

OPTIMASI PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DENGAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM SIMULTANEOUS DELIVERY AND PICKUP WITH SPLIT LOAD*

VEHICLE ROUTING PROBLEM SIMULTANEOUS DELIVERY AND PICKUP WITH SPLIT LOAD FOR ROUTING DELIVERY OPTIMIZATION

Granita Hajar^{1)*}, Muhammad Dzulfikar Fauzi²⁾

¹Teknik Logistik, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Jl. Ketintang 156, Surabaya, Indonesia

² Informatika, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Jl. Ketintang 156, Surabaya, Indonesia

email: granita@ittelkom-sby.ac.id^{1)*}, muhammad.dzulfikar.f@ittelkom-sby.ac.id²⁾

Received:
28 Mei 2022

Accepted:
31 Mei 2022

Published:
04 Juni 2022

Abstrak

Perusahaan UD. X tidak hanya mengirimkan saos saja namun melakukan pengambilan botol saos yang kosong. Perusahaan memiliki satu jenis kendaraan pickup L300 dengan muatan 50 krat dan perusahaan memiliki kebijakan bahwa produk dapat dilakukan pengiriman serta pengambilan botol dengan dilayani oleh lebih dari 1 kendaraan. Agar semua permintaan dapat dipenuhi maka UD. X ingin mengetahui rute yang optimal untuk melakukan pengiriman dan pengambilan botol dengan meminimasi biaya pengiriman serta meminimalkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk memenuhi semua permintaan. Dalam penelitian ini menggunakan metode *vehicle routing problem: simultaneous delivery and pickup with split load*. Dari hasil perhitungan bahwa untuk memenuhi 20 pelanggan dibutuhkan 3 kendaraan dimana setiap pelanggan dapat dilayani oleh lebih dari 1 kendaraan. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil untuk *subroute* 1 yaitu 0-4-16-17-8-1-9-20-0 dengan total jarak 10,8 Km, untuk *subroute* ke 2 yaitu 0-15-19-6-18-3-20-2-5-0 dengan total jarak 13,79 Km, untuk *subroute* 3 yaitu 0-2-5-12-10-11-13-14-7-0 dengan total jarak 29.95 Km. Jika ditotal keseluruhan jarak dari 3 kendaraan yaitu 54.54 Km untuk memenuhi seluruh permintaan dengan total biaya pengiriman yaitu sebesar Rp 53.449.

Kata Kunci: *vehicle routing problem, simultaneous delivery and pick up, split load.*

Abstract

In the delivery, the company UD. X sends the sauce and picks up the empty sauce bottle. The company has one type of L300 pick-up vehicle with a load of 50 crates and the company has a policy that product delivery and bottle pick-up can be carried out by being served by more than one vehicle. So that all requests can be fulfilled, UD X wants to find the optimal shipping route and pick up bottles by minimizing shipping costs and minimizing the number of vehicles needed to fulfill all requests. This research uses the Vehicle Routing Problem method: simultaneous delivery and pick-up with a split load. The calculation results show that meeting 20 customers takes three vehicles, where each customer can be served by more than one vehicle. The calculation results for subroute 1 are 0-4-16-17-8-1-9-20-0 with a total distance of 10.8 km. For subroute 2, namely 0-15-19-6-18-3-20-2-5-0 with a total distance of 13.79 km, for subroute 3, namely 0-2-5-12-10-11-13-14-7-0 with a total distance of 29.95 km. If the total distance of the three vehicles is 54.54 km to meet all requests with a total shipping cost of Rp. 53,449.

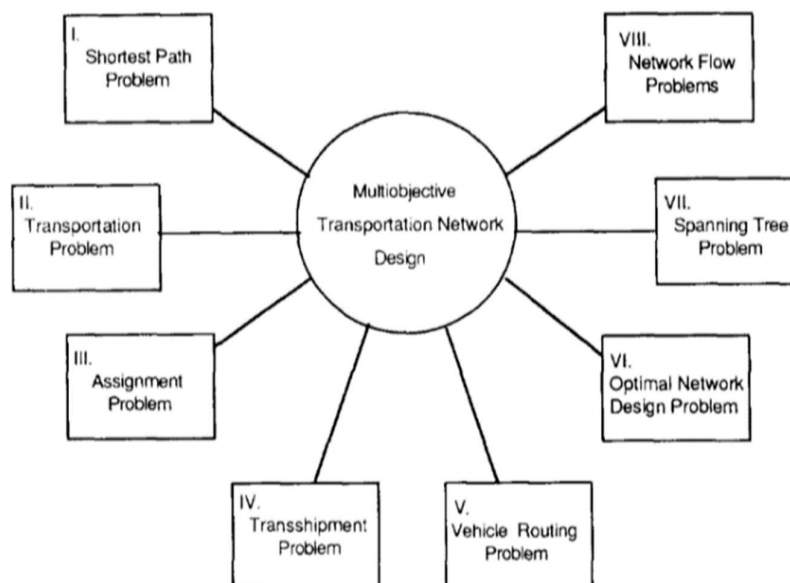
Keywords: *vehicle routing problem, simultaneous delivery and pick up, split load.*

How to cite: Hajar, G., Fauzi, M. D. 2022. "Optimasi Penentuan Rute Pengiriman Dengan *Vehicle Routing Problem Simultaneous Delivery And Pickup With Split Load*". *Journal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM)*, 5(1), 84-91.

PENDAHULUAN

Distribusi yang mana aktivitas distribusi ini berarti pemindahan tempat barang atau jasa dari produsen ke konsumen (M. Manullang, 2008). Sistem distribusi merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan. Dengan adanya sistem distribusi maka produk yang dihasilkan perusahaan akan sampai ke tangan pelanggan. Dalam sistem distribusi diperlukan sistem yang baik karena jika sistem distribusi tidak dikelola dengan efektif dan efisien dapat mempengaruhi waktu pengiriman ke pelanggan. Waktu pengiriman yang terlalu lama dapat menyebabkan biaya lebih untuk sebuah perusahaan, dalam pengiriman terdapat biaya transportasi. Dimana biaya transportasi merupakan bagian dari sistem logistik paling besar dari total biaya keseluruhan. Biaya transportasi harus efisien mungkin dalam memberikan kontribusi untuk mengurangi total biaya dan juga meningkatkan keunggulan dari perusahaan, sehingga menentukan rute kendaraan yang efisien dan juga penjadwalannya merupakan masalah logistik yang representatif (J. O. Ong dan S, 2011)

Sistem distribusi memiliki beberapa batasan antara lain waktu, jarak, kapasitas dan sebagainya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam sistem distribusi yaitu *Vehicle Routing Problem* (VRP). *Vehicle Routing Problem* adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam mencari rute suatu kendaraan dengan fungsi tujuan meminimumkan total jarak, sehingga biaya transportasi dan waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan dapat diminimasi (Toth dan Vigo, 2014). Kemudian metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dalam melakukan pengiriman atau pengambilan produk atau orang, memperhatikan kapasitas dari kendaraan yang digunakan. VRP yang ideal memiliki rute biaya minimal namun juga memenuhi tingkat kepuasan dari pelanggan. Rute dalam VRP yang konsisten dapat berupa waktu dalam melayani pelanggan (Y. Demazeau, et al, 2009). Family of VRP dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik jaringan, tipe permintaan kendaraan, batasan intra-route, karakteristik kendaraan, batasan inter-route, objek, dan extensions.



Gambar 1. *Multiobjective Transportation Network*
Sumber: Current & Marsh, 1993

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa VRP merupakan taksonomi dari *multiobjective transportation network*. Sedangkan *Vehicle Routing Problem Delivery and Pickup* dibagi menjadi beberapa jenis yaitu *one-to-one*, *one-to-many-to-one* dan *many-to-many* (Toth & Vigo 2014). Klasifikasi ini tergantung dari aktivitas yang dilakukan pada sistem distribusinya. Selain itu terdapat jenis *Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pickup* dimana untuk kategori ini terdapat 2 permintaan yaitu pengiriman dan pengambilan pada setiap pelanggan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Wang, et.al,2013) mengenai *Vehicle routing problem: simultaneous delivery and pickup with split load and Time Windows* di mana pada penelitian ini kendaraan akan memulai pengiriman dari depot awal dan kembali ke depot setelah melayani subroute. Setiap pelanggan memiliki 2 permintaan yaitu pengiriman barang dan pengambilan barang secara bersamaan dalam rentang waktu. Sehingga setiap pelanggan dapat dikunjungi lebih dari satu kendaraan. Dalam penelitian ini menggunakan model yang telah dilakukan pada penelitian (Wang, et.al, 2013) namun pada penelitian ini tidak menggunakan *time windows*. Berikut formulasi yang digunakan yaitu:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } F_1(x) = \sum_{k \in V} \sum_{i \in N_0} \sum_{j \in N_0} d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{j \in J} x_{ojk} = 1 \quad \forall k \in V \quad (2)$$

$$\sum_{i \in N_0} x_{iuk} - \sum_{j \in N_0} x_{ujk} = 0 \quad \forall u \in J, \forall k \in V \quad (3)$$

$$\sum_{i \in N_0} x_{ijk} \geq 1 \quad \forall j \in J, \quad \forall k \in V \quad (4)$$

$$\sum_{k \in V} \sum_{i=0, i \neq j}^n y_{ijk} = D_j \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$\sum_{k \in V} \sum_{i=0, i \neq j}^n z_{ijk} = R_j \quad \forall j \in J \quad (6)$$

$$\sum_{k \in V} \sum_{i \in N} x_{ijk} \geq 1 \quad \forall j \in J, \forall k \in V \quad (7)$$

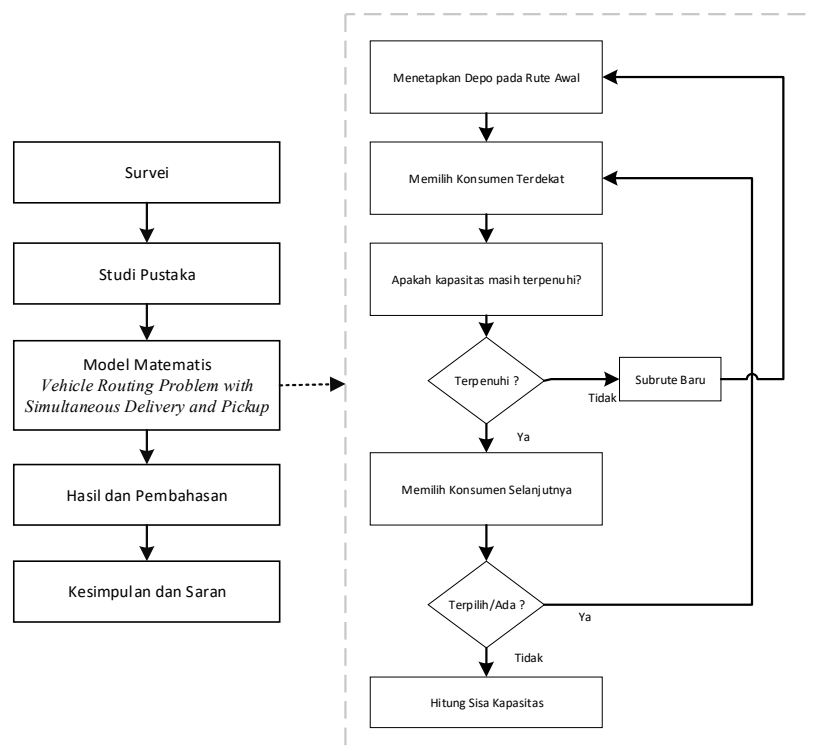
$$y'_{ijk} + \sum_{i=0, i \neq j}^n z_{ijk} \leq Q \quad \forall j \in J, \forall k \in V \quad (8)$$

UD. X merupakan usaha perorangan dalam pembuat saos dalam botol, memiliki beberapa pelanggan yang tersebar di beberapa lokasi. UD. X memiliki 1 jenis kendaraan untuk digunakan untuk mengirimkan saos ke pelanggan-pelanggan tersebut yaitu pickup L300 dengan muatan 50 krat. Seluruh permintaan pelanggan harus dapat dipenuhi oleh UD. X. Selain melakukan pengiriman saos, saat melakukan distribusi maka akan dilakukan pengambilan botol saos yang kosong, sehingga perusahaan harus mempertimbangkan berapa krat yang dapat dikirimkan dengan jumlah berapa krat yang dapat diambil. Perusahaan memiliki kebijakan bahwa pengiriman serta pengambilan botol dapat dilayani

lebih dari satu kendaraan. Kebijakan ini dibuat agar dapat memenuhi semua permintaan dengan jenis kendaraan yang sama. Oleh karena itu UD. X membutuhkan rute yang optimal sehingga dapat meminimalkan biaya pengiriman serta meminimalkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk mendistribusikan permintaan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti ingin mengetahui berapa jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan serta melakukan pengambilan botol dengan rute yang optimal dengan jumlah kendaraan yang minimum. Sehingga penelitian ini menggunakan metode *vehicle routing problem: simultaneous delivery and pickup with split load*. Dimana fungsi tujuannya yaitu untuk meminimalkan ongkos pengiriman dengan mempertimbangkan semua permintaan dapat dipenuhi dengan kebijakan perusahaan untuk melakukan pengiriman serta pengambilan botol saos dapat dilayani oleh lebih dari 1 kendaraan.

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Alur dan metode penelitian

Gambar 2 menjelaskan alur dan metode penelitian ini, dimulai dari survei agar peneliti memahami dan mengenai permasalahan yang ada pada UD. X dalam pendistribusian produk mereka. Setelahnya dilakukan studi pustaka guna mendukung dan memecahkan permasalahan pada penelitian ini. Tahapan ketiga yaitu melakukan pengumpulan data, Terdapat beberapa data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu: jumlah pelanggan, kapasitas kendaraan yang digunakan, jarak untuk setiap pelanggan, dan sebagainya. Untuk data jarak diperoleh dari google maps dan untuk data permintaan serta waktu menggunakan data *dummy*. Selanjutnya dilakukan model matematis sesuai dengan permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang maka pada penelitian ini

akan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem: Simultaneous Pick Up and Delivery with Split Load*. Model matematis akan memuat fungsi tujuan serta batasan. Fungsi tujuan dari *Vehicle Routing Problem: Simultaneous Pick Up and Delivery with Split Load* yaitu meminimasi biaya pengiriman serta meminimasi jumlah kendaraan yang digunakan. Dengan menggunakan model matematis maka akan diperoleh hasil dengan menggunakan Microsoft Excel dengan perhitungan heuristic dengan algoritma *nearest neighbor*. *Nearest Neighbour* metode heuristic dalam penyelesaian VRP dimana penentuan rute diarahkan kepada pelanggan terdekat yang belum dikunjungi (Gutin, G., & Punnen, A. P. 2007). Kemudian hasil yang diperoleh akan dilakukan analisa dan pembahasan. Tahapan terakhir yaitu menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di UD X yang merupakan usaha perorangan dalam pembuatan saos botol. Produk dari UD. X memiliki sistem botol yang digunakan akan dikembalikan lagi ke perusahaan untuk dilakukan pengisian ulang. Terdapat beberapa pelanggan yang tersebar di beberapa lokasi. Pelanggan UD. X tersebar di beberapa lokasi, setiap pelanggan terdapat 2 permintaan yaitu pengiriman saos dan pengambilan botol kosong saos. Untuk mengirimkan produk UD. X menggunakan pickup L300 dengan muatan 50 krat. Kecepatan kendaraan diasumsikan konstan yaitu 40 Km/jam. Seluruh permintaan pelanggan harus dapat dipenuhi oleh UD. X maupun itu pengiriman dan pengambilan botol. Perusahaan memiliki kebijakan bahwa pengiriman serta pengambilan botol dapat dilayani lebih dari satu kendaraan. Kebijakan ini dibuat agar dapat memenuhi semua permintaan dengan jenis kendaraan yang sama. Oleh karena itu UD. X membutuhkan rute yang optimal sehingga dapat meminimalkan biaya pengiriman serta meminimalkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk mendistribusikan permintaan tersebut. Pada Tabel 1 dapat dilihat daftar pelanggan, jumlah barang yang harus dikirimkan, barang harus diambil serta koordinat lokasi setiap pelanggan yang diperoleh dengan mengambil koordinat google maps.

Tabel 1. Daftar Pelanggan,Permintaan, Lokasi, serta Koordinat

Nod e	Pelanggan	Jumlah Delivery	Jumlah Pick- Up	Koordinat		Nod e	Pelanggan	Jumlah Delivery	Jumlah Pick- Up	Koordinat	
				X	Y					X	Y
0	Depot	0	0	-3.41	114.85	11	Customer 11	5	5	-3.43	114.74
1	Customer 1	8	12	-3.42	114.84	12	Customer 12	5	8	-3.45	114.75
2	Customer 2	5	3	-3.45	114.82	13	Customer 13	8	5	-3.42	114.71
3	Customer 3	10	10	-3.44	114.83	14	Customer 14	4	4	-3.50	114.80
4	Customer 4	4	4	-3.41	114.85	15	Customer 15	8	5	-3.43	114.87
5	Customer 5	7	10	-3.45	114.80	16	Customer 16	6	5	-3.40	114.84
6	Customer 6	4	8	-3.45	114.85	17	Customer 17	10	10	-3.39	114.83
7	Customer 7	7	10	-3.49	114.86	18	Customer 18	8	5	-3.45	114.83
8	Customer 8	10	6	-3.42	114.85	19	Customer 19	9	7	-3.44	114.86
9	Customer 9	10	6	-3.43	114.84	20	Customer 20	9	6	-3.43	114.82
10	Customer 10	4	7	-3.44	114.74						

Sumber: Pengolahan Data

Asumsi digunakan dalam perhitungan dipenelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini tidak mempertimbangkan terjadinya kemacetan.
2. Kecepatan kendaraan adalah 40 Km/jam
3. Kapasitas kendaraan yaitu 50 krat.

4. Kendaraan yang digunakan adalah Pickup L300 dimana 1 Liter untuk 10 Km.
5. BBM yang digunakan yaitu solar dan 1 liter harganya Rp 9800,00.

Langkah – langkah pengerjaan algoritma nearest neighbor sebagai berikut:

1. Menentukan jarak dari depot ke semua pelanggan yang belum dilayani dan mencari jarak terpendek dari depot ke semua pelanggan tersebut. Jarak dapat dilihat pada Tabel 1.1 pada lampiran.
2. Menentukan apakah jumlah kapasitas yang ada dapat memenuhi permintaan delivery dan pick-up, jika jumlah yang kapasitas yang ada tidak dapat memenuhi permintaan delivery atau/ dan yang pickup, maka akan dilakukan perhitungan berapa jumlah yang kurang dalam memenuhi permintaan delivery atau/ dan pickup, kemudian memasukkan untuk perhitungan subroute selanjutnya.
3. Menghitung sisa kapasitas untuk pengiriman = kapasitas saat mengirimkan – permintaan pengiriman pada pelanggan tersebut.
4. Menghitung total kapasitas saat meninggalkan pelanggan tersebut.
5. Dilakukan dari tahap 1 hingga kapasitas yang dibawa (pickup) = kapasitas kendaraan.
6. Kemudian membuat subroute baru dengan tahapan yang sama dan berhenti membuat rute baru saat semua permintaan dapat dipenuhi.

Setelah melakukan perhitungan dengan algoritma nearest neighbor didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk memenuhi semua permintaan UD. X membutuhkan 3 kendaraan dengan kapasitas yang sama. Dapat dilihat pada Gambar 2 untuk subroute 1 iterasi 1 bahwa permintaan dapat dipenuhi, namun pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa permintaan untuk pengiriman tidak dapat dipenuhi dan masih kurang 3 krat untuk dipenuhi pada subroute selanjutnya.

Tabel 2. Rute Setiap Kendaraan

Subroute	Kendaraan	Jarak
0-4-16-17-8-1-9-20-0	A	10.800
0-15-19-6-18-3-20-2-5-0	B	13.790
0-2-5-12-10-11-13-14-7-0	C	29.950

Sumber: Pengolahan Data

Subroute 1 menggunakan kendaraan A dengan total jarak sebesar 10.8 Km, sedangkan untuk subroute 2 dengan kendaraan B total jaraknya sebesar 13.79 Km dan subroute 3 dengan kendaraan C dengan total jarak sebesar 29.95 Km. Untuk kendaraan A akan mengirimkan permintaan dari depot menuju customer 4 kemudian customer 16 setelah itu ke customer 17, customer 8, customer 1, customer 9, customer 20 dan kembali ke depot. Sedangkan kendaraan B akan mengirimkan pesanan dari depot ke customer 15 kemudian ke customer 19, customer 6, customer 18, customer 3, customer 20, customer 2, customer 5 dan kembali ke depot. Untuk kendaraan C akan mengirimkan pesanan dari depot ke customer 2, customer 5, customer 12, customer 10, customer 11, customer 13, customer 14, customer 7 dan setelah itu kembali ke depot.

Tabel 3. Biaya Pengiriman Untuk Setiap Pelanggan

Kendaraan	Biaya per kendaraan	
A	Rp	10,584.00
B	Rp	13,514.20
C	Rp	29,351.00
Total Biaya	Rp	53,449.20

Sumber: Pengolahan Data

Iterasi 1								
Dari	Ke	Jumlah Delivery	Jumlah Pick-Up	Jarak	Keterangan		Yang Belum Dipenuhi	
					Delivery	Pick-Up	Delivery	Pick-Up
0	1	8	12	2.10	Memenuhi	Tidak Memenuhi		
	2	5	3	5.64	Memenuhi	Memenuhi		
	3	10	10	4.18	Memenuhi	Memenuhi		
	4	4	4	0.32	Memenuhi	Memenuhi		
	5	7	10	6.48	Memenuhi	Tidak Memenuhi		
	6	4	8	4.82	Memenuhi	Tidak Memenuhi		
	7	7	10	8.31	Memenuhi	Tidak Memenuhi		
	8	10	6	1.41	Memenuhi	Memenuhi		
	9	10	6	2.68	Memenuhi	Memenuhi		
	10	4	7	12.87	Memenuhi	Tidak Memenuhi		
	11	5	5	12.15	Memenuhi	Memenuhi		
	12	5	8	11.45	Memenuhi	Tidak Memenuhi		
	13	8	5	15.40	Memenuhi	Memenuhi		
	14	4	4	11.47	Memenuhi	Memenuhi		
	15	8	5	3.17	Memenuhi	Memenuhi		
	16	6	5	1.21	Memenuhi	Memenuhi		
	17	10	10	2.97	Memenuhi	Memenuhi		
	18	8	5	5.12	Memenuhi	Memenuhi		
	19	9	7	3.56	Memenuhi	Memenuhi		
	20	9	6	4.03	Memenuhi	Memenuhi		
Jarak Terpendek				0.32				
Kapasitas (delivery)				50 krat				
Sisa Kapasitas Barang Saat Meninggalkan				46 krat				
Total Kapasitas yang dibawa				50 krat				

Gambar 3. Contoh Perhitungan Pada Iterasi 1

Iterasi 7								
Dari	Ke	Jumlah Delivery	Jumlah Pick-Up	Jarak	Keterangan		Yang Belum Dipenuhi	
					Delivery	Pick-Up	Delivery	Pick-Up
9	2	5	3	3.01	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	3	10	10	1.50	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	5	7	10	2.28	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	6	4	8	5.58	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	7	7	10	3.09	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	10	4	7	10.06	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	11	5	5	9.77	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	12	5	8	8.34	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	13	8	5	13.23	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	14	4	4	7.31	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	15	8	5	4.25	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	18	8	5	1.20	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	19	9	7	3.77	Tidak Memenuhi	Memenuhi		
	20	9	5	1.19	Tidak Memenuhi	Memenuhi	7	
Jarak Terpendek				1.19				
Total Kapasitas				45 krat				
Kapasitas Delivery Dari Rute sebelumnya				2 krat				
Sisa Kapasitas Barang Saat Meninggalkan				0 krat				
Total Kapasitas yang dibawa				48 krat				

Gambar 4. Contoh Perhitungan Pada Iterasi 7

Perhitungan pada penelitian ini menggunakan Ms. Excel dimana dalam perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Selain itu dalam menentukan rute pada penelitian ini menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Dalam perhitungan akan dipilih jarak terdekat namun juga memperhatikan apakah kendaraan dapat memenuhi permintaan pelanggan yaitu pengiriman dan pengambilan botol, sehingga akan dipilih

jarak yang terdekat dengan permintaan pelanggan dapat terpenuhi. Namun jika masih terdapat kapasitas untuk pengambilan botol namun untuk pengiriman kapasitasnya tidak dapat terpenuhi serta jaraknya terdekat, maka akan dipilih pelanggan tersebut. Hal ini dilakukan untuk meminimasi jarak pengiriman yang nantinya akan berdampak pada biaya pengiriman. Semakin pendek jarak yang ditempuh maka biaya pengirimannya juga akan semakin minimum. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat untuk biaya pengiriman kendaraan A sebesar Rp 10.584,00, untuk kendaraan B sebesar Rp 13.514 dan untuk biaya pengiriman kendaraan C sebesar Rp 29.351 dan total biaya pengiriman seluruh kendaraan yaitu Rp 53.449.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan dan pembahasan ditarik kesimpulan bahwa metode vehicle routing problem: simultaneous pickup and delivery with split load dapat digunakan untuk menghasilkan rute minimum dengan jumlah kendaraan yang digunakan juga minimum. Dalam penelitian ini dihasilkan 3 subroute dengan menggunakan 3 kendaraan. Dimana dalam menyelesaikan permasalahan ini digunakan algoritma nearest neighbor dimana akan dipilih rute terdekat serta jumlah pengiriman dan pengambilan botol kosong yang dapat dipenuhi. Metode ini dapat digunakan untuk kasus yang memiliki kebijakan bahwa setiap pelanggan dapat dilayani lebih dari 1 kali dan dapat dilayani oleh beberapa kendaraan. Selain itu setiap pelanggan memiliki 2 permintaan yaitu pengiriman (delivery) dan pengambilan (pickup). Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu agar dapat mengkombinasikan metode VRP lainnya sehingga terdapat pengembangan model baru. Dimana sangat banyak pertimbangan untuk menentukan rute terbaik. Dalam penelitian ini menggunakan 1 jenis produk, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan lebih dari 1 produk serta mempertimbangkan time windows sehingga dapat dilakukan pengembangan model yang lebih kompleks

REFERENSI

- Current, J., & Marsh, M. (1993). Multiobjective transportation network design and routing problems: Taxonomy and annotation. *European Journal of Operational Research*, 65(1), 4-19. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90140-i](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)90140-i)
- Gutin, G., & Punnen, A. P. (2007). Exponential Neighborhoods and Domination Analysis for The TSP, In *The Traveling Salesman Problem and Its Variations*. Springer US.
- M. Manullang. (2008). *Pengantar Bisnis*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Ong, J. O., & ., S. (2011). *Vehicle Routing Problem* with backhaul, multiple trips and time window. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1). doi:10.9744/jti.13.1.1-10
- Toth, P & Daniele Vigo, 2014. *Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications*, 2nd edition, SIAM, USA
- Wang, Y., Ma, X., Lao, Y., Wang, Y., & Mao, H. (2013). Vehicle Routing Problem: Simultaneous Deliveries and Pickups with Split Loads and Time Windows. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2378(1), 120-128. doi:10.3141/2378-13
- Y. Demazeau, J. Pavón, C. R. J. Manuel, and J. Bajo, (2009). 7th International Conference on practical applications of agents and Multi-Agent Systems (PAAMS 2009). (2009). *Advances in Intelligent and Soft Computing*. doi:10.1007/978-3-642-00487-2