

**PEMECAHAN TRAVELING SALESMEN PROBLEM MENGGUNAKAN
TEKNIK BRANCH AND BOUND DAN CHEAPEST INSERTION HEURISTIC
(STUDI KASUS: FA. BANDIL)**

Briand W Lattan¹, Johan M Tupan¹, Daniel B. Paillin¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

e-mail: briandlattan18@gmail.com

ABSTRAK

Fa.Bandil merupakan perusahaan distributor produk tepung terigu. Survei pendahuluan menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk satu kali proses distribusi yaitu 2 jam kerja ke 26 outlet, dengan jarak yang ditempuh yaitu 74,23 km. Biaya transportasi yang dibutuhkan seperti biaya bahan bakar ditambah dengan biaya *maintenance* yaitu Rp 669.361 dalam satu minggu proses distribusi. Ketidakpastian rute pengiriman produk ini menyebabkan rute distribusi tidak terstruktur dengan baik sehingga berdampak pada penambahan jarak, waktu dan biaya transportasi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute distribusi produk yang optimal dengan menggunakan *software* WINQSB. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi yaitu *Branch and Bound* dan *Cheapest Insertion Heuristic* dengan bantuan *software* WINQSB. Hasil penelitian menunjukkan pengolahan data jarak tempuh dan waktu tempuh untuk 3 rute distribusi dengan metode *Branch and Bound* sesuai dengan pembagian yang sudah dilakukan jarak tempuh untuk rute 1 yaitu (39,6), rute 2, (31,70), dan rute 3 (19,90). Untuk waktu tempuh *Branch and Bound* sesuai dengan pembagian yang sudah dilakukan maka waktu tempuh untuk rute 1 yaitu (59,4), rute 2 (47,55), dan rute 3 (29,85). Dengan metode *Cheapest Insertion Heuristic* jarak untuk rute 1 yaitu (39,60), rute 2 (32,40), dan rute 3 (20,50). Untuk data waktu tempuh rute 1 yaitu (59,4), rute 2 (48,6), dan rute 3 (30,75). Kesimpulan dari penelitian ini yaitu rute dengan metode *Branch and Bound* memberikan hasil biaya transportasi sebesar Rp 547.613, yang mana hasilnya lebih kecil dari metode *cheapest insertion heuristic* yaitu biaya transportasi sebesar Rp 548.458, dan secara keseluruhan hasil metode *Branch and Bound* lebih kecil dari metode *cheapest insertion heuristic* dan hasil regular perusahaan.

Kata kunci: *Branch and Bound, Cheapest Insertion Heuristic, Traveling Selesmen Problem, software WINQSB, Distribusi*

ABSTRACT

Fa.Bandil is a distributor of wheat flour products. Based on the results of the researchers' observations, the time needed by the company for one distribution process is 2 hours of work to 26 outlets, with a distance traveled of 74.23 km. Transportation costs needed such as fuel costs coupled with maintenance costs are Rp 669,361 in one week of distribution process. The uncertainty of this product delivery route causes the distribution route to be not well structured, thus impacting the increase in distance, time and transportation costs. The purpose of this study is to determine the optimal product distribution route by using WINQSB software. The methods used to solve distribution route problems are Branch and Bound and Cheapest Insertion Heuristic with the help of WINQSB software. The results showed the processing of mileage and travel time data for 3 distribution routes with branch and bound method in accordance with the division that has been done mileage for route 1, namely (39.6), route 2, (31.70), and route 3 (19.90). For Branch and Bound travel time in accordance with the division that has been done, the travel time for route 1 is (59.4), route 2 (47.55), and route 3 (29.85). With the Cheapest Insertion Heuristic method the distance for route 1 is (39.60), route 2 (32.40), and route 3 (20.50). For travel time

data route 1 is (59.4), route 2 (48.6), and route 3 (30.75). The conclusion of this study is that the route with the Branch and Bound method provides transportation cost results of Rp 547,613, which is smaller than the cheapest insertion heuristic method, namely transportation costs of Rp 548,458, and overall the results of branch and bound methods are smaller than the cheapest insertion heuristic method and regular company results.

Keywords: *Branch and Bound, Cheapest Insertion Heuristic, Traveling Selesmen Problem, software WINQSB, Distribution*

1. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan salah satu kegiatan perusahaan yang memiliki peran dalam perpindahan produk dari satu tempat ke tempat lain (Chopra dan Meindl, 2010). Kegiatan ini tentunya melibatkan banyak hal dalam pengoperasiannya, diantaranya adalah jumlah armada yang digunakan dan perhitungan biaya bahan bakar sehingga dapat dicapai distribusi produk yang optimal. Dengan adanya pendistribusian yang optimal perusahaan dapat melakukan penghematan baik dari segi jarak tempuh yang lebih minimum maupun dari segi waktu tempuh pendistribusian produk. Berdasarkan data perusahaan, Fa.Bandil memiliki 2 gudang yang digunakan sebagai tempat penyimpanan dengan kapasitas 4000 karton atau sekitar 40.000 kg per gudang. Produk terigu kompas memiliki jumlah outlet yang tersebar di 11 titik lokasi yang berbeda dengan jumlah 26 outlet yang harus dilayani setiap bulan. Dalam melakukan proses distribusi Fa.Bandil sendiri memiliki 3 buah armada mobil truk tipe colt diesel 110 ps, untuk satu kali proses distribusi 1 buah armada biasanya mampu membawa 140 karton atau sekitar 1.400 kg, untuk satu karton berisi 10 pcs dengan ukuran 1 kg per pcs. Waktu yang dibutuhkan oleh perusahaan dalam melakukan satu kali proses distribusi yaitu 2 jam kerja ke 26 outlet yang dituju, dimulai dari jam 09.00 wit – 11.00 wit, dengan jarak tumpuh yang dibutuhkan yaitu 183,2 km. Biaya transportasi yang dibutuhkan perusahaan seperti biaya bahan bakar ditambah dengan biaya *maintenance* yaitu Rp 699.361 dalam satu minggu proses distribusi, dengan keuntungan per bulan sebesar Rp 5.138.556.

Dilihat pada proses distribusi yang berlangsung saat ini, kendala yang ditemukan adalah belum adanya rute tempuh pasti perusahaan sehingga rute perjalanan yang ditempuh oleh driver tidak menentu. Ketidakpastian rute pengiriman produk ini menyebabkan rute distribusi tidak terstruktur dengan baik sehingga berdampak pada penambahan jarak, waktu dan biaya transportasi. Perusahaan juga tidak memperhitungkan kapasitas muat sehingga sering terjadinya kekurangan barang pada saat pengantaran dilakukan. Hal ini juga menyebabkan petugas distribusi harus kembali lagi pada depot untuk mengangkut sejumlah barang yang belum terpenuhi dan kembali lagi pada lokasi yang sama untuk melakukan pengantaran barang atau dengan kata lain petugas pengantar harus mengunjungi lokasi yang sama sebanyak 2 kali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. *Algoritma Branch and Bound*

Branch and bound diusulkan pertama kali oleh A. Land dan G. Doig pada tahun 1960, dan merupakan merupakan metode algoritma yang umum digunakan untuk menentukan penyelesaian optimal dari masalah optimisasi, khususnya pada diskrit dan optimisasi kombinatorial (Hoffman dan Wolfe, 1985). Pada intinya algoritma ini menggunakan pendekatan enumerasi dengan cara mematikan *search space* yang tidak mengarah pada penyelesaian. Sebenarnya metode ini dibuat untuk pemograman linier (*linier programming*). Namun kenyataannya, metode ini mampu menyelesaikan permasalahan seperti *Traveling Salesman Problem (TSP)* dan beberapa masalah lain. Metode ini menggunakan pohon pencarian (*search tree*), setiap simpul di pohon merupakan representasi dari sejumlah kemungkinan solusi dari *Traveling Salesman Problem (TSP)*. Metode ini hanya dapat digunakan untuk masalah optimasi saja (*optimization problem*).

Pendekatan ini terdiri dari dua prosedur utama yaitu *branching* dan *bounding*. *Branching* adalah proses mempartisi masalah yang besar menjadi dua atau lebih masalah kecil (*subproblem*),

sedangkan *Bounding* adalah proses menghitung batas bawah pada solusi optimal dari *subproblem* yang bersangkutan (Putra et al, 2015). Langkah-langkah untuk penyelesaian *Traveling Salesman Problem*-nya adalah sebagai berikut:

1. Gambarkan masalahnya dengan graph $G = (V, E)$.
2. C_{ij} yaitu *cost* pada *edge* (i, j) dan $C_{ij} = \infty$ jika $(i, j) \notin E$.
3. Menggunakan metode *Branch and Bound* untuk membangun ruang solusi pohon.
4. Menggunakan fungsi pembatas untuk menentukan simpul hidup atau simpul mati, dan seterusnya, hingga didapat solusi yang diinginkan.

Langkah-langkah algoritma *branch and bound* untuk menyelesaikan *TSP* adalah:

Langkah 1:

Tetapkan penyelesaian awal masalah. Penyelesaian yang ditetapkan merupakan rute perjalanan lengkap. Tentukan batas tertinggi pada nilai minimum fungsi objektif dengan mencari berbagai kemungkinan rute perjalanan. Batas atas ini dinotasikan dengan f_U .

Langkah 2:

Buat cabang awal dengan mengatur $x_{ij} = 1$ untuk masing-masing kota $j = 2, 3, \dots$, Untuk $i = j$, nilai $C_{ij} = M$ untuk menyatakan rute yang tidak mungkin. Hitung batas terendah yang dinotasikan dengan f_L pada nilai minimum fungsi objektif di setiap titik. Dari data awal, hapus baris pertama dan kolom ke j , serta ganti $C_{ij} = M$. Tentukan penyelesaian masalah dan tambahkan harga f ke C_{ij} untuk memperoleh f_L sehingga $f_L = C_{ij} + f$. Jika $f_L \leq f_U$ aktifkan simpul, dan jika sebaliknya hapus simpul

Langkah 3:

Jika tidak ada simpul aktif pada langkah ini maka penyelesaian terbaik saat ini adalah optimal. Jika tidak, pilih simpul dengan nilai f_L terkecil dan buat cabang baru dengan mengatur $x_{jk} = 1$ untuk setiap kota yang belum dikunjungi sebelumnya.

Langkah 4:

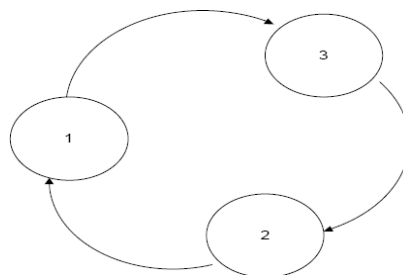
Buat batasan f pada setiap simpul dengan menghapus baris j dan kolom k dari data pada simpul aktif di atasnya. Tambahkan nilai f ke C_{jk} dengan seluruh nilai sebelumnya.

b. Cheapest Insertion Heuristics

Algoritma CIH adalah Algoritma Insertion yang pada setiap penambahan kota baru yang akan disisipkan ke dalam subtour mempunyai bobot penyisipan paling minimal. Bobot penyisipan diperoleh dari persamaan (1) adalah $c(i, k, j) = d(i, k) + d(k, j) - d(i, j)$. Algoritma ini memberikan rute perjalanan yang berbeda tergantung dari urutan penyisipan kota-kota pada subtour yang bersangkutan dan algoritma cheapest insertion heuristic ini baik digunakan untuk kasus TSP dengan jumlah kota yang besar.

Berikut ini adalah tata urutan algoritma CIH:

1. Penelusuran dimulai dari sebuah kota pertama yang dihubungkan dengan sebuah kota terakhir.
2. Dibuat sebuah hubungan *subtour* antara 2 kota tersebut. Yang dimaksud *subtour* adalah perjalanan dari kota pertama dan berakhir di kota pertama, misal $(1, 3) - (3, 2) - (2, 1)$ seperti tergambar dalam Gambar 1.



Gambar 1. Subtour CIH

3. Ganti salah satu arah hubungan (*arc*) dari dua kota dengan kombinasi dua *arc*, yaitu *arc* (i,j) dengan *arc* (i,k) dan *arc* (k,j), dengan k diambil dari kota yang belum masuk *subtour* dan dengan tambahan jarak terkecil.
Jarak diperoleh dari: $ckj + ckj - cij$ *ckj* adalah jarak dari kota i ke kota k, *ckj* adalah jarak dari kota k ke kota j dan *cij* adalah jarak dari kota i ke kota j.
4. Ulangi langkah 3 sampai seluruh kota masuk dalam *subtour*.
Sebagai contoh diberikan 5 kota dengan jarak antar kota seperti tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jarak Antarkota

Kota Asal	Kota Tujuan	Jarak
1	2	132
1	3	217
1	4	164
1	5	58
2	3	290
2	4	201
2	5	79
3	4	113
3	5	303
4	5	196

3. METODE PENELITIAN

a. Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan distribusi tepung terigu yaitu Fa. Bandil

b. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Fa. Bandil yang berlokasi di Jl. Dr. Malaihollo. Kelurahan Nusaniwe, Kota Ambon dan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2020 sampai dengan bulan Mei 2021.

c. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Terikat (Y)

Variabel ini merupakan hasil yang timbul sebagai akibat langsung dari pengaruh variabel bebas. Yang dimaksud dengan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel yang lain. Dalam hal ini adalah penentuan rute distribusi terpendek yang optimal.

2. Variabel Bebas (x)

Yang dimaksud dengan variabel bebas adalah variabel yang akan mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jarak tempu, waktu tempuh, biaya kendaraan.

Variabel penelitian meliputi variabel terikat dan variabel bebas yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = f \{ X_1, X_2, X_3 \} \quad (1)$$

Keterangan :

Y = rute distribusi terpendek (km)

X₁ = jarak tempuh (km)

X₂ = waktu tempuh (menit)

X₃ = biaya transportasi (Rp)

Penjelasan:

Y merupakan variabel terikat yaitu Penentuan rute distribusi terpendek, sedangkan variabel bebas nya yaitu X₁ yang digunakan untuk menghitung jarak tempuh antara *customer/ outlet*, X₂

yang digunakan untuk menghitung waktu tempuh antara *customer/ outlet*, X_3 sebagai biaya transportasi.

d. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, metode studi untuk mendapatkan keterangan-keterangan dan data yang dibutuhkan guna memperoleh kebenaran secara ilmiah. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah:

Studi Literatur

Proses studi yang di jadikan sebagai bahan untuk mengumpulkan data mengkaji informasi dengan membaca bagian literatur berikut dengan masalah yang dibahas seperti buku, skripsi, jurnal, maupun bentuk tulisan lainnya yang dapat membentuk pradikma berfikir untuk menyelesaikan masalah terkhususnya masalah penentuan rute distribusi terpendek yang optimal pada Fa.Bandil.

Wawancara

Metode studi dengan proses tanya jawab secara langsung dengan informasi yang terkait, sekaligus pengumpulan data kuantitatif yang tersedia pada arsip perusahaan yang sesuai dengan permasalahan yang dibahas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Lokasi dan Permintaan Outlet

Daftar lokasi outlet yang akan dikunjungi oleh petugas distribusi terdiri dari klasifikasi outlet *small store*. Dimaksudkan dengan klasifikasi *small store* adalah sejumlah retailer yang memiliki tingkat jual menengah dan rendah tetapi jumlah toko yang akan dikunjungi tinggi dengan ketentuan *demand* kecil dan pengeluaran kecil. Sedangkan permintaan merupakan data jumlah produk yang dipesan oleh retailer dari distributor. Daftar lokasi dan *demand* dari outlet *small store* yang akan dikunjungi oleh petugas distribusi FA. Bandil, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Lokasi dan Jumlah Permintaan Outlet Fa. Bandil

NO	NAMA OUTLET	ALAMAT	JUMLAH PERMINTAAN
1	Vica Mardika	Mardika	25
2	Harapan Baru	Mardika	50
3	Mas mul	Batu Merah	59
4	Inan Jaya	Mardika	55
5	Bintang Mas	Mardika	26
6	Ambon Manise	Batu Merah	50
7	Sumber Rejeki	Mardika	55
8	Liana	Mardika	60
9	Risky	Batu Merah	17
10	Jhon Celvin Themalagi	Karpan	23
11	Dasir	Batu Merah	47
12	Albagir Toko	Batu Merah	55
13	Sobirin Ibu	Batu Merah	50
14	Fadlan H Bahri (Ud. Naila)	Batu Merah	45
15	Dian Mardika	Mardika	21
16	Sarinda	Belakang Soya	51
17	Sola Gracia	Mardika	25
18	Meidy	Batu Merah	20
19	Fredy	Mardika	60
20	Jesika	Mardika	37
21	Jaya Abadi Toko	Bentas	40
22	Seni Runada	Kuda Mati	35
23	Benteng Indah Toko	Benteng	15
24	Justus Jose Soplara	Benteng	30
25	Baru Toko	Talake	27
26	Linda Toko	Osm	14

b. Data Jarak Tempuh

Data jarak tempuh adalah data jarak dari depot FA.Bandil menuju sejumlah outlet yang dituju dan juga merupakan data jarak dari outlet yang 1 dengan yang lainnya. Sarana yang digunakan dalam kegiatan distribusi adalah mobil *type colt diesel* 110 ps ukuran sedang dengan kapasitas angkut sebanyak 140 karton. Data jarak tempuh pada penelitian ini di dapat menggugana sumber Goggle Maps yang terdapat pada tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 3. Matriks Jarak Antara outlet Kecamatan Sirimau 1

Data Jarak Tempuh (Km)											
Dari/ke	FA.B	C1	C2	C4	C5	C7	C8	C15	C17	C19	C20
FA.B											
C1	8,1										
C2	9,9	9,8									
C4	8,2	2,4	11,1								
C5	9,7		11,6	2,6							
C7	9,1	2,3	9,7	2,7	1,1						
C8	8,8	2,8	10,3	3,1	2,7	1,2					
C15	8,2	1,7	11,5	2,1	1,6	1,7	2,2				
C17	9,1	2,7	11,7	2,4	1,9	2,1	3,1	1,3			
C19	9,6	1,8	9,9	2,2	1,2	2,3	2,7	1,2	1,1		
C20	7,5	2,4	11,7	1,7	2,5	3,1	2,5	2,3	1,2	1,8	

c. Waktu Tempuh

Waktu tempuh merupakan waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan dalam proses pendistribusian barang. Kendaraan yang digunakan adalah *type colt diesel* 110 ps dengan kecepatan rata-rata adalah 40 km/jam. Karena dilihat dari beberapa factor yaitu beban/ kapasitas muatan, dan kondisi jalan yang naik dan trun, serta kondisi macet yang terjadi sehingga kecepatan kendaraan harus di sesuaikan. Selain itu juga diperhitungkan waktu loading dan *unloading*. Waktu loading merupakan waktu pengangkutan barang kedalam kendaraan dan waktu unloading merupakan waktu bongkar muat barang di tiap outlet. Untuk melakukan kegiatan pengangkutan dan bongkar muat barang tersebut dibutuhkan waktu 0,15 menit tiap kartonnya. Perhitungan waktu tempuh antar outlet tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Waktu tempuh} = \frac{D_{ij}}{v} \times 60 \text{ menit} \quad (2)$$

Keterangan: D_{ij} : Jarak tempuh (km)
 v : Kecepatan kendaraan (km/jam)

Jika petugas distribusi melakukan kunjungan pada setiap outlet sesuai dengan permintaan dari tiap-tiap outlet maka, hasil perhitungan waktu tempuh, kunjungan dari perusahaan menuju ke outlet atau dari outlet yang satu dengan` yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Waktu Tempuh Antar outlet Wilayah Sirimau

Data Waktu Tempuh (Menit)											
Dari/ke	FA.B	C1	C2	C4	C5	C7	C8	C15	C17	C19	C20
FA.B											
C1	12,15										
C2	14,85	14,7									
C4	12,3	3,6	16,65								
C5	14,55	4,05	17,4	3,9							
C7	13,65	3,45	14,55	4,05	1,65						
C8	13,2	4,2	15,45	4,65	4,05	1,8					
C15	12,3	2,55	17,25	3,15	2,4	2,55	3,3				
C17	13,65	4,05	17,55	3,6	2,85	3,15	4,65	1,95			
C19	14,4	2,7	14,85	3,3	1,8	3,45	4,05	1,8	1,65		
C20	11,25	3,6	17,55	2,55	3,75	4,65	3,75	3,45	1,8	2,7	

d. Biaya Transportasi FA. Bandil

Biaya Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan kendaraan tersebut yaitu solar. Untuk 1 liter bahan bakar solar yang digunakan mampu mencapai jarak 10 km untuk kendaraan dengan masa pemakaian 10 tahun ke atas, dengan kecepatan 40 km/ jam. Dan biaya untuk 1 liter bahan bakar solar yaitu Rp 6.500.

Biaya Maintenance**Tabel 5.** Biaya Maintenance

No	Nama Komponen	Keterangan	Harga (Rp)	Total (Rp)
1	Oli Mesin	9 Liter	Rp 58.500	Rp 526.500
2	Oli Gardan	7 Liter	Rp 55.000	Rp 385.000
3	Oli Transmisi	4 Liter	Rp 45.000	Rp 180.000
4	Fuel Filter Bagian Atas	1 Fuel Filter	Rp 56.000	Rp 56.000
5	Fuel Filter Bagian Bawah	1 Fuel Filter	Rp 56.000	Rp 56.000
6	Kampas Kopling	1 Kampas	Rp 1.610.000	Rp 1.610.000
7	Water Separator	1 Botol	Rp 82.500	Rp 82.500
8	Filter Udara	1 Filter Udara	Rp 178.000	Rp 178.000
9	Minyak Rem	1 Botol	Rp 30.500	Rp 30.500
10	Cairan Air Radiator	1 Botol	Rp 64.000	Rp 64.000
11	Minyak Power Steering	1 Liter	Rp 93.500	Rp 93.500
12	Kampas Rem	1 Dos	Rp 293.000	Rp 293.000
13	Cover Kompling	1 Cover	Rp 1.070.000	Rp 1.070.000
14	Ban	1 Buah	Rp 1.235.000	Rp 1.235.000
Total Biaya Maintenance (Rp)				Rp 5.860.000

Hasil pengolahan dengan metode *Branch and Bound* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengolahan Data *Branch and Bound*

Rute	Destinasi Outlet	Jumlah		
		Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Biaya Transportasi (Rp/ Km)
1	FA.Bandil – Inan Jaya – Jesika – Sola Gracia – Dian Mardika – Liana – Sumber Rejeki – Bintang Mas – Fredy – Vica Mardika – Harapan Baru – dan Kembali ke FA.Bandil.	39,6	59,4	Rp188.518
2	FA.Bandil – Sarinda – Sobirin Ibu – Jhon Calvin Themala – Mas Mul – Albagir Toko – Dasir – Risky – Ambon Manise – Meidy – Fadlan h Bahri (Ud. Naila) dan Kembali ke FA.Bandil.	31,70	47,55	Rp183.383
3	FA.Bandil – Jaya Abadi Toko – Benteng Indah Toko – Justus Jose Soplara – Linda Toko – Baru Toko – Seni Runda dan kembali ke FA.Bandil.	19,90	29,85	Rp175.713
TOTAL		91,2	136,8	Rp 547.613

Berdasarkan hasil pengolahan data *Branch and Bound* dapat dilihat bahwa rute 1 dengan jarak 39,6 km, waktu 59,4 menit, rute 2 dengan jarak 31,70 km, waktu 47,55 menit, dan rute 3 dengan jarak 19,2 km, waktu 29,85 menit.

Untuk waktu distribusi dapat dilihat pada tabel waktu tempuh 4.7 – 4.9, dimana waktu distribusi dari titik awal hingga Kembali ke titik akhir contohnya waktu tempuh pada rute ke 3 yaitu $4,63 + 3,6 + 3,45 + 3,6 + 5,15 + 3,75 + 7,65 = 29,85$. Sehingga dapat dilihat total jarak tempuh dari rute 1 – 3 yaitu 91,2 km dan total waktu tempuh yaitu 136,8 menit.

Sedangkan untuk biaya transportasi dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{\text{jarak}}{10} \times \text{Rp } 6.500 + \text{biaya maintenance untuk 1 minggu} \quad (4)$$

Keterangan: jarak = jarak tiap rute
 10 = 1 liter solar mampu menempuh jarak 10 km
 Rp 6.500 = biaya 1 liter solar

Maka, dapat diketahui bahwa biaya rute 1 Rp 188.518, rute 2 Rp 183.383, rute 3 Rp 175.713. dengan total biaya yaitu Rp 547.613.

Pada hasil pengolahan data dengan metode ini ditemukan kesamaan hasil berupa total jarak dan urutan destinasi outlet dengan pengolahan data menggunakan metode *Branch and Bound*. Hasil olah data yang serupa tersebut terjadi pada rute 1.

Tetapi pembeda pada hasil ini dengan metode *Branch and Bound* adalah pada urutan outlet yang dituju, dimana outlet tersebut berada pada suatu alamat yang sama tetapi terletak pada titik lokasi yang berbeda. Berikut merupakan tabel ringkasan pengolahan data rute terpendek dengan metode *Cheapest Insertion Heuristic*.

Tabel 7. Hasil Pengolahan Data *Cheapest Insertion Heuristic*

Rute	Destinasi Outlet	Jumlah		
		Jarak (Km)	Waktu (menit)	Biaya Transportasi (Rp)
1	FA.Bandil – Inan Jaya – Jesika – Sola Gracia – Dian Mardika – Liana – Sumber Rejeki – Bintang Mas – Fredy – Vica Mardika – Harapan Baru – dan Kembali ke FA.Bandil.	39,60	59,4	Rp 188.518
2	FA.Bandil – Sarinda – Sobirin Ibu – Meidy – Fadlan H Bahri (Ud. Naila) – Mas Mul – Albagri Toko – Dasir – Risky – Ambon Manise – Jhon Calvin Themalagi dan Kembali ke FA.Bandil.	32,40	48,6	Rp 183.838
3	FA.Bandil – Benteng Indah Toko – Seni Runda – Baru Toko – Linda Toko – Justus Jose Soplora – Jaya Abadi Toko dan kembali ke FA.Bandil.	20,50	30,75	Rp 176.103
TOTAL		92,5	138,75	Rp 548.458

Berdasarkan hasil pengolahan data *Branch and Bound* dapat dilihat bahwa rute 1 dengan jarak 39,60 km, waktu 59,45 menit, rute 2 dengan jarak 32,40 km, waktu 48,6 menit, dan rute 3 dengan jarak 20,50 km, waktu 138,75 menit.

Untuk waktu distribusi dapat dilihat pada tabel waktu tempuh 4.7 – 4.9, dimana waktu distribusi dari titik awal hingga Kembali ke titik akhir contohnya waktu tempuh pada rute ke tiga yaitu $6,3 + 5,85 + 3,75 + 3,15 + 3,6 + 3,45 + 4,65 = 30,75$. Sehingga dapat dilihat total jarak tempuh dari rute 1 – 3 yaitu 92,5 km dan total waktu tempuh yaitu 138,75 menit.

Sedangkan untuk biaya transportasi dilakukan perhitungan dengan contoh sebagai berikut:

$$\frac{\text{jarak}}{10} \times \text{Rp } 6.500 + \text{biaya maintenance untuk 1 minggu} \quad (5)$$

Keterangan: jarak = jarak tiap rute
 10 = 1 liter solar mampu menempuh jarak 12,8 km
 Rp 6.500 = biaya 1 liter solar

Maka dapat di ketahui bahwa biaya rute 1 Rp 188.518, rute 2 Rp 183.838, rute 3 Rp 176.103. dengan total biaya yaitu Rp 548.458.

e. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka solusi rute yang diolah dengan menggunakan metode *Branch and Bound* dan *Cheapest Insertion Heuristik*, dapat dilihat pada tabel dibawah ini yang menunjukkan perbandingan hasil pengolahan data rute awal perusahaan dengan kedua metode yang digunakan.

Tabel 8. Perbandingan Hasil Pengolahan Data

No	Rute	Total Jarak(km)	Total Waktu (menit)	Total Biaya Transportasi (Rp)
1	Rute Regular	183,2	345,05	Rp 770.753
2	Rute <i>Branch and Bound</i>	91,2	136,8	Rp 547.613
3	Rute <i>Cheapest Insertion Heuristic</i>	92,5	138,75	Rp 548.458

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa rute regular perusahaan terdapat 4 rute yang akan ditempuh dengan total jarak tempuh sebesar 183,2 Km, total waktu sebesar 345,05 menit dan total biaya transportasi sebesar Rp 770.753 setiap minggunya. Setelah dirancang rute baru dan diolah dengan menggunakan metode *Branch and Bound*, rute yang akan di tempuh menjadi 3 rute dengan total jarak tempuh 91,2 Km, total waktu sebesar 136,8 menit dan total biaya transportasi sebesar Rp 547.613 untuk periode layanan distribusi 1 minggu, selanjutnya diolah dengan menggunakan metode *Cheapest Insertion Heuristic*, rute yang akan ditempuh menjadi 3 rute juga dengan total jarak tempuh 92,5 Km, dan total waktu sebesar 138,75 menit dan total biaya transportasi sebesar Rp 548.458.

Pada tabel hasil perbandingan diatas menunjukkan perubahan dari segi jarak akan mempengaruhi waktu tempuh dan biaya transportasi setiap outlet. Antara rute regular dan rute hasil *branch and bound* dapat diperoleh selisih jarak tempuh sebesar 92 km, selisih waktu tempuh sebesar 208,25 menit dan selisih biaya transportasi adalah sebesar Rp 223.140. Sedangkan rute regular dengan rute hasil *cheapest insertion* dapat diperoleh selisih jarak tempuh sebesar 91 km, selisih waktu tempuh sebesar 206,3 menit dan selisih biaya transportasi adalah sebesar Rp 222.295. Tabel 9 menunjukkan persentase penghematan hasil olahan dengan rute regular perusahaan

Tabel 9. Persentase Penghematan Hasil Olahan Data Dengan Rute Regular Perusahaan

Metode	Penghematan Jarak (km)	Penghematan Waktu (menit)	Penghematan Biaya Transportasi (Rp)
<i>Branch and Bound</i>	50,22%	60,35%	28,95%
<i>Cheapest Insertion Heuristic</i>	49,51%	59,79%	28,84%

Dari hasil pengolahan data pada tabel diatas menunjukkan algoritma *branch and bound* memberikan hasil rute yang paling optimal dibandingkan dengan algoritma *cheapest insertion heuristic*. Hasil persentase penghematan tersebut dapat memberikan keuntungan positif bagi perusahaan dimana terjadinya pengurangan jarak tempuh sebesar 50,22%, yang bukan hanya mempengaruhi waktu tetapi juga berpengaruh pada penghematan biaya transportasi yaitu waktu 60,35 % dan biaya transportasi sebesar 28,95%

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penulisan ini yaitu:

1. Hasil yang telah diolah menggunakan algoritma *Branch and Bound* dan *cheapest insertion heuristic*, memberikan hasil yang tidak berbeda jauh, namun karena hasil algoritma *Branch and Bound* sedikit lebih baik maka perusahaan dapat menggunakan hasil yang di olah menggunakan algoritma *Branch and Bound*.
2. Hasil yang telah diolah dengan metode *Branch and Bound* memberikan 3 pilihan rute yang optimal dimana rute pertama dimulai dari FA.Bandil – Inan Jaya – Jesika – Sola Gracia – Dian Mardika – Liana – Sumber Rejeki – Bintang Mas – Fredy – Vica Mardika – Harapan Baru – dan Kembali ke FA.Bandil. Untuk rute kedua di mulai dari FA.Bandil – Sarinda – Sobirin Ibu – Jhon Calvin Themala – Mas Mul – Albagir Toko – Dasir – Risky – Ambon

Manise – Meidy – Fadlan h Bahri (Ud. Naila) dan Kembali ke FA.Bandil. Dan untuk rut eke tiga yaitu dimulai dari FA.Bandil – Jaya Abadi Toko – Benteng Indah Toko – Justus Jose Soplara – Linda Toko – Baru Toko – Seni Runda dan kembali ke FA.Bandil. Dengan Total jarak tempuh adalah 91,2 Km, total waktu tempuh 136,8 menit, dan total biaya transportasi adalah Rp 547.613.

DAFTAR PUSTAKA

- Chopra, Sunil dan Peter Meindl. (2010). Supply chain management: Strategy, planning, and operations. New Jersey: Prentice Hall
- Hoffman, A.J. and Wolfe, P. (1985). “History” in *The Traveling Salesman Problem*, E.L. Lawler, J.K.Lenstra, A.H.G. Rinooy Kan, and D.B. Shmoys, eds., John Wiley, 1–16.
- Putra, Bangun BJ, Octarina, S., Purba, Bran Valbert (2015). Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Metode Branch and Bound, Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat, Universitas Tanjung Pura Pontianak, hal 399-408.