

USULAN RUTE DISTRIBUSI KOPI ARABIKA PREMIUM MENGGUNAKAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR* DAN *TABU SEARCH* DI PT. X

Suci Oktarina, Fifi Herni Mustofa, Lisyte Fitria

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: oktarinasuci@gmail.com

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan berlokasi di Bandung yang mendistribusikan kopi arabika premium kepada konsumen tetap. Permasalahan yang diteliti adalah rute yang dilewati kendaraan dalam mendistribusikan kopi arabika premium. Rute yang dilakukan perusahaan masih berdasarkan intuisi dari supir sehingga rute dan waktu yang dilalui belum optimal. Untuk memecahkan masalah tersebut dapat menggunakan Vehicle Routing Problem (VRP). Salah satu metode VRP yang digunakan adalah metode Nearest Neighbour. Setelah mendapatkan solusi awal dilakukan perbaikan menggunakan Tabu Search yang bertujuan mendapatkan jarak dan waktu yang minimum dari metode sebelumnya. Hasil tur untuk pendistribusian pertiga hari adalah 3 tur, pendistribusian perminggu 2 tur, dan pendistribusian gabungan 2 tur. Jumlah kendaraan yang digunakan tetap 2 unit kendaraan dimana masing-masing kendaraan mengalami overtime 3,5 jam.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem (VRP), Nearest Neighbour, Tabu Search*

ABSTRACT

PT. X is a company located in Bandung which charge of distributing premium arabica coffee to all of the regular costumer. The problems in this study is the vehicles that passed in distributing premium arabica coffee. The route that this company used is still based on the driver's intuition so that the route and the elapsed time are still not optimal. In order to solve these problems, Vehicle Routing Problem (VRP) can be used. One of the VRP method that is used is Nearest Neighbour. After getting the initial solution, repairs can be done by using Tabu Search which aims to get the distance and minimum time of previous methods. Result for distributing third day tour is 3 tours, 2 tours weekly distribution, and the distribution of the combined two tours. Number of vehicles used remain two vehicles in which each vehicle is run into overtime 3,5 hours.

Keywords: *Vehicle Routing Problem (VRP), Nearest Neighbour, Tabu Search*

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

PT. X merupakan perusahaan yang memproduksi kopi di kota Medan dan mempunyai cabang di beberapa kota besar lainnya. Salah satu cabangnya adalah PT. X Bandung yang mendistribusikan kopi arabika premium ke beberapa hotel dan café di kota Bandung. Rute yang biasa digunakan perusahaan masih tidak efektif dan efisien karena dilakukan berdasarkan intuisi sopir. Perusahaan mendistribusikan produknya menggunakan mobil dengan kapasitas daya angkut 24 dus. Kendaraan harus mengantarkan kopi ke beberapa pelanggan dan setiap pelanggan memiliki permintaan kopi yang berbeda-beda. Lokasi pelanggan juga tersebar di berbagai wilayah. Hal ini menyebabkan adanya keterlambatan barang sampai ke tangan konsumen.

Kopi menjadi salah satu minuman yang dikonsumsi setiap hari oleh masyarakat. Keterlambatan pendistribusian kopi ke hotel dan café akan mempengaruhi kualitas layanan dari hotel dan café tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan kendala yang ada perusahaan harus menentukan proses pendistribusian dengan baik yang bertujuan untuk menghasilkan tingkat kepercayaan kepada pelanggan. Waktu pengiriman untuk café pertiga hari yaitu Senin dan Kamis sedangkan untuk beberapa hotel perminggu dengan waktu pengiriman Senin. Pendekatan dalam menentukan rute diperlukan untuk mendapatkan rute yang baik. Masalah dalam penentuan rute kendaraan disebut *Vehicle Routing Problem* (VRP).

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang akan diteliti adalah penentuan rute distribusi kopi di PT. X yang berlokasi di Bandung. Identifikasi masalah digunakan untuk mengetahui bagaimana cara memecahkan suatu masalah yang ada dalam proses pendistribusian kopi. Perusahaan diminta untuk menentukan proses pendistribusian yang baik sehingga dapat memberikan kepuasan dan meningkatkan kepercayaan pelanggan. Permasalahan yang saat ini terjadi di PT. X Bandung adalah perusahaan masih belum mempunyai rute distribusi yang baik seperti pelanggan mana yang harus didatangi terlebih dahulu. Selain itu harus diperhatikan juga jarak tempuh yang berbeda-beda, kapasitas daya angkut mobil, dan waktu jam kerja.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *nearest neighbour* dan *tabu search*. *Nearest neighbour* adalah metode heuristik, metode ini memilih titik pelanggan terdekat dari titik sebelumnya dalam menghasilkan rute. *Tabu Search* merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar *Tabu Search* adalah suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan berlangsung.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Distribusi dan Transportasi

Menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010), manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yaitu melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*, menentukan mode transportasi yang akan digunakan, melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman, melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman, memberikan pelayanan nilai tambah, menyimpan persediaan, dan menangani pengembalian.

2.2 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah masalah penentuan rute-rute yang optimal dari satu depot menuju sejumlah pelanggan yang tersebar secara geografis dengan memperhatikan sejumlah batasan (Laporte, 1992). Tujuan dari VRP adalah mengantarkan barang pada konsumen dengan biaya minimum melalui rute-rute kendaraan yang keluar-masuk depot. Untuk masalah-masalah seperti ini, biasanya yang dicari adalah aproksimasi solusi yang terdekat, karena solusi tersebut dapat dicari dengan cepat dan cukup akurat. Biasanya masalah ini terselesaikan dengan menggunakan berbagai variasi dari metode heuristik yang memerlukan sedikit pengamatan pada ruang lingkup masalah.

2.3 Metode Nearest Neighbour

Nearest neighbour adalah pemilihan lokasi berdasarkan jarak terdekat dari lokasi terakhir yang dikunjungi (Johnson, dkk, 1997). *Nearest neighbour* merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan dan mudah untuk dieksekusi, tetapi tidak menjamin solusi yang dihasilkan optimal.

2.4 Metode Tabu Search

Tabu Search pertama kali diperkenalkan oleh Glover (1986). Kata tabu atau "*taboo*" berasal dari bahasa Tongan, suatu bahasa Polinesia yang digunakan oleh suku Aborigin pulau Tonga untuk mengindikasikan suatu hal yang tidak boleh "disentuh" karena kesakralannya (Glover dan Laguna 1997). *Tabu Search* merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar dari *Tabu Search* adalah suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Tujuan algoritma ini mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya.

2.5 TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP)

Travelling Salesman Problem dikenal sebagai suatu permasalahan optimasi yang bersifat klasik dan *Non-Deterministic Polynomial-time Complete* (NPC), dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada. Permasalahan ini melibatkan seorang *traveling salesman* yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam sebuah lintasan sebelum kembali ke titik awal, sehingga perjalanannya dikatakan sempurna. Selanjutnya dengan permasalahan ini, TSP dibuat menjadi permasalahan yang terkenal dan populer untuk dipakai sebagai model produksi, transportasi dan komunikasi (Lestari, 2010).

2.6 METODE BRANCH AND BOUND

Metode *Branch and Bound* diusulkan pertama kali oleh A.H.Land dan A.G.Doig pada tahun 1960. Metode ini merupakan prosedur enumerasi yang efisien untuk memeriksa semua solusi layak yang mungkin. Metode ini menggunakan pohon pencarian, setiap simpul di pohon merupakan representasi dari sejumlah kemungkinan solusi dari *Travelling Salesman Problem*. Masalah yang muncul berhubungan dengan rute perjalanan untuk mengantarkan atau menjual barang pada beberapa kota dengan seminimal mungkin waktu dan jarak perjalanan. Algoritma *Branch and Bound* digunakan untuk meminimalkan masalah. Oleh karena itu algoritma ini terdiri dari tiga komponen, yaitu fungsi pembatas, strategi seleksi dan aturan pencabangan (Riyanti, 2004).

2.7 SOFTWARE WinQSB

WinQSB adalah sistem interaktif untuk membantu pengambilan keputusan yang berisi alat yang berguna untuk memecahkan berbagai jenis masalah dalam bidang riset operasi. Sistem ini terdiri dari modul-modul yang berbeda, satu untuk setiap model jenis atau masalah. *WinQSB* menggunakan mekanisme tampilan jendela seperti *Windows*, yaitu jendela, menu, toolbar, dan lain-lain. Oleh karena itu pengelolaan program serupa dengan yang lain menggunakan lingkungan *Windows*. *WinQSB* sendiri terdapat beberapa modul yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah - masalah operasional riset dan ilmu manajemen seperti analisis *Sampling*, Agregat dalam sistem Produksi, Analisis Keputusan, Pemrograman dinamis, *goal programming*, Tata letak fasilitas, peramalan permintaan, Sistem *inventory*, Penjadwalan kerja, Pemrograman Linier dan Integer, Pernencanaan kebutuhan material (MRP), Proses Markov, dan *Network Modeling* (Winarno, 2008).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah
Permasalahan yang saat ini terjadi di PT. Coffindo Bandung adalah perusahaan masih belum mempunyai rute distribusi yang baik seperti pelanggan mana yang harus didatangi terlebih dahulu. Selain itu harus diperhatikan juga jarak tempuh yang berbeda-beda, kapasitas daya angkut mobil, dan waktu jam kerja.
2. Studi Literatur
Dalam studi literatur terdapat teori yang berhubungan dengan metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah. Teori tersebut meliputi distribusi, transportasi, *vehicle routing problem* (VRP), dan metode yang digunakan yaitu *nearest neighbor*, *tabu search*, dan *branch and bound*.
3. Penentuan Metode yang Digunakan
Penentuan metode yang digunakan secara analitik adalah *branch and bound*. Penentuan metode secara heuristik adalah metode *nearest neighbour* dan *tabu search*.
4. Pengumpulan Data
Data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut: data permintaan, jarak tempuh, waktu tempuh, jumlah kendaraan, kapasitas kendaraan, waktu *loading* dan *unloading*, kecepatan kendaraan, waktu administrasi, dan jam kerja supir.
5. Penentuan Rute Kendaraan
Penentuan rute kendaraan dengan menggunakan metode *nearest neighbour*, *tabu search* dan *branch and bound*. Metode ini diharapkan dapat memecahkan masalah di PT. X yang berlokasi di Bandung.
6. Analisis
Analisis yang dilakukan adalah analisis terhadap permasalahan di perusahaan dan metode yang digunakan dalam memecahkan permasalahan tersebut. Analisis diperoleh berdasarkan hasil perhitungan metode yang digunakan.
7. Kesimpulan Dan Saran
Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. Coffindo yang berlokasi di Bandung dapat disimpulkan segala hal yang berhubungan dengan penelitian baik permasalahan yang terjadi maupun metode yang digunakan. Selain itu ada saran untuk perusahaan melakukan perbaikan mengenai pendistribusian sesuai dengan metode yang diusulkan.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut:

1. Data Permintaan

Data permintaan pelanggan PT. X yang berlokasi di Bandung yaitu kopi arabika premium yang didistribusikan perusahaan ke beberapa hotel dan café yang ada di Bandung. Data permintaan ada yang perminggu dapat dilihat pada Tabel 1 dan ada yang pertiga hari dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Permintaan Pertiga Hari

PERMINTAAN PER 3 HARI			
No	Outlet	Alamat / No Hp	Permintaan Kopi (Dus)
2	California Hotel	Jalan Wastukencana No 48, Jawa Barat 40116, Indonesia	3
3	Grand Pacific hotel	Jalan Pasirkalki No. 100, Jawa Barat 40115, Indonesia	2
4	Grand Pasundan Hotel	Jalan Peta No.147-149, Lingkar Selatan, Jawa Barat 40233, Indonesia	6
6	Hotel @hom	Jl Perintis Kemerdekaan	5
7	Hotel Serena	Jl Manjuk No 4 Kebon Kawung	5
8	Hotel Citarum	Jl Citarum No 16, West Java 40294, Indonesia	4
9	Hotel Dafam	Jl WR Wahidin No 5	3
10	Hotel Grand Sovia	Jl Kebon Kawung No 16	7
12	Hotel Ibis Pasteur	Jl Dr Junjuran 22 Bandung, Indonesia	2
13	Hotel Kembang	Jl Cihampelas no 100 Bandung	2
15	Hotel Santika	Jl Sumatera No 52-54	3
16	hotel amarossa	Jl Aceh No. 71A, Bandung, Jawa Barat 40115, Indonesia	3
17	Karang setra Hotel	Jl Bungur No. 2, Sukajadi, Jawa Barat 40162, Indonesia	3
18	Max One Hotel	Jl Halimun No 36	3
19	Nom-nom eatery - café	Jl Merak No 2 Bandung / 085720300053	2
20	RM Cibiuk - resto (Soeta)	Jl Soekarno Hatta No. 595 Margasari Margacinta Bandung Jawa Barat, Indonesia	3
21	Rully Bistro Cafe & Resto	Jl Cibiru Raya No 63	4
22	Sangria Resort & SPA	Jl Holtikultura	6
25	foodtruck Cafe Theory	Komp. Bukit Padjadjaran No 205	2
27	Batara Hotel	Jl Cihampelas No 112 Bandung 40131	4
28	Hotel Bumi Sawunggaling	Jl Sawunggaling No 13	5
29	Kawasan 27	Jl Sultan Agung Tirtayasa No 27 Bandung	1
30	Garden Cafe	Jl. Dr Setiabudi No 198 Bandung	2
32	Hotel Sheo & resort	Jln Ciumbuleuit No 152	4
33	Apricot fruit Market	Jl Sawunggaling No 5 Bandung 40116	2
34	101 Hotel	Jl. Ir. H. Djuanda No.3, Bandung, Jawa Barat 40132, Indonesia	4
35	Barbarossa Cafe	Jl. Wastukencana No 55	2
37	Café Halaman	Jalan Tamansari No.92, Bandung, Jawa Barat 40132, Indonesia	2
38	Choco-latte Coffee	BTC Food Court LT 1	1
39	Khatulistiwa Cafe	Jl Sumatera	1
40	Koffie Tidj - café	Jl Flores no. 8, Bandung 40117, Indonesia	1
41	Kopi kamu Cafe	Jl. Tamansari No 66	3
42	Liana Swalayan	Jl Gegerkalong Hilir No 175	4
43	Oasis Siliwangi	Jl Lombok no 10	3
45	Rockstar Cafe	Jl Soekarno Hatta (Meto Indah Mall) G 25	1
46	Tomodachi Resto	Komp. Taman Sakura Indah No 22A Bandung	1
47	Upper East - café	Jl Raya Golf No. 92, Dago Pakar (Dago Atas)	2
48	Waroeng Mas Boy	Jl. Tubagus ismail Dalam No 16	2
49	Wiki Coffee - café	Jalan Braga No.90, Bandung, Jawa Barat 40111, Indonesia / 082219014122	3
50	Roti Selai Cafe	Jl. Ranca Kendal Dago Atas	1
51	Giant SPM ISTANA PLAZA	Pasir Kaliki Bandung	4
52	De Java Hotel	Jl. Sukajadi No 148-150	5
53	Hotel Malaka	Jl Halimun NO 36	5
54	Verona Palace	Jl. Surya Sumantri NO 36	3
55	East Boss Cafe	Jl Aceh No 66	1
56	Soda cafe	Jl. Ir H Djuanda No 1 Dago Bandung	1
57	Park Hotel	Jl PHH Mustofa No 47/57 Bandung 40124	4
58	Ardjuna Cafe	Jl. Kiputih Ciumbuleuit	1
59	Resort Dago Heuveul	Jl Ciburial No 45 Dago Pakar Bandung	2
61	Dien's Cafe	Jl. Cigadung Raya Bandung	3
62	Cafe Braga Coffee	Jln Braga	2
63	Cafe Redlong Gayo Coffee	Jl. Teuku Umar No. 1/60 Bandung	2
Jumlah			150
Kapasitas Kendaraan			24

Tabel 2. Data Permintaan Perminggu

PERMINTAAN PERMINGGU			
No	Outlet	Alamat / No Hp	Permintaan Kopi (Dus)
1	Hotel Ibis TSM	Jl. Gatot Subroto No 289	10
5	Hotel & Resort Kampung Legok	Jl. Kolonel Masturi No 99	8
11	Hotel Ibis Asia Afrika	Jl. Asia Afrika No 128	10
14	Hotel Noor	Jl. Madura No 6 Bandung	6
23	Terminal Wisata Grafika	Jln. Tangkuban Perahu KM. 8 Lembang	10
24	The Salis Hotel	Jl. Dr Setiabudhi No 272	10
26	Hotel Imperium	Jl. Dr Rum No 30 Bandung	4
31	Hotel Arwiga	Jl. Sederhana No 53 Bandung	6
36	Cafe Coffee Time	TKI II Ruko III No 7	6
44	Pasundan coffee - café	Jl. Gatot Subroto No. 19, Cimahi, West Java, Indonesia	3
60	Hotel Ruby	Jl. Dr Rabani No. 4 Bandung	4
Total Permintaan			77
Kapasitas Kendaraan			24

2. Jarak Tempuh

Jarak yang dibutuhkan perusahaan dalam proses pendistribusian. Jarak tempuh digunakan untuk mendapatkan waktu tempuh. Jarak tempuh yang dihitung antar konsumen dan jarak dari depot ke konsumen. Jarak tempuh diperoleh menggunakan bantuan *google maps* dengan satuan kilometer.

3. Waktu Tempuh

Waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan kendaraan selama proses pendistribusian berlangsung. Waktu tempuh diperoleh dari jarak tempuh dibagi kecepatan rata-rata dikalikan 60 menit.

$$\text{Waktu tempuh} = \left(\frac{D_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit} \right) \quad (1)$$

D_{ij} = Jarak Tempuh (Km)

v = Kecepatan rata-rata mobil (km/jam)

4. Jumlah Kendaraan

PT. X yang berlokasi di Bandung mempunyai kendaraan mobil avanza dalam pendistribusian kopi. Jenis kendaraan tersebut mempunyai kapasitas angkut yang terbatas.

5. Kapasitas Kendaraan

Kapasitas kopi yang dapat diangkut oleh mobil avanza menentukan berapa banyak permintaan pelanggan yang dapat dipenuhi perusahaan. Kapasitas kendaraan 24 dus/kendaraan.

6. Waktu *Loading* dan *Unloading*

Waktu *loading* adalah waktu yang dibutuhkan untuk menaikan kopi dari tempat ke kendaraan. Waktu *unloading* adalah waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kopi dari kendaraan ke tempat pelanggan.

7. Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan adalah kecepatan yang digunakan supir saat melakukan proses pendistribusian. Kecepatan kendaraan diasumsikan sama.

8. Waktu administrasi

Waktu administrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh pelanggan untuk pembayaran.

9. Jam Kerja Supir

Jam kerja supir adalah batas waktu yang digunakan dalam proses pendistribusian. Jam kerja menentukan proses pendistribusian dapat tersalurkan tepat waktu atau tidak dengan melihat keterbatas jam kerja yang ada.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data berdasarkan metode yang digunakan. Pengolahan data pembentukan rute menggunakan *nearest neighbor*, perbaikan menggunakan *branch and bound*, dan *tabu search*.

4.2.1 Pembentukan Rute Menggunakan Nearest Neighbour

Penentuan rute dengan metode *Nearest Neighbour* dilakukan berdasarkan langkah-langkah, rute yang dihasilkan dapat dilihat pada pada Tabel 3 sampai Tabel 5.

Tabel 3. Rekapitulasi Metode Nearest Neighbour Per 3 Hari

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Jangka Waktu Kirim
1	1	0-37-30-63-48-19-41-28-33-34-0	12,02	375,502	Per 3 hari (Senin dan Kamis)
	2	0-56-47-50-59-16-40-43-55-8-15-29-2-35-0	20,96		
	3	0-27-13-51-3-12-7-6-0	16,75		
2	1	0-32-58-17-52-46-10-2-0	16,6	311,679	
	2	0-49-62-53-9-57-25-38-18-45-0	46,5		
3	1	0-61-39-42-54-4-20-21-0	59,8	255,026	
	2	0-22-0	22		

Tabel 4. Rekapitulasi Metode Nearest Neighbour Perminggu

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Jangka Waktu Kirim
1	1	0-31-26-60-11-0	14,23	296,45	Per minggu (Senin)
	2	0-14-1-24-5-0	42,6		
2	1	0-24-44-36-0	43	275,06	
	2	0-23-0	32		

Tabel 5. Rekapitulasi Metode Nearest Neighbour Hari Senin

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak	Total Waktu
1	1	0-37-30-63-48-19-41-28-33-34-0	12,02	681,4
	2	0-56-47-50-59-16-40-14-55-43-15-29-0	16,67	
	3	0-31-52-46-17-27-13-35-0	13,85	
	4	0-32-58-60-26-51-3-12-54-0	19,13	
	5	0-2-62-11-6-49-0	12,6	
	6	0-8-9-53-1-39-0	23,3	
2	1	0-61-57-25-38-18-45-7-0	33	666,834
	2	0-24-42-5-0	33,2	
	3	0-4-20-21-36-44-0	83,3	
	4	0-22-23-0	35,8	

4.2.2 Perbaikan Menggunakan Branch and Bound

Perbaikan rute dengan metode *Branch and Bound* dilakukan berdasarkan langkah-langkah, rute yang dihasilkan dapat dilihat pada pada Tabel 6 sampai Tabel 8.

Tabel 6. Rekapitulasi Metode Branch and Bound Per 3 Hari

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Jangka Waktu Kirim
1	1	0-37-30-48-63-19-34-33-28-41-0	10,92	369,109	Per 3 hari (Senin dan Kamis)
	2	0-56-50-47-59-16-40-43-55-8-15-29-2-35-0	16,01		
	3	0-27-13-51-3-12-7-6-0	16,75		
2	1	0-32-58-17-52-46-10-2-0	16,6	301,963	
	2	0-9-62-49-53-45-18-57-25-38-0	42,5		
3	1	0-42-39-54-4-20-21-61-0	52,4	255,026	
	2	0-22-0	22		

Tabel 7. Rekapitulasi Metode *Branch and Bound* Perminggu

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Waktu Kirim
1	1	0-11-26-60-31-0	14,03	227,667	Perminggu (Senin)
	2	0-24-5-14-1-0	39,6		
2	3	0-24-44-36-0	43	275,062	
	4	0-23-0	32		

Tabel 8. Rekapitulasi Metode *Branch and Bound* Hari Senin

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Waktu Kirim
1	1	0-37-30-48-63-19-34-33-28-41-0	10,92	674,347	Senin (Penggabungan)
	2	0-56-47-50-59-16-40-55-14-43-15-29-0	16,67		
	3	0-17-46-52-31-13-35	13,25		
	4	0-32-58-60-26-51-3-54-12-0	19,13		
	5	0-49-11-6-62-2-0	12,6		
	6	0-8-9-1-53-39-0	23,3		
2	1	0-8-45-18-38-25-57-61-0	33	663,67	
	2	0-42-5-2-0	26,9		
	3	0-21-20-4-36-44	65,2		
	4	0-22-23-0	35,8		

4.2.3 Perbaikan Menggunakan Tabu Search

Perbaikan rute dengan metode *Tabu Search* dilakukan berdasarkan langkah-langkah, rute yang dihasilkan dapat dilihat pada pada Tabel 9 sampai Tabel 11.

Tabel 9. Rekapitulasi Metode *Tabu Search* Per 3 Hari

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Waktu Kirim
1	1	0-37-30-48-19-63-41-28-33-34-0	18,92	374,780	Per 3 Hari (Senin dan Kamis)
	2	0-56-47-50-59-16-40-43-55-8-15-2-29-35-0	18,26		
	3	0-27-13-51-3-12-7-6-0	16,75		
2	1	0-58-32-17-52-46-10-2-0	16,6	311,679	
	2	0-49-62-53-9-57-25-38-18-45-0	46,5		
3	1	0-61-42-39-54-4-20-21-0	59,8	255,026	
	2	0-22-0	22		

Tabel 10. Rekapitulasi Metode *Tabu Search* Perminggu

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Waktu Kirim
1	1	0-31-60-26-11-0	14,03	243,700	Perminggu (Senin)
	2	0-1-14-24-5-0	40,2		
2	3	0-24-44-36-0	43	275,062	
	4	0-23-0	32		

Tabel 11. Rekapitulasi Metode *Tabu Search* Hari Senin

Tur	Rute	Konsumen	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Waktu Kirim
1	1	0-37-30-48-19-63-41-28-33-34-0	11,92	679,45	Senin (Penggabungan)
	2	0-56-47-50-59-16-40-55-14-43-15-29-0	16,67		
	3	0-31-52-46-17-35-13-27-0	14,96		
	4	0-32-58-60-26-51-3-54-12-0	19,13		
	5	0-2-62-6-11-49-0	12,6		
	6	0-8-9-1-53-39-0	23,3		
2	1	0-61-57-25-18-38-45-7-0	33	665,78	
	2	0-24-5-42-0	32,6		
	3	0-4-20-21-44-36-0	83,3		
	4	0-22-23-0	35,8		

5. ANALISIS

5.1 Analisis Metode yang Digunakan Berdasarkan Alamat Pelanggan

Pencarian rute menggunakan *nearest neighbour* sebatas pendekatan untuk mencari rute terbaik. Semua tur berawal dan berakhir di depot. Waktu yang digunakan tidak melebihi kapasitas horizon perencanaan yang tersedia. Penentuan rute kendaraan dengan *nearest neighbour* membuat efektif penerapannya dengan melayani semua konsumen berdasarkan jarak terakhir dari lokasi kendaraan yang selanjutnya akan didistribusikan. Pendistribusian pertiga hari menghasilkan 3 tur dengan waktu 375,502 menit, 311,679 menit dan 353,55 menit, sedangkan pendistribusian perminggu menghasilkan 2 tur dengan waktu 296,45 menit dan 275,06 menit.

Setelah mendapatkan *output* dari metode *Nearest Neighbour* maka dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode analitik yaitu *Branch and Bound* menggunakan *software* WinQsB. Tujuan dari metode ini adalah untuk memeriksa semua solusi layak yang mungkin sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Perbaikan menggunakan *Tabu Search* menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Perbaikan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya. Berdasarkan hasil perbaikan didapatkan solusi yang lebih efektif. Terjadi pertukaran posisi pada masing-masing rute sehingga menghasilkan penghematan waktu tempuh. Pertukaran posisi ini berpengaruh terhadap jarak tempuh yang dilalui oleh kendaraan.

Output dari kedua metode perbaikan mengalami hasil yang berbeda. Penggunaan metode *Branch and Bound* menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan metode *Tabu Search*. Pendistribusian pertiga hari membutuhkan 3 unit kendaraan dan perminggu 2 unit kendaraan.

5.2 Analisis Metode yang Digunakan Berdasarkan Waktu Pengiriman

Perusahaan melakukan pendistribusian kopi arabika premium ke pelanggan yaitu pertiga hari untuk setiap Senin dan Kamis, dan perminggu untuk setiap hari Senin. Jumlah kendaraan yang terbatas mengakibatkan perlunya penggabungan rute kendaraan berdasarkan waktu pengirimannya yaitu hari Senin.

Setelah mendapatkan *output* dari metode *Nearest Neighbour* maka dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode analitik yaitu *Branch and Bound*. Tujuan dari metode ini adalah untuk memeriksa semua solusi layak yang mungkin sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Untuk mendapatkan hasil dari metode ini menggunakan *software* WinQsB.

Output dari *Nearest Neighbour* juga dapat dipakai sebagai solusi awal untuk perbaikan menggunakan metode heuristik yaitu *Tabu Search*. Perbaikan menggunakan *Tabu Search* menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Terjadi pertukaran posisi pada masing-masing rute sehingga menghasilkan penghematan waktu tempuh. Pertukaran posisi ini berpengaruh terhadap jarak tempuh yang dilalui oleh kendaraan.

Output dari kedua metode perbaikan mengalami hasil yang berbeda. Untuk metode *Branch and Bound* menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan metode *Tabu Search*. Dari rute yang terbentuk dapat dilihat bahwa semua tur/rute berawal dan berakhir di depot. Waktu yang digunakan melebihi kapasitas jam kerja supir sebesar 3,5 jam. Perusahaan tetap menggunakan 2 unit kendaraan. *Overtime* yang dialami setiap kendaraan dapat dilakukan dengan penambahan jam kerja pada hari tersebut atau dengan melanjutkan ke hari selanjutnya.

5.3 Analisis Hasil Implementasi

Pada saat ini PT. Coffindo Cabang Bandung memiliki jumlah kendaraan sebanyak 2 mobil avanza untuk mendistribusikan kopi arabika premium ke 63 pelanggan dengan jarak yang berbeda-beda. Penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* maka diperoleh 2 jenis pendistribusian yaitu pertiga hari (setiap Senin dan Kamis) dan perminggu (setiap Senin). Kekurangan kendaraan menyebabkan kedua jenis pendistribusian ini digabung dikirim untuk satu hari yang sama yaitu hari Senin. Untuk pengiriman hari Senin masing-masing kendaraan mengalami *overtime* sebanyak 3,5 jam.

Selanjutnya diperbaiki dengan menggunakan metode analitik yaitu *Branch and Bound* dan metode heuristik yaitu *Tabu Search*. Kedua metode perbaikan ini mengalami hasil yang berbeda. Pengiriman dengan menggunakan metode *Branch and Bound* menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan menggunakan metode *Tabu Search*.

Pengiriman pertiga hari (setiap Senin dan Kamis) membutuhkan 3 unit kendaraan dan pengiriman perminggu (setiap Senin) membutuhkan 2 unit kendaraan. Hal ini menyebabkan kekurangan jumlah kendaraan. Untuk mengatasinya dilakukan penggabungan pengiriman setiap Senin. Penggabungan ini tetap menggunakan 2 unit kendaraan tetapi masing-masing kendaraan mengalami *overtime* 3,5 jam. *Overtime* dapat dilakukan pada hari yang sama dengan menambah jam kerja supir atau dengan melanjutkan ke hari selanjutnya. Tujuan dari penggabungan pengiriman ini untuk menekan biaya operasional perusahaan.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Pendistribusian yang dilakukan perusahaan yaitu pendistribusian pertiga hari (setiap Senin dan Kamis) dan pendistribusian perminggu (setiap Senin).
2. Pendistribusian pertiga hari menghasilkan 3 tur sedangkan pendistribusian perminggu menghasilkan 2 tur.
3. Pendistribusian gabungan yang dilakukan hari Senin menghasilkan 2 tur dan masing-masing kendaraan mengalami *overtime* 3,5 jam.
4. *Overtime* dapat dilakukan pada hari yang sama dengan menambah jumlah jam kerja supir atau dilanjutkan hari berikutnya.
5. Penelitian lanjutan dapat menggunakan metode lain seperti: metode eksak (metode Dinamis), metode heuristik (*Sequential Insertion* dan *Clarke and Wright Savings*), metode metaheuristik (Algoritma Genetika dan *Simulated Annealing*).

REFERENSI

- Pujawan, I.N., Mahendrawathi, (2010), *Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.
- Laporte, G. (1992). *The Vehicle Routing Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms*, *European Journal of Operating Research*, 59.
- Johnson, D. L., Bentley J.L., Mc Geoch L. A., and Rothberg E. E. (1997). *Near - optimal solutions to very large travelling salesman problem* , *Monograph, in preparation*.
- Glover, F and Laguna, M. (1997). *Tabu Search*. Massachusetts: *Kluwer Academic Publisher*.
- Lestari, A., Metode Travelling Salesman untuk Menentukan Lintasan Terpendek pada Daerah-daerah yang Teridentifikasi Bahaya. Tugas Akhir S-1, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2010.
- Riyanti, Eka., Penerapan Algoritma Branch and Bound Untuk Penentuan Rute Objek Wisata. Tugas Akhir S-1, Bandung: Universitas Komputer Indonesia, 2004.
- Toth P., & Vigo D., 2002, *The Vehicle Routing Problem*, Philadelphia: SIAM,2002.
- Winarno, Wing Wahyu. 2008. Analisis Manajemen Kuantitatif Dengan WinQSB 2.0. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Miller, David M., Matson, Jessica O., Vaidyanathan, Bharat S., (1999), *A Capacitated Vehicle Routing Problem For Just in Time delivery*, ITE Transactions.
- Suprayogi. (2003). *Algoritma Sequential Insertion Untuk Memecahkan Vehicle Routing Problem*. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, 23(3).