

# **Penerapan Algoritma *Sweep* Dan Algoritma (1-0) *Insertion Intra Route* untuk Mengoptimalkan Rute Distribusi J&C *COOKIES***

**Fasya Raisy Yunizar, Arif Imran, Arief Irfan Syah Tjaja**  
Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email: fasyaraisyy@gmail.com<sup>1</sup>

*Received* DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

## **ABSTRAK**

Distribusi memiliki peran penting dalam kegiatan logistik. Distribusi merupakan suatu aktivitas penyaluran barang mulai dari produsen ke konsumen. J&C *Cookies* merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan. Setiap hari perusahaan memproduksi kue kering yang akan didistribusikan ke 27 *retailer* yang tersebar di Kota Bandung, dengan kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan saat ini sebanyak 3 kendaraan dan kapasitas yang dimiliki masing-masing kendaraan berbeda. Maka dari itu, permasalahan dalam mencari dan menentukan rute terbaik termasuk dalam jenis *Heterogenous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem Multiple Trips* (HFFVRPMT). Metode yang dapat digunakan untuk meminimasi total jarak dan total biaya distribusi adalah algoritma *sweep*. Algoritma *sweep* merupakan metode *clustering* yang dilakukan dengan mengurutkan sudut polar terkecil hingga terbesar. Penentuan rute untuk setiap cluster dilakukan dengan algoritma *nearest neighbor* dan algoritma (1-0) *insertion intra route*. Hasil penelitian yang dilakukan memberikan penghematan terhadap rute yang digunakan oleh perusahaan.

**Kata kunci:** *distribusi, heterogenous fixed fleet vehicle routing problem multiple trips (HFFVRPMT), algoritma sweep, algoritma nearest neighbor, algoritma (1-0) insertion intra route*

## **ABSTRACT**

*Distribution has an important role in logistics activities. Distribution is an activity of distributing goods from producers to consumers. J&C Cookies is a company engaged in the food industry. Every day the company produces which will be distributed to 27 retailers spread across the city of Bandung, with 3 vehicles currently owned by the company and the capacity of each vehicle is different. Therefore, the problem of finding and determining the best route enters the type of Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem Multiple Trips (HFFVRPMT). The method that can be used to minimize the total distance and the total distribution cost is the sweep algorithm. Sweep algorithm is clustering method that performed by sorting the smallest to the largest polar angles. Determination of the route for each cluster is done by the nearest neighbor algorithm and the (1-0) insertion intra-route algorithm. The results of the research conducted provide savings on the current route used by the company.*

**Keywords:** *distribution, heterogenous fixed fleet vehicle routing problem multiple trips (HFFVRPMT), sweepalgorithm, nearest neighboralgorithm, algorithm (1-0) insertion intra route*

## 1. PENDAHULUAN

J&C *Cookies* merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan. Setiap harinya perusahaan memproduksi kue kering yang berbeda-beda yang akan didistribusikan ke 27 *retailer* yang tersebar di Kota Bandung. Kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan saat ini sebanyak 3 kendaraan dengan kapasitas yang dimiliki oleh setiap kendaraan berbeda. Distribusi yang diterapkan oleh perusahaan tidak dilakukan dengan *split delivery*, sehingga satu *retailer* akan dilalui oleh satu kendaraan setiap harinya.

Penentuan rute distribusi yang sedang diterapkan oleh perusahaan saat ini hanya dilakukan berdasarkan perkiraan, sehingga perusahaan tidak mengetahui apakah rute distribusi yang diterapkan sudah efektif dan efisien atau belum. Permasalahan dalam mencari dan menentukan rute terbaik yang dapat digunakan perusahaan agar dapat meminimasi jarak tempuh, ongkos, maupun waktu disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP dapat merupakan suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, di mana masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga kebutuhan/permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada, juga dengan meminimalisasi biaya transportasi global [1]. Saat ini, perusahaan memiliki keterbatasan dalam jumlah kendaraan dengan jenis kendaraan dan kapasitas yang berbeda. Maka dari itu, permasalahan dalam mencari dan menentukan rute terbaik (*Vehicle Routing Problem*) yang timbul termasuk dalam jenis *Heterogenous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem Multiple Trips* (HFFVRPMT). HFFVRPMT merupakan permasalahan VRP di mana setiap jenis armada memiliki kapasitas angkut yang berbeda-beda (heterogen) dan jumlah armada yang digunakan bersifat tetap (adanya keterbatasan jumlah kendaraan yang tersedia) sehingga karena adanya keterbatasan tersebut maka masing-masing kendaraan dapat melakukan pengiriman lebih dari satu kali dalam periode perencanaan tertentu (*multi trips*) [1].

Pada penyelesaian permasalahan HFFVRPMT, dibutuhkan algoritma yang tepat untuk menentukan rute distribusi yang baik untuk perusahaan. Algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan HFFVRPMT yaitu algoritma *sweep*. Algoritma *sweep* merupakan algoritma yang dirancang khusus untuk *clustering* atau pengelompokan dan menjadi algoritma yang sangat baik untuk pengelompokan [2]. Algoritma *sweep* digunakan karena memberikan solusi yang sesuai dengan keadaan di lapangan, seperti kapasitas yang berbeda untuk setiap kendaraan. Terdapat dua tahapan dalam algoritma *sweep*, yaitu tahap pengelompokan (*clustering*) dan tahap pembentukan rute. Pembentukan rute dilakukan dengan menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Hasil rute dari algoritma *nearest neighbor* akan digunakan untuk penentuan rute menggunakan algoritma (1-0) *insertion intra route* untuk mendapatkan total jarak minimum.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Identifikasi Masalah

J&C *Cookies* merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri makanan, di mana setiap harinya perusahaan melakukan distribusi ke 27 *retailer* yang tersebar di wilayah Bandung dengan jumlah barang yang diantarkan berbeda. Kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan untuk melakukan distribusi saat ini terdapat 3 kendaraan, yaitu 1 buah mobil

*blind van*, 1 buah mobil *box*, dan 1 buah motor. Kendaraan *blind van* dan mobil *box* biasanya mendistribusikan produk ke beberapa lokasi yang berbeda pada satu kali pemberangkatan. Rute distribusi yang digunakan perusahaan saat ini hanya berdasarkan perkiraan. Oleh karena itu, perusahaan belum mengetahui apakah rute distribusi yang digunakan saat ini sudah efektif dan efisien atau belum. Permasalahan dalam mencari dan menentukan rute terbaik yang dapat digunakan perusahaan agar dapat meminimasi jarak tempuh, ongkos, maupun waktu dalam mendistribusikan produk ke 27 *retailer* dengan jumlah yang berbeda biasanya disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP).

## 2.2. Studi Literatur

Studi Literatur berisikan literatur atau pendekatan yang dapat digunakan untuk menunjang penelitian dalam pemecahan masalah pada J&C *Cookies*. Landasan teori yang digunakan meliputi *supply chain*, *Supply Chain Management* (SCM), distribusi, transportasi, *Vehicle Routing Problem* (VRP), algoritma *sweep*, algoritma *nearest neighbor*, dan algoritma (1-0) *insertion intra route*.

## 2.3. Penentuan Metode

permasalahan pencarian rute terbaik atau *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang terjadi pada perusahaan termasuk ke kategori *Heterogenous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem Multiple Trips* (HFFVRPMT). Algoritma yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan HFFVRPMT yaitu algoritma *sweep*. Algoritma *sweep* merupakan algoritma yang dirancang khusus untuk *clustering* atau pengelompokan dan menjadi algoritma yang sangat baik untuk pengelompokan [2]. Terdapat dua tahapan dalam algoritma *sweep*, yaitu tahap pengelompokan (*clustering*) dan tahap pembentukan rute. Pembentukan rute dilakukan dengan menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Hasil rute dari algoritma *nearest neighbor* akan digunakan untuk penentuan rute menggunakan algoritma (1-0) *insertion intra route* untuk mendapatkan total jarak minimum.

## 2.4. Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam metode ini diantaranya yaitu data *retailer* dan lokasi *retailer*, data demand untuk setiap *retailer*, jumlah kendaraan beserta kapasitas, waktu *loading* dan *unloading*, biaya distribusi, dan data rute distribusi yang digunakan oleh perusahaan saat ini.

## 2.5. Pengolahan Data

Pengolahan data mencakup pembentukan rute (*clustering*) menggunakan algoritma *sweep* dan penentuan rute distribusi menggunakan algoritma *nearest neighbor* dan algoritma (1-0) *insertion intra route*, kemudian perhitungan total biaya distribusi dengan memperhatikan rute distribusi yang digunakan oleh perusahaan saat ini. Dalam penyelesaian masalah tersebut, terdapat 2 tahapan yang dilakukan, yaitu tahap pengelompokan (*clustering*) dan tahap pembentukan rute. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pengelompokan (*clustering*) *retailer* dalam suatu rute dengan menggunakan algoritma *sweep* dan penentuan rute setiap *cluster* dengan menggunakan algoritma *nearest neighbor* yaitu:

1. Membuat Diagram Kartesius

Pembuatan diagram kartesius dilakukan terhadap seluruh *retailer*, di mana perusahaan sebagai pangkalan atau titik pusat (0,0) pada diagram kartesius tersebut karena perusahaan merupakan pusat distribusi produk yang akan dilakukan ke 27 *retailer*. Pembuatan diagram kartesius dilakukan dengan bantuan aplikasi *Geo Gebra*.

2. Membuat Koordinat Polar

Pembuatan koordinat polar dilakukan terhadap seluruh *retailer*, di mana perusahaan sebagai pangkalan atau titik pusat ( $0^\circ$ ) pada koordinat polar karena perusahaan merupakan pusat distribusi produk yang akan dilakukan ke 27 *retailer*. Pembuatan koordinat polar dilakukan dengan bantuan aplikasi *Geo Gebra*.

3. Mengurutkan Koordinat Polar

Pengurutan koordinat polar dilakukan mulai dari *retailer* dengan sudut polar terkecil hingga *retailer* dengan sudut polar terbesar.

4. Menentukan Prioritas Kendaraan

Penentuan prioritas kendaraan dilakukan melalui perhitungan *cost* yang ditimbulkan untuk setiap jenis kendaraan karena pada HFFVRPMT setiap jenis kendaraan memiliki kapasitas angkut yang berbeda sehingga *cost* untuk setiap jenis kendaraan pun berbeda. *Cost* yang didapatkan dilihat berdasarkan *variable cost* setiap kendaraan. *Variable cost* merupakan ongkos yang besarnya ditentukan berdasarkan jarak tempuh setiap kendaraan. *Variable cost* biasanya berbentuk biaya bensin. Perhitungan *cost* untuk menentukan prioritas kendaraan dilakukan dengan rumus:

$$\text{Cost / Produk / Sekali Pemberangkatan} = \text{Ongkos sekali pemberangkatan} + \text{(1)}$$

$$\text{(ongkos bahan bakar per liter /}$$

$$\text{konsumsi bahan bakar kendaraan /}$$

$$\text{kapasitas angkut kendaraan)}$$

5. Menghitung Matriks Jarak Tempuh dan Matriks Waktu Tempuh

Matriks jarak tempuh merupakan suatu tabel yang berisikan jarak tempuh untuk setiap *retailer*. Matriks waktu tempuh merupakan suatu tabel yang berisikan waktu tempuh untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Perhitungan matriks jarak tempuh dan matriks waktu tempuh dilakukan dengan bantuan aplikasi *Google Maps*.

6. Membuat Pengelompokan (*Clustering*)

Pembuatan pengelompokan rute (*clustering*) dilakukan berdasarkan urutan koordinat polar yang telah dilakukan, yaitu mulai dari koordinat polar terkecil hingga koordinat polar terbesar. Pengelompokan rute (*clustering*) dilakukan menggunakan algoritma *sweep*. Langkah-langkah dalam pengelompokan (*clustering*) yaitu:

a. Membuat rute menggunakan kendaraan yang terpilih.

b. Menghitung jumlah permintaan dari *retailer* yang terpilih. Apabila jumlah permintaan melebihi kapasitas angkut kendaraan, maka kembali ke poin a untuk mencari rute yang memiliki jumlah permintaan tidak melebihi kapasitas kendaraan. Apabila jumlah permintaan kurang dari kapasitas kendaraan, maka lanjut ke poin c. Perhitungan jumlah permintaan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Total jumlah permintaan (demand)} = \text{demand retailer a} + \text{demand retailer}$$

$$\text{b} + \dots + \text{demand retailer n}$$

$$\text{Sisa kapasitas angkut kendaraan} = \text{kapasitas angkut kendaraan} - \text{total}$$

$$\text{jumlah permintaan (demand)}$$

c. Menghitung waktu tempuh

Perhitungan waktu tempuh diambil berdasarkan matriks waktu tempuh, di mana matriks waktu tempuh tersebut didapatkan dengan bantuan aplikasi *Google Maps*.

d. Menghitung total waktu penyelesaian *retailer* n

$$\text{Waktu loading} = (\text{demand} / \text{jumlah orang per sekali loading} /$$

$$\text{jumlah sekali angkut per orang}) \times \text{waktu loading}$$

$$\text{Waktu unloading} = (\text{demand} / \text{jumlah orang per sekali unloading} /$$

$$\text{jumlah sekali angkut per orang}) \times \text{waktu unloading}$$

$$\text{Total waktu penyelesaian} = \text{waktu loading} + \text{waktu tempuh} + \text{waktu}$$

$$\text{unloading} + \text{waktu administrasi}$$

e. Lakukan semua langkah secara berulang hingga seluruh *retailer* teralokasikan.

7. Memastikan Seluruh *Retailer* telah Masuk ke dalam Rute  
Proses ini dilakukan untuk memastikan atau memvalidasi apakah seluruh *retailer* sudah memiliki rutenya masing-masing. Apabila terdapat *retailer* yang belum memiliki rute, maka kembali ke langkah 6. Apabila seluruh *retailer* telah memiliki rute, maka lanjut ke langkah 8.
8. Menentukan Rute Masing-masing Kelompok (*Cluster*)  
Setelah seluruh *retailer* telah masuk ke dalam rutenya masing-masing, langkah selanjutnya yaitu menentukan rute yang optimal untuk setiap *cluster* menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu:
  - a. Dimulai dari perusahaan, lalu mencari lokasi *retailer* dalam suatu *cluster* yang belum dilewati serta memiliki jarak terdekat dari perusahaan.
  - b. Dilanjutkan ke *retailer* selanjutnya yang memiliki jarak terdekat dari *retailer* sebelumnya. Selain itu, perhatikan juga jumlah permintaan (*demand*) tidak melebihi kapasitas kendaraan pada *cluster* yang sama dengan poin a. Kemudian lanjutkan ke *retailer* lainnya yang memiliki jarak terdekat dari *retailer* terakhir pada suatu kelompok (*cluster*). Lakukan secara berulang hingga seluruh *retailer* terlewati dalam suatu rute.
  - c. Lakukan langkah a dan b hingga setiap *cluster* terbentuk rute.
  - d. Apabila setiap *cluster* telah terbentuk rute, maka algoritma *nearest neighbor* berakhir.
9. Menghitung Total Jarak Seluruh *Cluster*  
Perhitungan total jarak untuk seluruh *cluster* dilakukan untuk mengetahui total jarak yang didapatkan menggunakan rute baru yang merupakan hasil dari penggunaan algoritma *sweep* dan algoritma *nearest neighbor*.
10. Menghitung Total Biaya Distribusi  
Perhitungan total biaya distribusi merupakan total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk melakukan pengiriman ke 27 *retailer* yang didapatkan dari pembentukan rute menggunakan algoritma *sweep* dan algoritma *nearest neighbor*. Perhitungan total biaya distribusi dapat dilihat pada rumus berikut:  
Biaya Bahan Bakar *Cluster* n = total jarak tempuh (km) x rasio penggunaan bahan bakar (Rp/km) (7)  
Biaya Distribusi kendaraan n = biaya bahan bakar *cluster* a + biaya bahan bakar *cluster* b + ... + biaya bahan bakar *cluster* n + biaya pemberangkatan (8)  
Total Biaya Distribusi = biaya distribusi kendaraan a + biaya distribusi kendaraan b + ... + biaya distribusi kendaraan n (9)
11. Setelah selesai mendapatkan rute menggunakan algoritma *nearest neighbor*, hasil rute tersebut digunakan untuk algoritma (1-0) *insertion intra route* untuk mendapatkan hasil total jarak minimum untuk setiap *cluster*-nya. Langkah-langkah yang dilakukan pada algoritma (1-0) *insertion intra route* yaitu:
  - a. *Input* tur dan rute menggunakan data dari hasil perhitungan algoritma *nearest neighbor*.
  - b. Dimulai dari tur 1, i=1.
  - c. Lakukan proses algoritma (1-0) *insertion intra route* dengan cara menukar urutan pelayanan setiap titik pelanggan dalam rute yang sama untuk setiap rute kendaraan. Lakukan pertukaran pada semua tur sampai mendapatkan jarak yang minimum atau sampai seluruh pelanggan telah dilakukan pertukaran titik.
  - d. Lakukan pertukaran hingga seluruh tur selesai.

- e. Jika hasil pertukaran memberikan nilai jarak tempuh lebih kecil dari pembentukan rute menggunakan algoritma *nearest neighbor*, maka lakukan pertukaran untuk iterasi n dengan *input* tur rute iterasi n-1. Lakukan kembali langkah b hingga d.
- f. Jika hasil pertukaran tidak mendapatkan hasil lebih kecil dari pembentukan tur menggunakan algoritma *nearest neighbor*, rute yang telah terbentuk dari algoritma *nearest neighbor* tetap digunakan.
- g. Jika hasil pertukaran pada iterasi ke-n tidak menghasilkan nilai jarak tempuh yang lebih kecil lagi, maka proses pertukaran telah selesai dan rute yang digunakan merupakan rute yang didapatkan dari iterasi n-1.

## 2.6. Analisis

Tahap ini merupakan analisis yang dilakukan terhadap proses-proses pengolahan data dalam memecahkan masalah yang dilakukan dengan menggunakan algoritma *sweep* dan algoritma *nearest neighbor*, serta algoritma (1-0) *insertion intra route*, di mana hasil perhitungan yang diperoleh akan dibandingkan dengan rute yang digunakan oleh perusahaan saat ini.

## 2.7. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan rute distribusi menggunakan algoritma *sweep* dan algoritma *nearest neighbor*, serta algoritma (1-0) *insertion intra route* yang dibandingkan dengan rute distribusi yang digunakan oleh perusahaan saat ini. Saran mencakup rute distribusi yang disarankan kepada perusahaan agar distribusi produk lebih efektif dan efisien yang dapat melakukan penghematan pada saat pendistribusian produk, serta saran terhadap penelitian selanjutnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Data Retailer

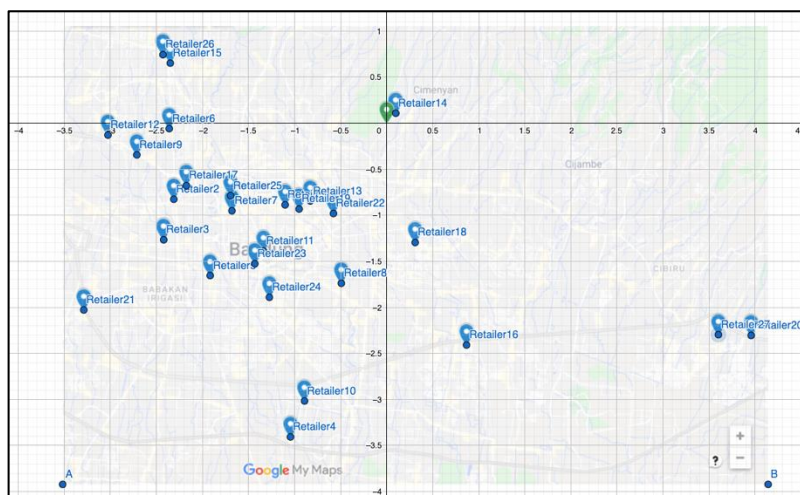
Data *retailer* J&C Cookies yang meliputi nama *retailer*, alamat, dan jumlah permintaannya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Retailer J&C Cookies**

No	Retailer	Alamat	Kecamatan	Demand (box/hari)
1	Bober Café	Jl. L. R.E. Martadinata No.123	Bandung Wetan	47
2	Istana Plaza	Jl. Pasir Kaliki No.121-123	Cicendo	28
3	23 Paskal	Jl. Pasir Kaliki No.25-27	Andir	14
4	Batununggal Indah Modern Market	Jl. Batununggal Indah Raya IX No.II, Ruko Pasar Modern Batununggal RD 07	Bandung Kidul	38
5	Yogya Kepatihan	Jl. Kepatihan No.18	Regol	13
6	Paris Van Java (PVJ)	Jl. Sukajadi No.131 - 139	Sukajadi	10
7	Bandung Indah Plaza (BIP)	Jl. Merdeka No.56	Bandung Wetan	47
8	Trans Studio Mall (TSM)	Jl. Trans Studio No.289	Batununggal	16
9	Toserba Griya Pasteur	Jl. Dr. Djunjunan No.115	Cicendo	22
10	Toserba Griya Batununggal	Jl. Batununggal Indah Raya No.21	Bandung Kidul	26
11	Yogya Sunda	Jl. Sunda No.60	Sumur Bandung	28
12	J&C Cookies Surya Sumantri	Jl. Surya Sumantri No.12	Sukajadi	26
13	Jenahara Boutique	Jl. Supratman No.25	Bandung Wetan	7
14	Are You And I	Jl. Bojong Koneng Atas Jl. Pager Sari	Cimencyan	5
15	Borma Toserba Setiabudi	Jl. Dr. Setiabudi No.156	Cidadap	53
16	J&C Cookies Venus	Jl. Venus Bar. No.41	Rancasari	14
17	J&C Cookies Otten	Jl. Dr. Otten	Cicendo	13
18	Dunia Buah Antapani	Jl. Purwakarta No.43A	Antapani	10
19	La Tropica Bandung	Jl. Bengawan No.73	Bandung Wetan	16
20	Grand Griya Cinunuk	Jl. Raya Tagog Cinunuk No.187	Cileunyi	37
21	Yogya Sumber Sari Junction	Jl. Sumber Sari No.34	Babakan Ciparay	36
22	Rumah Kayu	Jl. Ciwaregu No.3-B	Cibeunying Kidul	34
23	Galerindo Computer	Jl. Naripan No.82	Sumur Bandung	6
24	J&C Cookies Lodaya	Jl. Lodaya No.7	Lengkong	28
25	Dekranasda Jawa Barat	Jl. Ir. H. Juanda No.19, RT.1/RW.1	Bandung Wetan	10
26	Toserba Griya Setiabudi	Jl. Dr. Setiabudi No.170	Cidadap	23
27	WKCK COFFEE	Jl. Pandanwangi Raya, Ruko Cendrawasih No.6	Cileunyi	7
<b>Total Demand (box)</b>				<b>614</b>

Gambaran visual untuk setiap *retailer* dapat dilihat pada Gambar 1.

## Penerapan Algoritma *Sweep* dan Algoritma (1-0) *Insertion Intra Route* Untuk Mengoptimalkan Rute Distribusi *J&C Cookies*



**Gambar 1. Gambaran Visual Setiap *Retailer***

### 3.2. Biaya Distribusi

Biaya distribusi merupakan ongkos yang harus dikeluarkan oleh perusahaan saat melakukan pendistribusian. *J&C Cookies* menetapkan 2 jenis biaya distribusi, yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap yaitu biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dan bersifat tetap perbulannya, seperti gaji *driver* yaitu sebesar Rp2.400.000,00 per bulannya. Biaya tidak tetap yaitu biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dan bersifat bergantung dengan jumlah pendistribusian, seperti biaya upah *driver* yaitu sebesar Rp75.000,00 per kendaraan per hari untuk melakukan pendistribusian dan biaya bensin untuk setiap kendaraan yaitu sebesar Rp7.650,00 per liter.

### 3.3. Membuat Diagram Kartesius

Pembuatan diagram kartesius dilakukan dengan bantuan aplikasi *Geo Gebra*, di mana perusahaan sebagai pangkalan atau titik pusat (0,0) karena perusahaan merupakan pusat distribusi produk. Data koordinat kartesius dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Koordinat Kartesius Setiap *Retailer***

<i>Retailer</i>	Koordinat Kartesius (x,y)	<i>Retailer</i>	Koordinat Kartesius (x,y)
1	(-1,103 ; -0,887)	15	(-2,35 ; 0,652)
2	(-2,312 ; -0,826)	16	(0,867 ; -2,409)
3	(-2,421 ; -1,266)	17	(-2,175 ; -0,677)
4	(-1,045 ; -3,407)	18	(0,31 ; -1,296)
5	(-1,917 ; -1,655)	19	(-0,951 ; -0,932)
6	(-2,361, -0,059)	20	(3,958 ; -2,305)
7	(-1,68 ; -0,951)	21	(-3,289 ; -2,029)
8	(-0,493 ; -1,739)	22	(-0,578 ; -0,981)
9	(-2,713 ; -0,344)	23	(-1,432 ; -1,526)
10	(-0,892 ; -3,017)	24	(-1,274 ; -1,891)
11	(-1,337 ; -1,391)	25	(-1,694 ; -0,787)
12	(-3,027 ; -0,129)	26	(-2,429 ; 0,744)
13	(-0,829 ; -0,846)	27	(3,602 ; -2,297)
14	(0,099 ; 0,108)		

### 3.4. Membuat Koordinat Polar

Pembuatan koordinat polar dilakukan dengan bantuan aplikasi *Geo Gebra*, di mana perusahaan sebagai pangkalan atau titik pusat (0°) karena perusahaan merupakan pusat distribusi produk. Koordinat polar untuk setiap *retailer* yang telah diurutkan berdasarkan sudut polar terkecil hingga terbesar dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Koordinat Polar Setiap Retailer**

No	Retailer	Koordinat Polar (°)	No	Retailer	Koordinat Polar (°)
1	14	47,465	15	19	224,432
2	26	162,982	16	13	225,576
3	15	164,493	17	11	226,136
4	6	181,44	18	23	226,837
5	12	182,441	19	24	236,032
6	9	187,23	20	22	239,477
7	17	197,296	21	4	252,955
8	2	199,664	22	8	253,171
9	25	204,912	23	10	253,525
10	3	207,61	24	18	283,436
11	7	209,52	25	16	289,789
12	21	211,661	26	27	327,477
13	1	218,806	27	20	329,785
14	5	220,803			

### 3.5. Menentukan Prioritas Kendaraan

Kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan untuk melakukan pendistribusian produk digunakan 2 jenis kendaraan yang memiliki kapasitas angkut berbeda. Penentuan prioritas kendaraan dilakukan melalui perhitungan *cost* yang ditimbulkan untuk setiap jenis kendaraan karena pada permasalahan HFFVRPMT setiap jenis kendaraan memiliki kapasitas angkut yang berbeda sehingga *cost* untuk setiap jenis kendaraan pun beda-beda agar dapat ditentukan prioritas kendaraan yang perlu didahulukan. Perhitungan *cost* untuk setiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Perhitungan Cost Setiap Kendaraan**

Jenis Kendaraan	Type	Tahun	Variable Cost		Kapasitas Angkut (box)	Cost / Produk / Sekali Pemberangkatan
			Bahan Bakar	Sekali Pemberangkatan		
Blind Van	Grand Max	2014	7.650 / 11 km	75.000	100	75.000 + (6,955 / km)
Mobil Box	Suzuki Carry	2011	7.650 / 9 km	75.000	130	75.000 + (6,539 / km)

### 3.6. Menghitung Matriks Jarak Tempuh dan Matriks Waktu Tempuh

Matriks jarak tempuh merupakan suatu tabel yang berisikan jarak tempuh untuk setiap *retailer*. Matriks waktu tempuh merupakan suatu tabel yang berisikan waktu tempuh untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Perhitungan matriks jarak tempuh dan matriks waktu tempuh didapatkan dengan bantuan aplikasi *Google Maps*.

### 3.7. Membuat Kelompok (*Cluster*) menggunakan Algoritma *Sweep*

Pengelompokan (*clustering*) dimulai dari prioritas kendaraan yang memiliki nilai *cost* yang terkecil. *Clustering* dilakukan berdasarkan urutan koordinat polar terkecil hingga koordinat polar terbesar. *Clustering* juga dilakukan dengan memperhatikan kapasitas angkut dan kapasitas waktu setiap kendaraan. Rekapitulasi hasil *clustering* dapat dilihat pada Tabel 5.

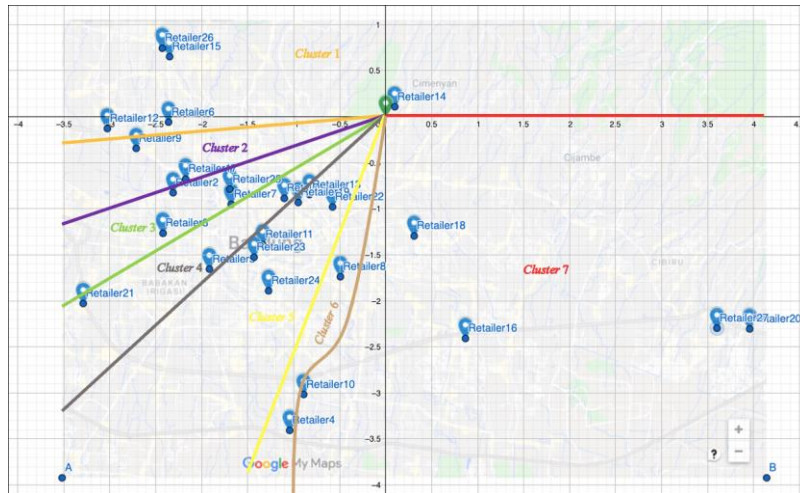
**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Clustering**

Kelompok (Cluster)	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Rute Distribusi Algoritma Sweep
1	Mobil Box	Suzuki	1	0-14-26-15-6-12-0
2		Carry	2	0-9-17-0
3	Blind Van	Grand	1	0-2-25-3-7-0
4		Max	2	0-21-1-5-0
5	Mobil Box	Suzuki	1	0-19-13-11-23-24-22-0
6		Carry	2	0-4-8-0
7	Blind Van	Grand Max	1	0-10-18-16-27-20-0

Gambaran visual hasil *clustering* dapat dilihat pada Gambar 2.



Penerapan Algoritma *Sweep* dan Algoritma (1-0) *Insertion Intra Route* Untuk Mengoptimalkan Rute Distribusi J&C Cookies



Gambar 2. Gambaran Visual Hasil *Clustering*

**3.8. Menentukan Rute Setiap *Cluster* menggunakan Algoritma *Nearest Neighbor***

Setelah membuat kelompok (*cluster*) menggunakan algoritma *sweep* dan seluruh *retailer* telah masuk ke dalam setiap *cluster*, maka langkah yang dilakukan selanjutnya yaitu menentukan rute untuk masing-masing kelompok (*cluster*) yang telah dibentuk tersebut dengan menggunakan algoritma *nearest neighbor*. Penentuan rute menggunakan algoritma *nearest neighbor* dilakukan untuk meminimasi jarak tempuh pada masing-masing kelompok (*cluster*) yang telah dibentuk tersebut. Langkah yang perlu dilakukan yaitu pertama-tama mencari jarak tempuh yang paling dekat dari *retailer* ke depot (*warehouse*) dalam suatu *cluster*. Lalu setelah itu lakukan hal yang sama yaitu mencari jarak tempuh paling dekat antara *retailer a* ke *retailer b* dengan memperhatikan *demand*, kapasitas kendaraan, dan kapasitas waktu. Lakukan hingga seluruh *retailer* dalam suatu *cluster* telah terlewati. Rekapitulasi hasil penentuan rute setiap *cluster* dengan menggunakan algoritma *nearest neighbor* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Penentuan Rute Setiap *Cluster* dengan Algoritma *Nearest Neighbor***

Kelompok ( <i>Cluster</i> )	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Shift	Rute Distribusi Algoritma <i>Nearest Neighbor</i>	Total Retailer	Jumlah Angkut ( <i>box</i> )	Total Jarak Tempuh (km)	Total Waktu Tempuh (jam)	Total Waktu Tempuh Distribusi Kendaraan (jam)
1	Mobil Box	Suzuki Carry	1	1	0-14-6-15-26-12-0	5	117	25,75	3,798	5,65
2			2		0-17-9-0	2	35	18,5	1,852	
3	Blind Van	Grand Max	1		0-7-25-2-3-0	4	99	21,3	3,224	6,284
4			2		0-1-5-21-0	3	96	28	3,06	
5	Mobil Box	Suzuki Carry	1	2	0-13-19-22-11-23-24-0	6	119	19,2	3,901	6,385
6			2		0-8-4-0	2	54	24,9	2,484	
7	Blind Van	Grand Max	1		0-18-16-10-27-20-0	5	94	45	4,757	4,757
<b>Total</b>						27	614	182,65	23,076	23,076

**3.9. Menghitung Total Biaya Distribusi Algoritma *Nearest Neighbor***

Perhitungan total biaya dilakukan untuk mengetahui besar biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam melakukan pendistribusian ke 27 *retailer* setiap hari. Hasil perhitungan total biaya distribusi algoritma *nearest neighbor* dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Total Biaya Distribusi Algoritma *Nearest Neighbor***

Kelompok (Cluster)	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Shift	Rute Distribusi Algoritma <i>Nearest Neighbor</i>	Total Jarak Tempuh (km)	Rasio Penggunaan Bahan Bakar		Biaya Bahan Bakar (Rp)	Biaya Pemberangkatan / Shift / Kendaraan (Rp)	Biaya Distribusi / Kendaraan (Rp)	
							Rp	Tempuh				
1	Mobil Box	Suzuki Carry	1	1	0-14-6-15-26-12-0	25,75	7650	9	21887,5	75000	112612,5	
2			0-17-9-0		18,5	15725						
3	Blind Van	Grand Max	1		0-7-25-2-3-0	21,3			11			14813,18
4			2		0-1-5-21-0	28						19472,73
5	Mobil Box	Suzuki Carry	1	2	0-13-19-22-11-23-24-0	19,2		9	16320	75000	112485	
6			2		0-8-4-0	24,9			21165			
7	Blind Van	Grand Max	1		0-18-16-10-27-20-0	45		11	31295,46	37500	68795,455	
<b>Total</b>						182,65				140678,9	262500	403178,864

**3.10. Menentukan Rute Setiap Cluster menggunakan Algoritma (1-0) *Insertion Intra-Route***

Hasil penentuan rute distribusi algoritma *nearest neighbor* digunakan untuk pengolahan data menggunakan algoritma (1-0) *insertion intra route* untuk mendapatkan rute baru yang menghasilkan total jarak lebih minimum untuk setiap *cluster*. Pada algoritma (1-0) *insertion intra route*, pelanggan dihapus dari posisinya dalam suatu rute dan mencoba untuk dimasukkan ke posisi lain dalam rute yang sama untuk mendapatkan solusi yang terbaik [3]. Rekapitulasi hasil penentuan rute setiap *cluster* dengan menggunakan algoritma (1-0) *insertion intra route* dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Hasil Penentuan Rute Setiap Cluster dengan Algoritma (1-0) *Insertion Intra Route***

Kelompok (Cluster)	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Shift	Rute Distribusi Algoritma (1-0) <i>Insertion Intra Route</i>	Total Retailer	Jumlah Angkut (box)	Total Jarak Tempuh (km)	Total Waktu Tempuh (jam)
1	Mobil Box	Suzuki	1	1	0-14-6-15-26-12-0	5	117	25,75	3,798
2		Carry	2		0-17-9-0 / 0-9-17-0	2	35	18,5	1,852
3	Blind Van	Grand Max	1		0-7-2-3-25-0	4	99	20,1	3,241
4			2		0-1-5-21-0	3	96	25,3	2,858
5	Mobil Box	Suzuki	1	2	0-13-19-11-23-24-22-0	6	119	17,2	3,802
6		Carry	2		0-8-4-0 / 0-4-8-0	2	54	24,9	2,484
7	Blind Van	Grand Max	1		0-10-16-20-27-18-0	5	94	43	4,39
<b>Total</b>						27	614	174,75	22,425

**3.11. Menghitung Total Biaya Distribusi Algoritma (1-0) *Insertion Intra-Route***

Hasil perhitungan total biaya distribusi algoritma (1-0) *insertion intra route* dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Hasil Perhitungan Total Biaya Distribusi Algoritma (1-0) *Insertion Intra Route***

Kelompok (Cluster)	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Shift	Rute Distribusi Algoritma (1-0) <i>Insertion Intra Route</i>	Total Jarak Tempuh (km)	Rasio Penggunaan Bahan Bakar		Biaya Bahan Bakar (Rp)	Biaya Pemberangkatan / Shift / Kendaraan (Rp)	Biaya Distribusi / Kendaraan (Rp)	
							Rp	Tempuh				
1	Mobil Box	Suzuki Carry	1	1	0-14-6-15-26-12-0	25,75	7650	9	21887,5	75000	112612,5	
2			0-17-9-0 / 0-9-17-0		18,5	15725						
3	Blind Van	Grand Max	1		0-7-2-3-25-0	20,1			11			13978,64
4			2		0-1-5-21-0	25,3						17595
5	Mobil Box	Suzuki Carry	1	2	0-13-19-11-23-24-22-0	17,2		9	14620	75000	110785	
6			2		0-8-4-0 / 0-4-8-0	24,9			21165			
7	Blind Van	Grand Max	1		0-10-16-20-27-18-0	43		11	29904,55	37500	67404,545	
<b>Total</b>						174,75				134875,7	262500	397375,681

**3.12. Menghitung Jarak Tempuh Rute Distribusi Perusahaan Saat Ini**

Rute yang digunakan J&C Cookies saat ini terdapat 8 *cluster*. Distribusi tersebut dilakukan dengan 2 kendaraan, di mana masing-masing kendaraan memiliki 2 rute pemberangkatan pada setiap *shift* per harinya. Rekapitulasi jarak tempuh rute distribusi perusahaan saat ini dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Rekapitulasi Jarak Tempuh Rute Distribusi Perusahaan Saat Ini**

Kelompok (Cluster)	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Shift	Rute Distribusi	Jumlah Angkut (box)	Total Jarak Tempuh (km)	Total Waktu Tempuh (jam)	Total Waktu Tempuh (jam)
1	Mobil Box	Suzuki	1	1	0-14-4-7-20-0	127	51,15	5,117	6,709
2		Carry	2		0-26-0	23	20,2	1,592	
3	Blind Van	Grand	1	1	0-15-18-24-27-0	98	54,5	4,812	6,332
4		Max	2		0-5-0	13	16,6	1,52	
5	Mobil Box	Suzuki	1	2	0-25-21-1-12-13-0	126	44,1	4,151	6,661
6		Carry	2		0-17-23-2-0	47	23,1	2,51	
7	Blind Van	Grand	1	2	0-10-6-11-9-3-0	100	49	5	8,873
8		Max	2		0-19-16-22-8-0	80	33,2	3,873	
<b>Total</b>						614	291,85	28,575	28,575

### 3.13. Menghitung Total Biaya Distribusi Rute yang digunakan Saat Ini

Hasil perhitungan total biaya distribusi rute yang digunakan saat ini dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11. Hasil Perhitungan Total Biaya Distribusi Rute yang digunakan Saat Ini**

Kelompok (Cluster)	Jenis Kendaraan	Type	Pemberangkatan	Shift	Rute Distribusi Perusahaan Saat Ini	Total Jarak Tempuh (km)	Rasio Penggunaan Bahan Bakar		Biaya Bahan Bakar (Rp)	Biaya Pemberangkatan / Shift / Kendaraan (Rp)	Biaya Distribusi / Kendaraan (Rp)
							Rp	Tempuh			
1	Mobil Box	Suzuki	1	1	0-14-4-7-20-0	51,15	7650	9	43477,5	75000	135647,5
2		Carry	2		0-26-0	20,2			17170		
3	Blind Van	Grand	1	1	0-15-18-24-27-0	54,5		11	37902,273	75000	124446,818
4		Max	2		0-5-0	16,6			11544,545		
5	Mobil Box	Suzuki	1	2	0-25-21-1-12-13-0	44,1		9	37485	75000	132120
6		Carry	2		0-17-23-2-0	23,1			19635		
7	Blind Van	Grand	1	2	0-6-3-9-11-10-0	49		11	34077,273	75000	132166,364
8		Max	2		0-19-16-22-8-0	33,2			23089,091		
<b>Total</b>						291,85			224380,682	300000	524380,682

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, rute distribusi yang terpilih merupakan rute distribusi yang dihasilkan dari algoritma (1-0) *insertion intra route* karena menghasilkan total jarak tempuh yang lebih minimum dibandingkan dengan algoritma *nearest neighbor*. Hal tersebut dapat terjadi karena penentuan rute menggunakan algoritma (1-0) *insertion intra route* dilakukan untuk mendapatkan solusi yang terbaik dengan cara melakukan pertukaran titik pada suatu *cluster* agar dapat menghasilkan total jarak tempuh lebih minimum dari rute yang didapatkan sebelumnya. Sehingga penggunaan algoritma (1-0) *insertion intra route* dapat memberikan penghematan lebih lagi terhadap jarak dan waktu tempuh pada setiap kendaraan daripada rute yang didapatkan dengan algoritma *nearest neighbor*. Maka dapat disimpulkan bahwa algoritma (1-0) *insertion intra route* merupakan metode yang efektif untuk mendapatkan jarak yang minimum untuk kendaraan melakukan pendistribusian. Hasil jarak tempuh yang didapatkan dengan algoritma (1-0) *insertion intra route* adalah sebesar 174,75 km. Jika dibandingkan dengan total jarak tempuh rute yang digunakan perusahaan saat ini yaitu sebesar 291,85 km, terdapat penghematan yang didapatkan sebanyak 117,1 km atau sebesar 40,123%. Hal tersebut dapat terjadi karena dalam penentuan rute menggunakan metode menghasilkan 7 *cluster*, di mana setiap *cluster* terdiri dari beberapa *retailer* yang berlokasi di daerah yang sama. Sehingga total jarak tempuh yang dihasilkan pun lebih minimum. Hasil total biaya distribusi yang didapatkan dari algoritma (1-0) *insertion intra route* adalah sebesar Rp11.921.270,430 /bulan. Sedangkan rute distribusi perusahaan saat ini menghasilkan total biaya distribusi sebesar Rp15.731.420,460 /bulan. Terdapat penghematan yang didapatkan sebesar Rp3.810.150,030 /bulan atau sebesar 24,22%. Hal tersebut dapat terjadi karena jarak tempuh yang dihasilkan dengan menggunakan metode lebih kecil dibandingkan dengan rute distribusi perusahaan saat ini. Rekapitulasi penghematan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12. Rekapitulasi Penghematan Rute Distribusi Algoritma (1-0) *Insertion Intra Route***

	Rute Distribusi Algoritma (1-0) <i>Insertion Intra Route</i>	Rute Distribusi Perusahaan Saat Ini	Penghematan (%)
<b>Total Jarak Tempuh (km)</b>	174,75	291,85	40,123
<b>Total Biaya (Rp/bulan)</b>	Rp11.921.270,430	Rp15.731.420,460	24,22

#### 4. KESIMPULAN

Total jarak tempuh yang paling minimum dihasilkan oleh algoritma (1-0) *insertion intra route*. Hasil total jarak tersebut menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan rute distribusi perusahaan saat ini. Hal tersebut dapat dilihat dari total jarak tempuh dan total biaya distribusi yang dihasilkan dapat memberikan penghematan dari rute distribusi perusahaan saat ini. Penghematan jarak tempuh yang dihasilkan yaitu 117,1 km atau sebesar 40,123%. Penghematan biaya distribusi yang dihasilkan sebesar Rp3.810.150,030 /bulan atau sebesar 24,22%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhand, Peaya, Z., Sultana, T., & Mahmud, A. (2016). Solving Capacitated Vehicle Routing Problem with Route Optimization Using Swarm Intelligence. *Intl Journal EICT*.
- Imran, A., Luis, M., & Okdinawati, L. (2016). A VARIABLE NEIGHBORHOOD SEARCH FOR THE HETEROGENEOUS FIXED FLEET VEHICLE ROUTING PROBLEM. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 78, 53-58.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem, Society for Industrial and Applied Mathematics, Second Edition*. Philadelphia: SIAM.