

## **SIMULASI RUTE PENGIRIMAN PRODUK NESTLE CARNATION PT KARTIKA DISTRINDO DENGAN MENGUNAKAN METODE *CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM***

**Natalia Hartono<sup>1</sup>, Laurence<sup>2,3</sup>, Melvin Pangestu<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Industri Universitas Pelita Harapan Tangerang, Indonesia

Email : [natalia.hartono@uph.edu](mailto:natalia.hartono@uph.edu)<sup>1</sup>, [laurence.fti@uph.edu](mailto:laurence.fti@uph.edu)<sup>2</sup>

### ***A b s t r a k***

*Kartika Distrindo is a distribution company with various types of product. The high cost of distribution is the problem for Kartika Distrindo which caused they don't have fix distribution route, to minimize distribution cost they need to makes new distribution route using capacitated vehicle routing method. Using historical data can be obtained average velocity, work hours, and distribution cost, those data are used to perform simulations using AIMSS software. The additional data for perform simulation are location data, distance between location, and delivery processing time. The result of distribution cost simulation data will be compared with distribution historical data. The conclusion is the reduce distribution cost from Rp 11.561.260 to Rp 6.048.918 or 47,7%, and reduce of car use from 5 to 3 and 2 car.*

*Keywords: Capacitated Vehicle Routing Problem, Distribution, Optimization, AIMMS Software.*

### **PENDAHULUAN**

Distribusi mengacu pada langkah yang diambil dalam memindahkan produk dari pemasok kepada pelanggannya dalam rantai pasok. Distribusi terjadi pada setiap tahapan dalam rantai pasok. Bahan baku dan komponen-komponen produksi berpindah dari pemasok kepada manufaktur, dan barang jadi berpindah dari manufaktur menuju konsumen<sup>[1]</sup>.

PT Kartika Distrindo adalah perusahaan distribusi berbagai jenis barang kebutuhan sehari-hari. Permasalahan yang terjadi di PT Kartika Distrindo adalah manajemen operasional yang kurang baik sehingga sering terjadi keterlambatan pengiriman. Selain itu, belum ada penjadwalan pengiriman. Pelanggan yang memesan dalam jumlah sedikit akan mengalami penundaan karena ingin memanfaatkan kapasitas mobil pengangkut sehingga mengakibatkan lead time yang tinggi dan keluhan dari produsen. Adanya permasalahan biaya pengiriman disebabkan karena adanya kapasitas waktu dan pengiriman yang menjadi tolak ukur perusahaan untuk melakukan pengiriman. Jika pengiriman melewati batas waktu pengiriman, maka perusahaan harus mengeluarkan biaya lebih untuk membayar biaya lembur pekerja. Sedangkan perusahaan ingin memaksimalkan kapasitas mobil pengangkut dalam pengiriman. Penelitian ini bertujuan menekan biaya pengiriman dan membuat rute perjalanan yang optimal berdasarkan data historis dan mengurangi lead time yang selama ini berkisar antara 1 hingga 5 hari.

*Supply chain* terdiri dari seluruh pihak yang terlibat yaitu secara langsung ataupun tidak langsung dalam memenuhi permintaan konsumen. *Supply chain* sendiri tidak hanya terdiri dari pemasok dan manufaktur saja namun terdapat juga transportasi, gudang penyimpanan barang, *retailers* (pengecer), dan termasuk juga para konsumen. Didalam masing-masing organisasi, mulai dari manufaktur sampai seluruh yang terlibat dalam *supply chain* memiliki fungsi yang sama yaitu menerima dan memenuhi seluruh permintaan konsumen. Fungsi dari *supply chain* itu sendiri tidak terbatas pada, pengembangan produk, pemasaran (*marketing*), distribusi, keuangan, dan *customer service*<sup>[2]</sup>.

Distribusi merupakan bagian yang sangat penting dalam *supply chain management*, yang dapat diartikan sebagai proses pengiriman atau perpindahan barang dari produsen sampai kepada pelanggan. Sebuah perusahaan distributor adalah perantara yang menyalurkan produk dari pabrik ke pengecer atau *retailer*, setelah produk dihasilkan oleh pabrik, barang akan dikirimkan kepada

distributor dan nantinya distributor akan menyalurkan barang tersebut kepada para pengecer ataupun langsung kepada pelanggan<sup>[1]</sup>.

Peran dari transportasi dalam *supply chain* untuk memindahkan produk dengan lokasi yang berbeda untuk meningkatkan efisiensi. Transportasi yang cepat tentunya akan memakan biaya yang lebih besar dalam *supply chain* namun hal tersebut dapat memungkinkan respon yang baik dari para konsumen<sup>[1]</sup>.

Dalam pendistribusian barang terdapat masalah yang sering dihadapi, yaitu pemilihan rute perjalanan yang optimal untuk melakukan pengiriman kepada para pelanggan. VRP merupakan permasalahan yang memperhitungkan jumlah kendaraan untuk melakukan pengiriman dan juga rute yang akan dilalui. Tentunya dalam penyelesaian permasalahan ini adalah untuk menekan biaya operasional sekecil mungkin dalam pengiriman barang dan juga mengirim permintaan barang oleh pelanggan secara cepat, dengan cara mengelompokkan rute-rute perjalanan yang akan dilewati oleh satu kendaraan yang dimulai dan diakhiri pada depot.

*Capacitated Vehicle Routing Problem* dapat dijabarkan sebagai graf  $G = (V, E)$ , untuk  $V = \{0, 1, \dots, n\}$  adalah himpunan titik  $n+1$  dan  $E$  adalah himpunan busur. *Vertex* 0 menunjukkan titik lokasi depot dan *vertex*  $n$  menunjukkan titik lokasi pelanggan. *Non negative cost* Dij terkait dengan masing-masing busur  $\{i, j\} \in E$ . Kumpulan himpunan  $M$  identik dengan kapasitas kendaraan  $Q$  yang harus ditempatkan pada depot 0 dan digunakan untuk menyuplai permintaan pelanggan. Rute yang digunakan adalah biaya terendah dari graf  $G$  termasuk depot 0 dengan memperhitungkan kapasitas kendaraan agar permintaan tidak melebihi kapasitas kendaraan pengirim.

## METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat 7 langkah.

### 1. Pendahuluan

Pada tahap penelitian ini, Peneliti melakukan wawancara dengan *General Manager* dari perusahaan, untuk mengetahui lebih dalam perusahaan tersebut serta mencari tahu permasalahan yang ada dan ingin diselesaikan oleh perusahaan ini.

### 2. Identifikasi Masalah

Tahapan selanjutnya ialah pengidentifikasian masalah yang bertujuan untuk melakukan perumusan masalah berdasarkan wawancara yang sudah dilakukan dan data yang sudah didapat dari PT Kartika Distrindo. Identifikasi masalah yang telah didapat dalam tahapan ini adalah manajemen operasional yang kurang baik sehingga nilai *lead time* terhadap pelanggan sangatlah tinggi, mulai dari nilai 1 hingga 5 sehingga menimbulkan keluhan dari *principal* yaitu produsen yang menjual barangnya melalui PT Kartika Distrindo. Hal tersebut dikarenakan perusahaan ini ingin menghindari kapasitas waktu pengiriman dan juga memanfaatkan kapasitas pengiriman dengan semaksimal mungkin, sehingga sering terjadi penundaan pengiriman, selain itu PT Kartika Distrindo juga belum memiliki penjadwalan pengiriman dan rute-rute pengiriman yang baik.

### 3. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang sudah diidentifikasi, yaitu mengenai manajemen operasional, distribusi, *supply chain management*, *vehicle routing problem* dan *push and pull theory*.

### 4. Tujuan Penelitian

Tahap ini menentukan tujuan penelitian yaitu menekan biaya pengiriman dan juga membuat rute perjalanan yang optimal berdasarkan data historis sehingga PT Kartika Distrindo memiliki rute pengiriman yang jelas untuk digunakan.

## 5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian terdiri dari data umum dan data khusus. Data umum yang diambil adalah profil perusahaan, visi dan misi, jenis kendaraan, dan sistem pemesanan (*push and pull system*). Data khusus yang diambil adalah data alamat pelanggan, biaya pengiriman, data *service level*, dan waktu pengiriman. Penelitian ini meneliti pengiriman produk Nestle Carnation.

## 6. Pembuatan Matrix Jarak

Pembuatan matriks jarak berdasarkan data alamat konsumen. Matriks jarak dibuat bertujuan untuk memberikan informasi jarak yang dilalui dari lokasi satu ke lokasi yang lainnya

## 7. Perhitungan Biaya Pengiriman

Biaya pengiriman yang dihitung berdasarkan lama pengiriman dengan biaya bahan bakar dan gaji para pegawai.

## 8. Model Simulasi

Untuk melakukan perbandingan dengan biaya pengiriman berdasarkan data historis, maka dibuat model simulasi berdasarkan data historis sehingga hasil dari simulasi yang didapat menyerupai dengan keadaan di lapangan. Sama seperti data historis yang dihitung biaya pengirimannya, pada model simulasi juga akan dihitung biaya pengiriman untuk dibandingkan dengan data historis yang ada

## 9. Analisis

Analisa akan dilakukan dengan melakukan perbandingan antara kedua perhitungan biaya pengiriman, yaitu biaya pengiriman berdasarkan data historis dengan biaya pengiriman berdasarkan model simulasi yang nantinya akan dipilih biaya terkecil.

## 10. Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir adalah mengambil kesimpulan dan pemberian saran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Model Simulasi

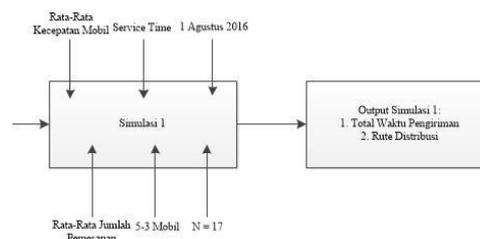
Simulasi yang dilakukan menggunakan program simulasi AIMMS. Program ini digunakan untuk membuat model optimasi menggunakan perhitungan *algebraic language* sebagai basis dari perhitungannya. Model yang dirancang untuk mengatur pemilihan jalur pengiriman berdasarkan waktu tercepat yaitu waktu perjalanannya, sehingga biaya pengiriman dapat diturunkan.

Batasan yang dimasukan ke dalam program AIMMS dalam pembuatan model ini adalah jumlah kapasitas kendaraan pengangkut yang hanya dapat membawa 200 box per pengirimannya. Selain itu, terdapat batasan waktu kerja dimana perusahaan menetapkan waktu kerja selama 8 jam atau 480 menit.

### 2. Hasil Simulasi Model

Ada tambahan asumsi dalam model ini yaitu kecepatan mobil yang digunakan adalah rata-rata kecepatan mobil per harinya. Asumsi kedua adalah jumlah kendaraan yang digunakan yaitu 5,4, dan 3 mobil. Simulasi dilakukan sebanyak 6 hari kerja.

#### a. Simulasi Model 1 Agustus 2016



Gambar 1. *Block Diagram* Pembuatan Model Simulasi 1 Agustus 2016

Berikut terdapat tabel *output* dari hasil model simulasi yaitu total waktu pengiriman dari masing-masing mobil yang disimulasikan dan juga rute distribusi yang dimulai dari angka 1 yaitu depot dan diakhiri depot kembali.

Tabel 1. Hasil Jalur Simulasi 1 Agustus 2016 untuk 5 mobil

Code	5 Mobil				
	1	2	3	4	5
1. Depot	1-15	1-7	1-5	1-3	1-13
2. Aden	15-12	7-14	5-1	3-1	13-1
3. Bangka Makmur	12-11	14-4			
4. Bu Eni	11-6	4-8			
5. Dua Saudara 2	6-18	8-1			
6. Dua Saudara 3	18-10				
7. Kaliabang	10-17				
8. Holland Bakery	17-9				
9. Ibu Evi	9-2				
10. Ikhwan	2-16				
11. Karunia Jaya	16-1				
12. Kencana Plastik					
13. Pasar Seroja					
14. Norma					
15. Pasar Sumber Rata					
16. Putri Embun					
17. Romie					
18. Setia Jaya					
Total Waktu Pengiriman (menit)	406	104	137	88	29

Tabel 2. Hasil Jalur Simulasi 1 Agustus 2016 untuk 4 mobil

Code	4 Mobil			
	1	2	3	4
1. Depot	1-15	1-3	1-13	1-5
2. Aden	15-12	3-1	13-1	5-7
3. Bangka Makmur	12-11			14-4
4. Bu Eni	11-6			4-8
5. Dua Saudara 2	6-18			8-1
6. Dua Saudara 3	18-10			
7. Kaliabang	10-17			
8. Holland Bakery	17-9			
9. Ibu Evi	9-2			
10. Ikhwan	2-16			
11. Karunia Jaya	16-1			
12. Kencana Plastik				
13. Pasar Seroja				
14. Norma				
15. Pasar Sumber Rata				
16. Putri Embun				
17. Romie				
18. Setia Jaya				
Total Waktu Pengiriman (menit)	406	88	29	216

Tabel 3. Hasil Jalur Simulasi 1 Agustus 2016 untuk 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-15	1-13	1-5
2. Aden	15-12	13-1	5-7
3. Bangka Makmur	12-11		7-14
4. Bu Eni	11-6		10-7
5. Dua Saudara 2	6-18		7-14
6. Dua Saudara 3	18-10		14-4
7. Kaliabang	10-17		4-8
8. Holland Bakery	17-9		8-1
9. Ibu Evi	9-2		
10. Ikhwan	2-16		
11. Karunia Jaya	16-3		
12. Kencana Plastik	3-1		
13. Pasar Seroja			
14. Norma			
15. Pasar Sumber Rata			
16. Putri Embun			
17. Romie			
18. Setia Jaya			
Total Waktu Pengiriman (menit)	474	29	210

Waktu total pengiriman pada tiap obil didapat sebesar 764 menit untuk 5 mobil, 739 menit untuk 4 mobil, dan 730 menit untuk 3 mobil. Pada perhitungan simulasi ini rata-rata kecepatan kendaraan yang digunakan adalah 38,61 km/jam dengan batasan waktu 480 menit.

Total biaya distribusi dari setiap simulasi adalah Rp.1.949.148,- untuk 5 kendaraan, Rp 1.537.723,- untuk 4 kendaraan, dan Rp 1.225.841,- untuk 3 kendaraan.

Biaya Tetap = Rp 200.000,- + Rp 100.000,- = Rp 300.000,-

Supir = Rp 200.000,-, Staf = Rp 100.000,-

$$\begin{aligned} \text{Fuel Cost/menit} &= \frac{\text{Fuel Cost}}{\text{Total Time Delivery}} \\ &= \frac{\text{Rp } 12.207.800}{26.720 \text{ minute}} = \text{Rp } 457 / \text{menit} \end{aligned}$$

Total Waktu Pengiriman di Agustus = 26.720 menit.

Rata-rata *Fuel Cost* untuk 5 kendaraan di August = Rp 12.207.800,-

Fuel Cost = (Delivery time car 1 x 457 ) + (Delivery time car 2 x 457 ) + (Delivery time car 3 x 457 ) + (Delivery time car 4 x 457 ) + (Delivery time car 5 x 457 )

\*Biaya lembur jika dibutuhkan = Rp 50.000,-

Total Biaya distribusi = Biaya Tetap + Fuel Cost + \*Biaya Lembur

#### a. Simulasi Model 2 August 2016

Berikut adalah hasil simulasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Jalur Simulasi 2 Agustus 2016 untuk 5 mobil

Code	5 Mobil				
	1	2	3	4	5
1. Depot	1-8	1-11	1-5	1-10	1-2
2. Ade Plastik	8-1	11-1	5-1	10-6	2-7
3. Adiat				6-3	7-1
4. Aldi				3-4	
5. Ali				4-9	
6. Pasar Family Mart				9-1	
7. Pasar Kranji					
8. Martabak Diky					
9. Minang Plastik					
10. Pasar Rawa Bebek					
11. Nadia					
12. Sahabat Abadi					
13. Among 2					
Total Waktu Pengiriman (menit)	130	118	113	272	143

Tabel 5. Hasil Jalur Simulasi 2 Agustus 2016 untuk 4 mobil

Code	4 Mobil			
	1	2	3	4
1. Depot	1-7	1-5	1-9	1-11
2. Ade Plastik	2-8	5-1	9-4	11-1
3. Adiat	7-2		4-3	
4. Aki	8-1		3-6	
5. Ali			6-10	
6. Pasar Family Mart			10-1	
7. Pasar Kranji				
8. Martabak Diky				
9. Minang Plastik				
10. Pasar Rawa Bebek				
11. Nadia				
12. Sahabat Abadi				
13. Among 2				
Total Waktu Pengiriman (menit)	244	113	272	118

Tabel 6. Hasil Jalur Simulasi 2 Agustus 2016 untuk 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-9	1-5	1-11
2. Ade Plastik	9-4	5-8	11-1
3. Adiat	4-3	8-2	
4. Aki	3-6	2-7	
5. Ali	6-10	7-1	
6. Pasar Family Mart	10-1		
7. Pasar Kranji			
8. Martabak Diky			
9. Minang Plastik			
10. Pasar Rawa Bebek			
11. Nadia			
12. Sahabat Abadi			
13. Among 2			
Total Waktu Pengiriman (menit)	272	346	118

Total biaya distribusi dari setiap simulasi adalah Rp.1.854.632,- untuk 5 mobil, Rp 1.541.379,- untuk 4 mobil, Rp 1.236.352,- untuk 3 mobil.

b. Simulasi Model 3 August 2016

Berikut adalah hasil simulasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Jalur Simulasi 3 Agustus 2016 untuk 5 mobil

Code	5 Mobil				
	1	2	3	4	5
1. Depot	1-4	1-2	1-3	1-10	1-7
2. Maju Jaya	4-1	2-1	3-12	10-13	7-1
3. Amir			12-1	13-9	
4. Among 1				9-6	
5. Ansari				6-8	
6. Aryanto				8-5	
7. Herman				5-11	
8. Mimin				11-1	
9. Ko Abu					
10. Karunia					
11. Mashudi					
12. Murah					
13. Tk Akuang					
Total Waktu Pengiriman (menit)	34	100	146	323	32

Tabel 8. Hasil Jalur Simulasi 3 Agustus 2016 untuk 4 mobil

Code	4 Mobil			
	1	2	3	4
1. Depot	1-4	1-7	1-2	1-10
2. Maju Jaya	4-6	7-1	2-1	10-13
3. Amir	6-8			13-9
4. Among 1	8-5			9-3
5. Ansari	5-11			3-12
6. Aryanto	11-1			12-1
7. Herman				
8. Mimin				
9. Ko Abu				
10. Karunia				
11. Mashudi				
12. Murah				
13. Tk Akuang				
Total Waktu Pengiriman (menit)	149	32	100	330

Tabel 9. Hasil Jalur Simulasi 3 Agustus 2016 untuk 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-12	1-2	1-11
2. Maju Jaya	12-3	2-1	11-5
3. Amir	3-9		5-8
4. Among 1	9-13		8-6
5. Ansari	13-10		6-4
6. Aryanto	10-1		4-7
7. Herman			7-1
8. Mimin			
9. Ko Abu			
10. Karunia			
11. Mashudi			
12. Murah			
13. Tk Akuang			
Total Waktu Pengiriman (menit)	330	100	158

Total biaya distribusi dari setiap simulasi adalah Rp.1.790.195,- untuk 5 mobil, Rp 1.479.227,- untuk 4 mobil, dan Rp 1.168.716,- untuk 3 mobil.

c. Simulasi Model 4 August 2016

Berikut adalah hasil simulasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Hasil Jalur Simulasi 4 Agustus 2016 untuk 5 mobil

Code	5 Mobil				
	1	2	3	4	5
1. Depot	1-4	1-5	1-3	1-12	1-6
2. Among 2	4-11	5-1	3-2	12-1	6-1
3. Hendri	7-19		2-10		
4. Ibu Suawarti	9-7		10-17		
5. Cempaka Putih	11-16		17-13		
6. Ligo	14-9		13-18		
7. Lili Jaya	16-14		18-8		
8. Minfung	19-1		8-15		
9. Serdang			15-1		
10. Sabar					
11. Sebelas 1					
12. Daeng					
13. Sumber Alam					
14. Tk Teguh					
15. Tk Ujang					
16. Tk TG					
17. Tk Adelia					
18. Minangkabau					
19. Tk Aneka Baru					
Total Waktu Pengiriman (menit)	419	128	424	52	44

Tabel 11. Hasil Jalur Simulasi 3 Agustus 2016 untuk 4 mobil

Code	4 Mobil			
	1	2	3	4
1. Depot	1-5	1-6	1-4	1-15
2. Among 2	5-1	6-7	4-11	15-8
3. Hendri		7-9	11-16	8-18
4. Ibu Suawarti		9-19	16-14	18-13
5. Cempaka Putih		19-1	14-12	13-17
6. Ligo			12-1	17-10
7. Lili Jaya				10-2
8. Minfung				2-3
9. Serdang				3-1
10. Sabar				
11. Sebelas 1				
12. Daeng				
13. Sumber Alam				
14. Tk Teguh				
15. Tk Ujang				
16. Tk TG				
17. Tk Adelia				
18. Minangkabau				
19. Tk Aneka Baru				
Total Waktu Pengiriman (menit)	128	295	193	424

Tabel 12. Hasil Jalur Simulasi 3 Agustus 2016 untuk 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-6	1-5	1-3
2. Among 2	6-19	5-1	3-2
3. Hendri	19-7		2-10
4. Ibu Suawarti	7-9		10-17
5. Cempaka Putih	9-14		17-13
6. Ligo	14-16		13-18
7. Lili Jaya	16-11		18-8
8. Minfung	11-4		8-15
9. Serdang	4-12		15-1
10. Sabar	12-1		
11. Sebelas 1			
12. Daeng			
13. Sumber Alam			
14. Tk Teguh			
15. Tk Ujang			
16. Tk TG			
17. Tk Adelia			
18. Minangkabau			
19. Tk Aneka Baru			
Total Waktu Pengiriman (menit)	462	128	424

Total biaya distribusi dari setiap simulasi adalah Rp.1.987.619,- untuk 5 mobil, Rp 1.675.280,- untuk 4 mobil, dan Rp. 1.363.398,- untuk 3 mobil.

d. Simulasi Model 5 August 2016

Berikut adalah hasil simulasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Hasil Jalur Simulasi 5 Agustus 2016 untuk 5 mobil

Code	5 Mobil				
	1	2	3	4	5
1. Depot	1-13	1-9	1-8	1-2	1-10
2. Bendungan Melayu	13-6	9-1	8-7	2-1	10-1
3. Ahjung	6-5		7-12		
4. Dodi Jaya	5-4		12-11		
5. Cempaka	4-14		11-3		
6. Rawa Badak	14-1		3-1		
7. HJ Nadar					
8. Pasar Papanggo					
9. Kebon Bawang					
10. Malaka					
11. Pasar Belek					
12. Tk Nabila					
13. Tk Aco					
14. Tk Ah					
Total Waktu Pengiriman (menit)	454	106	399	47	55

Tabel 14. Hasil Jalur Simulasi 5 Agustus 2016 untuk 4 mobil

Code	4 Mobil			
	1	2	3	4
1. Depot	1-3	1-9	1-10	1-2
2. Bendungan Melayu	3-11	9-1	10-1	2-13
3. Ahyung	11-12			13-6
4. Dodi Jaya	12-7			6-5
5. Cempaka	7-8			5-4
6. Rawa Badak	8-1			4-14
7. HJ Nadar				
8. Pasar Papanggo				
9. Kebon Bawang				
10. Malaka				
11. Pasar Belek				
12. Tk Nabila				
13. Tk Aco				
14. Tk Ali				
Total Waktu Pengiriman (menit)	399	106	55	475

Tabel 15. Hasil Jalur Simulasi 5 Agustus 2016 untuk 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-9	1-14	1-10
2. Bendungan Melayu	9-1	4-5	3-11
3. Ahyung		5-6	7-8
4. Dodi Jaya		6-13	8-1
5. Cempaka		2-1	10-3
6. Rawa Badak		13-2	11-12
7. HJ Nadar		14-4	12-7
8. Pasar Papanggo			
9. Kebon Bawang			
10. Malaka			
11. Pasar Belek			
12. Tk Nabila			
13. Tk Aco			
14. Tk Ali			
Total Waktu Pengiriman (menit)	106	475	442

Total biaya distribusi dari setiap simulasi adalah Rp.1.984.877,- untuk 5 mobil, Rp. 1.672.995,- untuk 4 mobil, dan Rp. 1.367.511,- untuk 3 mobil.

e. Simulasi Model 6 August 2016

Berikut adalah hasil simulasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 16. Hasil Jalur Simulasi 6 Agustus 2016 untuk 5 mobil

Code	5 Mobil				
	1	2	3	4	5
1. Depot	1-3	1-5	1-8	1-7	1-2
2. Ibu Ayu	3-1	5-6	8-1	7-1	2-1
3. Pasar Warakas		6-4			
4. Toko Diana		4-1			
5. Toko Emad					
6. Hidup Baru					
7. Toko Laris					
8. PD Rizki Indah					
Total Waktu Pengiriman (menit)	59	334	94	129	45

Tabel 17. Hasil Jalur Simulasi 6 Agustus 2016 untuk 4 mobil

Code	4 Mobil			
	1	2	3	4
1. Depot	1-8	1-3	1-5	1-2
2. Ibu Ayu	8-7	3-1	5-6	2-1
3. Pasar Warakas	7-1		6-4	
4. Toko Diana			4-1	
5. Toko Emad				
6. Hidup Baru				
7. Toko Laris				
8. PD Rizki Indah				
Total Waktu Pengiriman (menit)	190	59	334	45

Tabel 18. Hasil Jalur Simulasi 6 Agustus 2016 untuk 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-7	1-3	1-4
2. Ibu Ayu	7-8	3-1	4-6
3. Pasar Warakas	8-1		6-5
4. Toko Diana			5-2
5. Toko Emad			2-1
6. Hidup Baru			
7. Toko Laris			
8. PD Rizki Indah			
Total Waktu Pengiriman (menit)	190	59	355

Total biaya distribusi dari setiap simulasi adalah Rp.1.802.077,- untuk 5 mobil, Rp 1.486.996,- untuk 4 mobil, Rp. 1.176.028,- untuk 3 mobil.

Berikut adalah ringkasan tabel dari biaya distribusi, dimana akan dipilih simulasi yang memiliki biaya terkecil.

Tabel 19. Perhitungan Biaya Pengiriman Model Simulasi

No.	Tanggal	Mobil		
		5	4	3
1	1 Agustus 2016	Rp1.849.148	Rp1.537.723	Rp1.225.841
2	2 Agustus 2016	Rp1.854.632	Rp1.541.379	Rp1.236.352
3	3 Agustus 2016	Rp1.790.195	Rp1.479.227	Rp1.168.716
4	4 Agustus 2016	Rp1.987.619	Rp1.675.280	Rp1.363.398
5	5 Agustus 2016	Rp1.984.877	Rp1.672.995	Rp1.367.511
6	6 Agustus 2016	Rp1.802.077	Rp1.486.996	Rp1.176.028

## ANALISIS

### a. Analisis Model Simulasi 1 August 2016

Model yang terpilih dengan biaya terkecil adalah model simulasi dengan menggunakan 3 mobil. Berikut adalah tabel rute perjalanannya.

Tabel 20. Rute Perjalanan Model Simulasi 1 Agustus 2016 dengan 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-15	1-13	1-5
2. Aden	15-12	13-1	5-7
3. Bangka Makmur	12-11		7-14
4. Bu Eni	11-6		10-7
5. Dua Saudara 2	6-18		7-14
6. Dua Saudara 3	18-10		14-4
7. Kaliabang	10-17		4-8
8. Holland Bakery	17-9		8-1
9. Ibu Evi	9-2		
10. Ikhwan	2-16		
11. Karunia Jaya	16-3		
12. Kencana Plastik	3-1		
13. Pasar Seroja			
14. Norma			
15. Pasar Sumber Rata			
16. Putri Embun			
17. Romie			
18. Setia Jaya			
Total Waktu Pengiriman (menit)	474	29	210
Idle Time (menit)	6	451	264
Beban masing-masing mobil	66,5%	4%	29,5%

Dari tabel dapat terlihat, beban masing-masing pengiriman tidak seimbang dimana bebannya adalah 66,5%, 4% dan 29,5%. Sehingga dilakukan simulasi kembali menggunakan 2 mobil.

Tabel 21. Rute Perjalanan Model Simulasi 1 Agustus 2016 dengan 2 mobil

Code	2 Mobil	
	1	2
1. Depot	1-15	1-13
2. Aden	15-12	13-5
3. Bangka Makmur	12-11	5-7
4. Bu Eni	11-6	7-14
5. Dua Saudara 2	6-18	14-4
6. Dua Saudara 3	18-10	4-8
7. Kaliabang	10-17	8-1
8. Holland Bakery	17-9	
9. Ibu Evi	9-2	
10. Ikhwan	2-16	
11. Karunia Jaya	16-3	
12. Kencana Plastik	3-1	
13. Pasar Seroja		
14. Norma		
15. Pasar Sumber Rata		
16. Putri Embun		
17. Romie		
18. Setia Jaya		
Total Waktu Pengiriman (menit)	474	233
Idle Time (menit)	6	247
Beban masing-masing mobil	67 %	33%

Perbandingan antara menggunakan 2 mobil dan 3 mobil menunjukkan *idle time* dengan 3 mobil lebih besar, sehingga dipilih simulasi yang menggunakan 2 mobil.

#### b. Analisis Model Simulasi 2 Agustus 2016

Model yang terpilih dengan biaya terkecil adalah model simulasi dengan menggunakan 3 mobil. Berikut adalah tabel rute perjalanannya.

Tabel 22. Rute Perjalanan Model Simulasi 2 Agustus 2016 dengan 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-7	1-10	1-11
2. Ade Plastik	7-2	10-6	11-1
3. Adiat	2-8	6-3	
4. Aldi	8-5	3-4	
5. Ali	5-1	4-9	
6. Pasar Family Mart		9-1	
7. Pasar Kranji			
8. Martabak Diky			
9. Minang Plastik			
10. Pasar Rawa Bebek			
11. Nadia			
12. Sahabat Abadi			
13. Among 2			
Total Waktu Pengiriman (menit)	344	267	118
Idle Time (menit)	136	213	362
Beban masing-masing mobil	47,2%	36,6%	16,2%

Dari tabel dapat terlihat, beban masing-masing pengiriman tidak seimbang dimana bebannya adalah 47,2%, 36,6% dan 16,2%. Sehingga dilakukan simulasi kembali menggunakan 2 mobil.

Tabel 23. Rute Perjalanan Model Simulasi 2 Agustus 2016 dengan 2 mobil

Code	2 Mobil	
	1	2
1. Depot	1-5	1-11
2. Ade Plastik	5-8	11-9
3. Adiat	8-2	9-4
4. Aldi	2-7	4-3
5. Ali	7-1	3-6
6. Pasar Family Mart		6-10
7. Pasar Kranji		10-1
8. Martabak Diky		
9. Minang Plastik		
10. Pasar Rawa Bebek		
11. Nadia		
12. Sahabat Abadi		
13. Among 2		
Total Waktu Pengiriman (menit)	344	378
Idle Time (menit)	136	102
Beban masing-masing mobil	48%	52%

Perbandingan antara menggunakan 2 mobil dan 3 mobil menunjukkan waktu total pengiriman dan waktu idle cukup seimbang dan total biaya pengiriman juga menurun dari yang sebelumnya Rp. 1.233.153,- menjadi Rp. 929.954,- , sehingga dipilih simulasi yang menggunakan 2 mobil.

#### c. Analisis Model Simulasi 3 Agustus 2016

Model yang terpilih dengan biaya terkecil adalah model simulasi dengan menggunakan 3 mobil. Berikut adalah tabel rute perjalanannya.

Tabel 24. Rute Perjalanan Model Simulasi 3 Agustus 2016 dengan 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-12	1-2	1-11
2. Maju Jaya	12-3	2-1	11-5
3. Amir	3-9		5-8
4. Among l	9-13		8-6
5. Ansari	13-10		6-4
6. Aryanto	10-1		4-7
7. Herman			7-1
8. Mimin			
9. Ko Abu			
10. Karunia			
11. Mashudi			
12. Murah			
13. Tk Akuang			
Total Waktu Pengiriman (menit)	330	100	158
Idle Time (menit)	130	380	322
Beban masing-masing mobil	56%	17%	27%

Dari tabel dapat terlihat, beban masing-masing pengiriman tidak seimbang dimana bebannya adalah 56%, 17% dan 27%. Sehingga dilakukan simulasi kembali menggunakan 2 mobil.

Tabel 25. Rute Perjalanan Model Simulasi 3 Agustus 2016 dengan 2 mobil

Code	2 Mobil	
	1	2
1. Depot	1-11	1-2
2. Maju Jaya	11-5	2-1
3. Amir	5-8	
4. Among l	8-6	
5. Ansari	6-9	
6. Aryanto	9-10	
7. Herman	10-13	
8. Mimin	13-3	
9. Ko Abu	3-12	
10. Karunia	12-4	
11. Mashudi	4-7	
12. Murah	7-1	
13. Tk Akuang		
Total Waktu Pengiriman (menit)	468	100
Idle Time (menit)	12	380
Beban masing-masing mobil	82,4%	17,6%

Pada tabel terlihat hasil model simulasi dengan 2 mobil, beban masing-masing mobil yang didapat sebesar 82,4% dan 17,6%, perbedaan beban yang didapat lebih besar dari model simulasi sebelumnya, oleh karena itu pemilihan metode simulasi tetap menggunakan 3 mobil dengan total biaya Rp. 1.168.716,-.

#### d. Analisis Model Simulasi 4 Agustus 2017

Model yang terpilih dengan biaya terkecil adalah model simulasi dengan menggunakan 3 mobil. Berikut adalah tabel rute perjalanannya.

Tabel 26. Rute Perjalanan Model Simulasi 4 Agustus 2016 dengan 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-12	1-5	1-3
2. Among 2	12-4	5-1	3-2
3. Hendri	4-11		2-10
4. Ibu Suawarti	11-16		10-17
5. Cempaka Putih	16-14		17-13
6. Ligo	14-7		13-18
7. Lili Jaya	7-9		18-8
8. Minfung	9-19		8-15
9. Serdang	19-6		15-1
10. Sabar	6-1		
11. Sebelas l			
12. Daeng			
13. Sumber Alam			
14. Tk Teguh			
15. Tk Ujang			
16. Tk TG			
17. Tk Adelia			
18. Minangkabau			
19. Tk Aneka Baru			
Total Waktu Pengiriman (menit)	462	128	424
Idle Time (menit)	18	352	56
Beban masing-masing mobil	45,6%	12,6%	41,8%

Dari tabel dapat terlihat, beban masing-masing pengiriman tidak seimbang dimana bebannya adalah 45,6%, 12,6% dan 41,8%. Sehingga dilakukan simulasi kembali menggunakan 2 mobil, namun pada simulasi kali ini waktu kerja akan ditambahkan menjadi 500 menit yang sebelumnya hanya 480 menit yang menandakan pekerja harus lembur pada hari tersebut. Berikut adalah tabel rute perjalanan dengan 2 mobil.

Tabel 27. Rute Perjalanan Model Simulasi 4 Agustus 2016 dengan 2 mobil

Code	2 Mobil	
	1	2
1. Depot	1-12	1-6
2. Among 2	12-2	6-19
3. Hendri	2-10	19-9
4. Ibu Suawarti	10-17	9-7
5. Cempaka Putih	17-13	7-14
6. Ligo	13-18	14-16
7. Lili Jaya	18-8	16-11
8. Minfung	8-15	11-4
9. Serdang	15-5	4-3
10. Sabar	5-1	3-1
11. Sebelas l		
12. Daeng		
13. Sumber Alam		
14. Tk Teguh		
15. Tk Ujang		
16. Tk TG		
17. Tk Adelia		
18. Minangkabau		
19. Tk Aneka Baru		
Total Waktu Pengiriman (menit)	475	499
Idle Time (menit)	5	0
Beban masing-masing mobil	48,8%	51,2%

Dari hasil perbandingan, *idle time* menggunakan 3 mobil lebih besar daripada menggunakan 2 mobil dan beban lebih seimbang. Selain itu, total biaya pengirimannya berkurang dari Rp.

1.363.398,- jika menggunakan 3 mobil, menjadi Rp. 1.095.118,- dengan menggunakan 2 mobil. Sehingga dipilih model simulasi dengan 2 mobil.

e. Simulasi Model 5 Agustus 2016

Model yang terpilih dengan biaya terkecil adalah model simulasi dengan menggunakan 3 mobil. Berikut adalah tabel rute perjalanannya.

Tabel 28. Rute Perjalanan Model Simulasi 5 Agustus 2016 dengan 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-9	1-2	1-10
2. Bendungan Melayu	9-1	2-13	10-3
3. Ahyung		13-6	3-11
4. Dodi Jaya		6-5	11-12
5. Cempaka		5-4	12-7
6. Rawa Badak		4-14	7-8
7. HJ Nadar		14-1	8-1
8. Pasar Papanggo			
9. Kebon Bawang			
10. Malaka			
11. Pasar Belek			
12. Tk Nabila			
13. Tk Aco			
14. Tk Ali			
Total Waktu Pengiriman (menit)	106	475	442
Idle Time (menit)	374	5	38
Beban masing-masing mobil	10,4%	46,4%	43,2%

Dari tabel dapat terlihat, beban masing-masing pengiriman tidak seimbang dimana bebannya adalah 10,4%, 46,4% dan 43,2%. Sehingga dilakukan simulasi kembali menggunakan 2 mobil.

Tabel 29. Rute Perjalanan Model Simulasi 5 Agustus 2016 dengan 2 mobil

Code	2 Mobil	
	1	2
1. Depot	1-2	1-14
2. Bendungan Melayu	2-5	14-4
3. Ahyung	5-8	4-6
4. Dodi Jaya	8-7	6-13
5. Cempaka	7-12	13-9
6. Rawa Badak	12-11	9-1
7. HJ Nadar	11-3	
8. Pasar Papanggo	3-10	
9. Kebon Bawang	10-1	
10. Malaka		
11. Pasar Belek		
12. Tk Nabila		
13. Tk Aco		
14. Tk Ali		
Total Waktu Pengiriman (menit)	506	502
Idle Time (menit)	0	0
Beban masing-masing mobil	50,2%	43,8%

Dari model simulasi rute perjalanan dengan 2 mobil ini didapat waktu pengiriman masing-masing 506 menit dan 502 menit yang menunjukkan masing-masing mobil akan bekerja melebihi batas waktu bekerja, beban 50,2% dan 156,2 pada mobil 1 dan 43,8% pada mobil 2. Total biaya pengiriman untuk simulasi ini adalah Rp 1.160.656,- yang sebelumnya sebesar Rp1.367.511,-. Sehingga dipilih model simulasi dengan 2 mobil.

f. Simulasi Model 6 Agustus 2016

Model yang terpilih dengan biaya terkecil adalah model simulasi dengan menggunakan 3 mobil. Berikut adalah tabel rute perjalanannya.

Tabel 30. Rute Perjalanan Model Simulasi 6 Agustus 2016 dengan 3 mobil

Code	3 Mobil		
	1	2	3
1. Depot	1-7	1-3	1-2
2. Ibu Ayu	7-8	3-1	2-5
3. Pasar Warakas	8-1		5-6
4. Toko Diana			6-4
5. Toko Emad			4-1
6. Hidup Baru			
7. Toko Laris			
8. PD Rizki Indah			
Total Waktu Pengiriman (menit)	190	59	355
Idle Time (menit)	290	421	125
Beban masing-masing mobil	34,4%	9,8%	58,8%

Dari tabel dapat terlihat, beban masing-masing pengiriman tidak seimbang dimana bebannya adalah 34,4%, 9,8% dan 58,8%. Sehingga dilakukan simulasi kembali menggunakan 2 mobil.

Tabel 31. Rute Perjalanan Model Simulasi 6 Agustus 2016 dengan 2 mobil

Code	2 Mobil	
	1	2
1. Depot	1-8	1-2
2. Ibu Ayu	8-7	2-5
3. Pasar Warakas	7-3	5-6
4. Toko Diana	3-1	6-4
5. Toko Emad		4-1
6. Hidup Baru		
7. Toko Laris		
8. PD Rizki Indah		
Total Waktu Pengiriman (menit)	228	357
Idle Time (menit)	252	123
Beban masing-masing mobil	39%	61%

Simulasi model pengiriman dengan 2 mobil didapat waktu pengiriman sebesar 228 menit pada mobil 1 dan 357 menit pada mobil 2 sehingga waktu mengganggu yang didapat berkurang, pada mobil 1 waktu mengganggu sebesar 252 menit dan pada mobil 2 sebesar 123 menit. Beban masing-masing mobil juga memiliki perbedaan, pada mobil 1 beban yang didapat sebesar 39% dan mobil 2 beban yang didapat 61%. Total biaya pengiriman dengan metode simulasi 2 mobil ini adalah Rp 771.375,- dibandingkan yang sebelumnya dengan 3 mobil adalah sebesar Rp1.176.028,-. Sehingga dipilih model simulasi menggunakan 2 mobil.

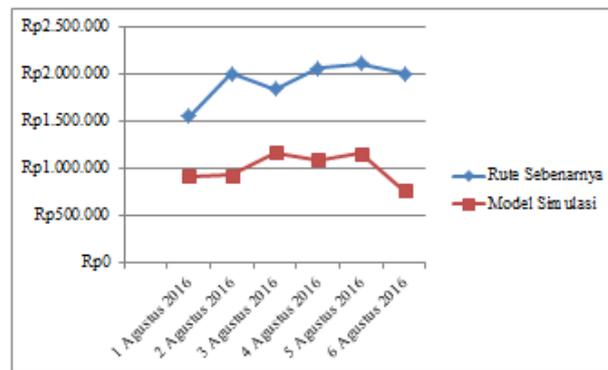
#### g. Analisa Perbandingan Biaya Pengiriman Model Simulasi dengan Rute Sebenarnya

Setelah dilakukan analisa terhadap model simulasi dari hari ke-1 hingga ke-6, maka selanjutnya dilakukan analisa perbandingan dari hasil analisa tersebut dengan rute yang sebenarnya. Tolak ukur perbandingan adalah biaya pengiriman tiap rute. Berikut adalah tabel perbandingan biaya pengiriman antara kedua perhitungan tersebut.

Tabel 32. Perbandingan Biaya Pengiriman

No.	Tanggal	Rute Sebenarnya	Jumlah Mobil	Model Simulasi	Jumlah Mobil	Presentase
1	01-Agustus-16	Rp1.554.615	5	Rp923.099	2	40,60%
2	02-Agustus-16	Rp2.001.786	5	Rp929.954	2	53,50%
3	03-Agustus-16	Rp1.838.180	5	Rp1.168.716	3	36,40%
4	04-Agustus-16	Rp2.057.540	5	Rp1.095.118	2	46,80%
5	05-Agustus-16	Rp2.104.154	5	Rp1.160.656	2	44,80%
6	06-Agustus-16	Rp2.004.985	5	Rp771.375	2	61,50%
Total Biaya		Rp11.561.260		Rp6.048.918		47,70%

Berikut adalah grafik perbandingan biaya pengiriman antara rute sebenarnya dengan model simulasi.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Biaya Pengiriman

Untuk pemilihan model rute perjalanan yang telah di simulasikan memiliki beberapa kategori dalam pemilihan yaitu:

1. Beban masing-masing mobil yang ideal
  2. *Idle Time* terkecil
  3. Waktu total pengiriman terkecil
  4. Biaya pengiriman yang telah dihitung memiliki biaya terkecil
- h. Analisa Perbandingan Waktu Total Pengiriman Model Simulasi dengan Rute Sebenarnya

Berikut adalah contoh perbandingan waktu total pengiriman dari model simulasi dengan rute sebenarnya untuk simulasi tanggal 1 Agustus 2016.

Tabel 33. Perbandingan Rute Pengiriman dan Waktu Total pada Tanggal 1 Agustus 2016

Code	Rute Sebenarnya					Model Simulasi	
	1	2	3	4	5	1	2
1. Depot	1-18	1-5	1-8	1-6	1-3	1-15	1-13
2. Aden	18-4	5-13	8-7	6-9	3-11	15-12	13-5
3. Bangka Makmur	4-10	13-14	7-15	9-16	11-17	12-11	5-7
4. Bu Eni	10-7	14-2	15-12	16-13	17-15	11-6	7-14
5. Dua Saudara 2	7-1	2-1	12-1	13-1	15-1	6-18	14-4
6. Dua Saudara 3						18-10	4-8
7. Kaliabang						10-17	8-1
8. Holland Bakery						17-9	
9. Ibu Evi						9-2	
10. Ikhwan						2-16	
11. Karunia Jaya						16-3	
12. Kencana Plastik						3-1	
13. Pasar Seroja							
14. Norma							
15. Pasar Sumber Rata							
16. Putri Embun							
17. Romie							
18. Setia Jaya							
Total Waktu Pengiriman (menit)	245	215	285	240	210	474	233

Dari keenam simulasi, didapatkan hasil model simulasi memberikan total waktu pengiriman yang lebih pendek dibandingkan rute sebenarnya.

Berikut adalah tabel presentase penurunan waktu total pengiriman.

Tabel 34. Persentase Penurunan Waktu Total Pengiriman

No.	Tanggal	Rute Sebenarnya (Menit)	Model Simulasi (Menit)	Persentase
1	01-Agustus-16	1195	707	40,90%
2	02-Agustus-16	1098	722	34,20%
3	03-Agustus-16	740	588	20,50%
4	04-Agustus-16	1220	974	20,10%
5	05-Agustus-16	1322	1008	23,70%
6	06-Agustus-16	1105	520	53%

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data historis dengan analisis yang sudah dilakukan dapat dihasilkan beberapa kesimpulan bahwa PT Kartika Distrindo dapat menggunakan rute perjalanan yang telah disimulasikan dengan menggunakan *software* AIMMS, hal tersebut dikarenakan total biaya pengiriman selama 6 hari kerja mengalami penurunan dari Rp.11.561.260,- menjadi Rp.6.048.918,- atau sebesar 47,7%.

Biaya pengiriman terdiri dari biaya bahan bakar, gaji supir dan pegawai, dan juga biaya uang lembur untuk pegawai jika waktu kerja pegawai melebihi batas waktu kerja yaitu 480 menit/hari. Selain itu terdapat juga penurunan masing-masing waktu total pengiriman selama 6 hari kerja tersebut, pada hari pertama penurunan sebesar 488 menit dari 1.195 menit menjadi 707 menit atau sebesar 40,9%, pada hari kedua penurunan sebesar 376 menit dari 1.098 menit menjadi 722 menit atau sebesar 34,2%, pada hari ketiga penurunan sebesar 152 menit dari 740 menit menjadi 588 menit atau sebesar 20,5%, pada hari keempat penurunan sebesar 246 menit dari 1.220 menit menjadi 974 menit atau sebesar 20,1%, pada hari kelima penurunan sebesar 314 menit dari 1.322 menit mejadi 1.008 menit atau sebesar 23,7%, pada hari keenam penurunan sebesar 585 menit dari 1.105 menit menjadi 520 menit atau sebesar 53%.

Penurunan biaya pengiriman dan juga waktu total pengiriman ini disebabkan jumlah mobil yang digunakan pada tiap pengiriman berkurang dari 5 mobil menjadi 2 mobil, namun pada tanggal 3 Agustus 2016 jumlah mobil berkurang menjadi 3 mobil saja. PT Kartika Distrindo dapat menjadikan penurunan biaya pengiriman dan juga penurunan waktu total pengiriman menjadi tolak ukur untuk menggunakan rute perjalanan yang sudah disimulasikan dengan menggunakan *software* AIMMS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chopra, Sunil, dan Peter Meindl. *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation*. 6th. Harlow: Pearson Education Limited, 2016.
- [2] Kotler, Phillip, dan Gary Armstrong. *Principles of Marketing 16th edition*. 16th. Disunting oleh Stephanie Wall. Harlow: Pearson Education Limited, 2016.
- [3] Azi, Nabila, Michel Gendreau, and Jean-Yves Potvin. "An exact algorithm for a single-vehicle routing problem." *European Journal of Operational Research*, 2007: 755-766.
- [4] Kumar, Suresh Nanda, dan Ramasamy Paneerselvam. "A Survey on the Vehicle Routing Problem and." *Intelligent Information Management*, 2012: 66-74.
- [5] Lamdjaya, Timotius Aditya. "Simulasi Distribusi Produk PT Anugrah Citra Boga Dengan Menggunakan Metode Capacitated Vehicle Routing Problem." *Practical Work*, Tangerang, 2016.
- [6] Laporte, Gilbert. "The Vehicle Routing Problem: An overview." *European Journal of Operational Research*, 1992: 345-358.

- 
- [7] Lauras, Matthieu, Jorge Vargas, Lionel Dupont, dan Aurelie Charles. "A Location-Allocation Model for More Consistent Humanitarian Supply Chains." *Information System for Crisis Response and Management*, 2014: 12.
- [8] Nallusamy, R., K. Duraiswamy, R. Dhanalaksmi, dan P. Parthiban. "Optimization of Mutiple Vehicle Routing Problem Using Aproximation Algorithms." 1 (2009): 129-135.
- [9] Slamet, Alim Setiawan, Hariman Hidayat Siregar, and Azis Kustiyo. "Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Algoritma Genetika Pada Pendistribusian Sayuran Dataran Tinggi." *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 2014: 1-10.
- [10] Yeun, Liong Choong; Ismail, Wan Rosmanira; Omar, Khairuddin; Zirour, Mourad;. "VEHICLE ROUTING PROBLEM: MODELS AND SOLUTIONS." *Journal of Quality Measurement and Analysis* 4 (2008): 205-218.
- [11] Golden, Bruce, Raghavan S., dan Edward Wasil. *The Vehicle Routing Problem*. New York: Springer, 2008.
- [12] Juan, Angel A., Javier Faulin, Ruben Ruiz, Barry Barrios, dan Santi Caballe. "The SR-GCWS hybrid algorithm for solving the." t.thn.: 1-19.
- [13] Venkatesan, S. R., D. Logendran, dan D. Chandramohan. "OPTIMIZATION OF CAPACITATED VEHICLE ROUTING ROUTING PROBLEM PSO." *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2011: 7469-7477.
- [14] Pereira, Fransisco Baptista, dan Jorge Tavares. *Bio-inspired Alghorithms for the Vehicle Routing Problem*. Coimbra: Springer, 2009.
- [15] Toro O., Eliana M., Antonio H. Escobar Z., dan Mauricio Granada E. "Literature review on the vehicle routing problem in the green transportation context." *Luna Azul*, 2016: 362-387