

Optimasi Rute Pengiriman Produk dengan Meminimumkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode *Saving Matrix* di PT. DEF

Fatimah Juma Sesa^{#1}, Hendra Syarifudin^{#2}, Yusmet Rizal^{#3}

[#]*Student of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

^{*}*Lecturers of Mathematics Department Universitas Negeri Padang, Indonesia*

¹fatimahsesa0@gmail.com

²hendrasy@yahoo.com

³yusmet_abdurrahman@yahoo.co.id

Abstract – The route of transportation is a solutions in minimizing the costs of distribution. Saving Matrix method is a method in Vehicle Routing Problem (VRP) that used to get efficient routes. The use of this method is by combining the points goals that have the greatest distance saving and paying attention to the volume of requests of each objective. Then performing visits in order by vehicle so that efficient delivery route obtained. In this paper, it is discussed the application of Saving Matrix method in determination routes of delivery product at company DEF. In the end of the work, it was found that this method gives less route than initial route of six routes into five routes. In Month, gotten savings distance 105 km or about 14%, savings fuel 21 liters or about 14% so the use of the vehicle is reduced meaning a magnitude can minimizing cost.

Keywords – Transportation, Route, Saving Matrix, VRP (Vehicle Routing Problem)

Abstrak – Rute transportasi merupakan satu solusi dalam meminimalkan biaya distribusi. Metode *saving matrix* merupakan satu metode dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) untuk mendapatkan rute yang efisien. Penggunaan metode ini dengan menggabungkan titik-titik tujuan yang memiliki penghematan jarak yang terbesar dan memperhatikan volume permintaan tiap-tiap tujuan. Lalu melakukan urutan kunjungan oleh kendaraan sehingga diperoleh rute pengiriman yang efisien. Dalam *paper* ini dibahas penerapan metode *saving matrix* dalam penentuan rute pengiriman produk pada perusahaan DEF. Dalam akhir pengerjaan, ditemukan bahwa metode ini menunjukkan rute yang didapat lebih sedikit dari rute awal yaitu dari enam rute menjadi lima rute. Dalam sebulan, diperoleh penghematan jarak sebesar 105 km atau sekitar 14 %, penghematan bahan bakar sebesar 21 liter atau sekitar 14% sehingga penggunaan kendaraan menjadi berkurang yang berarti besarnya biaya dapat diminimumkan.

Kata Kunci – Transportasi, Rute, VRP (Vehicle Routing Problem), Saving Matrix,

PENDAHULUAN

Kegiatan pengiriman produk dalam sistem transportasi adalah sebuah rangkaian kegiatan mengirim produk dengan melakukan perjalanan dari suatu lokasi asal ke sejumlah lokasi permintaan. Adapun kendala yang dihadapi dalam kegiatan ini, diantaranya yaitu permintaan dari masing-masing konsumen yang berbeda-beda, terbatasnya jumlah dan kapasitas kendaraan yang dimiliki dan lokasi konsumen yang tersebar di berbagai tempat. Salah satu usaha untuk mengatasi kendala tersebut ialah dengan meminimumkan biaya transportasi melalui penggunaan rute pengiriman yang tepat.

Penggunaan rute pengiriman yang tepat akan menghasilkan produk yang disalurkan sampai dalam kondisi yang baik disertai penggunaan waktu yang efisien. Berbagai cara untuk mendapatkan rute pengiriman yang tepat yaitu dengan mengoptimalkan jarak tempuh pengiriman, meminimumkan banyaknya

kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen, menyeimbangkan rute-rute kendaraan dalam hal waktu perjalanan dan kapasitas kendaraan [1].

PT. DEF merupakan perseroan yang bergerak dalam bidang plastik khususnya daur ulang barang-barang bukan logam. Perusahaan ini memproduksi pipa saluran air dan pipa pelindung listrik, yaitu pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*). Perusahaan ini terletak di Kabupaten Tangerang Utara, Banten. Perusahaan memproduksi tiga macam ukuran pipa yaitu 4 inci, 3 inci dan 5/8 inci [1].

Pengiriman produk dari PT. DEF tersebar di sebagian wilayah Jawa Barat. Pengiriman disesuaikan dengan permintaan yang ada. Adapun permasalahan yang ditemukan yakni pengiriman produk yang dilakukan tidak disesuaikan dengan kapasitas kendaraan yang digunakan. Sehingga total biaya pengiriman yang meliputi biaya operasional kendaraan, biaya tenaga kerja dan biaya transportasi lainnya menjadi cukup tinggi. Perusahaan

belum menyadari pentingnya meningkatkan produktivitas seluruh kendaraan untuk mengurangi biaya. Proses pengiriman yang dilakukan tidak direncanakan dengan baik, sehingga mengakibatkan jarak pengiriman yang ditempuh panjang.

Masalah yang dihadapi perusahaan dapat dimodelkan ke dalam bentuk graf yaitu *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP merupakan masalah penentuan optimal kendaraan dalam pendistribusian barang dari satu atau lebih lokasi asal ke sejumlah lokasi konsumen di tempat yang berbeda dengan permintaan yang telah diketahui serta memenuhi sejumlah kendala [2]. Pada umumnya solusi dari permasalahan VRP diperoleh dengan metode *saving matrix*.

Metode *saving matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal. Metode *saving matrix* juga merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas dari fasilitas yang memiliki kapasitas maksimum yang berlainan [3].

Metode *saving matrix* merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan jika sejumlah pelanggan digabungkan ke dalam satu rute. Untuk menentukan rute perjalanan, diperlukan informasi mengenai jumlah kebutuhan produk dari tiap lokasi distribusi. *Saving matrix* didapatkan dengan cara menggabungkan titik-titik tujuan yang memiliki penghematan jarak yang terbesar dan memperhatikan volume permintaan tiap-tiap tujuan agar tidak melebihi kapasitas kendaraan [4].

Proses berikutnya dilakukan penentuan urutan kunjungan oleh kendaraan dengan menggunakan beberapa prosedur yaitu *nearest neighbour*, *nearest insertion* dan *farthest insertion* [4]. Pada akhirnya akan dilakukan perbandingan dengan membandingkan total jarak hasil dari masing-masing rute dari ketiga prosedur tersebut, sehingga diperoleh rute pengiriman yang efisien.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang diawali dengan studi kepustakaan. Dalam meninjau permasalahan yang dihadapi, langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menelaah teori-teori yang relevan dengan permasalahan.
2. Mengumpulkan data, yaitu berupa data permintaan masing-masing konsumen, data jumlah dan jenis kendaraan yang digunakan dalam pengiriman produk serta data rute pengiriman awal.
3. Mengolah data, yaitu menghitung jarak tempuh yang harus dilalui kendaraan dari depot ke masing-masing lokasi konsumen serta jarak antar konsumen, mengidentifikasi matriks penghematan dengan metode *saving matrix*, mengalokasikan setiap konsumen ke kendaraan yang dimulai dari nilai penghematan

terbesar dengan memperhatikan kapasitas dari kendaraan, kemudian mengurutkan setiap permintaan dalam rute yang sudah ditentukan dengan menggunakan prosedur *nearest neighbour*, *nearest insertion* dan *farthest insertion*, lalu pilih rute yang akan digunakan berdasarkan jarak tempuh terpendek.

4. Membandingkan rute awal dengan rute terpilih dengan mentotalkan jarak masing-masing rute awal dan rute terpilih.
5. Menghitung besarnya penghematan jarak, penghematan bahan bakar serta penghematan waktu yang diperoleh.

PEMBAHASAN

A. PT. DEF

PT. DEF saat ini mempunyai satu pusat pengiriman produk yang terletak di kabupaten Tangerang Utara. Konsumen dari perusahaan ini toko-toko bangunan yang berlokasi di wilayah Jawa Barat yakni terdiri dari daerah Jakarta dan Bandung.

B. Deskripsi Data

Data yang digunakan untuk mengoptimalkan pengiriman produk PT. DEF adalah pada bulan Mei tahun 2016 yang dideskripsikan sebagai berikut:

1. Produk Pipa

Pipa 4 inci memiliki panjang 3,6 meter serta berat 1,5 kilogram; pipa 3 inci memiliki panjang 3,6 meter serta berat 1 kilogram dan pipa 5/8 inci memiliki panjang 3,6 meter dan berat 60 gram.

TABEL I
BANYAK PIPA DALAM BOX TRUK YANG DITERAPKAN PERUSAHAAN

Banyak Maksimum Pipa	Jenis Pipa (batang)			Total Bobot (kg)
	4"	3"	5/8"	
Pipa 4 inci	400	0	0	600
Pipa 3 inci	0	600	0	600
Pipa 5/8 inci	0	0	18.000	1.080
Ketiga Pipa	400	400	7.000	1.420

2. Konsumen dan Informasi Lainnya

Masing-masing nama kosumen akan diganti dengan P_i dengan $i=1,2,3,\dots,10$ untuk mempermudah perhitungan.

TABEL II
NAMA LOKASI BESERTA MASING-MASING KODE

No	Alamat Lokasi	Kode
1	Jl. Imam Bonjol, Banten	P_1
2	Jl. Srengseng Raya, Jakarta Barat	P_2
3	Jl. Raya Lautz, Jakarta Pusat	P_3
4	Jl. Soekarno Hatta, Bandung	P_4
5	Jl. Raya Pondok Indah, Jakarta Timur	P_5
6	Jl. Jelambar, Jakarta Barat	P_6
7	Jl. Raya Kapuk, Jakarta Utara	P_7
8	Jl. Mangga I, Jakarta Barat	P_8
9	Jl. K. H. Moch. Mansyur, Jakarta Barat	P_9
10	Jl. Raya Nagorong, Bekasi	P_{10}

Adapun banyaknya permintaan dari masing-masing konsumen ditunjukkan dalam Tabel III.

TABEL III
PERMINTAAN DARI Masing-Masing PERUSAHAAN

No	Kode	Permintaan (batang)		
		Pipa 4"	Pipa 3"	Pipa 5/8"
1	P ₁	250	250	2.500
2	P ₂	250	250	2.000
3	P ₃	100	100	1.500
4	P ₄	200	200	2.000
5	P ₅	200	200	1.000
6	P ₆	200	200	1.500
7	P ₇	200	200	2.000
8	P ₈	100	100	1.000
9	P ₉	150	150	2.000
10	P ₁₀	200	200	3.000

Kemudian yang harus dilakukan adalah menentukan alokasi kendaraan (truk). Artinya, perlu diketahui truk mana yang akan mengunjungi konsumen yang mana. Lalu menentukan rute perjalanan masing-masing truk menggunakan metode *saving matrix*. Metode *saving matrix* adalah metode untuk meminimumkan jarak dengan melakukan penggabungan konsumen dalam sekali jalan dengan tetap memperhatikan kapasitas kendaraan tersebut serta mempertimbangkan kendala-kendala yang ada.

C. Analisis Data

1. Mengidentifikasi Matriks Jarak

Jarak pengiriman merupakan jarak tempuh yang harus dilalui kendaraan dari depot D ke masing-masing P serta jarak antar P. Pengukuran jarak ini diperoleh menggunakan fasilitas *software Google Maps*. Adapun hasil matrik jarak tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV
JARAK WILAYAH PENGIRIMAN (KM)

	D	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
D	0										
P ₁	9.2	0									
P ₂	34	25	0								
P ₃	31	30	14	0							
P ₄	185	175	154	150	0						
P ₅	63	48	28	23	137	0					
P ₆	27	31	10	8.2	156	28	0				
P ₇	23	18	10	15	161	40	5.1	0			
P ₈	52	44	19	9	143	15	26	27	0		
P ₉	30	30	5.2	5.2	157	34	6.6	7.9	21	0	
P ₁₀	65	63	44	28	125	16	47	42	26	39	0

2. Mengidentifikasi Saving Matrix

Perhitungan dilakukan berdasarkan Tabel 4 dengan menggunakan rumus *saving matrix*. Menggabungkan dua konsumen ke dalam satu rute dengan cara (jarak dari depot ke konsumen 1 dan dari konsumen 1 kembali ke depot ditambah dengan jarak dari depot ke konsumen 2 dan dari konsumen 2 kembali ke depot) – (jarak dari depot ke konsumen 1 ditambah dengan jarak dari depot ke konsumen 2 ditambah dengan jarak dari konsumen 1 ke konsumen 2).

TABEL V
HASIL METODE SAVING MATRIX (KM)

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
P ₁	0									
P ₂	18.2	0								
P ₃	10.2	51	0							
P ₄	19.2	65	66	0						
P ₅	24.2	69	71	111	0					
P ₆	5.2	51	49.8	56	62	0				
P ₇	14.2	47	39	47	46	44.9	0			
P ₈	17.2	67	74	94	100	53	48	0		
P ₉	9.2	58.8	58	58	59	50.4	46.4	61	0	
P ₁₀	11.2	55	125	125	112	45	41	91	56	0

3. Mengalokasikan Setiap Konsumen ke Kendaraan

Dengan berbekal tabel penghematan di atas, dapat dilakukan pengalokasian masing-masing P ke kendaraan atau rute. Adapun algoritmanya adalah:

- Pilih penghematan jarak terbesar pada Tabel V.
- Pada sel yang dipilih perhatikan konsumen penggabungannya.
- Perhatikan besarnya masing-masing permintaan pada konsumen penggabungan tadi
- Bila besarnya total penggabungan permintaan lebih besar dari besarnya kapasitas truk maka penggabungan konsumen tidak layak dilakukan. Kembali ke poin a yaitu dengan memilih penghematan terbesar berikutnya.
- Bila besarnya total penggabungan permintaan lebih kecil dari besarnya kapasitas truk maka penggabungan konsumen layak dilakukan.
- Karena penggabungan konsumen tersebut dinyatakan layak, terbentuklah sebuah rute kendaraan.

Dari perhitungan menggunakan *saving matrix* diperoleh lima rute pengiriman yang akan dilakukan, yaitu:

- Rute 1 : P₄ dan P₁₀
- Rute 2 : P₃, P₅ dan P₈
- Rute 3 : P₂ dan P₉
- Rute 4 : P₆ dan P₇
- Rute 5 : P₁.

4. Mengurutkan Setiap Konsumen dalam Rute yang Sudah Terdefinisi

Pengurutan setiap konsumen pada lima rute tadi dengan menggunakan prosedur *nearest neighbor*, *nearest insertion* dan *farthest insertion*. Kemudian pilih rute yang akan digunakan berdasarkan jarak tempuh terpendek.

TABEL VI
URUTAN RUTE PENGIRIMAN BERSERTA TOTAL JARAK DARI HASIL PROSEDUR *NEAREST NEIGHBOR*, *NEAREST INSERTION* DAN *FARTHEST INSERTION*

Prosedur	Rute	Urutan Kunjungan	Total Jarak (km)
<i>Nearest Neighbour</i>	1	D-P ₄ -P ₁₀ -D	375
	2	D-P ₃ -P ₈ -P ₅ -D	126
	3	D-P ₉ -P ₂ -D	69.2
	4	D-P ₇ -P ₆ -D	55.1
	5	D-P ₁ -D	18.4
<i>Neares Insertion</i>	1	D-P ₄ -P ₁₀ -D	375
	2	D-P ₃ -P ₈ -P ₅ -D	126
	3	D-P ₉ -P ₂ -D	69.2
	4	D-P ₇ -P ₆ -D	55.1
	5	D-P ₁ -D	18.4
<i>Farthest Insertion</i>	1	D-P ₁₀ -P ₄ -D	375
	2	D-P ₅ -P ₈ -P ₃ -D	132
	3	D-P ₉ -P ₂ -D	69.2
	4	D-P ₇ -P ₆ -D	55.1
	5	D-P ₁ -D	18.4

5. Memilih Rute Terpendek

Berdasarkan tiga metode di atas maka rute yang dapat digunakan berdasarkan jarak terpendek adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Rute 1 : D-P}_4\text{-P}_{10}\text{-D} &= 375 \text{ km} \\
 \text{Rute 2 : D-P}_3\text{-P}_8\text{-P}_5\text{-D} &= 126 \text{ km} \\
 \text{Rute 3 : D-P}_9\text{-P}_2\text{-D} &= 69.2 \text{ km} \\
 \text{Rute 4 : D-P}_7\text{-P}_6\text{-D} &= 55,1 \text{ km} \\
 \text{Rute 5 : D-P}_1\text{-D} &= 18,4 \text{ km} +
 \end{aligned}$$

Total dari seluruh rute yang harus ditempuh adalah sebesar 643,7 km.

Sementara itu data pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan dari Depot (D) ke setiap Konsumen (P) selama ini adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Rute 1 : D-P}_2\text{-P}_9\text{-D} &= 69,2 \text{ km} \\
 \text{Rute 2 : D-P}_6\text{-P}_7\text{-D} &= 55,1 \text{ km} \\
 \text{Rute 3 : D-P}_4\text{-D} &= 370 \text{ km} \\
 \text{Rute 4 : D-P}_3\text{-P}_8\text{-D} &= 92 \text{ km} \\
 \text{Rute 5 : D-P}_5\text{-P}_{10}\text{-D} &= 144 \text{ km} \\
 \text{Rute 6 : D-P}_1\text{-D} &= 18,4 \text{ km} +
 \end{aligned}$$

Total dari seluruh rute yang harus ditempuh adalah sebesar 748,7 km.

Adapun selisih jarak dari keduanya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Total jarak sebelum} - \text{Total jarak sesudah} \\
 = 748,7 \text{ km} - 643,7 \text{ km}
 \end{aligned}$$

$$= 105 \text{ km.}$$

Penghematan jarak tempuh yang terjadi yaitu sebanyak 105 km pada bulan Mei 2016.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini diperoleh beberapa hasil sebagai berikut:

1. Pembentukan rute pengiriman produk sebelum dan setelah menerapkan metode *saving matrix* di PT. Citrakana Jaya dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL VII
RUTE YANG TERPILIH SEBELUM DAN SESUDAH PENERAPAN METODE *SAVING MATRIX*

Rute	Sebelum	Sesudah
1	D-P ₂ -P ₉ -D	D-P ₄ -P ₁₀ -D
2	D-P ₆ -P ₇ -D	D-P ₃ -P ₈ -P ₅ -D
3	D-P ₄ -D	D-P ₉ -P ₂ -D
4	D-P ₃ -P ₈ -D	D-P ₇ -P ₆ -D
5	D-P ₅ -P ₁₀ -D	D-P ₁ -D
6	D-P ₁ -D	

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa ada lima rute pengiriman yang seharusnya dilakukan PT. DEF dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan permintaan setiap konsumen. Rute pertama adalah konsumen yang berlokasi di Jl. Soekarno Hatta, Bandung dan konsumen yang berlokasi di Jl. Raya Nagorong, Bekasi. Rute kedua adalah konsumen yang berlokasi di Jl. Raya Lautz, Jakarta Pusat; konsumen yang berlokasi di Jl. Mangga I, Jakarta Barat dan konsumen yang berlokasi di Jl. Raya Pondok Indah, Jakarta Timur. Rute ketiga adalah konsumen yang berlokasi di Jl. K. H. Moch. Mansyur, Jakarta Barat dan konsumen yang berlokasi di Jl. Srengseng Raya, Jakarta Barat. Rute keempat adalah konsumen yang berlokasi di Jl. Raya Kapuk, Jakarta Utara dan konsumen yang berlokasi di Jl. Jelambar, Jakarta Barat. Terakhir rute kelima adalah konsumen yang berlokasi di Jl. Imam Bonjol, Banten. Dengan demikian rute yang dibuat menggunakan metode *saving matrix* membentuk rute yang paling efektif.

2. Perbandingan dari total jarak yang ditempuh, total bahan bakar solar yang digunakan dan total waktu yang dibutuhkan, yaitu pada saat sebelum dan setelah menerapkan metode *saving matrix* di PT. DEF dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL VIII
PERBANDINGAN TOTAL JARAK, TOTAL BAHAN BAKAR DAN TOTAL WAKTU

Total	Sebelum	Sesudah	Penghematan	Persentase Penghematan
Jarak (km)	748,7	643,7	105	14%
Bahan Bakar Solar (Liter)	150	129	21	14%
Waktu	18 jam 43 menit	16 jam 5 menit	2 jam 38 menit	14%

Berdasarkan tabel di atas perbandingan efektivitas terhadap jarak, total jarak yang dihasilkan sejauh 643,7 km dengan total penggunaan bahan bakar solar sebanyak 129 liter dan total waktu tempuh selama 16 jam 55 menit. Jarak tersebut lebih hemat 105 km dengan perbedaan penggunaan bahan bakar sebanyak 21 liter dan perbedaan waktu tempuh selama 1 jam 48 menit dari metode *saving matrix*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rute yang dibentuk menggunakan metode *saving matrix*, membentuk rute yang paling efektif, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih optimal.

REFERENSI

- [1] Sesa, Fatimah J. 2016. "Optimasi Rute Pengiriman Produk dengan Meminimumkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode *Saving Matrix* di PT. Citrakana Jaya". *Skripsi*. Universitas Negeri Padang.
- [2] Viktaria, A. 2015." Efektivitas Algoritma *Simulated Annealing* dan *Large Neighborhood Search* dalam Penyelesaian *Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem With Time Windows*". *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [3] Yunitasari, Anggun. 2014. "Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah Di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode *Saving Matrix*". *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] Wongso, T. 2012. "Optimalisasi Penentuan Rute dengan Pendekatan *Forecasting* dan Metode *Saving Matrix* serta Perancangan Sistem Informasi Pendistribusian Barang pada Tirta Bintaro". Universitas Bina Nusantara.