggan selanjutnya sehingga kendaraan harus kembali ke depot untuk mengambil barang dan mendistribusikan barang pada waktu

perjalanan selanjutnya

c. Waktu Perjalanan ke-3

Pada waktu perjalanan kedua diperoleh rute perjalanan yang dimulai dari depot kemudian menuju pelanggan SEJ dengan jumlah permintaan sebanyak 120, selanjutnya kendaraan berjalan menuju pelanggan SE untuk mendistribusikan barang sebanyak 90. Jumlah pelanggan yang telah dilayani pada waktu ketiga sebanyak 2 orang dengan jumlah permintaan sebanyak 210. Jumlah barang yang tersisa tidak dapat untuk memenuhi permintaan pelanggan selanjutnya sehingga kendaraan harus kembali ke depot untuk mengambil barang dan mendistribusikan barang pada waktu perjalanan selanjutnya

d. Waktu Perjalanan ke-4

Pada waktu perjalanan kedua diperoleh rute perjalanan yang dimulai dari depot kemudian menuju pelanggan ECR dengan jumlah permintaan sebanyak 100, kemudian kendaraan berjalan menuju pelanggan ECT untuk mendistribusikan barang sebanyak 105. Karena seluruh pelanggan telah dilayani maka kendaraan kembali ke depot. Jumlah pelanggan yang telah dilayani pada waktu keempat sebanyak 2 orang dengan jumlah permintaan sebanyak 205.

Rute untuk setiap waktu perjalanan ke-*k* dapat diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 4. Rute Perjalanan kendaraan pada waktu ke-*k*

| No | Rute Perjalanan | Jumlah Permintaan |
|----|--------------------|-------------------|
| 1 | DC-SSK-TUCR-TPE-DC | 270 |

| | | |
|---------------|-----------------|------------|
| 2 | DC-EC-GP-TEH-DC | 261 |
| 3 | DC-SEJ-SE-DC | 210 |
| 4 | DC-ECR-ECT-DC | 205 |
| Jumlah | | 946 |

Total jarak yang ditempuh adalah 348 Km dengan biaya perjalanan yang dikeluarkan adalah Rp.452.400,-. Total perjalanan dan total biaya untuk masing masing waktu perjalanan ke-*k* disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 5. Total Perjalanan dan biaya kendaraan pada waktu ke-*k*

| No | Rute Perjalanan | Total Perjalanan (Km) | Total Biaya (Rp) |
|---------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | DC-SSK-TUCR-TPE-DC | 110 | 143000 |
| 2 | DC-EC-GP-TEH-DC | 134 | 174200 |
| 3 | DC-SEJ-SE-DC | 46 | 59800 |
| 4 | DC-ECR-ECT-DC | 58 | 75400 |
| Jumlah | | 348 | 452400 |

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Model VRP pada penelitian ini adalah sebagai berikut

Fungsi Objektif

$$\min Z = \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^4 c_{ij} x_{ij}^k$$

terhadap kendala

$$1. \sum_{j=2}^{11} x_{1j}^k \leq 1, \quad k = 1,2,3,4$$

$$2. \sum_{j=2}^{11} x_{j1}^k \leq 1, \quad k = 1,2,3,4$$

$$3. \sum_{k=1}^4 \sum_{i=1}^{11} x_{ij}^k = 1, \quad j = 1,2, \dots, 11$$

$$4. \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^{11} x_{ij}^k = 1, \quad i = 1,2, \dots, 11$$

$$5. \sum_{i=1}^{11} x_{ir}^k - \sum_{j=1}^{11} x_{rj}^k = 0, \quad k = 1,2,3,4$$

$$6. \sum_{j=2}^{11} q_j \sum_{i=1}^{11} x_{ij}^k \leq Q_k, \quad k = 1,2,3,4$$

$$7. x_{jj}^k = 0, \quad j = 1,2, \dots, 11; k = 1,2,3,4$$

2. Rute perjalanan optimal dalam penelitian ini terbagi menjadi 4 waktu perjalanan dengan total jarak yang ditempuh sejauh 348 Km dan biaya perjalanan yang dikeluarkan sebesar Rp.452.400. Rute untuk perjalanan pada waktu pertama adalah DC-SSK-TUCR-TPE-DC. Selanjutnya untuk rute perjalanan pada waktu kedua adalah DC-EC-GP-TEH-DC. Kemudian rute perjalanan pada waktu ketiga adalah DC-SEJ-SE-DC. Rute perjalanan pada waktu keempat adalah DC-ECR-ECT-DC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih saya haturkan untuk keluarga dan rekan kerja serta seluruh civitas akademik di ITEBA yang telah membantu dan memudahkan saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, W. dan Tamyiz, M. (2017). Vehicle Routing Problem dengan Aplikasi Metode Nearest Neighbor, *Journal of Research and Technology*, 03(02),88-99.
- [2] Luenberger, D. G. dan Ye, Y. (2021). *Linear and Nonlinear Programming 5th Edition*. Springer
- [3] Ferdiansyah, A., Sholihah, S. A., Rifni, M., Grets, E. S., Situmorang, J. K., dan Oktaviany, I. (2021). Analisis Perencanaan Rute Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem (VRP).
- [4] Amri, M., Rahman, A., dan Yuniarti, R. (2014). Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbor.