

PERENCANAAN JADWAL DAN RUTE DISTRIBUSI ROKOK UNTUK MENEKAN TOTAL BIAYA TRANSPORTASI

THOMY EKO SAPUTRO DAN APRILIA PRIHATINA

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

Laman: thoms.engineering@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu hal yang berpengaruh dalam meningkatkan pelayanan konsumen adalah bagaimana mengirimkan produk yang tepat waktu kepada seluruh konsumen. Oleh karena itu pelaku bisnis perlu menerapkan suatu strategi yang tepat agar dapat mengefisienkan dan mengefektifkan proses distribusinya. PR 567 sebagai distributor rokok perwakilan Purwodadi berupaya agar pendistribusian berjalan dengan baik karena mengingat proses distribusi dengan jumlah agen yang cukup banyak seringkali mempersulit distributor untuk menentukan jadwal dan rute yang tepat. Permasalahan pendistribusian ini termasuk dalam PVRP (*Periodic Vehicle Routing Problem*). Penyelesaian dilakukan menggunakan metode cluster first-second route dengan penugasan agen ke hari kunjungan menggunakan metode optimasi. Solusi akhir nantinya akan memberikan jadwal dan rute kendaraan dengan total biaya transportasi yang paling minimum. Pada penelitian ini wilayah distribusi dibagi menjadi 2 cluster dan dari penyelesaian model PVRP diperoleh frekuensi kunjungan yang tepat untuk cluster 1 adalah sebanyak sekali dalam seminggu. Sedangkan untuk cluster 2 dikunjungi sebanyak 3 kali dalam seminggu. Hasil penentuan jadwal dan rute dari penelitian ini memberikan total biaya transportasi sebesar Rp725.805 per minggu. Dengan kata lain terjadi penghematan sebesar Rp320.189/minggu atau menghemat sebesar 44% per minggu dari biaya awal yang harus dikeluarkan.

Kata kunci: *Vehicle routing, periodic, nearest neighbour, optimasi*

ABSTRACT

One of the main issue in improving the customer service is how to deliver the product on time to customers. Therefore, the stakeholders need to apply an appropriate strategy in order to make distribution process become more efficient and effective. Because it is hard to determine appropriate schedule and route when dealing with a lot agents, PR 567 as a representative distributor of cigarette in Purwodadi attempts to make its distribution process better. This was done by using PVRP (*Periodic Vehicle Routing Problem*) model with cluster first-second route approach and optimization method for assigning vehicle. The result of this research were frequency, schedule, and route with the most minimum transportation cost. In this research, the distribution area was defined into two cluster. The best delivery frequency for cluster one was once week, while cluster two was three times a week. The transportation cost was Rp725805/week. In the other hand, the saving cost was Rp320189/week or 44%/week from the initial cost.

Key words: *Vehicle routing, periodic, nearest neighbour, optimization*

PENDAHULUAN

Kemampuan untuk mengirimkan produk ke pelanggan secara tepat waktu, dalam jumlah yang sesuai dan dalam kondisi yang baik sangat menentukan apakah produk tersebut pada akhirnya akan kompetitif di pasar. Penjadwalan dan penentuan rute pengiriman adalah pekerjaan yang sulit dan apabila tidak tepat akan berimplikasi keterlambatan pengiriman dan biaya transportasi Pujawan (2005). Salah satu hal yang berpengaruh dalam meningkatkan pelayanan konsumen adalah bagaimana menyediakan pengiriman produk yang tepat waktu kepada seluruh konsumen. Mengingat hal ini, maka pelaku bisnis perlu menerapkan suatu

strategi yang tepat agar dapat mengefisienkan dan mengefektifkan proses distribusinya.

Menurut Prana (2007), dalam *Periodic Vehicle Routing Problem* atau PVRP, VRP (*Vehicle Routing Problem*) digeneralisasi dengan memperluas rentang perencanaan pengiriman menjadi M hari, dari semula hanya dalam rentang sehari. PVRP dapat dilihat sebagai masalah pengaturan sekelompok rute untuk tiap hari sehingga batasan-batasan yang ada terpenuhi dan biaya keseluruhan dapat diminimalisasi. Pemecahan *Periodic Vehicle Routing Problem* (PVRP) dapat diselesaikan dengan dua metode pendekatan, yakni metode optimal/eksak dan heuristik. Metode optimal/eksak ini menggunakan

perhitungan model matematis *linier programming*, *integer programming*, dan *mixed programming*. Sedangkan dengan menggunakan metode heuristik, Beltramani dan Bodin mempertimbangkan dua pendekatan untuk penyelesaian masalah PVRP salah satunya yakni *cluster first route second*, dengan pendekatan ini yang pertama kali dilakukan adalah menugaskan tiap agen ke hari kunjungan dan selanjutnya menentukan rute kunjungan pada tiap harinya (Golden dkk., 2008).

Objek penelitian ini adalah PR. 567, salah satu distributor rokok yang berada di daerah Purwodadi. Wilayah pemasaran PR. 567 tidak hanya di Purwodadi tetapi mencakup beberapa wilayah seperti Wirosari, Kradenan, Gabus, Pulo kulon dan Tawang Harjo. Distributor sering kali mengalami kendala pada proses penjadwalan pengiriman, hal ini dikarenakan jumlah permintaan tiap agen berbeda-beda. Selama ini distributor kurang memperhatikan jadwal dan rute kunjungan yang tidak ada ketentuan dalam pendistribusian rokok, dari sisi rute pembagian rute untuk masing-masing kendaraan kurang memperhatikan jarak antar agen sehingga jarak yang ditempuh menjadi jauh dan total waktu satu perjalanan cukup lama yang berdampak pada tingginya biaya transportasi. Pada penelitian ini akan menggunakan metode heuristik *cluster first-route second*. Dimana pada tahap penugasan agen ke hari kunjungan menggunakan optimasi dengan model *integer programming* dan pada tahap penentuan rute kunjungan diselesaikan dengan metode heuristik *nearest neighbour*.

METODE

Metode pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan model PVRP ini adalah heuristik dengan teknik *cluster first-route second*. Seperti pada langkah-langkah dibawah ini, untuk *cluster* atau penugasan agen ke hari kunjungan dimulai pada langkah 1 sampai dengan langkah 3. Kemudian tahap penentuan rute pada tiap hari kunjungan dilakukan pada langkah 4. Tahapan dalam penyelesaian permasalahan PVRP pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Langkah 1. Penentuan frekuensi kunjungan

Tahap pertama adalah penentuan frekuensi kunjungan, yang didasarkan pada panjang periode yang ditetapkan berdasarkan kondisi di distributor. Adapun panjang periode di dalam penelitian ini adalah selama 6 hari. Frekuensi kunjungan yang ditetapkan adalah 1, 2, 3, dan 6.

Tabel 1. Frekuensi Kunjungan dan Kombinasi Hari Kunjungan untuk Periode 6 Harian

F	S					
	#1	#2	#3	#4	#5	#6
1	100000	010000	001000	000100	000010	000001
2	100100	010010	001001			
3	101010	010101				
6	111111					

Tabel 1 menunjukkan frekuensi kunjungan dan kombinasi kunjungan untuk $m = 6$. Urutan 6 digit yang digunakan pada tabel mewakili hari kunjungan, dimana 1 mengindikasikan bahwa terjadi kunjungan di sejumlah hari tersebut dan 0 mengindikasikan sebaliknya.

Langkah 2. Penentuan jumlah pengiriman sesuai dengan frekuensi kunjungan

Tahap kedua adalah penentuan jumlah pengiriman. Penentuan jumlah pengiriman untuk masing-masing agen ditentukan dengan menggunakan model persediaan klasik *economic lot size* yang diformulasikan Rusdiansyah dan Tsao (2005) sebagai berikut:

$$q_i = q_{ir} = \lambda \frac{m}{f_i} = \frac{D_i}{f_i} \quad i \in I : r = 1, \dots, f_i \quad (1)$$

Dimana:

λ_i = laju permintaan setiap retailer $i \in I$ (unit produk per hari)

m = panjang periode (hari)

D_i = total permintaan setiap retailer

f_i = interval ukuran pengiriman selama periode m hari

q_i = besarnya ukuran pengiriman setiap retailer $i \in I$ (unit produk)

Masing-masing retailer $i \in I$ memiliki laju permintaan λ_i unit produk per hari. Jadi, selama m -day period, masing-masing retailer $i \in I$ memiliki permintaan total D_i . Selama periode, retailer $i \in I$ memerlukan pengisian kembali (*replenishment*) sebanyak f_i kali dengan jumlah pengiriman $q_1, q_2, \dots, q_{ir}, \dots, q_{if_i}$.

Langkah 3. Penugasan agen ke hari kunjungan

Tahap berikutnya adalah penugasan agen ke hari kunjungan. Dalam tahap ini setiap agen akan ditugaskan ke dalam satu hari atau lebih untuk dilakukan kunjungan berdasarkan frekuensi kunjungan yang telah ditentukan. Penyelesaian model PVRP di dalam menentukan penugasan agen

ke hari kunjungan menggunakan metode optimasi yang diadopsi dari model matematis IPVRPTW yang dikembangkan oleh Rusdiansyah dan Tsao (2005). Namun, model matematis IPVRPTW Rusdiansyah dan Tsao (2005) tidak secara murni akan diadopsi akan tetapi akan dimodifikasi terlebih dahulu untuk disesuaikan dengan real objek permasalahan yang dihadapi yakni sesuai model PVRP.

Dari model matematis tersebut dimodifikasi dengan menjadikan frekuensi kunjungan sebagai parameter yang tetap (bukan variabel keputusan), menghilangkan komponen biaya simpan pada fungsi tujuan dan meniadakan batasan *tour duration* dan *time windows*. Sehingga dari hasil modifikasi model IPVRPTW tersebut menghasilkan formulasi seperti dibawah ini.

$$\text{Minimize } TC \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} C_i q_i X_{itk} \quad (2)$$

Subject to:

$$\sum_{t \in T} y_{it} = f_i, i \in I \quad (3)$$

$$\sum_{r=f_i+t}^m y_{ir} = 1, t = 0, \dots, \left(m - \frac{m}{f_i}\right), i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} q_i X_{itk} \leq C_k, t \in T, k \in K \quad (5)$$

$$\sum_{k \in K} X_{itk} - y_{itk} = 0, t \in T, i \in I \quad (6)$$

$$y_{it}, X_{itk} \in 0,1 \quad (7)$$

Parameter:

r = Kombinasi hari kunjungan

m = panjang periode waktu

f_i = frekuensi kunjungan pada agen ke- i

q_i = jumlah produk yang dikirim ke agen ke- i

C_k = kapasitas kendaraan ke- k

C_i = biaya transportasi per unit dari distributor ke agen ke- i

Variabel keputusan:

Y_{it} = bernilai 1 jika agen ke- i akan dikunjungi pada hari kunjungan ke- t

X_{itk} = bernilai 1 jika kendaraan ke- k mengunjungi agen ke- i pada hari kunjungan ke- t

Langkah 4. Penentuan rute kunjungan pada setiap harinya

Setelah semua agen masuk ke hari kunjungan, untuk menentukan rute kunjungan tahap ini digunakan metode *nearest neighbour*. Rute perjalanan dibuat

dengan menambahkan konsumen terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan. Iterasi dimulai dari DC kemudian perjalanan dilakukan menuju ke agen yang paling dekat dengan DC, dan seterusnya. Dengan kata lain mulai dari DC, prosedur ini menambah agen yang terdekat untuk melengkapi *trip*. Pada tiap langkah, *trip* dibangun dengan menambahkan agen yang terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua agen terkunjungi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Clustering Agen

Menurut Ballou (2004), rute kendaraan harus *cluster* yang saling berdekatan satu sama lain untuk meminimasi total jarak yang ditempuh oleh setiap kendaraan. Pada tahapan *clustering customer* dimana hal ini merupakan pengelompokan *customer* (agen) ke dalam beberapa *cluster*. Dari data alamat atau lokasi terlihat kedekatan agen sehingga diputuskan dalam penelitian ini untuk melakukan pengklusteran agen berdasarkan jumlah kendaraan dan kedekatan agen.

Jumlah *cluster* ditentukan oleh peneliti dimana sebanyak 2 *cluster*. Hal ini didasari oleh kedekatan antar agen dan distributor. Untuk proses *clustering* dilihat kedekatan agen antar kecamatan dan daerah, sehingga yang terpilih adalah agen-agen yang berdekatan jaraknya. Dengan mempertimbangkan jarak antar agen dalam kondisi nyata, maka dilakukan penukaran secara subjektif oleh peneliti dengan mempertimbangkan daerah/kecamatan yang paling dekat serta wilayah pembagian awal distributor. Selain itu distributor memiliki 2 kendaraan yang melakukan proses pendistribusian rokok. Setiap harinya terdapat 2 kendaraan yang ditugaskan untuk mengirim produk kepada agen, juga mendasari penentuan *cluster* sebanyak 2 *cluster*.

Penentuan Jumlah Pengiriman ke Agen

Pada tahapan ini dilakukan penentuan q_i (jumlah pengiriman) yaitu besarnya kuantitas produk yang dikirimkan untuk masing-masing agen PR. 567. Masing-masing agen PR. 567 memiliki permintaan yang berbeda. Selama periode, agen memerlukan pengisian kembali (*replenishment*) sebanyak f_i kali dengan jumlah produk yang dikirim sebesar $q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{i1}, \dots, q_{if_i}$.

Frekuensi kunjungan kendaraan (f_i) diperoleh dari FPB dari panjang periode yang dikehendaki. Pada penelitian ini panjang periode yang digunakan adalah 6, jadi kombinasi frekuensi kunjungannya adalah 1, 2, 3, dan 6. Semakin sering agen dikunjungi maka

jumlah pengiriman akan semakin kecil sebaliknya apabila semakin sedikit agen dikunjungi maka jumlah pengiriman agen akan semakin besar. Hasil perhitungan jumlah pengiriman ke tiap agen pada *cluster* 1 dan 2 ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Jumlah Pengiriman ke Agen pada *Cluster* 1

No	Agen	Kode	Rata-rata	Jumlah			
			permintaan per minggu	$f = 1$	$f = 2$	$f = 3$	$f = 6$
1.	Damai	A31	29	29	15	10	5
2.	Mbak Asih	A32	32	32	16	11	6
3.	Mbak Marni	A33	30	30	15	10	5
4.	Yoga Cell	A34	34	34	17	12	6
5.	Mungguh	A35	29	29	15	10	5
6.	Sita	A36	31	31	16	16	6
7.	Jaya Sentosa	A13	30	30	15	10	5
8.	Fadli	A14	36	36	18	12	6
9.	Utama	A20	38	38	19	13	7
10.	Toko Budi	A28	37	37	19	13	7
11.	Teguh Santoso	A1	29	29	15	10	5
12.	Putra Jaya	A2	33	33	17	11	6
13.	19	A3	37	37	19	13	7
14.	The Mohing	A4	33	33	17	11	6
15.	22	A5	32	32	16	11	6
16.	Serba Ada	A6	30	30	15	10	5
17.	Makmur	A17	38	38	19	13	7
18.	Tri Tunggal	A19	29	29	15	10	5

Tabel 3. Jumlah Pengiriman ke Agen pada *Cluster* 2

No	Agen	Kode	Rata-rata	Jumlah			
			permintaan per minggu	$f = 1$	$f = 2$	$f = 3$	$f = 6$
1.	Al Hikmah	A24	34	34	17	12	6
2.	Toko Niaga	A25	33	33	17	11	6
3.	Murni	A26	39	39	20	13	7
4.	Toko Surya	A27	33	33	17	11	6
5.	S.S Agung	A29	36	36	18	12	6
6.	Al Amin	A30	38	38	19	13	7
7.	Waris	A18	36	36	18	12	6
8.	Agung	A21	34	34	17	12	6
9.	Jaya Makmur	A22	36	36	18	12	6
10.	Langgeng Jaya	A23	30	30	15	10	5
11.	Unggul jaya	A7	37	37	19	13	7
12.	Utomo	A8	38	38	19	13	7
13.	Yanto	A9	36	36	18	12	6
14.	Rejeki	A10	35	35	18	12	6
15.	Sahabat	A11	36	36	18	12	6
16.	Lima – Lima	A12	35	35	18	12	6
17.	Sarana Mulya	A15	34	34	17	12	6
18.	Sumber Rejeki	A16	36	36	18	12	6

Jumlah pengiriman agen Damai pada frekuensi satu kali kunjungan dalam 1 periode sebesar 29, untuk frekuensi 2 yang mana berarti agen akan dikunjungi 2 kali dalam satu periode maka jumlah pengiriman $\frac{1}{2}$ dari jumlah rata-rata permintaan $f_i = 1$

yakni 15, sedangkan untuk frekuensi 3 dimana agen akan dikunjungi sebanyak 3 kali dalam satu periode memiliki jumlah pengiriman $\frac{1}{3}$ dari jumlah rata-rata permintaan $f_i = 1$ yakni 10 sedangkan untuk frekuensi 6 dimana agen akan dikunjungi sebanyak 6 kali dalam satu periode memiliki jumlah pengiriman $\frac{1}{6}$ dari jumlah rata-rata permintaan $f_i = 1$ yakni 5, dan jumlah pengiriman produk selalu bilangan bulat, antara hari satu dengan hari berikutnya jumlahnya sama per frekuensi.

Hasil Penugasan Agen ke Hari Kunjungan

Hasil penugasan agen ke hari kunjungan yang diperoleh dengan bantuan *software* Lingo pada *cluster* 1 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil penugasan kunjungan kendaraan pada $f_i = 1$ dengan kendaraan 1 adalah: hari pertama mengunjungi agen Teguh Santoso, dan agen Serba Ada; hari kedua mengunjungi agen Putra Jaya, agen Fadli, dan agen Makmur; hari ketiga mengunjungi agen Mbak Asih; hari keempat mengunjungi agen The Mohing, agen Tri Tunggal, dan agen Sita; hari kelima mengunjungi agen 22, agen Utama, agen Toko Budi, agen Mbak Marni, agen Yoga Cell dan agen Mungguh; dan hari keenam mengunjungi agen 19, agen Jaya Santoso dan agen Damai.

Hasil penugasan pada *Cluster* 2 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil penugasan kunjungan kendaraan pada $f_i = 1$ dengan kendaraan 2 adalah: hari pertama mengunjungi agen Sahabat, agen Agung, agen Al Hikmah dan agen Toko Surya. Hari kedua mengunjungi agen Jaya Makmur, agen Murni, dan agen S.S Agung. Hari ketiga mengunjungi agen Lima-lima, agen Toko Niaga dan agen Al Amin. Hari keempat mengunjungi agen Waris, hari kelima mengunjungi agen Unggul Jaya, agen Yanto, agen Rejeki, agen Sarana Mulya dan agen sumber Rejeki. Hari keenam mengunjungi agen Utama, dan agen Langgeng Jaya.

Rute Kunjungan ke Agen

Berdasarkan hasil pengolahan LINGO yakni penugasan agen ke hari kunjungan, kemudian ditentukan rute kunjungannya dengan metode *nearest neighbour*. Selain itu dapat diketahui total jarak tempuh dari masing-masing frekuensi kunjungan l. Berdasarkan Tabel 6, diperoleh rute *cluster* 1 yang memiliki jarak tempuh yang paling *minimum* terdapat pada frekuensi 1 yaitu sebesar 321,5 km. Rute yang terbentuk adalah:

- Hari ke-1: D-A6-A1-D
- Hari ke-2: D-A14-A17-A2-D
- Hari ke-3: D-A32-D
- Hari ke-4: D-A36-A4-A19-D

Tabel 4. Kombinasi Hari Kunjungan *Cluster 1*

fi = 1	fi = 2
Hari I :A1, A6	Hari I :A1, A6, A13, A17, A19, A33, A36
Hari II :A2, A14, A17	Hari II : A2, A5, A32
Hari III : A32	Hari III :A3, A4, A14, A20, A28, A31, A34, A35
Hari IV : A4, A19,A36	Hari IV : A1, A6, A13, A17, A19, A33, A36
Hari V : A5, A20, A28, A33, A34, A35	Hari V : A2, A5, A32
Hari VI : A3, A13, A31	Hari VI : A3, A4, A14, A20, A28, A31, A34, A35
fi = 3	fi = 6
Hari I : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36	Hari I : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36
Hari II :-	Hari II : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36
Hari III : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36	Hari III : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36
Hari IV :-	Hari IV : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36
Hari V : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36	Hari V : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36
Hari VI :-	Hari VI : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A13, A14, A17, A19, A20, A28, A31, A32, A33, A34, A35, A36

Tabel 5. Kombinasi Hari Kunjungan *Cluster 2*

fi = 1	fi = 2
Hari I : A11, A21, A24,A27	Hari I : A9, A10, A12, A16, A22, A23, A24, A26, A27, A29, A30
Hari II : A22, A26, A29	Hari II : A7, A18
Hari III : A12, A25,A30	Hari III : A8, A11, A15, A21, A25
Hari IV : A18	Hari IV: A9, A10, A12, A16, A22, A23, A24, A26, A27, A29, A30
Hari V : A7, A9,A10,A15,A16	Hari V : A7, A18
Hari VI : A8, A23	Hari VI: A8, A11, A15, A21, A25
fi = 3	fi = 6
Hari I : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30	Hari I : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30
Hari II :-	Hari II : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30
Hari III : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30	Hari III : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30
Hari IV :-	Hari IV : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30
Hari V : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30	Hari V : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30
Hari VI :-	Hari VI : A7, A8, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A29, A30

Hari ke-5: D-A34-A20-A28-A5-A33-A35-D
 Hari ke-6: D-A31-A3-A13-D

Hasil rute *cluster 2* diperoleh jarak tempuh yang paling *minimum* terdapat pada frekuensi 3 seperti ditunjukkan pada Tabel 7, dengan 1 kombinasi hari kunjungan yaitu pada hari ke-1, 3, dan 5. Total jarak tempuh sebesar 417,6 km dan rute yang terbentuk adalah:

Hari ke-1 : D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D.

Hari ke-3: D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D.

Hari ke-5: D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D.

Total jarak tempuh setelah menggunakan PVRP sebesar 739,1 km, sedangkan total jarak tempuh awal perusahaan sebesar 1322,7 km.

Penghematan Total Biaya

Dari hasil perhitungan biaya transportasi yang paling minimum pada *cluster 1* adalah pada frekuensi 1 yaitu sebesar Rp176.445, sedangkan biaya transportasi yang paling minimum pada *cluster 2* adalah pada frekuensi 3 yaitu sebesar Rp229.171. Jadi total biaya transportasi dengan penerapan

Tabel 6. Rute Kunjungan Agen pada Cluster 1

Cluster 1 $f_i = 1$		Km	Cluster 1 $f_i = 2$		Km
Hari I: D-A6-A1-D		60,6	Hari I :D-A33-A36-A13-A6-A1-A19-A17-D		99,8
Hari II : D-A14-A17-A2-D		84,9	Hari II : D-A32-A5-A2-D		86,6
Hari III : D-A32-D		16,4	Hari III : D-A31-A35-A14-A28-A20-A34-A3-A4-D		86,6
Hari IV :D-A36-A4-A19-D		66,5	Hari IV : D-A33-A36-A13-A6-A1-A19-A17-D		99,8
Hari V :D-A34-A20-A28-A5-A33-A35-D		40,5	Hari V : D-A32-A5-A2-D		86,6
Hari VI : D-A31-A3-A13-D		52,6	Hari VI : D-A31-A35-A14-A28-A20-A34-A3-A4-D		86,6
Total jarak		321,5	Total jarak		546
Cluster 1 $f_i = 3$		Km	Cluster 1 $f_i = 6$		Km
Hari I: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3	Hari I: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3
Hari II : -			Hari II : D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3
Hari III: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3	Hari III: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3
Hari IV : -			Hari IV : D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3
Hari V: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3	Hari V: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3
Hari VI : -			Hari VI: D-A34-A20-A28-A5-A4-A19-A17-A3-A13-A6-A1-A2-A14-A33-A35-A32-A36-A31-D		140,3
Total		420,9	Total		841,8

Tabel 7. Rute Kunjungan Agen pada Cluster 2

Cluster 2 $f_i = 1$		Km	Cluster 2 $f_i = 2$		Km
Hari I: D-A27-A21-A24-A11-D		137,9	Hari I: D-A30-A24-A26-A29-A22-A23-A10-A12-A16-A9-A27-D		135,5
Hari II : D-A26-A29-A22-D		49,9	Hari II : D-A18-A7-D		81,2
Hari III :D-A30-A25-A12-D		90,7	Hari III :D-A21-A25-A15-A8-A11-D		117,3
Hari IV :D-A18-D		56,6	Hari IV : D-A30-A24-A26-A29-A22-A23-A10-A12-A16-A9-A27-D		135,5
Hari V :D-A15-A10-A16-A9-D		120,2	Hari V : D-A18-A7-D		81,2
Hari VI : D-A23-A8-D		78,1	Hari VI : D-A21-A25-A15-A8-A11-D		117,3
Total		533,4	Total		668
Cluster 2 $f_i = 3$		Km	Cluster 2 $f_i = 6$		Km
Hari I : D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2	Hari I: D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2
Hari II : -			Hari II:D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2
Hari III : D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2	Hari III:D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2
Hari IV :-			Hari IV :D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2
Hari V :D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2	Hari V :D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2
Hari VI : -			Hari VI :D-A30-A24-A25-A29-A26-A21-A22-A23-A18-A15-A10-A12-A7-A8-A11-A9-A16-A27-D		139,2
Total		417,6	Total		835,2

PVRP per minggunya sebesar Rp405.616. Biaya transportasi per unit (ball) pada *cluster* 1 adalah pada frekuensi 1 yaitu sebesar Rp700,18, sedangkan biaya transportasi pada *cluster* 2 frekuensi 3 yaitu sebesar Rp909,4. Jadi total biaya transportasi per unit (ball) dengan penerapan PVRP per minggunya sebesar Rp1.609,58.

Perbandingan biaya sebelum dan sesudah penerapan model PVRP akan memberikan gambaran

seberapa besar penurunan biaya yang terjadi. Biaya awal yang harus dikeluarkan oleh PR. 567 adalah sebesar Rp725.805 per minggu, dan biaya transportasi per unit (ball) sebesar Rp2.880,2 dimana perusahaan kurang memperhatikan jarak dan rute mana yang harus ditempuh serta aspek permintaan konsumen. Sedangkan setelah menerapkan model PVRP, biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar Rp405.616, dan biaya

transportasi per unit (ball) sebesar Rp1.609,58. Terjadi penurunan biaya sebesar Rp320.189/minggu atau menghemat sebesar 44% per minggu dari biaya awal yang harus dikeluarkan PR. 567 yang mana apabila dikalkulasikan dalam 1 bulan maka besarnya penghematan yang akan diperoleh adalah sebesar Rp1.280.756/bulan, dan dalam satu tahun dapat menghemat sampai dengan Rp15.369.072/tahun, sedangkan penurunan biaya transportasi per unit (ball) sebesar Rp1.270,62/minggu atau menghemat sebesar 44% per minggu dari biaya awal yang harus dikeluarkan PR. 567 yang mana apabila dikalkulasikan dalam 1 bulan maka besarnya penghematan yang akan diperoleh adalah sebesar Rp5082,48/bulan, dan dalam satu tahun dapat menghemat sampai dengan Rp60.989.76/tahun.

SIMPULAN

Dari hasil penyelesaian model PVRP dengan metode heuristik *cluster first-second route* dimana penugasan agen ke hari kunjungan diselesaikan dengan menggunakan metode optimasi yang dimodifikasi dari IPVRPTW yang dikembangkan oleh Rusdiansyah and Tsao (2005) telah memberikan solusi yang lebih baik dari sistim distribusi awal

distributor saat ini. Hasil penyelesaian berupa jadwal dan rute kendaraan dapat memberikan penghematan total biaya transportasi yang cukup signifikan. Biaya awal yang harus dikeluarkan oleh PR. 567 adalah sebesar Rp725.805 per minggu. **Sedangkan** setelah menerapkan model PVRP, biaya yang harus dikeluarkan oleh distributor adalah sebesar Rp405.616 per minggu. **Sehingga terjadi penurunan** biaya sebesar Rp320.189/minggu atau menghemat sebesar 44% per minggu dari biaya awal yang harus dikeluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R.H., 2004. *Business Logistics Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain*. Prentice Hall. News Jersey.
- Golden, B., S. Raghavan, E. Wasil, 2008. *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*. Springer. New York.
- Prana, A R., 2007. Aplikasi Kombinatoring pada *Vehicle Routing Problem*. *Jurnal Teknik Informatika*. ITB.
- Pujawan, I.N., 2005. *Supply Chain Management*. Guna Widya. Surabaya.
- Rusdiansyah, A. dan Tsao, D., 2005. An Integrated Model of The Periodic Delivery Problems for Vending Machine Supply Chains. *Journal of Food Engineering* 70, 421–434.