

MINIMASI BIAYA DISTRIBUSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP)

Astria Yumalia

Pascasarjana Magister Ilmu Komputer, STMIK Nusa Mandiri, Jakarta

Jl. Kramat Raya No. 18, 10440

E-mail: astria.yumalia@mahkamahagung.go.id

ABSTRAK

Permasalahan TSP (*Traveling Salesman Problem*) adalah permasalahan dimana seorang *salesman* harus mengunjungi semua kota dimana tiap kota hanya dikunjungi sekali, dan harus mulai dari dan kembali ke kota asal. Tujuannya adalah menentukan rute pendistribusian dengan jarak total atau biaya yang paling minimum. Analisa data pada penelitian ini menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) yaitu sebuah metode yang digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat dan biaya distribusi yang minimal. Dengan metode tersebut data akan dianalisis untuk mendapatkan biaya distribusi seminimal mungkin. Sebuah perusahaan yang mempunyai operasional mobil kantor, efisiensi konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor (BBM) adalah salah satu faktor yang dibutuhkan dalam pengurangan biaya distribusi barang yang setiap hari operasional mobil kantornya melakukan distribusi ke kota A, B, C, D, dan E sangat memerlukan adanya efisiensi dari penggunaan BBM. Penentuan rute perjalanan dengan menerapkan *Traveling Salesman Problem* dengan fungsi *heuristic* yang mempertimbangkan perkiraan jarak antar kota serta kecepatan rata-rata sebagai perkiraan besaran konsumsi dan biaya BBM non subsidi. Hasil analisis didapatkan rute A-C-B-D-E-A, total jarak yang ditempuh 31 km, dengan minimasi biaya distribusi sebesar Rp. 310.000 dan total pendapatan yang diterima Rp. 666.690.000.

Kata kunci: TSP, graf, Sirkuit Hamilton.

ABSTRACT

The problem of TSP (*Traveling Salesman Problem*) is a problem where a salesman must visit all cities where each city is visited only once, and must start from and return to the city of origin. The goal is to determine the route of distribution with the total distance or the most minimal cost. Data analysis in this study using the method *Traveling Salesman Problem* (TSP) is a method used to minimize the cost of distribution by finding the distance and the nearest route, the fastest time and the minimal cost of distribution. With this method the data will be analyzed to get the distribution cost to a minimum. A company that has a car office operation, the efficiency of fuel consumption of vehicles (BBM) is one factor that is needed in the reduction of the cost of distribution of goods that every day operational car office to distribute to cities A, B, C, D, and E are in need the efficiency of the use of fuel. Determination of travel route by applying *Traveling Salesman Problem* with *heuristic* function considering the approximate distance between cities and the average speed as an estimate of consumption and non-subsidized fuel costs. The analysis results obtained route A-C-B-D-E-A, the total distance traveled 31 km, with the minimization of distribution costs of Rp. 310,000 and total revenue received Rp. 666.690.000.

Keywords : TSP, graph, Hamilton Circuit.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Minimasi biaya distribusi harus dilakukan oleh perusahaan yang diharapkan mampu untuk memberikan keuntungan yang maksimal. Penentuan rute pengiriman yang terpendek adalah merupakan salah satu cara untuk meminimasi biaya distribusi.

Permasalahan TSP (*Traveling Salesman Problem*) adalah permasalahan dimana seorang *salesman* harus mengunjungi semua kota dimana tiap kota hanya dikunjungi sekali, dan harus mulai dari dan kembali ke kota asal (Lin 1965). Tujuannya adalah menentukan rute pendistribusian dengan jarak total atau biaya yang paling minimum.

Analisa data pada penelitian ini menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) yaitu sebuah metode yang digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat dan biaya distribusi yang minimal. Tujuan penelitian adalah meminimasi biaya distribusi yang ada di perusahaan dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP).

Secara umum masalah yang dihadapi oleh perusahaan dalam melakukan pendistribusian barang antara lain kuantitas pendistribusian yang berbeda-beda untuk setiap titik, keterbatasan kapasitas, batasan waktu pengiriman untuk setiap titik, lokasi kota, permintaan yang fluktuatif, rute pendistribusian yang harus dilalui dan sebagainya. Masalah ini juga yang dihadapi perusahaan-perusahaan di Indonesia yang menaruh perhatian cukup besar terhadap usaha pendistribusian barang, dalam melaksanakan aktivitas pendistribusiannya dilakukan langsung ke sejumlah *outlet-outlet* atau toko-toko yang ada di n kota. Sistem distribusi yang dilakukan oleh perusahaan belum optimal karena pendistribusian yang dilakukan hanya berusaha memenuhi permintaan dari setiap *outlet* atau toko yang ada tanpa memperhitungkan jarak dan waktu tempuh pendistribusian. Permasalahan yang ada perlu dilakukan pencarian solusi yang optimal, yaitu dengan perhitungan dan analisa terhadap faktor-faktor yang menjadi kendala dalam proses pendistribusian.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan pendistribusian adalah *Traveling Salesman Problem* (TSP). Metode

ini merupakan suatu model optimasi yang bertujuan untuk menemukan rute terpendek bagi seorang penjual keliling untuk berkeliling (*touring*) mengunjungi setiap pelanggannya sebanyak satu kali dan perjalanan diakhiri dengan kembali ke titik semula (asal). Metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) lebih sesuai untuk menyelesaikan permasalahan pendistribusian, dikarenakan kondisi *real* yang ada bahwa untuk menuju suatu lokasi kota terdapat beberapa pilihan rute (alternatif) dengan jarak, biaya dan waktu tempuh yang berbeda-beda. Selain itu, keseluruhan proses pendistribusian dilakukan dari titik awal (asal) kembali ke titik asal. Dengan metode tersebut data akan dianalisis untuk mendapatkan biaya distribusi seminimal mungkin. Sebuah perusahaan yang mempunyai operasional mobil kantor, efisiensi konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor (BBM) adalah salah satu faktor yang dibutuhkan dalam pengurangan biaya distribusi barang yang setiap hari operasional mobil kantornya melakukan distribusi ke kota A, B, C, D, dan E sangat memerlukan adanya efisiensi dari penggunaan BBM.

Penentuan rute perjalanan dengan menerapkan *Traveling Salesman Problem* dengan fungsi *heuristic* yang mempertimbangkan perkiraan jarak antar kota serta kecepatan rata-rata sebagai perkiraan besaran konsumsi dan biaya BBM non subsidi.

Landasan Teori

Sejarah Permasalahan TSP

Pernyataan pertama tentang *Traveling Salesman Problem* (TSP) diketahui pada tahun 1930 oleh ahli matematika Wina Karl Menger (Held et al. 1984).

1. Penentuan Jarak Tempuh

Penentuan jarak tempuh dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) pemecahannya dengan menggunakan metode *heuristic*, yang hasilnya hampir mendekati optimal.

Metode yang paling sederhana dari pendekatan *heuristic*, dengan pendekatan kota terdekat yang belum dikunjungi, prosedurnya adalah :

- Dengan melihat peta jaringan distribusi yang mempunyai jarak terpendek dimasukkan ke dalam tabel.
- Berdasarkan tabel data yang berbentuk matriks diolah menggunakan metode TSP

dengan pendekatan *heuristic* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Langkah 1
Dengan melihat baris secara horisontal pada tabel mencari jarak yang terpendek dari sumber.
- Langkah 2
Dengan melihat secara vertikal pada titik langkah 1 mencari jarak terpendek.
- Langkah 3
Mengulangi langkah 1 dan 2, sampai semua kota di lewati. Kemudian memilih solusi dengan melihat mana yang mempunyai jarak yang paling pendek dari sumber. Kemudian jika ada jalur yang mempunyai nilai yang sama memilih salah satu.

2. Penentuan Waktu Distribusi

Penentuan waktu tercepat dalam pendistribusian dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) pemecahannya dengan pendekatan *heuristic* prosedurnya adalah :

- a. Pertama dengan melihat peta jaringan distribusi yang mempunyai waktu tempuh tercepat dimasukkan ke dalam tabel.
- b. Berdasarkan tabel yang berbentuk matriks, data diolah menggunakan metode TSP dengan pendekatan *heuristic* dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - Langkah 1
Melihat baris secara horisontal pada tabel mencari waktu tercepat dari sumber.
 - Langkah 2
Melihat tabel secara vertikal pada titik langkah 1 mencari waktu tercepat dari sumber.
 - Langkah 3
Mengulangi langkah 1 dan 2, sampai semua kota dilewati. Kemudian mencari solusi dengan waktu perjalanan paling singkat dari sumber. Kemudian jika ada yang mempunyai nilai yang sama maka memilih salah satu.

3. Penentuan Biaya Distribusi

Penentuan biaya distribusi menggunakan metode *Traveling Salesman*

Problem (TSP), dalam pemecahannya menggunakan pendekatan secara *heuristic*.

- a. Dengan melihat peta jaringan transportasi yang mempunyai biaya distribusi yang minimum dimasukkan ke dalam tabel yang berbentuk matriks.
- b. Berdasarkan tabel matriks data diolah menggunakan metode TSP dengan pendekatan *heuristic* dengan membuat langkah-langkah.
 - Langkah 1
Melihat baris pada tabel secara horisontal mencari biaya distribusi yang minimum dari sumber.
 - Langkah 2
Melihat secara vertikal pada titik langkah 1 yang minimum dari sumber.
 - Langkah 3
Mengulangi langkah 1 dan 2, sampai semua kota di lewati. Kemudian mencari solusi dengan mencari total biaya yang minimum dari sumber. Kemudian jika ada yang mempunyai nilai yang sama maka memilih salah satu.

A. Teori Graf

Leonard Euler menemukan teori graf dan "masalah jembatan Königsberg" pada tahun 1736 (Schreiber 2007) .

1. Definisi

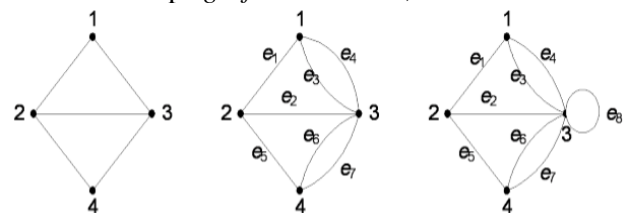
Graf adalah himpunan benda-benda yang disebut simpul (*Vertex* atau *node*) yang terhubung oleh sisi (*Edge*) atau busur (*arc*) (Schreiber 2007).

Biasanya *graf* digambarkan sebagai kumpulan titik-titik (melambangkan simpul) yang dihubungkan oleh garis-garis (melambangkan sisi) atau garis berpanah (melambangkan busur).

Suatu sisi dapat menghubungkan suatu simpul dengan simpul yang sama. Sisi yang demikian dinamakan gelang (*loop*).

Dengan notasi yang dapat di tulis,
 $G = \{V,E\}$

Contoh beberapa *graf* di bawah ini,



Gambar 1. *Graf* sederhana, ganda dan semu (kiri-kanan).

2. Terminologi dasar Graf

Terminologi dasar *graf* yang akan digunakan dalam minimasi biaya distribusi.

- 1) Bertetangga (*Adjacent*), adalah bila 2 buah simpul (*Vertex* atau *node*) terhubung langsung oleh suatu sisi (*Edge*).
- 2) Bersisian (*Incident*), adalah bila suatu sisi (*Edge*) terbentuk oleh simpul (*Vertex* atau *node*) tersebut.
- 3) Derajat (*degree*), dalam *graf* (tidak berarah) adalah jumlah sisi (*Edge*) yang bersisian dengan simpul (*Vertex* atau *node*) tersebut.
- 4) Lintasan (*Path*), adalah panjang suatu simpul (*Vertex* atau *node*) dari awal hingga akhir.
- 5) Sirkuit (*Circuit*), adalah lintasan (*path*) yang berawal dan berakhir pada simpul (*vertex* atau *node*) yang sama.

B. Teori Hamilton

Lintasan Hamilton, lintasan yang melalui setiap simpul (*vertex* atau *node*) tepat satu kali. Bila lintasan itu kembali ke simpul (*vertex* atau *node*) asal membentuk lintasan tertutup, maka lintasan itu dinamakan Sirkuit Hamilton. Sirkuit Hamilton, sirkuit yang melalui tiap simpul (*vertex* atau *node*) di dalam *graf* tepat satu kali, kecuali simpul (*vertex* atau *node*) awal yang dilalui dua kali. Jumlah Sirkuit Hamilton pada *graf* lengkap adalah sebanyak $\frac{(n-1)!}{2}$ buah dengan $n \geq 3$ (Wang 2014).

METODE

Analisis data pada penelitian ini menggunakan *Traveling Salesman Problem* (TSP) dengan menentukan jarak, waktu dan biaya minimum. Metode analisa yang digunakan dalam menganalisis data untuk memperoleh hasil minimum dari pendistribusian adalah dengan menggunakan *Traveling Salesman Problem* (TSP)..

Untuk itu didalam pemecahannya menggunakan pendekatan *heuristic*. Proses dimulai dengan memberi nomor terlebih dahulu dari kota 1 melalui n . Dengan kota 1 ditandai sebagai kota awal. Dengan penandaan jarak antara kota i ke kota j maka total jarak C_{ij} .

Misalkan permasalahan TSP ini melibatkan kota-kota 1,2,3, . . . , n ., dan misalkan C_{ij} adalah ongkos atau jarak dari

kota i ke kota j dan ditentukan juga bahwa (Smith 1996):

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika ruas jalan kota } i \text{ ke kota } j \text{ masuk dalam solusi TSP} \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Solusi untuk permasalahan TSP dapat diperoleh dengan menyelesaikan model berikut:

Formulasi matematis :

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{i,j} X_{i,j}$$

$$\sum_{i=1}^N X_{i,j} = 1 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^N X_{i,j} = 1 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$u_i - u_j + n_{xij} \leq n-1 \quad (\text{dimana } i \neq j = 2, 3, \dots, n)$$

$$V_{xij} = 0 \text{ atau } 1, u_j \geq 0$$

Untuk $C_{ij} = M$, dengan M adalah bilangan yang cukup besar relatif terhadap nilai C yang lain. $C_{ii} = M$ dimaksudkan agar luas jalan i ke i tidak terpilih. Batasan yang pertama dan kedua memastikan bahwa rute yang terpilih mendatangi setiap kota 1 kali dan meninggalkan kota tersebut 1 kali. Batasan ketiga adalah kunci dari model TSP yaitu memastikan bahwa *tour* yang dibentuk harus meliputi semua kota, dan setiap *subtour* (*tour* yang melibatkan hanya sebagian kota) akan tereliminasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Permasalahan

Apabila telah didefinisikan suatu masalah penentuan rute minimasi biaya distribusi barang sebagai berikut:

Suatu *sales* diketahui sedang merencanakan rute untuk distribusi barang ke 5 kota, yaitu kota A, B, C, D dan E. Jarak antar kota tersebut berbeda-beda. Berikut tabel jarak antar masing-masing kota (dalam satuan km):

Tabel 1. Jarak antar kota (dalam satuan km)

	A	B	C	D	E
A	-	7	6	8	4
B	7	-	8	5	6
C	6	8	-	9	7
D	8	5	9	-	8
E	4	6	7	8	-

Tabel 2. Jumlah barang tiap kota

Kota	Jumlah
A	400
B	300
C	350
D	370
E	200

Jumlah barang yang akan di distribusi di masing-masing rute berbeda-beda di setiap kota. Tabel 2 diatas menunjukkan jumlah barang yang akan dibawa di setiap rute.

Waktu pendistribusian ke kota tersebut juga mempengaruhi jumlah barang. Jumlah barang akan berkurang sebanyak 10% setiap barang didistribusi ke kota lain. Contohnya apabila kota B dikunjungi sebagai kota ke-3 pada rute pendistribusian maka barang akan berkurang sebanyak $((3-1) \cdot (10\%) \cdot (300)) = 60$ barang menjadi 240 barang. Oleh karena itu, pemilihan kota-kota yang dikunjungi pertama kali juga menjadi pertimbangan dalam menentukan rute.

Pemilihan rute ditentukan dengan mempertimbangkan jarak antar kota dan jumlah barang yang akan didistribusi. Rute yang dipilih yaitu rute yang menghasilkan pendapatan yang lebih besar. Pendekatan penghitungan pendapatan dapat dihitung dengan total barang yang didistribusi dikurangi dengan biaya bahan bakar dihitung dari total jarak yang ditempuh. Harga produk setiap kota sama yaitu Rp.500.000 dan biaya bahan bakar setiap km yaitu seharga Rp.10.000. Rumus untuk menghitung pendapatan adalah pada persamaan berikut :

$$P = (X \cdot \text{Rp}.500.000) - (Y \cdot \text{Rp}.10.000)$$

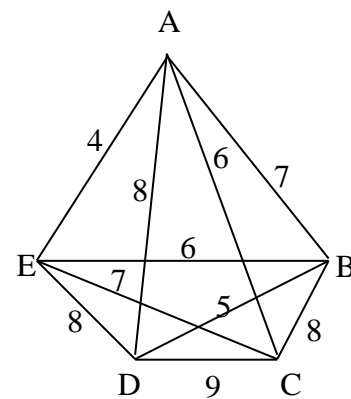
P=keuntungan (*profit*)

X=jumlah barang yang didistribusi

Y=total jarak yang ditempuh dalam km

B. Pemodelan dengan *Traveling Salesman Problem*

Berdasarkan pembahasan pada sub-bab sebelumnya, permasalahan penentuan rute ini dapat digambarkan dalam *graf* lengkap sebagai berikut:



Tabel 3 *Graf* TSP dengan 5 kota

Berdasarkan *graf* tersebut, jumlah rute yang dapat dipilih dapat ditentukan dengan menghitung jumlah sirkuit Hamilton pada *graf*. Adapun jumlah sirkuit Hamilton pada *graf* lengkap yaitu sebanyak :

$$s = \frac{(n - 1)!}{2}$$

n = jumlah simpul pada *graf* lengkap.

Jadi, *graf* di atas memiliki $= \frac{(5-1)!}{2} = 12$
Sirkuit Hamilton. Simpul A adalah kota tempat dimulainya perjalanan (*starting city*). Enumerasikan semua sirkuit hamilton sebagai berikut :

1. A-B-C-D-E-A
2. A-B-D-E-C-A
3. A-B-E-D-C-A
4. A-C-B-D-E-A
5. A-C-E-D-B-A
6. A-C-D-E-B-A
7. A-D-C-E-B-A
8. A-D-B-C-E-A
9. A-D-E-C-B-A
10. A-E-B-C-D-A
11. A-E-C-D-B-A
12. A-E-D-C-B-A

Masing-masing tersebut perlu dihitung jumlah pendapatan yang dihasilkan untuk menentukan rute mana yang dipilih. Rute yang dipilih tentu saja yang menghasilkan keuntungan paling besar.

C. Rute-rute yang dihasilkan

Rute-rute yang dihasilkan dihitung jumlah pendapatannya dengan persamaan:

$$P=(X*Rp.500.000)-(Y*Rp.10.000)$$

Keterangan :

P=keuntungan (*profit*)

X=jumlah barang yang didistribusi

Y=total jarak yang ditempuh dalam km

Jumlah barang yang didistribusi tentu memperhatikan urutan kota pendistribusian.

1. Rute A-B-C-D-E-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

$$A=400$$

$$B=90\% * 300=270$$

$$C=80\% * 350=280$$

$$D=70\% * 370=259$$

$$E=60\% * 200=120$$

$$A+B+C+D+E=400+270+280+259+120=1329$$

Total jarak yang ditempuh:

$$7+8+9+8+4=36 \text{ km}$$

Total biaya distribusi :

$$36*Rp.10.000=Rp. 360.000$$

Total pendapatan yang diterima=
(1329*Rp.500.000)-(36*Rp.10.000)=
Rp.664.140.000

2. Rute A-B-D-E-C-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

$$A= 400$$

$$B=90\% * 300=270$$

$$D=80\% * 370=296$$

$$E=70\% * 200=140$$

$$C=60\% * 350=210$$

$$A+B+D+E+C=400+270+296+140+210=1316$$

Total jarak yang ditempuh:

$$7+5+8+7+6=33 \text{ km}$$

Total biaya distribusi :

$$33*Rp.10.000=Rp. 330.000$$

Total pendapatan yang diterima=
(1316*Rp.500.000)-(33*Rp.10.000)=
Rp.657.670.000

3. Rute A-B-E-D-C-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

$$A= 400$$

$$B=90\% * 300=270$$

$$E=80\% * 200=160$$

$$D=70\% * 370=259$$

$$C=60\% * 350=210$$

$$A+B+E+D+C=400+270+160+259+210=1299$$

Total jarak yang ditempuh:

$$7+6+8+9+6=36 \text{ km}$$

Total biaya distribusi :

$$36*Rp.10.000=Rp. 360.000$$

Total pendapatan yang diterima=
(1299*Rp.500.000)-
(36*Rp.10.000)=Rp.649.140.000

4. Rute A-C-B-D-E-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

$$A=400$$

$$C=90\% * 350=315$$

$$B=80\% * 300=240$$

$$D=70\% * 370=259$$

$$E=60\% * 200=120$$

$$A+C+B+D+E=400+315+240+259+120=1334$$

Total jarak yang ditempuh:

$$6+8+5+8+4=31 \text{ km}$$

Total biaya distribusi :
31*Rp.10.000=Rp. 310.000

Total pendapatan yang diterima=
(1334*Rp.500.000)-
(31*Rp.10.000)=Rp.666.690.000

5. Rute A-C-E-D-B-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

A= 400
C=90% *350=315
E=80% *200=160
D=70% *370=259
B=60% *300=180
A+C+E+D+B=400+315+160+259+180=1314

Total jarak yang ditempuh:
6+7+8+5+7=33 km

Total biaya distribusi :
33*Rp.10.000=Rp. 330.000

Total pendapatan yang diterima=
(1314*Rp.500.000)-
(33*Rp.10.000)=Rp.656.670.000

6. Rute A-C-D-E-B-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

A=400
C=90% *350=315
D=80% *370=296
E=70% *200=140
B=60% *300=180
A+C+D+E+B=400+315+296+140+180=1331

Total jarak yang ditempuh:
6+9+8+6+7=36 km

Total biaya distribusi :
36*Rp.10.000=Rp. 360.000

Total pendapatan yang diterima=
(1331*Rp.500.000)-
(36*Rp.10.000)=Rp.665.140.000

7. Rute A-D-C-E-B-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

A=400
D=90% *370=333
C=80% *350=280
E=70% *200=140
B=60% *300=180
A+D+C+E+B=400+333+280+140+180=1333

Total jarak yang ditempuh:
8+9+7+6+7=37 km

Total biaya distribusi :
37*Rp.10.000=Rp. 370.000

(1333*Rp.500.000)-
(37*Rp.10.000)=Rp.666.130.000

8. Rute A-D-B-C-E-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

A=400
D=90% *370=333
B=80% *300=240
C=70% *350=245
E=60% *200=120
A+D+B+C+E=400+333+240+245+120=1338

Total jarak yang ditempuh:
8+5+8+7+4=32 km

Total biaya distribusi :
32*Rp.10.000=Rp. 320.000

Total pendapatan yang diterima=
(1338*Rp.500.000)-
(32*Rp.10.000)=Rp.668.680.000

9. Rute A-D-E-C-B-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

A= 400
D=90% *370=333
E=80% *200=160
C=70% *350=245
B=60% *300=180
A+D+E+C+B=400+333+160+245+180=1318

Total jarak yang ditempuh:
8+8+7+8+7=38 km

Total biaya distribusi :
38*Rp.10.000=Rp. 380.000

Total pendapatan yang diterima=
(1318*Rp.500.000)-
(38*Rp.10.000)=Rp.658.620.000

10. Rute A-E-B-C-D-A

Jumlah barang yang didistribusi yaitu:

A=400
E=90% *200=180
B=80% *300=240
C=70% *350=245

$$D=60\% * 370=222$$

$$A+E+B+C+D=400+180+240+245+222=1287$$

Total jarak yang ditempuh:
4+6+8+9+8=35 km

Total biaya distribusi :
35*Rp.10.000=Rp. 350.000

Total pendapatan yang diterima=
(1287*Rp.500.000)-
(35*Rp.10.000)=Rp.643.150.000

11. Rute A-E-C-D-B-A
Jumlah barang yang didistribusi yaitu:
A=400
E=90% *200=180
C=80% *350=280
D=70% *370=259
B=60% *300=180
A+E+C+D+B=400+180+280+259+180=1299

Total jarak yang ditempuh:
4+7+9+5+7=32 km

Total biaya distribusi :
32*Rp.10.000=Rp. 320.000

Total pendapatan yang diterima=
(1299*Rp.500.000)-
(32*Rp.10.000)=Rp.649.180.000

12. Rute A-E-D-C-B-A
Jumlah barang yang didistribusi yaitu:
A=400
E=90% *200=180
D=80% *370=296
C=70% *350=245
B=60% *300=180
A+E+D+C+B=400+180+296+245+180=1301

Total jarak yang ditempuh:
4+8+9+8+7=36 km

Total biaya distribusi :
36*Rp.10.000=Rp. 360.000

Total pendapatan yang diterima=
(1301*Rp.500.000)-
(36*Rp.10.000)=Rp.650.140.000

SIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penulisan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Traveling Salesman Problem* dapat menentukan rute perjalanan yang dapat meminimasi biaya distribusi.
2. Hasil analisis didapatkan rute A-C-B-D-E-A, total jarak yang ditempuh 31 km, dengan minimasi biaya distribusi sebesar Rp. 310.000 dan total pendapatan yang diterima Rp.666.690.000.
3. Untuk jumlah kota yang cukup banyak sebaiknya tidak menggunakan metode enumerasi seperti yang dilakukan pada pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Held, M. et al., 1984. Aspects of the traveling salesman problem. *IBM Journal of Research and Development*, 28(4), pp.476–486.
- Lin, S., 1965. Computer Solutions of the Traveling Salesman Problem. *Bell System Technical Journal*, 44(10), pp.2245–2269.
- Schreiber, F., 2007. Graph Theory. *Analysis of Biological Networks*, pp.15–28.
- Smith, K., 1996. An argument for abandoning the traveling salesman problem as a neural-network benchmark. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 7(6), pp.1542–1544.
- Wang, Y., 2014. A Nearest Neighbor Method with a Frequency Graph for Traveling Salesman Problem. *2014 Sixth International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*, pp.335–338. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6917371>.