

RUTE PENDISTRIBUSIAN AIR MINERAL DALAM KEMASAN MENGGUNAKAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR* DAN *BRANCH AND BOUND* DI PT. AGRONESIA BMC*

Dicky Moriza, Hari Adiyanto, Yodi Nurdiansyah

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas), Bandung

Email: dickymoriza@gmail.com

ABSTRAK

Sistem distribusi barang merupakan salah satu pendukung utama dalam pemasaran produk, tidak adanya kontrol yang baik dalam proses pendistribusian barang dapat berdampak buruk bagi perusahaan. Ketepatan waktu kirim serta penentuan rute distribusi yang baik sangat membantu perusahaan dalam meminimumkan biaya distribusi. Metode yang digunakan adalah metode nearest neighbour sebagai metode awal dalam penentuan rute, selanjutnya digunakan metode tabu search dan metode branch and bound sebagai metode perbaikan dari metode awal. Dengan menggunakan metode awal nearest neighbour diperoleh total jarak tempuh untuk 27 titik pelanggan sebesar 141,49 km dengan total waktu tempuh 18,51 jam. Setelah diperbaiki dengan metode tabu search diperoleh total jarak tempuh sebesar 140,94 km dan total waktu tempuh 18,49 jam dan perbaikan dengan menggunakan metode branch and bound menghasilkan total jarak tempuh sebesar 135,39 km dengan total waktu tempuh sebesar 18,26 jam.

Kata Kunci: *Vehicle Routing Problem, Traveling Salesman Problem, Nearest Neighbour, Tabu Search, Branch and Bound*

ABSTRACT

Distribution system in production cycle is one of the main element in product marketing. Uncontrolled distribution system brings negative impact to the company. Accuracy in delivery time and good distribution route quotation can help the company to decrease distribution cost. Nearest neighbor method is used as the first method in determining the distribution route. Then, tabu search method and branch & bound method are used as the improvement method. By using nearest neighbor method, the distance for 27 customer points is 141.49 km and total time is 18.51 hours. After improved by tabu search method, total distance turns 140.94 km in 18.49 hours. And by using branch and bound method, total distance is 135.39 km and total time is 18.26 hours.

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Traveling Salesman Problem, Nearest Neighbour, Tabu Search, Branch and Bound.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Peningkatan permintaan dari konsumen terhadap air mineral dalam kemasan membuat jenis air mineral dalam kemasan semakin banyak di Indonesia khususnya permintaan air mineral untuk daerah Bandung. PT. Agronesia BMC merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak dibidang makanan dan minuman. Salah satu contoh produk minuman yang diproduksi PT. Agronesia BMC adalah air mineral dengan *merk* dagang BMC. Kondisi proses distribusi air mineral yang ada saat ini dinilai kurang baik karena dari hasil pengamatan di lapangan kapasitas mobil yang digunakan untuk proses pendistribusian belum maksimum, selain itu juga pengetahuan pengemudi dalam menentukan rute distribusi juga masih belum baik, sehingga bisa menjadi suatu permasalahan dalam perusahaan terutama dalam masalah biaya untuk pendistribusian. Untuk itu penentuan rute pendistribusian sangat diperlukan sehingga kapasitas mobil yang digunakan bisa maksimum dan perusahaan sudah memiliki rute dalam pendistribusian untuk mengurangi biaya distribusi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan diatas yaitu belum maksimalnya kapasitas mobil dalam pendistribusian dan tidak adanya pengetahuan pengemudi tentang informasi urutan proses pendistribusian produk air mineral dalam kemasan (gallon) maupun jarak antar pelanggan, membuat pengemudi kesulitan untuk menentukan pelanggan yang akan dilayani terlebih dahulu, sehingga proses pendistribusian maupun prioritas pelanggan yang akan dilayani terlebih dahulu hanya berdasarkan pemikiran pengemudi tanpa memperhitungkan jarak minimum yang dilalui kendaraan yang dapat meningkatkan biaya operasional dari proses pendistribusian itu sendiri. Untuk itu penentuan rute distribusi dengan menggunakan metode awal *nearest neighbour*, metode perbaikan *tabu search* dan *branch and bound* sangat diperlukan agar dapat mengurangi biaya pengiriman barang dan meminimumkan waktu pengiriman.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Distribusi

Menurut Tjiptono (2008), distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan). Dalam proses pendistribusian produk terdapat beberapa kendala yang sering dihadapi oleh perusahaan, baik kendala secara internal maupun kendala eksternal. Kendala internal dapat berupa kebijakan yang dikeluarkan oleh perusahaan yang menyangkut distribusi dan pelayanan, serta sarana-prasarana penunjang dalam proses distribusi. Sedangkan kendala eksternal dapat berasal dari cara pendistribusian dan tempat yang dituju yaitu konsumen.

2.2 Transportasi

Menurut Chopra dan Meindle (2007), transportasi merupakan salah satu komponen penting dalam logistik karena transportasi merupakan proses pemindahan barang dari satu titik ke titik lainnya dalam suatu rantai distribusi. Pemilihan transportasi juga mempunyai dampak

yang besar dalam tingkat efisiensi rantai distribusi. Jika transportasi tidak berjalan dengan baik maka permintaan pasar tidak dapat terpenuhi sehingga produk atau barang akan rusak dan dikembalikan lagi ke perusahaan (*return*) karena tidak ada pendistribusian barang ke konsumen.

2.3 Vehicle Routing Problem (VRP)

Salah satu permasalahan dalam transportasi adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP). Menurut Toth and Vigo (2002), VRP adalah merancang rute kendaraan dengan biaya rendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap konsumen hanya dikunjungi sekali, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan. VRP pertama kali dikenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959. Solusi dari sebuah VRP yaitu menentukan sejumlah rute, yang masing-masing dilayani oleh suatu kendaraan yang berasal dan berakhir pada depot, sehingga kebutuhan pelanggan terpenuhi, semua permasalahan operasional terselesaikan dan biaya transportasi secara umum diminimalkan.

2.4 Traveling Salesman Problem

Menurut Munir (2001), persoalan *traveling salesman problem* (TSP) termasuk ke dalam persoalan yang sangat terkenal dalam teori graph, nama persoalan ini diilhami oleh masalah seorang pedagang yang akan mengunjungi sejumlah kota. TSP merupakan suatu masalah yang dihadapi oleh seorang *salesman* dalam mencari alternatif rute terpendek untuk mengunjungi tempat-tempat yang ditentukan, dimana mereka hanya mulai dan kembali dalam tempat yang sama serta hanya mengunjungi tempat-tempat tersebut sekali.

2.5 Metode Nearest Neighbour

Menurut Pujawan (2005), metode *nearest neighbour* merupakan salah satu metode heuristik, solusi yang dihadapi dengan menggunakan metode *nearest neighbour* sebatas pendekatan untuk mencari rute yang terbaik. Penggunaan algoritma *nearest neighbour* membuat efektif dalam penerapannya yaitu dengan mencari konsumen yang dilayani berdasarkan jarak terdekat dari lokasi terakhir kendaraan untuk selanjutnya didistribusikan.

2.6 Metode Tabu Search

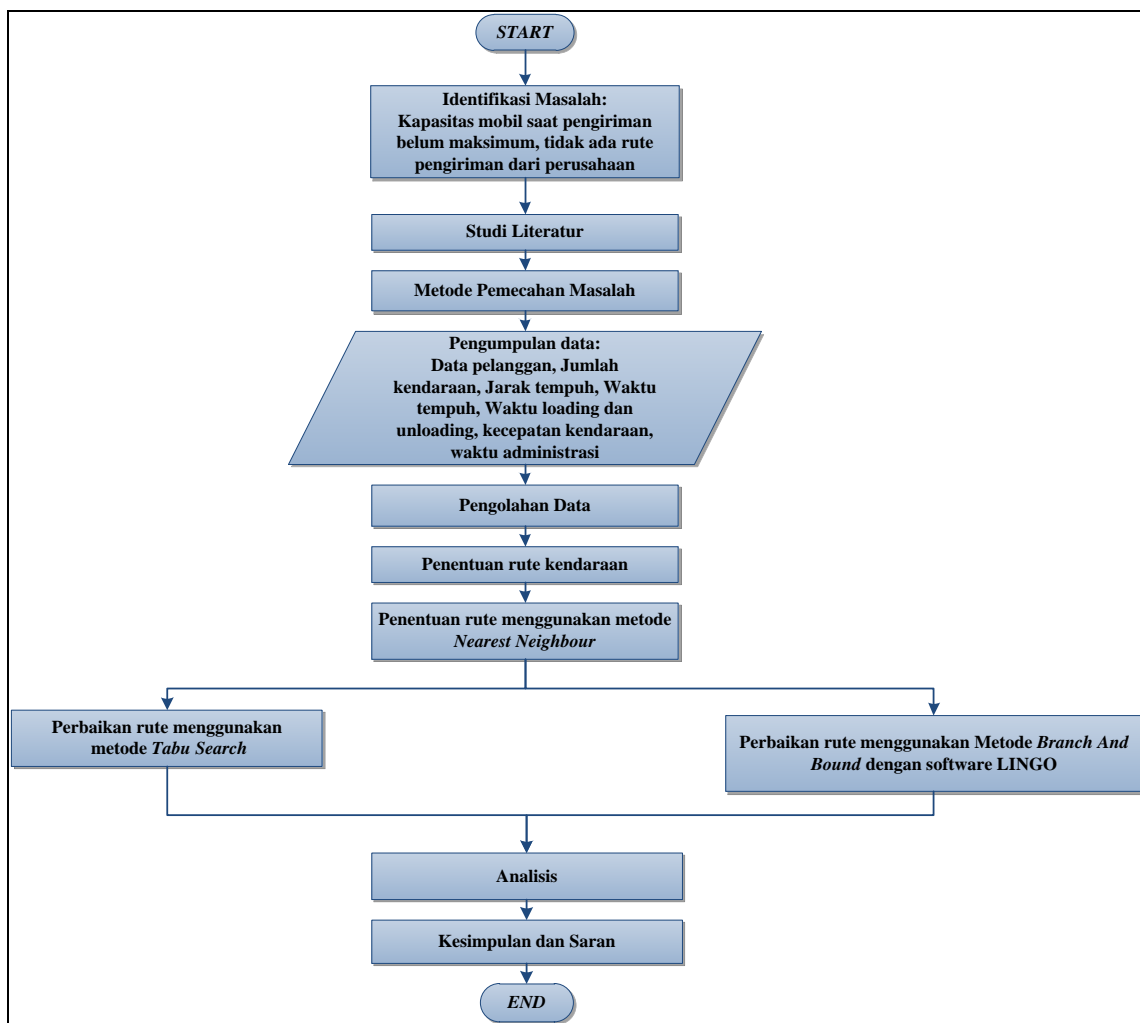
Tabu search pertama kali diperkenalkan oleh Glover pada tahun 1986. *Tabu search* merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar dari *tabu search* adalah suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Tujuan dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya (Glover dan Laguna, 1997).

2.7 Metode Branch And Bound

Menurut Pattawala (2013), *Branch and Bound* (B&B) merupakan metode algoritma yang umum dalam mencari solusi optimal atas masalah optimasi yang beragam, khususnya dalam optimasi diskrit dan kombinatorial. Metode *Branch and Bound* terdiri dari penghitungan sistematis semua kandidat solusi. Metode *Branch and Bound* adalah salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat. Dalam *branch and bound* terdapat tiga tahap dasar yaitu percabangan (*branching*), pembatasan (*bounding*), dan pengukuran (*fathoming*).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir metodologi penelitian berisi tentang alur dari pengerjaan tugas akhir yang dilakukan. Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah merupakan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dimana terdapat data permintaan dari konsumen, data jarak dari depot ketiap konsumen dan antar konsumen, kapasitas kendaraan yang digunakan, kecepatan rata-rata kendaraan, waktu *loading* dan *unloading*, waktu administrasi dan jam kerja supir.

4.1.1 Data Permintaan

Data permintaan merupakan data dari jumlah permintaan dari setiap pelanggan untuk produk air mineral dalam kemasan (gallon) pada PT. Agronesia BMC. Data permintaan untuk wilayah Bandung Barat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Permintaan Wilayah Bandung Barat

No	Nama Konsumen	Alamat	Jumlah permintaan (unit)/minggu
1	Warung Mang Ojo	SD Kemah Jl.Pagarsih Gg.Onong No.183/89	15
2	Kantor BP3C	Jl. Soekarno Hatta No. 220 Bandung	17
3	UD.Yana Mulyana	Jl. Leuwi Panjang Blok MA No.57, Bojongloa Kidul	15
4	Balai Pengobatan Klinik Kita	Jl.Terusan Pasir Koja No.179	12

Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Branch and Bound Di PT. Agronesia BMC

5	Mia Pasko	Jl Terusan Pasir Koja No.156	8
6	Ayep BMC	Jl Pagarsih No.227, Bojongloa Kaler, Kota Bandung	6

Tabel 1. Data Permintaan Wilayah Bandung Barat (lanjutan)

No	Nama Konsumen	Alamat	Jumlah permintaan (unit)/minggu
7	Tiszi	Jl.Bojong Raya No.116 Cijerah	8
8	Desti BBC	Jl Cempaka No.114, Andir, Kota Bandung, Jawa Barat 40175	10
9	Widia	Jl Nata Wijaya No.50, Astanaanyar, Kota Bandung	12
10	Susi	Jl.Jendral Sudirman Gg Mukalmi 1 RT 02/03 No.40/86	9
11	Yandi	Jl Terusan H Alpi No.22, Bandung Kulon, Kota Bandung	10
12	SMA N 13 Bandung	Jl.Cibeureum No.52	12
13	Fanris	Kumon Singosari Pharmindo, Jalan Singosari Raya, Cimahi Selatan	10
14	Aneng	Jl.Rajawali Timur 83/78	7
15	Lin Depag (Kantor)	Jl.Jendral Sudirman No.695	15
16	Tk. Febi	Jalan Raya Batujajar No.223, Batujajar	13
17	Doni Iskandar	Gang Manggis, Cimahi Selatan, Kota Cimahi, Jawa Barat 40534	14
18	PT Talenta Karya Gemilang	Jl Giri Asih, Batujajar, Bandung Barat, Jawa Barat 40561	27
19	PT Indorama	Jalan Raya Batujajar No.5 Batujajar	59
20	PT Senayan Sandang	Jl Raya Batujajar, Km 4 No. 8, Batujajar	40
21	Mahkota Tunggal Jaya	Jl.Giri Asih 16 RT 001/13 Batujajar	22
22	Muslihudin	Perum PPI Blok F No.4 RT 2/27 Gg.Bukit Indah I Padalarang	11
23	Mamat Batujajar	Blok C, Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40561	12
24	Nuryanto	Toko Blok Jambu 2, JL. Batujajar, Batujajar, 40561	15
25	PT Beton Elemindo Putra	Jl.Batujajar Km. 5 No. 8	45
26	PT Central Texindo	JL. Raya Batujajar Km. 3, 1, No. 32, Padalarang	37
27	PT Rajawali	Jalan Industri Cimareme I, Padalarang	21

4.1.2 Data Jarak Tempuh

Data jarak tempuh adalah data jarak dari gudang ke pelanggan dan data jarak antar pelanggan. Data jarak ini diperoleh dari bantuan *google maps* dengan satuan kilometer.

4.1.3 Waktu Tempuh

Waktu tempuh merupakan waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan dalam proses pendistribusian barang. Rumus waktu tempuh adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

D_{ij} : Jarak tempuh (km)

v : Kecepatan kendaraan (km/jam)

4.1.4 Kapasitas dan Kecepatan Kendaraan

Untuk wilayah pengiriman Bandung Barat terdapat satu buah kendaraan dengan jenis mobil box mitsubishi 4 roda 110PS dengan kapasitas 200 gallon. Kecepatan rata-rata kendaraan adalah 24,7 km/jam data dinas perhubungan Kota Bandung Tahun 2014.

4.1.5 Data waktu *Loading* dan Waktu *Unloading*

Waktu *loading* dan *unloading* diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan. Waktu *loading* di depot rata-rata selama 0,1 menit/gallon berisi air mineral, waktu *unloading* di depot rata-rata selama 0,15 menit/gallon kosong. Waktu *loading* dan *unloading* di pelanggan adalah 0,5 menit/gallon diakumulasikan dengan permintaan pelanggan.

4.1.6 Data Waktu Administrasi

Waktu administrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk pembayaran atau proses lain untuk penyelesaian pengiriman barang kepada pelanggan. Waktu administrasi didapat dari pengamatan langsung di lapangan, dimana lama waktu untuk administrasi pada setiap pelanggan rata-rata 5 menit.

4.1.7 Data Jam Kerja Supir

Jam kerja yang ada pada PT. Agronesia BMC untuk supir dan tukang angkut barang adalah 8 (delapan) jam kerja yaitu dari pukul 07.00 s/d 15.00.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data adalah suatu tahapan proses dari penelitian ini, dimana untuk pengolahan data awal dalam penentuan rute pendistribusian digunakan metode *nearest neighbour* dan selanjutnya rute tersebut diperbaiki menggunakan metode *tabu search* dan metode *branch and bound*.

4.2.1 Penentuan Rute Awal Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Metode *nearest neighbour* adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan rute awal dari proses pendistribusian produk air mineral dalam kemasan (gallon). Langkah-langkah dalam penentuan rute awal menggunakan metode *nearest neighbour* dapat dilihat dibawah ini.

Langkah 1

Tahapan awal yang dilakukan adalah menginputkan data awal yaitu data penelitian berupa data kapasitas kendaraan (Q) = 200 gallon, waktu *loading* di depot (Lt_d) = 0,1 menit/gallon, waktu perencanaan (PH) = 480 menit, Kecepatan kendaraan (V) = 24,7 km/jam.

Langkah 2

Penentuan lokasi awal yaitu di depot PT. Agronesia BMC yang beralamat di jl. Jakarta No 40 Kota Bandung. Lanjut ke langkah 3

Langka 3

Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu *loading* di depot (Lt_d) = 0,1 menit/gallon x 200 gallon = 20 menit. Lanjut ke langkah 4

Langkah 4

Menghitung waktu penyelesaian ($CT1$) = $(Lt_d) + (Ut_d) + (WT) + (At)$
 $= 20 + 0 + 0 + 0$
 $= 20$ menit

Langkah 5

Menentukan pelanggan terdekat berdasarkan jarak terpendek dari pelanggan terakhir pengiriman, adalah pelanggan ke-9 yaitu Widia dengan jarak 5,9 km. Lanjut ke langkah 6

Langkah 6

Melihat apakah kapasitas (Q) \geq permintaan (D), jika "Ya" maka permintaan konsumen terpenuhi dan lanjut ke langkah 7 berikutnya. Jika "Tidak" permintaan konsumen tidak terpenuhi dan kendaraan kembali ke depot (gudang).

kapasitas (Q) = kapasitas (Q) - permintaan (D)
 $= 200$ gallon - 12 gallon
 $= 188$ gallon

Dari perhitungan yang dilakukan kapasitas (Q) \geq permintaan (D) maka lanjut ke langkah 7.

Langkah 7

Menghitung waktu *loading* berdasarkan permintaan.

Waktu *loading* (Lt_p) = 0,5 menit/gallon x 12 galon = 6 menit. Lanjut ke langlah 8.

Langkah 8

Menghitung waktu *unloading* (Ut_p) = 0,5 menit/gallon x 12 galon = 6 menit.

Langkah 9

Menghitung waktu tempuh.

Waktu tempuh = $\left(\frac{d_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit}\right) = \left(\frac{5,9}{24,7} \times 60 \text{ menit}\right) = 14,33$ menit. Lanjut ke langkah 10.

Langkah 10

Menghitung waktu administrasi (A_t) dimana waktu yang dibutuhkan adalah 5 menit.

Langkah 11

Waktu penyelesaian (CT) \leq Horison perencanaan (PH) lanjut ke langkah selanjutnya. Tetapi jika Waktu penyelesaian (CT) \geq Horison perencanaan (PH) maka lanjut ke langkah 14. Berikut ini tabel pembentukan tur 1, rute 1, pelanggan 1 metode *nearest neighbor*:

Tabel 2. Pembentukan Tur 1, Rute 1, Pelanggan 1 Metode Nearest Neighbour

Tur	Rute	Konsumen		Jarak Tempuh (KM)	Permintaan Gallon	Jumlah Gallon	Permintaan Tidak Terpenuhi	Waktu Layanan (menit)		Waktu Tempuh (Menit)	Waktu Administrasi (Menit)	Completion Time (Menit)
		Dari	Ke					Loading	Unloading			
1	1	0	-	0	0	200	0	20	0	0,00	0	20,00
		0	9	5,9	12	188	0	6	6	14,33	5	51,33

$$\begin{aligned} \text{Waktu penyelesaian (CT2)} &= CT1 + (L_t) + (U_t) + (WT) + (A_t) \\ &= 20 + 6 + 6 + 14,33 + 5 \\ &= 51,33 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diperoleh hasil (CT) \leq Horison perencanaan (PH) lanjut ke langkah 12.

Langkah 12

Semua konsumen belum terlayani dengan kapasitas (Q) > 0 maka kembali kelangkah 5. proses tersebut akan terus berlanjut sampai semua konsumen terlayani. Tetapi jika semua konsumen belum terlayani karena (Q) < 0 lanjut kelangkah selanjutnya yaitu langkah 13.

Langkah 13

Kembali ke depot (gudang), menghitung waktu tempuh, menghitung waktu *unloading* digudang. Jika Waktu penyelesaian (CT) \leq Horison perencanaan (PH) rute baru terbentuk dan kembali kelangkah 2. Jika Waktu penyelesaian (CT) \geq Horison perencanaan (PH) maka lanjut ke langkah selanjutnya.

Langkah 14

Proses tersebut akan terus berlanjut sampai semua permintaan pelanggan terpenuhi dan semua tur telah terbentuk. Rekapitulasi hasil penentuan rute dan tur dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Penentuan Rute dengan Metode Nearest Neighbour

Tur	Rute		Total Jarak (km)	Total Waktu (jam)	Total Permintaan
1	1	0-9-1-10-14-6-5-15-7-11-13-17-12-8-4-3-2-0	42,75	6,90	180
2	1	0-24-16-19-25-18-21-23-0	43,54	6,40	193
3	1	0-26-20-27-22-0	55,20	5,22	109
Total			141,49	18,51	482

4.2.2 Penentuan Rute Perbaikan Menggunakan Metode Tabu Search

Metode *tabu search* digunakan untuk memperbaiki solusi yang di peroleh dari perhitungan menggunakan metode *nearest neighbor*. Perhitungan dengan menggunakan metode *tabu search* pada tur 3 rute 1 dapat dilihat dibawah ini. Adapun tahapan-tahapannya dalam perhitungan manual adalah sebagai berikut:

Langkah 1

Menginputkan solusi yang diperoleh dari metode *nearest neighbor* sebagai solusi awal pada metode *tabu search*. Pada perhitungan manual ini yang di inputkan adalah Tur 3 Rute 1 = 0-26-20-27-22 lanjut ke langkah 2.

Langkah 2

Membuat *tabu list* dengan inputan awal didapat dari hasil perhitungan dengan metode *nearest neighbor* pada Tur 3 Rute 1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabu List Metode Tabu Search

Tur 3 Rute 1						
Tabu List						Jarak (km)
Solusi Awal	0	26	20	27	22	30,4

Lanjut langkah 3.

Langkah 3

Melakukan penukaran dua titik pada solusi awal sebagai solusi alternatif yang dibuat dalam iterasi.

Iterasi 1

Selanjutnya adalah menentukan banyaknya jalur dapat dilihat dibawah ini.

$$C_{(5,2)} = \frac{5!}{2!(5-2)!} = 10 \text{ Jalur.}$$

Jalur ke 1 adalah penukaran posisi 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Iterasi 1 dan Jalur ke 1

Jalur Ke						Jarak (km)
1	26	0	20	27	22	52,8

Jalur ke 10 adalah penukaran posisi 4 dan 5. Setelah penukaran dua titik selesai untuk ke 10 jalurnya maka lanjut ke langkah 4

Langkah 4

Melihat hasil perhitungan jarak terpendek setelah dilakukan penukaran dua titik untuk di simpan pada *tabu list*. Dari hasil tersebut maka diperoleh dua jalur yang jaraknya sama yaitu jalur ke 4 dan jalur ke 6, maka dipilih satu jalur untuk dijadikan solusi optimum baru pada *tabu list*. Jalur yang dipilih adalah jalur ke 6 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jalur ke 6 Terpilih

Jalur Ke						Jarak (km)
6	0	27	20	26	22	33,6

Langkah 5

Mengevaluasi solusi-solusi alternatif pada *tabu list*, jika jarak yang diperoleh dari solusi baru belum sama dengan solusi sebelumnya yang ada pada *tabu list* maka lanjut ke langkah 3 dan iterasi baru terbentuk. Jika sama lanjut ke langkah 6. Data *tabu list* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabu List Baru

Tur 3 Rute 1						
Tabu List						Jarak (km)
Solusi Awal	0	26	20	27	22	30,4
Iterasi 1	0	27	20	26	22	33,6

Langkah 6

Proses berhenti apabila nilai minimum pada *tabu list* telah sama dan itu akan dijadikan sebagai solusi optimum.

4.2.3 Penentuan Rute Perbaikan Menggunakan Metode *Branch and Bound*

Penyelesaian model *traveling salesman problem* dengan metode *branch and bound* adalah untuk mencari alternatif solusi rute dengan jarak yang minimum dengan menggunakan *software* LINGO. Hasil pembentukan rute dengan menggunakan metode *branch and bound* dengan alat bantu *software* LINGO.

Tabel 8. Pembentukan Rute Menggunakan *Software* LINGO

Tur	Rute	Total Jarak (km)	Total Waktu (Jam)	Total Permintaan	
1	1	0-3-2-13-17-7-11-8-12-15-10-14-6-5-9-4-1-0	37,00	6,66	180
2	1	0-23-21-18-25-16-19-24-0	43,49	6,39	193
3	1	0-27-22-20-26-0	54,90	5,21	109
Total		135,39	18,26	482	

Untuk gambaran penentuan rute menggunakan *software* LINGO dapat dilihat dibawah ini. Penentuan jarak minimum dengan *software* LINGO pada Tur 1 Rute 1

Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Branch and Bound Di PT. Agronesia BMC

1. Bahasa pemrograman LINGO

Penjelasan singkat bahasa pemrograman LINGO:

 - A. Pada city diberi inputan jumlah konsumen dalam satu rute dimana untuk tur 1 rute 1 adalah 17 titik konsumen
 - B. Selanjutnya pada data diberi inputan matriks jarak dari konsumen tersebut.
 - C. Setelah itu pilih tombol *solve*

```

File Edit LINGO Window Help
[Icons]
SETS:
CITY / 1.. 17/: U; !urutan kunjungan;
LINK( CITY, CITY):
DIST, !Matriks Jarak;
X: ! X( I, J) = 1 jika I, J dikunjungi;
ENDSETS
DATA:
DIST = @OLE('D:/PengolahanData BMC.XLSX',_a);
ENDDATA

N = @SIZE( CITY);
MIN = @SUM( LINK: DIST * X);
! untuk semua lokasi;
@FOR( CITY( K):

! lokasi harus dikunjungi;
@SUM( CITY( I)| I #NE# K: X( I, K) = 1;
! lokasi yang telah dikunjungi harus ditinggalkan;
@SUM( CITY( J)| J #NE# K: X( K, J) = 1;

!Menentukan urutan kunjungan pada setiap lokasi;
@FOR( CITY( J)| J #GT# 1 #AND# J #NE# K:
U( J) >= U( K) + X( K, J) -
( N - 2) * ( 1 - X( K, J)) +
( N - 3) * X( J, K)
);
);
! Membuat x menjadi biner;
@FOR( LINK: @BIN( X));

! urutan kunjungan konsumen dari 0 (yaitu depot) dan terakhir di N-1;
@FOR( CITY( K)| K #GT# 1:
U( K) <= N - 1 - ( N - 2) * X( 1, K);
U( K) >= 1 + ( N - 2) * X( K, 1)
);
END
    
```

Gambar 2. Bahasa Pemrograman LINGO

2. Hasil dari penggunaan *software* LINGO

Hasil dari penggunaan software LINGO dapat dilihat pada Gambar 3.

Global optimal solution found.

Objective value:	37.00000
Objective bound:	37.00000
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	3108
Model Class: MILP	
Total variables:	306
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	289
Total constraints:	323
Nonlinear constraints:	0
Total nonzeros:	1904
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
N	17.00000	0.000000
U(1)	0.000000	0.000000
U(2)	14.00000	0.000000
U(3)	16.00000	0.000000
U(4)	10.00000	0.000000
U(5)	11.00000	0.000000
U(6)	12.00000	0.000000
U(7)	13.00000	0.000000
U(8)	9.000000	0.000000
U(9)	5.000000	0.000000
U(10)	6.000000	0.000000
U(11)	3.000000	0.000000
U(12)	4.000000	0.000000
U(13)	8.000000	0.000000
U(14)	7.000000	0.000000
U(15)	15.00000	0.000000
U(16)	1.000000	0.000000
U(17)	2.000000	0.000000

Gambar 3. Hasil Pemrograman LINGO

5. ANALISIS

5.1 Kondisi Rute Awal Perusahaan

Kondisi rute awal perusahaan adalah kondisi rute yang terdapat pada PT. Agronesia BMC pada saat ini dimana terdapat empat rute dan masing-masing memiliki satu tur dengan total jarak 219,14 km.

5.2 Analisis Rute Dari Hasil Metode yang Digunakan

Analisis rute dari metode yang digunakan ini adalah perbandingan hasil perhitungan dari metode awal yaitu *nearest neighbour* dengan hasil perhitungan dengan menggunakan metode perbaikan *tabu search* dan *branch and bound* yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Total Jarak

Kondisi	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Jam)
Kondisi Awal	219,14	32
Metode <i>Nearest Neighbour</i>	141,49	18,51
Metode <i>Tabu Search</i>	140,94	18,49
Metode <i>Branch And Bound</i>	135,39	18,26

5.3 Analisis Rute Perbaikan Menggunakan Metode *Branch and Bound* dengan Kondisi Rute Awal Perusahaan

Analisis rute awal menggunakan metode *branch and bound* dengan kondisi rute awal yang ada diperusahaan adalah melakukan perbandingan dari hasil. Sehingga dengan penggunaan metode ini maka diperoleh penghematan jarak tempuh sebesar 83,75 km.

5.4 Analisis Biaya Pendistribusian

Biaya pendistribusian adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan dalam proses pendistribusian produk kepada pelanggan. Data biaya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data Biaya

No	Biaya	
1	Parkir dan lain-lain	Rp. 15.000/hari
2	Supir	Rp. 92.000/hari
3	Kernet	Rp. 92.000/hari
4	Bahan bakar mobil box mitsubishi 4 roda 110PS	1 : 6
	Bahan bakar mobil box mitsubishi 4 roda L-300	1 : 8

Asumsi harga bahan bakar adalah harga bahan bakar sekarang yaitu untuk solar

1. Analisis biaya rute awal perusahaan adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya distribusi} &= \text{Total jarak tempuh} \times \text{Biaya BBM per km} \\ &= 219,14 \text{ km} \times \text{Rp. 942 / km} \\ &= \text{Rp. 206.430,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya distribusi} &= \text{Biaya distribusi} + \text{Biaya Supir (4 hari kerja)} + \text{Biaya Kernet} \\ &\quad (4 \text{ hari kerja}) + \text{Biaya Parkir dan lain-lain (4 hari kerja)} \\ &= \text{Rp. 206.430} + \text{Rp. 276.000} + \text{Rp. 276.000} + \text{Rp. 45.000} \\ &= \text{Rp. 1.002.430,-} \end{aligned}$$

2. Analisis biaya ini menggunakan metode *branch and bound*.

$$\begin{aligned} \text{Biaya distribusi} &= \text{Total jarak tempuh} \times \text{Biaya BBM per km} \\ &= 135,39 \text{ km} \times \text{Rp. 942 / km} \\ &= \text{Rp. 127.537,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya distribusi} &= \text{Biaya distribusi} + \text{Biaya Supir (3 hari kerja)} + \text{Biaya Kernet} \\ &\quad (3 \text{ hari kerja}) + \text{Biaya Parkir dan lain-lain (3 hari kerja)} \\ &= \text{Rp. 127.537} + \text{Rp. 276.000} + \text{Rp. 276.000} + \text{Rp. 45.000} \\ &= \text{Rp. 724.537,-} \end{aligned}$$

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan penentuan rute awal menggunakan metode *nearest neighbour* dan metode perbaikan *tabu search* serta metode *branch and bound* terbentuk 3 tur dimana untuk masing-masing tur memiliki 1 rute.
2. Dari perhitungan penentuan rute menggunakan metode awal *nearest neighbour* diperoleh total jarak tempuh untuk pengiriman kepada 27 pelanggan sebesar 141,49 km dan total waktu tempuh adalah 18,51 jam, untuk perhitungan penentuan rute dengan metode perbaikan *tabu search* diperoleh total jarak tempuh sebesar 140,94 km dan total waktu tempuh 18,49 jam dan untuk metode *branch and bound* diperoleh total jarak tempuh sebesar 135,39 km dan total waktu tempuh 18,26 jam.
3. Total jarak tempuh pada kondisi rute awal yang ada di PT.Agronesia BMC adalah sebesar 219,14 km.
4. Perbaikan rute dengan menggunakan metode *branch and bound* menghasilkan penghematan jarak tempuh sebesar 83,75 km dari kondisi rute awal di PT.Agronesia BMC.
5. Penggunaan metode *branch and bound* akan memperoleh penghematan biaya distribusi sebesar Rp. 277.893,- atau 27,72 % dari biaya pada kondisi rute awal perusahaan.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian ini maka saran yang dapat diberikan untuk dipertimbangkan di PT. Agronesia BMC untuk permasalahan rute pendistribusian adalah rute yang terbentuk dari hasil penelitian menggunakan metode perbaikan *tabu search* bisa diterapkan perusahaan untuk meminimumkan waktu pengiriman dan penghematan biaya distribusi.

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Proses penelitian ini juga bisa diterapkan untuk wilayah pengiriman lain di PT. Agronesia BMC.
2. Penelitian ini agar bisa dikembangkan dengan menggunakan metode lain untuk masalah pendistribusian di PT. Agronesia BMC

REFERENSI

Chopra, Sunil dan Peter, Meindle. (2007). *Supply Chain Management, Strategy, Planning dan Operation Third Edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey.

Glover, F and Laguna, M. (1997). *Tabu Search*. Kluwer Academic Publisher. Massachusetts.

Munir, Rinaldi. (2001). *Diktat Kuliah IF2153 Matematika Diskrit*. Program Studi Teknik Informatika. Institut Teknologi Bandung.

Pattawala, A.A. (2013). *Analisis dan Usulan Rute Optimum dengan Menggunakan Algoritma Generate and Test di PT. Agronesia Divisi AMDK (Agroplas)*. Jurnal Integra Vol. 3, No. 1, Juni 2013.

Pujawan, N. (2005). *Supply Chain Management*. Penerbit Guna Widya. Surabaya.

Tjiptono, Fandy. (2008). *Strategi Pemasaran*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Toth P, Vigo D. (2002). *An Overview of Vehicle Routing Problems*. Siam. Philadelphia.