

**APLIKASI *VEHICLE ROUTING PROBLEM* PADA PENENTUAN RUTE
DISTRIBUSI AIR MINERAL CLUB DI KOTA BALIKPAPAN
(Studi Kasus: PT Tirta Makmur Perkasa Balikpapan)**

Hijri Virgiawan, Wahyuda, & Muriani Emelda Isharyani

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua
Jalan Sambaliung No. 9, Samarinda 75119, Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315
Email: hijri.virgiawan@gmail.com, dekan@ft.unmul.ac.id

Abstrak

PT. Tirta Makmur Perkasa Balikpapan merupakan perusahaan yang frekuensi pengiriman distribusi air mineral CLUB yang termasuk tinggi di Kota Balikpapan. Perusahaan sampai saat ini belum menerapkan metode apapun untuk penentuan rute distribusinya. Metode analisis data dengan menggunakan metode *sweep (cluster first route second dan route first cluster second)* dan metode *saving heuristic* dengan mempertimbangkan jarak tempuh, total waktu pengiriman, dan biaya bahan bakar kendaraan yang memberikan rute yang optimal dibandingkan dengan rute yang ditentukan berdasarkan kebijakan perusahaan. Penentuan metode terpilih berdasarkan dua skenario. Skenario pertama dengan penggunaan metode *cluster first route second* menghasilkan 6 jalur rute dengan total jarak tempuh 122,5 km, total waktu pengiriman 730,83 menit, dan biaya pemakaian bahan bakar kendaraan Rp 255.176,49. Skenario kedua dengan penggunaan metode *sweep route first cluster second* menghasilkan 5 jalur rute dengan total jarak tempuh 124,2 km, total waktu pengiriman 728,24 menit, dan biaya pemakaian bahan bakar kendaraan Rp 258.675,48. Skenario pertama dapat dipilih oleh perusahaan apabila perusahaan memprioritaskan jarak tempuh terpendek dan biaya pemakaian bahan bakar terkecil, sedangkan skenario kedua dapat dipilih apabila perusahaan memprioritaskan waktu tempuh yang paling cepat guna meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan.

Kata Kunci: *Vehicle Routing Problem, Sweep, Saving Heuristic, Jarak Tempuh, Waktu Pengiriman, Biaya Pemakaian Bahan Bakar Kendaraan*

Abstract

PT. Tirta Makmur Perkasa Balikpapan is a company that has a high frequency of product delivery for "CLUB" mineral water in Balikpapan. Until now, the company hasn't implemented any method for determining the distribution route of the products delivery. Methods of data analysis used sweep methods (cluster first route second and route first cluster second) and saving heuristic method by considered the vehicles mileage, total delivered time, and cost of fuel which gave the optimal route to compared with the initial route specified based on company policy. The determination methods was chose based on two scenarios. The first scenario used the cluster first route second method which produced 6 lines route with total mileage is 122,5 kilometres, total delivered time is 730,83 minutes, and cost of fuel the vehicles is Rp 255.176,49. The second scenario used the route first cluster second method which produced 5 lines route with total mileage is 124,2 kilometres, total delivered time is 728,24 minutes, and cost of fuel the vehicles is Rp 258.675,48. The first scenario can be selected by the company if they prioritize the shortest mileage and the smallest cost of fuel, while the second scenario can be selected if the company prioritize the fastest total delivered time in ordered to improved service quality to customers.

Key words: *Vehicle Routing Problem, Sweep Methods, Saving Heuristic, Mileage, Time Delivery, Cost of Fuel the Vehicle*

I. Pendahuluan

PT. Tirta Makmur Perkasa adalah perusahaan di bawah naungan Indofood Group yang terletak di PT. Tirta Makmur Perkasa yang beralamat di Jalan Telaga Sari RT. 36 No. 4B Martadinata,

Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Perusahaan ini bertugas untuk mendistribusikan produk air mineral dalam kemasan dengan merk dagang CLUB di Kota Balikpapan dan sekitarnya. Pendistribusian produk kepada masing-masing outlet dilakukan setiap hari,

kecuali hari minggu dan hari libur nasional. Produk yang didistribusikan yaitu mulai dari air mineral jenis *cup* 240 ml, botol 330 ml, botol 600 ml, botol 1,5 liter, dan galon 19 liter. Proses pendistribusian di Kota Balikpapan ini menggunakan kendaraan angkut berupa truk engkel roda empat, dengan jumlah truk yang terbatas yaitu sebanyak 3 truk. Letak outlet di Kota Balikpapan tersebar dengan jarak yang bervariasi. Perusahaan hingga saat ini belum mempunyai metode khusus yang dapat membantu penentuan rute distribusi produk dari depot ke outlet dengan tujuan untuk meminimalkan jarak tempuh pada rute distribusi tersebut, sehingga dengan terbentuknya rute terpendek maka waktu tempuh dalam perjalanan akan semakin cepat, dan biaya penggunaan bahan bakar kendaraan pun dapat berkurang.

Permasalahan yang dialami PT. Tirta Makmur Perkasa ini merupakan salah satu kasus yang termasuk di dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP merupakan permasalahan dalam sistem distribusi yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal untuk sekelompok kendaraan dengan jumlah dan batasan kapasitas tertentu agar dapat memenuhi permintaan pelanggan, dalam hal ini disebut outlet, dengan lokasi dan jumlah permintaan yang telah diketahui.

Permasalahan ini diselesaikan dengan metode *sweep* dan metode *saving heuristic* yang kemudian akan dilakukan perbandingan dari kedua metode tersebut tentang rute terpendek yang akan dihasilkan. Metode *sweep* digunakan karena metode ini yang paling mendekati tentang *mapping area* yang dimiliki oleh perusahaan, sedangkan metode *saving heuristic* digunakan karena mempertimbangkan penghematan jarak. Metode yang optimal adalah metode yang dapat menghasilkan total jarak tempuh terpendek, waktu pelayanan tersingkat, dan biaya pemakaian bahan bakar kendaraan yang paling minimal.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute distribusi yang optimal antara metode *sweep* dan metode *saving heuristic*, sehingga dapat diperoleh total jarak, waktu tempuh, dan biaya penggunaan bahan bakar kendaraan yang paling minimum yang dihasilkan dari metode optimal, maka metode yang menghasilkan hasil yang optimal akan menjadi metode terpilih.

Pada penentuan rute distribusi yang optimal ini hanya dilakukan untuk pendistribusian air mineral CLUB di outlet-outlet wilayah Kota

Balikpapan saja, dengan jumlah kendaraan angkut adalah tiga unit, dengan kapasitas maksimal yaitu 3 ton/unit dan kecepatan rata-rata kendaraan angkut adalah konstan 30 km/jam, dengan pemakaian bahan bakar 6 km/liter, dan seluruh kendaraan tersebut dapat dilayani dalam waktu yang bersamaan pada saat *loading* dan *unloading* muatan di depot.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah diperolehnya rute distribusi terpendek guna meminimalkan waktu tempuh dan mengurangi biaya penggunaan bahan bakar kendaraan. Penelitian ini perlu dilakukan karena akan memberikan manfaat kepada perusahaan yang dapat meminimalkan jarak tempuh pada rute distribusi serta biaya bahan bakar kendaraan, dan ilmu pengetahuan ini dapat diterapkan dalam kasus nyata yang terjadi sehari-hari. Oleh karena itu, berdasarkan uraian-uraian dari permasalahan tersebut penulis melakukan penelitian dengan judul Aplikasi *Vehicle Routing Problem* pada Penentuan Rute Distribusi Air Mineral CLUB di Kota Balikpapan (Studi Kasus: PT Tirta Makmur Perkasa Balikpapan).

II. Kajian Literatur

2.1 *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Pemecahan masalah dalam penentuan rute distribusi yang optimal pada metode *Vehicle Routing Problem* (Rahmi dan Murti, 2013, h.18) berpendapat bahwa permasalahan VRP merupakan permasalahan dalam sistem distribusi yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal, untuk sekelompok kendaraan yang diketahui kapasitasnya, agar dapat memenuhi permintaan *customer* dengan lokasi dan jumlah permintaan yang telah diketahui. Suatu rute yang optimal adalah rute yang memenuhi berbagai kendala operasional, yaitu memiliki total jarak dan waktu perjalanan yang ditempuh terpendek dalam memenuhi permintaan *customer* serta menggunakan kendaraan dalam jumlah yang terbatas.

Beberapa aplikasi kombinatorial dari VRP yaitu *Capacitated VRP* (Indra dkk, 2014, h.127) berpendapat bahwa CVRP adalah sebuah VRP di mana diberikan sejumlah kendaraan dengan batasan kapasitas daya angkut yang harus melayani sejumlah permintaan pelanggan yang telah diketahui untuk satu komoditas dari sebuah depot dengan biaya transit minimum. Tujuan dari CVRP ini untuk meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan,

dan total permintaan barang untuk tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut. Solusi CVRP dikatakan layak jika jumlah total barang yang diatur untuk tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut.

Varian lainya yaitu *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Fixed Fleet Split Delivery* (Indra dkk, 2014, h.126) berpendapat bahwa VRPMTFFSD digunakan pada saat kondisi satu unit kendaraan angkut dapat melakukan pengiriman barang lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan satu pelanggan dapat dikunjungi lebih dari satu kali dengan jumlah kendaraan angkut yang dimiliki adalah tetap. Varian ini dapat digunakan jika tiap pelanggan dapat dilayani dengan kendaraan yang berbeda andaikan biayanya dapat berkurang. Tujuan dari penggunaan varian VRPMTFFSD ini adalah untuk meminimasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan untuk pelayanan serta mengurangi total biaya untuk semua rute.

Selain CVRP dan VRPMTFFSD, varian *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (Indra dkk, 2014, h.127) berpendapat bahwa VRPTW adalah VRP yang memiliki batas tambahan yaitu sebuah jangka waktu, yang berhubungan dengan setiap pelanggan, yang mendefinisikan sebuah jangka waktu di mana pelanggan harus disuplai. Interval waktu di depot disebut sebagai batas penjadwalan. Tujuan dari penggunaan metode VRPTW adalah untuk meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan serta waktu menunggu yang dibutuhkan untuk menyuplai semua pelanggan pada jam-jam tertentu. Solusi menjadi tidak layak jika kiriman pada pelanggan sampai setelah batas dari interval.

2.2 Metode Sweep

Ballou (2005) mengatakan bahwa metode *sweep* adalah metode yang sederhana dalam perhitungannya, bahkan untuk memecahkan masalah yang cukup besar. Keakuratan metode ini rata-rata kesalahan perhitungannya adalah sebesar 10 persen. Keakuratan metode ini adalah pada cara pembuatan jalur rutenya. Metode *sweep* ini terbagi menjadi dua macam, yaitu *cluster first route second* dan *route first cluster second*. Pada metode *sweep cluster first route second*, (Codeau dkk, 2002, pp.516) berpendapat bahwa penyelesaian dengan metode ini yaitu sebagai berikut:

1. Gambarkan semua lokasi depot dan outlet di dalam sebuah peta.
2. Lakukan pembuatan kelompok lokasi pemberhentian terlebih dahulu dengan cara menarik garis pada peta ke arah mana saja dari lokasi depot.
3. Setiap memotong lokasi pemberhentian, lakukan evaluasi kapasitas kendaraan untuk mengecek apakah apabila lokasi pemberhentian tersebut dimasukkan ke dalam kelompok, masih memenuhi batasan kapasitas kendaraan atau tidak. Apabila tidak memenuhi batasan, maka perlu dilakukan pembentukan kelompok baru.
4. Selanjutnya, setelah seluruh lokasi masuk ke dalam kelompoknya masing-masing, dalam tiap kelompok dilakukan penentuan rute kunjungan.

Pada metode *sweep route first cluster second*, (Baldacci dkk, 2007, pp.13) berpendapat bahwa penyelesaian dengan metode ini yaitu sebagai berikut:

1. Gambarkan semua lokasi depot dan outlet di dalam sebuah peta.
2. Buatlah rute yang dapat melayani seluruh lokasi dengan meminimumkan total jarak tempuh rute. Pembentukan rute ini dilakukan tanpa memperhatikan batasan kapasitas kendaraan.
3. Setelah didapatkan rute dengan total jarak tempuh yang minimum, kemudian lakukan pembentukan kelompok.
4. Apabila penambahan lokasi pada pembentukan kelompok mengakibatkan terjadinya pelanggaran terhadap batasan kapasitas kendaraan, maka harus dibuat kelompok baru untuk lokasi tersebut.

Untuk mendapatkan letak lokasi pada koordinat *cartesius* pada proses pemetaan lokasi, maka dapat digunakan Persamaan 2.1 dan 2.2 sebagai berikut:

$$\text{Kord. } X_i = \text{Kord. } BT_i - \text{Kord. } BT_0 \dots\dots (2.1)$$

dengan: $\text{kord. } X_i = \text{kordinat } X \text{ lokasi } i$
 $\text{kord. } BT_i = \text{kordinat } BT \text{ lokasi } i$
 $\text{kord. } BT_0 = \text{kordinat } BT \text{ lokasi depot}$

$$\text{Kord. } Y_i = \text{Kord. } LS_0 - \text{Kord. } LS_i \dots\dots (2.2)$$

dengan: $\text{kord. } Y_i = \text{kordinat } Y \text{ lokasi } i$
 $\text{kord. } LS_i = \text{kordinat } LS \text{ lokasi } i$
 $\text{kord. } LS_0 = \text{kordinat } LS \text{ lokasi depot}$

Pada pemetaan lokasi tersebut ditentukan bahwa lokasi depot (BT;LS) adalah sebagai titik pusat pada koordinat *cartesius* yaitu titik (0;0).

2.3 Metode *Saving Heuristic*

I Nyoman Pujawan dan Mahendrawathi (2010) mengatakan bahwa salah satu metode heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam transportasi untuk menentukan rute dan jadwal distribusi adalah dengan menggunakan metode *saving heuristic* atau biasa disebut juga sebagai metode *saving matrix*. Metode *saving heuristic/saving matrix* pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Langkah-langkah yang harus dikerjakan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi matriks jarak dari depot ke masing-masing outlet dan sebaliknya, maupun dari outlet satu ke outlet lainnya.
2. Mengidentifikasi *saving matrix* (matriks penghematan). Perhitungan *saving matrix* tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$S_{ij} = \{C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}\} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan: S_{ij} = nilai saving jarak i dan j
 (C_{i0}) = jarak antara depot dan i
 (C_{0j}) = jarak antara j dan depot
 (C_{ij}) = jarak antara i dan j

3. Mengalokasikan lokasi pengiriman ke kendaraan atau ke rute. Penggabungan dimulai dari nilai penghematan terbesar pertama lalu nilai penghematan terbesar kedua, dan seterusnya,
4. Mengurutkan outlet tujuan dalam rute yang sudah terdefinisi.

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian rute pendistribusian air mineral dalam kemasan sebelumnya dilakukan oleh Indra Sidik Kurniawan, dkk. pada tahun 2013 dengan judul Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings* (Studi Kasus di PT. X Bandung). Penelitian ini hanya meneliti produk yang didistribusikan berupa galon 19 L dengan jarak rute perjalanan bolak-balik adalah sama. Hasil penentuan rute menggunakan metode *nearest neighbour* menghasilkan 11 tur dengan total jarak yang dilalui sebanyak 402,39 km dan total waktu 4389,53 menit, sedangkan hasil metode *clarke & wright savings* menghasilkan 11 tur dengan total jarak yang dilalui 490,84 km dengan total waktu 4509,215 menit. Jumlah truk yang

dibutuhkan yaitu sebanyak 11 truk, dengan metode terpilih pada penentuan rute yaitu metode *nearest neighbour*.

III. Metode Penelitian

Tahapan-tahapan dalam mengolah data adalah sebagai berikut:

1. Diawali dengan mengetahui jumlah dan kapasitas muatan kendaraan/truk, biaya transportasi, jarak dari depot ke masing-masing outlet dan sebaliknya maupun jarak antar outlet, serta lokasi wilayah berdasarkan garis khayal bumi.
2. Melakukan pemetaan lokasi ke dalam kordinat *cartesius* dengan menggunakan Persamaan 2.1 dan Persamaan 2.2
3. Melakukan pembentukan rute dengan metode *sweep cluster first route second* dengan acuan batasan kapasitas daya angkut kendaraan dan waktu tempuh. Hasil yang diperoleh adalah jumlah jarak tempuh, waktu tempuh, dan total biaya pemakaian bahan bakar kendaraan.
4. Melakukan pembentukan rute dengan metode *sweep route first cluster second*. Hasil yang diperoleh adalah jumlah jarak tempuh, waktu tempuh, dan total biaya pemakaian bahan bakar kendaraan.
5. Melakukan pembentukan rute dengan metode *saving heuristic*. Tata cara pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan metode *saving heuristic* menggunakan matriks jarak, matriks penghematan, dan hasil yang diperoleh adalah jumlah jarak tempuh, waktu tempuh, dan total biaya pemakaian bahan bakar kendaraan.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kondisi Pendistribusian Saat Ini

Kondisi sistem penentuan rute distribusi air mineral CLUB di Kota Balikpapan saat ini masih belum menggunakan metode apapun. Penentuan rute masih berdasarkan instuisi dari supir truk dengan letak outlet (pelanggan) tersebar di wilayah Kota Balikpapan. Terdapat 3 unit truk engkel dengan kapasitas daya angkut per unitnya maksimal 3 ton (3000 kg) dengan rute yang berbeda-beda untuk masing-masing truk. Waktu pelayanan yaitu dari pukul 08.00 sampai dengan 12.00, kemudian dilanjutkan kembali pada pukul 13.00 sampai dengan 17.00. Bahan bakar yang digunakan oleh truk yaitu solar non subsidi dengan harga Rp

12.496,40/liter dengan 1 liter solar dapat menempuh jarak sejauh 6 km.

4.2 Pembentukan Rute dengan Metode *Sweep Cluster First Route Second*

Penentuan rute pengiriman air mineral CLUB di Kota Balikpapan pada hari Kamis berdasarkan metode *sweep cluster first route second* (SCFRS) dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Pembentukan rute metode SCFRS

No	Rute Pngiriman	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Total Muatan (kg)
1	D0000-10708-10043-10008-10560-10655-D0000	16,7	118,32	2976,4
	D0000-10560-D0000	9,5	116,75	2581,1
2	D0000-10519-10520-10467-10487-10533-D0000	28,9	123,05	1704,8
3	D0000-10773-10550-10231-10238-10774-10377-D0000	19,7	133,40	2859,8
4	D0000-10661-10334-10076-10261-10253-10417-10407-10435-D0000	42,5	176,33	2718,2
	D0000-10314-10249-10619-10286-D0000	5,2	62,98	1240,9
Total		122,5	730,83	14081,2
Rata-rata		20,42	121,81	2346,9

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa didapatkan sebanyak 4 rute dengan 6 kali pengiriman dengan total jarak yang ditempuh yaitu sebesar 122,5 km dan total waktu pengiriman (waktu *complete*) selama 730,83 menit atau setara dengan 12,18 jam (12 jam 11 menit).

4.3 Pembentukan Rute dengan Metode *Sweep Route First Cluster Second*

Penentuan rute pengiriman air mineral CLUB di Kota Balikpapan pada hari Kamis berdasarkan metode *sweep route first cluster second* (SRFCS) dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Pembentukan rute metode SRFCS

No	Rute Pngiriman	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Total Muatan (kg)
1	D0000-10661-10314-10249-10619-10286-10377-10774-10334-10560-D0000	16,7	141,90	2966,5

Tabel 4.2 Pembentukan rute metode SRFCS (lanjutan)

No	Rute Pngiriman	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Total Muatan (kg)
	D0000-10560-D0000	9,5	120,50	2930,0
2	D0000-10655-10487-10533-10773-10550-D0000	19,1	125,86	2958,8
3	D0000-10231-10238-10076-10261-10253-10417-10407-10435-D0000	45,8	182,02	2241,4
4	D0000-10708-10043-10008-10467-10520-10519-D0000	33,1	157,95	2984,5
Total		124,2	728,24	14081,2
Rata-rata		20,98	145,65	2816,2

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa didapatkan sebanyak 4 klaster dengan 5 kali pengiriman dengan total jarak yang ditempuh yaitu sebesar 124,2 km dan total waktu pengiriman (waktu *complete*) selama 728,24 menit atau setara dengan 12,13 jam (12 jam 08 menit).

4.4 Pembentukan Rute dengan Metode *Saving Heuristic*

Penentuan rute pengiriman air mineral CLUB di Kota Balikpapan pada hari Kamis berdasarkan metode *saving heuristic* (SH) dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Pembentukan rute metode SH

No	Rute Pngiriman	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Total Muatan (kg)
1	D0000-10487-10008-10774-10377-10314-10661-10261-10417-10435-10407-10253-10619-D0000	62,0	238,35	2969,4
2	D0000-10076-10533-10238-10519-10467-10520-10655-10550-D0000	58,9	220,38	2887,2
3	D0000-10231-10334-10043-10708-D0000	30,2	143,82	2915,6
4	D0000-10249-10286-D0000	5,2	44,90	744,6
5	D0000-10773-10560-D0000	18,8	104,60	2644,4
6	D0000-10560-D0000	9,5	103,00	1920,0
Total		184,6	855,05	14081,2
Rata-rata		30,8	142,51	2346,9

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa didapatkan sebanyak 4 rute dengan 6 kali pengiriman dengan total jarak yang ditempuh yaitu sebesar 184,6 km dan total waktu pengiriman (waktu

complete) selama 855,05 menit atau setara dengan 14,25 jam (14 jam 15 menit).

4.5 Perbandingan Tiga Metode yang Digunakan

Perbandingan hasil pembentukan rute dari hasil perhitungan metode *sweep cluster first route second*, metode *sweep route first route second*, metode *saving heuristic*, dan kebijakan perusahaan, maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Perbandingan tiga metode

Metode	Jumlah Rute	Jarak Tempuh (km)	Waktu Complete (menit)	Jumlah Muatan (kg)
<i>Sweep Cluster First Route Second</i>	6	122,5	730,83	14081,2
<i>Sweep Route First Cluster Second</i>	5	124,2	728,24	14081,2
<i>Saving Heuristic</i>	6	184,6	855,05	14081,2
Kebijakan Perusahaan	7	138,4	738,64	14081,2

Biaya bahan bakar berbanding lurus dengan jumlah jarak tempuh. Perbandingan biaya bahan bakar kendaraan untuk masing-masing metode yang digunakan yaitu disajikan pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Perbandingan biaya BBM

Metode	Jarak Tempuh (km)	Pemakaian BBM (liter)	Biaya BBM (Rp)
<i>Sweep Cluster First Route Second</i>	122,5	20,42	255.176,49
<i>Sweep Route First Cluster Second</i>	124,2	20,70	258.675,48
<i>Saving Heuristic</i>	184,6	30,77	384.427,57
Kebijakan Perusahaan	138,4	23,07	288.250,29

4.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil yang disajikan oleh Tabel 4.6, maka ada dua skenario pilihan yang dapat dijadikan metode terpilih untuk penentuan rute pengiriman ini

4.6.1 Analisa Pembentukan Rute Metode *Sweep Cluster First Route Second*

Skenario pilihan pertama yaitu metode *sweep cluster first route second* karena memiliki total jarak terpendek dibandingkan dengan metode lainnya. Jarak tempuh kendaraan jika menggunakan metode *cluster first route second* ini adalah sebesar 122,5 km dan jarak tempuh tersebut lebih singkat 15,9 km serta waktu

pengiriman lebih singkat 7,81 menit jika dibandingkan dengan rute yang ditentukan berdasarkan kebijakan perusahaan. Metode *sweep cluster first route second* ini juga memiliki jarak tempuh yang paling singkat sehingga menghasilkan pemakaian bahan bakar minyak (BBM) solar yang paling minimum yaitu sebanyak 20,42 liter dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk harga BBM solar non-subsidi tersebut sebesar Rp 255.176,49, namun utilitas rata-rata muatan kendaraan dalam setiap kali pengiriman ini hanya sebesar 78,23%, artinya muatan yang diangkut masih jauh dari maksimal, atau hanya sedikit lebih besar dari $\frac{3}{4}$ dari kapasitas muatan truk yang terisi.

Untuk pembentukan rute pada metode *sweep cluster first route second* ini menghasilkan rute sebanyak 6 rute di dalam 5 klaster. Karena pada setiap rute tersebut masih dapat memungkinkan penggabungan waktu pengiriman pada 240 menit pertama (08.00 – 12.00) maka beberapa rute dan beberapa klaster digabungkan ke dalam 240 menit pertama, dengan tujuan agar outlet-outlet yang dalam hal ini berperan sebagai pelanggan dapat dilayani pengiriman barang secara cepat, dan dapat meningkatkan kualitas pelayanan pengiriman barang dari depot ke outlet.

Penugasan kendaraan untuk rute 1 dan rute 2 pada klaster 1 dapat dilakukan pengiriman selama 240 menit pertama. Itu dikarenakan pada pengantaran kedua rute tersebut secara berkelanjutan di dalam jangka waktu 240 menit pertama layak dilakukan dimana masih didapatkan sisa waktu selama 4,93 menit sebelum pukul 12.00. Truk KT 9476 AK mulanya melakukan pengiriman untuk rute 1, setelah seluruh outlet pada rute 1 telah dilayani, truk segera kembali ke depot dan melakukan *loading* barang lalu kembali melakukan untuk melayani rute 2. Outlet 10560 dilayani secara 2 kali pengiriman karena jumlah berat muatan yang akan didistribusikan ke outlet 10560 (Tk. Sidik) tersebut jika dalam sekali pengiriman akan melebihi kapasitas maksimal truk engkel, yaitu 3122 kg > 3000 kg, sehingga perlu dilakukan dua kali proses pengiriman pada outlet tersebut. Keputusan tersebut tidak melanggar aturan karena pada varian VRP *with multiple trips and fixed fleet split delivery* ini, satu kendaraan boleh melayani lebih dari satu rute dan satu pelanggan boleh dilayani/ dikunjungi lebih dari satu kali dengan jumlah kendaraan yang dimiliki adalah tetap.

Selanjutnya untuk truk KT 8765 AR juga melakukan dua kali pengiriman selama 240 menit pertama, dimana pertama kali truk tersebut melayani pengiriman untuk rute pada klaster 2, lalu setelah seluruh outlet di klaster 2 terlayani, truk kembali ke depot dan melakukan *loading* kembali kemudian segera melakukan pengiriman untuk rute pada klaster 5. Waktu pengiriman untuk rute di klaster 5 ini digabung ke dalam 240 menit pertama bersama rute pada klaster 2 karena kombinasi total waktu tempuh dari kedua rute pada kedua klaster ini adalah yang paling minimum, dengan total waktu sebesar 186,03 menit dan sisa waktu sebelum pukul 12.00 yaitu sebesar 53,97 menit.

Adapun truk KT 8978 LB yang melayani pengiriman pada rute 3 dan 4 dimana kedua rute tersebut waktu pengirimannya tidak dapat digabung ke dalam 240 menit pertama, sehingga akan lebih baik jika truk KT 8978 LB pada 240 menit pertama melayani pengiriman rute klaster 4 karena terdapat jumlah outlet yang dilayani lebih banyak daripada rute klaster 3, yaitu 8 outlet berbanding 6 outlet. Kemudian apabila truk tersebut telah melayani rute klaster 4, truk kembali ke depot, dan *loading* muatan beserta pengirimannya dilakukan mulai pukul 13.00 setelah istirahat siang yaitu pada 240 menit kedua.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *sweep cluster first route second* tersebut maka masing-masing truk melakukan 2 kali rute pengiriman, yaitu 2 truk melayani 2 rute pengiriman pada 240 menit pertama, dan 1 truk melayani pengiriman 1 rute pengiriman pada 240 menit pertama dan 1 rute pengiriman pada 240 menit kedua.

4.6.2 Analisa Pembentukan Rute Metode *Sweep Route First Cluster Second*

Skenario pilihan kedua yaitu metode *sweep route cluster second* karena memiliki total waktu *complete* yang paling singkat yaitu sebesar 728,24 menit, atau lebih singkat 2,59 menit daripada metode *sweep cluster first route second*, dan lebih singkat 10,40 menit dibandingkan dengan kebijakan perusahaan. Utilitas muatan kendaraan untuk setiap kali pengiriman pada metode *sweep route cluster second* ini juga yang paling tinggi yaitu sebesar 93,87%, artinya muatan yang diangkut oleh setiap truk dalam satu rute pengiripan hampir selalu mencapai kapasitas maksimal, meskipun total jarak tempuh sebesar 124,2 km atau lebih besar 1,7 km dari metode *sweep cluster first*

route second, namun jarak tersebut masih lebih pendek sebesar 14,2 km dari kebijakan perusahaan. Kedua hal inilah yang menjadi pertimbangan untuk dipilih sebagai metode terpilih. Adapun pemakaian bahan bakar minyak (BBM) solar sebanyak 20,70 liter dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk harga BBM solar non-subsidi tersebut sebesar Rp 258.475,48, lebih besar Rp 3.298,99 daripada biaya pemakaian BBM pada metode *sweep cluster first route second*.

Waktu tempuh pengiriman yang singkat pada metode *sweep route first cluster second* ini diperoleh karena tingkat utilitas kendaraan yang tinggi ketika membawa muatan dari depot ke outlet dalam satu rute pengiriman, yaitu sebesar 93,87% sehingga dalam sekali pengiriman, kendaraan dapat mengirim barang ke lebih banyak outlet dan mengurangi waktu administrasi, karena semakin banyak rute bolak balik kendaraan dari depot ke outlet dan kembali lagi ke depot, maka waktu administrasi yang terpakai di setiap lokasi juga akan semakin besar. Karena pada metode *sweep route first cluster second* ini menghasilkan jumlah rute pengiriman yang paling sedikit, yaitu 5 rute pengiriman, maka menyebabkan jumlah waktu administrasi juga akan semakin berkurang karena jumlah kendaraan yang keluar dan masuk ke depot juga berkurang. Oleh sebab itu, meskipun jarak tempuh pada metode *sweep route first cluster second* ini sedikit lebih besar daripada metode *sweep cluster first route second* (lebih besar 1,7 km) namun karena tingkat keterisian muatan kendaraan yang tinggi (93,87%) maka jumlah rute keluar dan masuk ke depot juga berkurang, dan waktu administrasi pun menjadi berkurang, sehingga waktu total pengiriman juga berkurang, dimana metode ini menghasilkan waktu tempuh sebesar 728,24 menit. Sehingga apabila perusahaan menetapkan kriteria total waktu tempuh sebagai prioritas pembentukan rute pendistribusian, maka metode *sweep route first cluster second* ini merupakan metode yang layak untuk dipilih oleh perusahaan.

Pembentukan rute pada metode *sweep route first cluster second* menghasilkan rute sebanyak 5 rute pengiriman di dalam 4 klaster yang terbentuk. Pada metode ini tidak dapat dilakukan penggabungan waktu pengiriman untuk 240 menit pertama maupun 240 menit kedua seperti yang diterapkan pada metode *sweep cluster first route second* sebelumnya. Itu terjadi karena kombinasi total waktu tempuh untuk 2 rute selalu melebihi 240 menit (>240

menit), sehingga dari 5 rute yang terbentuk menghasilkan waktu pengantaran yaitu ada 3 rute yang dilayani pada 240 menit pertama, dan ada 2 rute yang dilayani pada 240 menit kedua.

Penugasan kendaraan pada metode *sweep route first cluster second* ini yaitu setiap truk melakukan pengiriman ke satu rute pada 240 menit pertama, dan setelah melayani seluruh outlet pada pengiriman di 240 menit pertama, seluruh truk kembali ke depot. Kegiatan *loading* kembali dilakukan setelah jam istirahat siang atau pada 240 menit kedua. Namun pada 2 rute pengiriman di 240 menit kedua ini hanya dilayani oleh dua truk saja yaitu truk KT 9476 AK dan KT 8765 AR, sedangkan satu unit truk lainnya yaitu KT 8978 LB hanya berada di depot saja pada saat 240 menit kedua karena pengiriman untuk seluruh outlet sudah terlayani.

4.6.3 Analisa Pembentukan Rute Metode *Saving Heuristic*

Metode *saving heuristic* tidak disarankan untuk digunakan oleh perusahaan karena menghasilkan jarak tempuh yang sangat besar, sehingga menyebabkan waktu tempuh dan jumlah pemakaian bahan bakar yang paling besar pula, bahkan ketiga variabel itu lebih besar daripada penentuan rute berdasarkan kebijakan perusahaan, sehingga hasil perhitungan yang berasal dari metode *saving heuristic* pada kasus ini tidak disarankan untuk perusahaan.

4.6.4 Penentuan Metode Terpilih

Apabila perusahaan ingin melihat dari total jarak yang dihasilkan dan biaya bahan bakar yang paling minimal, maka skenario yang digunakan adalah skenario pertama, di mana metode terpilih yaitu metode *sweep cluster first route second*.

Sedangkan apabila perusahaan memprioritaskan waktu tempuh pengiriman dan utilitas muatan kendaraan, maka skenario yang dipilih yaitu skenario kedua, di mana metode terpilih yaitu metode *sweep route first cluster second*. Waktu tempuh pengiriman dapat diprioritaskan perusahaan apabila perusahaan ingin melayani konsumen, dalam hal ini adalah outlet secara cepat sehingga tidak mengalami keterlambatan pengiriman dan dapat meningkatkan kualitas pelayanan.

IV. Penutup

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Rute distribusi yang diperoleh untuk metode *sweep cluster first route second* adalah sebanyak 6 rute dengan truk KT 9476 AK melayani sebanyak 2 rute dengan total jarak 26,2 km dan waktu tempuh 235,07 menit. Truk KT 8765 AR melayani 2 rute dengan total jarak 34,1 km dan waktu tempuh 186,03 menit. Truk KT 8978 LB melayani 2 rute dengan total jarak 62,2 km dan waktu tempuh 309,73 menit. Rute distribusi yang diperoleh untuk metode *sweep route first cluster second* adalah sebanyak 5 rute dengan truk KT 9476 AK melayani 2 rute dengan total jarak 26,2 km dan waktu tempuh 262,40 menit. Truk KT 8765 AR melayani 2 rute dengan total jarak 64,9 km dan waktu tempuh 307,88 menit. Truk KT 8978 LB melayani 1 rute dengan total jarak 33,1 km dan waktu tempuh sebesar 157,95 menit.
2. Metode yang menghasilkan total jarak dan biaya bahan bakar kendaraan yang paling minimal adalah metode *sweep cluster first route second* dengan total jarak 122,5 km dan biaya pemakaian BBM kendaraan sebesar Rp 255.176,49. Sedangkan metode yang menghasilkan total waktu tempuh yang paling minimal adalah metode *sweep route first cluster second* dengan total waktu tempuh 728,24 menit.
3. Metode terpilih yang tepat untuk digunakan oleh perusahaan dalam pembentukan rute distribusinya yaitu apabila perusahaan memprioritaskan jarak tempuh yang paling singkat dan biaya bahan bakar kendaraan yang paling minimal, maka perusahaan dapat menggunakan usulan dari metode *sweep cluster first route second*, sedangkan jika perusahaan memprioritaskan waktu tempuh yang paling minimal agar dapat meningkatkan kualitas pelayanannya ke outlet-outlet, maka perusahaan dapat menggunakan metode *sweep route first cluster second*.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian ini ke depannya yaitu sebagai berikut:

1. Sebaiknya perusahaan melakukan penentuan rute distribusi dengan

- menggunakan metode terpilih berdasarkan 2 skenario yang diberikan dan dapat dipilih oleh perusahaan,
2. Sebaiknya dilakukan pembentukan rute dengan menggunakan metode lain, seperti teknik metaheuristik, dan
 3. Sebaiknya dilakukan pembuatan program/*software* untuk mempermudah dalam perhitungan pembentukan rute dan untuk memperkecil terjadinya *error*/ kesalahan.

Daftar Pustaka

1. Baldacci, R., Battarra, M., dan Vigo, D., 2007, *Routing a Heterogeneous Fleet of Vehicles, Technical Report DEIS OR. INGCE 2007/1*, vol.01, pp.1-25.
2. Ballou, R.H., 2005, *Bussiness Logistics/ Supply Chain Management Fifth Edition*, Pearson Education International, Ohio.
3. Cordeau, J.F., Gendreau, M., Laporte, G., Potvin, J.Y., dan Sernet, F., 2002, *A Guide to Vehicle Routing Heuristics, the Journal of the Operational Research Society*, vol.53, no.05, pp.512-522.
4. I Nyoman Pujawan dan Mahendrawathi, ER., 2010, *Supply Chain Management Edisi Kedua*, Guna Widya, Surabaya.
5. Indra S.K., Susi S., dan Hari A., 2014, *Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Clarke & Wright Savings (Studi Kasus di PT. X Bandung)*, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, vol.01, no.02, hh.125-136.
6. Rahmi Y., dan Murti A., 2013, *Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang*, *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol.04, no.01, hh.17-26.