

# ***One Vehicle Routing Problem* sebagai Solusi Terbaik untuk Rencana Ekspansi *Hangout Catering Company* dengan *Software Lingo***

Mohammad Riski Borman<sup>1</sup>, Mirani Oktavia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Industrial Engineering, Universitas Indraprasta PGRI, Indonesia

---

## **Article Info**

### **Article history:**

Received Sep 13, 2020

Revised Jan 13, 2021

Accepted Jan 15, 2021

---

### **Keywords:**

Hangout catering company

Vehicle routing problem

Company expansion

---

## **ABSTRAK**

Setiap perusahaan yang memiliki keinginan untuk melakukan ekspansi pasar merupakan indikasi memiliki keinginan untuk terus maju dan berkembang serta sebagai bukti memiliki prospek usaha yang baik di masa mendatang. Banyak hal yang dapat dilakukan dalam upaya ekspansi perusahaan, termasuk memperluas wilayah pemasaran produk. Perluasan area pemasaran produk akan membuat perusahaan menghadapi kendala dalam menentukan rute pengiriman produk sehingga menjangkau seluruh pelanggan dengan jarak tempuh terpendek. Hangout Catering berencana untuk memperluas pemasarannya, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji rute-rute yang harus ditempuh perusahaan untuk mendapatkan rute terbaik untuk menjangkau sepuluh tempat yang menjadi target ekspansi dengan tiga skenario operasi berdasarkan jumlah kendaraan operasional yang dimiliki. Solusi dalam memecahkan masalah menggunakan metode program statis (*routing*) dari keilmuan Riset Operasi (RO) bantuan perangkat lunak Lingo. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran tentang manajemen operasional perusahaan agar dapat mengambil keputusan yang tepat mengenai rute pengiriman produk dengan jarak tempuh yang minim.

---

## **ABSTRACT**

*Every company that has a plan to expand its market can be indicated as the company that has good business prospects in the future. The expansion of the marketing area will also make the company face the problem, such as, determining the shortest route to deliver the product to the customers. This is exactly what the Hangout Catering facing now. The purpose of this study is to examine the shortest routes that the company have to take in order to decide the best touring scenarios to reach the ten places with three operating scenarios based on the number of vehicles used. The solution to this problem is obtained by using static program (*routing*) from the operation research study with the help of Lingo software. This research is expected to provide an overview of the company's operational management in order to make the right decisions of product delivery routes with the minimum mileage.*

Copyright © 2020 Universitas Indraprasta PGRI.  
All rights reserved.

---

## **Corresponding Author:**

Mohammad Riski Borman, Mirani Oktavia

Department of Industrial Engineering

Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Raya Tengah Kelurahan Gedong Pasar Rebo Jakarta Timur 13760.

Email: [mohriskiborman1@gmail.com](mailto:mohriskiborman1@gmail.com), [miranioktavia1510@gmail.com](mailto:miranioktavia1510@gmail.com)

---

## **1. PENDAHULUAN**

Salah satu indikasi sebuah perusahaan memiliki prospek untuk terus berkembang adalah adanya perencanaan perluasan daerah pemasaran produk atau dapat kita sebut dengan istilah ekspansi perusahaan. Sehingga diharapkan ekspansi ini dapat menjadi peluang diperolehnya keuntungan bagi perusahaan lebih

baik lagi dan menjadikan perusahaan memiliki jangkauan yang lebih luas serta dapat memberi manfaat yang jauh lebih banyak pada berbagai pihak. Ekspansi adalah perluasan usaha baik perluasan modal kerja saja, atau modal kerja dan modal tetap yang digunakan secara tetap dan terus menerus dalam perusahaan [1]. Salah satu motif ekspansi adalah didasarkan pada pertimbangan untuk memperbesar atau menstabilisir laba yang diperoleh.

Berdasarkan hasil testimoni dari pelanggan *Hangout Catering Company*, tim peneliti memperoleh gambaran tentang penilaian terhadap perusahaan *catering* tersebut yaitu selain makanannya dikenal memiliki cita rasa yang enak di lidah, masakan-masakan yang disajikan pun memiliki penampilan menarik, gizi sempurna, dan perpaduan bumbu yang menggugah selera hingga membuat para pelanggan ketagihan. Selain itu, pelanggan menilai perusahaan ini selalu berkomitmen memberikan yang terbaik untuk memenuhi permintaan serta memberi rasa kepuasan terhadap pelanggan. Seluruh olahan menu makanannya dimasak dengan kualitas mumpuni dan harga yang terjangkau. Pelanggan juga dapat memilih menu sesuai budaya perusahaan dan diproduksi langsung oleh *Chef* berpengalaman lebih dari 10 tahun di bidang kuliner.

Atas dasar apresiasi dan penerimaan yang sangat baik dari pelanggan setia *Hangout Catering Company*, hingga akhirnya perusahaan berniat untuk melakukan perluasan daerah pemasaran produk-produknya ke berbagai lokasi yang diperkirakan memiliki prospek adanya kerjasama bisnis yang saling menguntungkan dan berkelanjutan. Rencana ekspansi ini dipastikan akan berpengaruh juga terhadap manajemen operasional perusahaan terutama penentuan rute pengiriman produk ke berbagai lokasi daerah pemasaran.

Manajemen distribusi terutama dalam hal pengiriman produk *catering* agar sampai tepat waktu dan dengan jarak minimum menjadi permasalahan yang ingin dicapai oleh *Hangout*. Distribusi merupakan sebuah aktivitas yang dianggap sangat penting didalam sebuah perusahaan [2]. Pengaplikasian model transshipment pada transportasi seringkali dijumpai dalam dunia bisnis, entah untuk konsolidasi ataupun membagi produk menjadi beberapa bagian sampai akhirnya dikirim ke tujuan [3]. Solusi dari permasalahan tersebut dapat diperoleh dengan bantuan hitungan komputasi yang dalam penelitian ini menggunakan *software* Lingo sehingga diharapkan dapat diperoleh hasil yang lebih akurat dan valid. Lingo merupakan contoh generator matriks yang canggih. Lingo adalah bahasa pemodelan pengoptimalan yang memungkinkan pengguna membuat banyak (mungkin ribuan) batasan atau istilah fungsi tujuan dengan mengetik satu baris. Lebih lanjut, Lingo merupakan *software* sederhana yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi linear dan non-linear yang digunakan untuk menghitung banyak masalah dengan singkat, memecahkannya, dan menganalisa masalahnya, salah satunya adalah pemecahan masalah penentuan *touring* atau jarak tempuh terbaik [6]. Oleh karena itu, *software* ini dapat membantu membuat keputusan yang tepat untuk menentukan jarak tempuh yang paling optimal terkait pengiriman produk ke beberapa titik tujuan untuk kepentingan ekspansi pemasaran perusahaan.

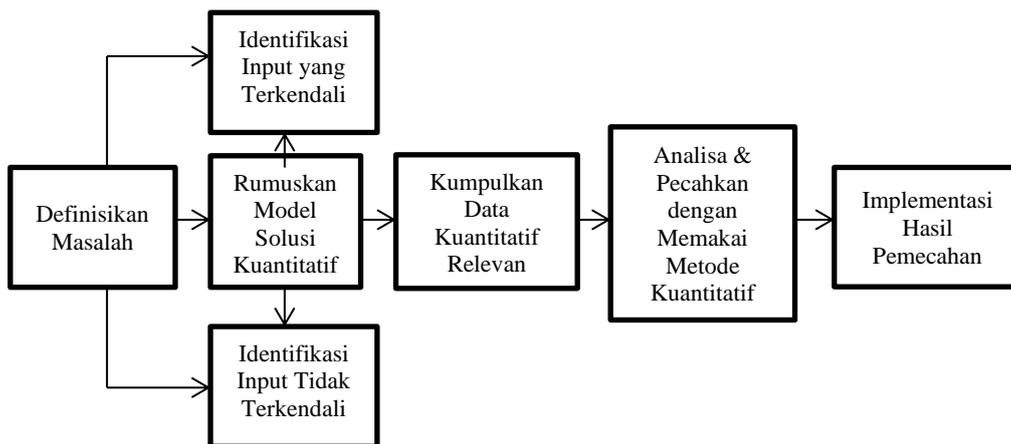
Konsep pemikiran ini akan diimplementasikan pada *Hangout Catering Company*. Perusahaan ini telah berdiri sejak tahun 2017 yang berlokasi di daerah Depok yang bergerak dibidang *catering* makanan (Nasi dan Snack Box maupun Prasmanan) dan makanan rumahan yang memiliki fokus pemasaran ke kantor, *event organiser*, dan pabrik untuk makan harian karyawan. Pada penelitian ini peneliti khususnya untuk memecahkan masalah rute pengiriman produk untuk rencana perluasan daerah pemasaran tersebut.

Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan mampu memberi gambaran manajemen operasional perusahaan ketika melakukan ekspansi agar membuat keputusan yang tepat dengan rute pengiriman produk dengan jarak tempuh paling minimum.

## 2. METODE

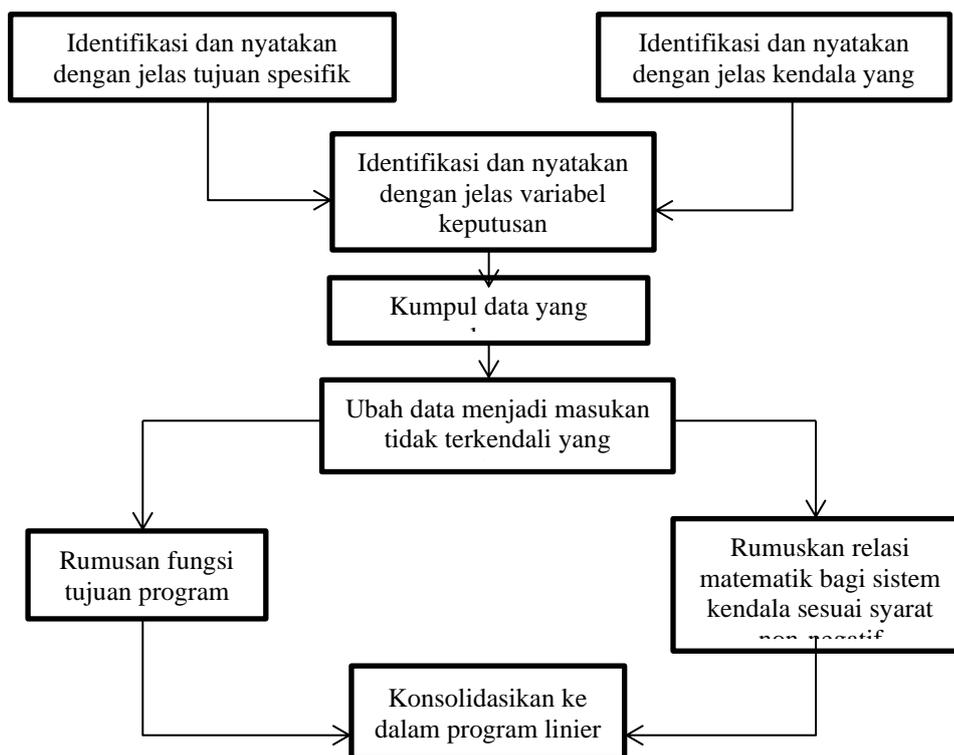
*Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah suatu bentuk permasalahan rute yang melibatkan kendaraan untuk mendistribusikan barang ke pelanggan dengan, tujuannya untuk meminimasi total jarak, minimasi penggunaan kendaraan dan waktu pendistribusian secara keseluruhan. Lebih lanjut, klasifikasi VRP bergantung pada tujuan dan pembatas yang digunakan, pembatas yang digunakan adalah waktu dan jarak sedangkan tujuan dari VRP sendiri yaitu meminimasi biaya, waktu dan jarak [4].

Masalah penentuan rute pengiriman barang ini dapat diselesaikan dengan analisa menggunakan konsep optimasi dari keilmuan riset operasi. Riset operasi (sering disebut sebagai ilmu manajemen) hanyalah pendekatan ilmiah untuk pengambilan keputusan yang berusaha merancang dan mengoperasikan sistem terbaik, biasanya dalam kondisi yang memerlukan alokasi sumber daya yang langka [5]. Makna *operations* dengan proses pengubahan (*transformation process*) dan diartikan sebagai fungsi atau sistem yang melakukan kegiatan proses pengolahan masukan menjadi keluaran dengan nilai tambah yang lebih besar [6]. Pada dasarnya, kata operasi dapat didefinisikan sebagai tindakan-tindakan yang diterapkan pada beberapa masalah atau hipotesis. Sedangkan riset dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang terorganisir dalam usaha mencari kebenaran atas suatu masalah atau hipotesa. Secara khusus, pemecahan dengan menggunakan metode Riset Operasi (RO) dapat dilihat pada kerangka proses berikut [7]:



**Gambar 1** Kerangka proses pemecahan masalah dengan metode Riset Operasi

Kerangka pemecahan masalah dengan metode riset operasi di atas memberikan gambaran mengenai proses pemecahan masalah khususnya program linier dan dalam kasus ini terkait pengaplikasian untuk keperluan usaha atau bisnis. Dalam dunia bisnis, program linier dipakai untuk memecahkan kasus produksi, pemasaran, dan pendayagunaan personal [8].



**Gambar 2** Kerangka Model Program Linier [7]

Setelah mengubah masalah penentuan rute terpendek dari keadaan yang sesungguhnya ke bentuk model program linier. Selanjutnya dapat dicari solusinya menggunakan bantuan *software* Lingo seperti yang telah dijelaskan di atas.

### 2.1. Langkah – langkah atau cara penggunaan *software* Lingo dalam menentukan jarak

1. Setelah membuka *software* Lingo, kemudian klik tombol New untuk membuat halaman baru
2. Buat model yang akan digunakan. Buatlah sets terlebih dahulu untuk mendefinisikan variabel yang akan dicantumkan dalam model

3. Masukkan data yang digunakan, dalam kasus penelitian ini menggunakan jarak (*touring*).
4. Masukkan fungsi objektif atau fungsi tujuan
5. Masukkan fungsi batasan.  
Contoh batasan – batasan:
  - Setiap kendaraan akan berangkat dari *Home* (tempat asal) dan seluruh kendaraan akan digunakan untuk melayani pelanggan,
  - Kendaraan yang digunakan harus kembali ke *Home*,
  - Tidak ada perjalanan ke node yang sama,
  - Dan seterusnya...
6. Klik tombol solve pada bar (gambar lingkaran merah) yang bertujuan untuk mengecek apakah terdapat kesalahan dalam penulisan model
7. Kemudian diperoleh *output* dari program *software* Lingo

Adapun hal-hal lain yang perlu diperhatikan dalam pembuatan model di Lingo adalah sebagai berikut [9]:

1. Untuk comment dalam model diinisiasi dengan tanda seru (!) dan akan berwarna hijau.
2. Lingo menetapkan teks operator dan functions muncul dengan warna biru. Tulisan lainnya akan dimunculkan dengan warna hitam.
3. Setiap statement di Lingo harus diakhiri dengan semi-colon (;)
4. Nama variabel harus diawali dengan huruf (A-Z) dan karakter selanjutnya dapat berupa huruf, angka (0-9), atau underscore (\_). Panjang dari nama variabel dapat mencapai hingga 32 karakter

## 2.2 Posisi Penelitian

Posisi penelitian ini dibandingkan dengan penelitian – penelitian terdahulu sebagai berikut:

Tabel 1. Posisi penelitian

No.	Penulis, Tahun, dan Judul	Pengaplikasian			Metode dan Tools	
		Membahas tentang Rute atau Transportasi?	Terdapat <i>Multi</i> / banyak pilihan rute?	Mencari Rute Terbaik / Minimum?		<i>Software</i> Lingo?
1.	Fitria Noor Aida dan Winda Rahmanda (2020)  Analisis Biaya Transportasi Distribusi Pupuk Menggunakan <i>Software</i> Lingo	Tidak  (Membahas Biaya)	Iya	Iya	Iya	<i>Vogel Approximation Method</i> (VAM) dan <i>Software</i> Lingo
2.	Lusi Mustika Safari, Muhamad Syafi'i Ceffi, dan Muliadi Suprpto (2020)  Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode <i>North West Corner</i> (NWC) dan <i>Software</i> Lingo	Tidak  (Membahas Biaya)	Iya	Iya	Iya	<i>North West Corner</i> (NWC) dan <i>Software</i> Lingo
3.	Niken Septiani Kurnia, Dimas Septiawan, dan Nitta Fitria Anggraeni (2020)  Analisis Masalah Transshipments Menggunakan <i>Software</i> Lingo di PT. SBT	Tidak  (Membahas Biaya)	Iya	Iya	Iya	<i>Vogel Approximation Method</i> (VAM) dan <i>Software</i> Lingo
4.	Mohammad Riski	Iya	Iya	Iya	Iya	Program Statis

*One Vehicle Routing Problem sebagai Solusi Terbaik untuk ( Mohammad Riski Borman )*

Borman dan Mirani  
Oktavia (2021)

dan *Software*  
Lingo

*One Vehicle Routing*  
*Problem* sebagai Solusi  
Terbaik untuk Rencana  
Ekspansi *Hangout*  
*Catering Company*  
dengan *Software* Lingo

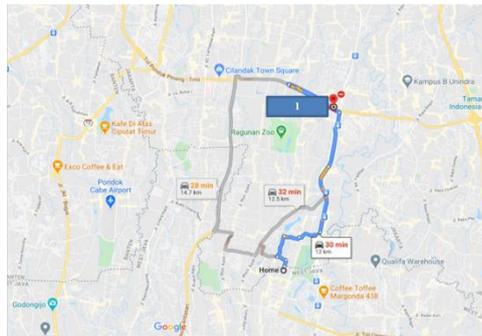
Tabel posisi penelitian di atas membuktikan bahwa beberapa penelitian terakhir dengan tema terkait transportasi dan menggunakan *software* Lingo lebih mengarah kepada membahas biaya yang paling minim dari beberapa atau *multi* rute yang dibahas. Oleh karena itu, penelitian ini yang menggabungkan keilmuan Riset Operasi (RO) dengan metode Program Statis dengan tujuan mencari rute terbaik atau yang paling minim dari beberapa pilihan rute yang ada. Kemudian, menggunakan *software* Lingo sangat layak untuk diteliti dan berguna untuk menambah referensi dan keilmuan yang ada.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

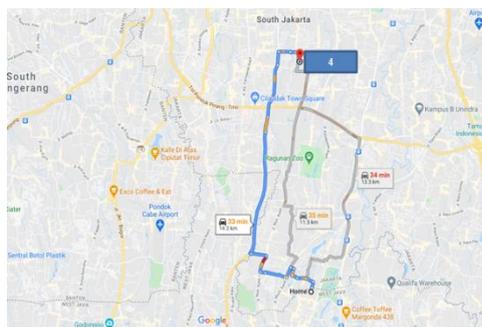
Berikut diberikan informasi mengenai beberapa lokasi yang akan dijadikan target perluasan wilayah jangkauan pemasaran produk.

#### 3.1 Wilayah – wilayah yang dikonsiderasikan pada penelitian

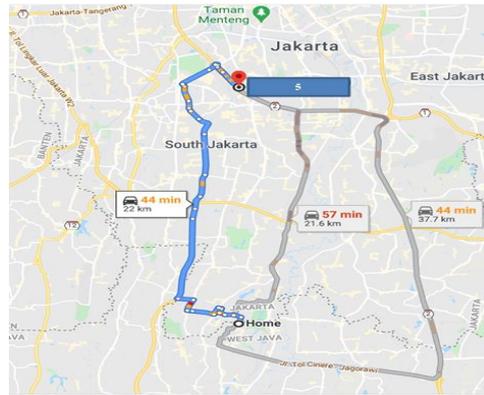
##### 3.1.1 Wilayah-wilayah di bagian utara perusahaan



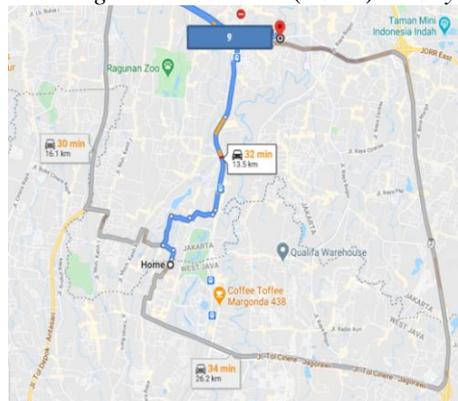
**Gambar 3** Touring dari Perusahaan (*Home*) ke *City* (Tujuan) 1



**Gambar 4** Touring dari Perusahaan (*Home*) ke *City* (Tujuan) 4

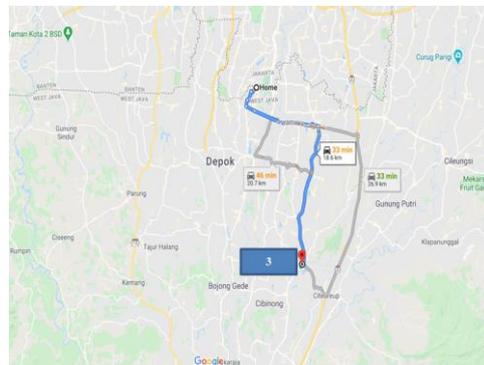


**Gambar 5** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 5



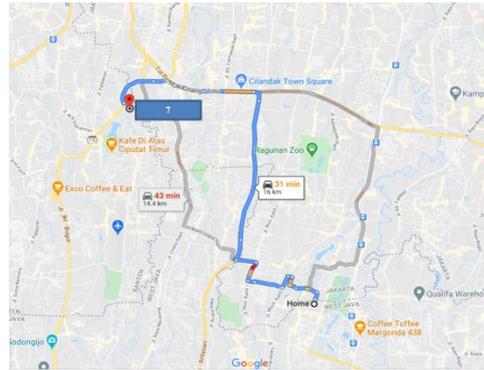
**Gambar 6** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 9

3.1.2 Wilayah-wilayah di bagian selatan perusahaan

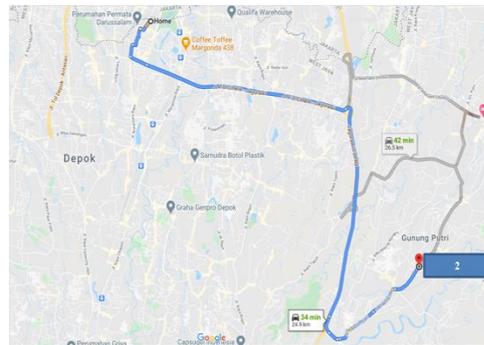


**Gambar 7** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 3

3.1.3 Wilayah-wilayah di bagian barat perusahaan



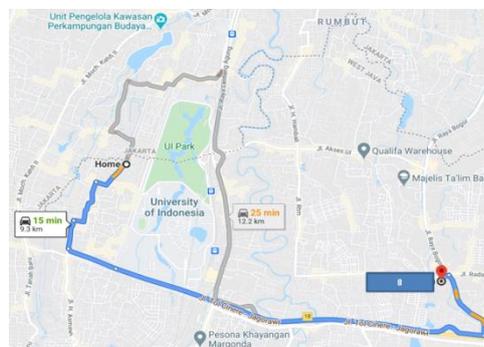
**Gambar 8** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 7 Wilayah-wilayah di bagian timur perusahaan



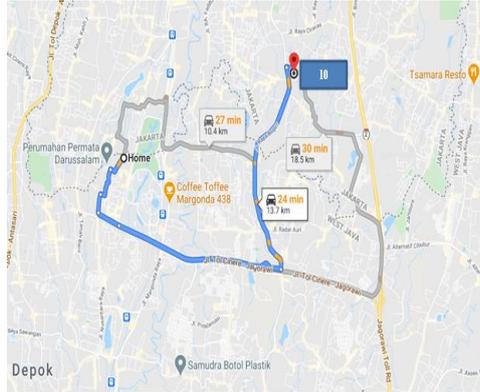
**Gambar 9** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 2



**Gambar 10** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 6



**Gambar 11** Touring dari Perusahaan (Home) ke City (Tujuan) 8



**Gambar 12** Touring dari Perusahaan (*Home*) ke *City* (Tujuan) 10

Untuk mengetahui rute perjalanan dari perusahaan sebagai titik awal keberangkatan ke setiap kota yang akan dijadikan sebagai target pemasaran produk, maka diperlukan informasi mengenai jarak tempuh antar lokasi pendistribusian. Berikut diberikan data mengenai jarak tempuh tersebut.

Tabel 2. Jarak tempuh dari perusahaan (*Home*) ke Tujuan (*City*) target ekspansi

	<i>Home</i>	<i>City 1</i>	<i>City 2</i>	<i>City 3</i>	<i>City 4</i>	<i>City 5</i>	<i>City 6</i>	<i>City 7</i>	<i>City 8</i>	<i>City 9</i>	<i>City 10</i>
<i>Home</i>	0	12	24,9	18,6	13,3	37,7	6,1	16	9,3	13,5	13,7
<i>City 1</i>	12	0	32	33	3,9	8,5	14	8,3	23	4,6	11
<i>City 2</i>	24,9	32	0	19	33	39	26	38	19	27	21
<i>City 3</i>	18,6	33	19	0	27	34	14	32	6,7	17	4,7
<i>City 4</i>	13,3	3,9	33	27	0	9,1	17	9,1	25	7	28
<i>City 5</i>	37,7	8,5	39	34	9,1	0	29	16	29	12	32
<i>City 6</i>	6,1	14	26	14	17	29	0	18	11	14	14
<i>City 7</i>	16	8,3	38	32	9,1	16	18	0	34	16	37
<i>City 8</i>	9,3	23	19	6,7	25	29	11	34	0	21	7,1
<i>City 9</i>	13,5	4,6	27	17	7	12	14	16	21	0	16
<i>City 10</i>	13,7	11	21	4,7	28	32	14	37	7,1	16	0

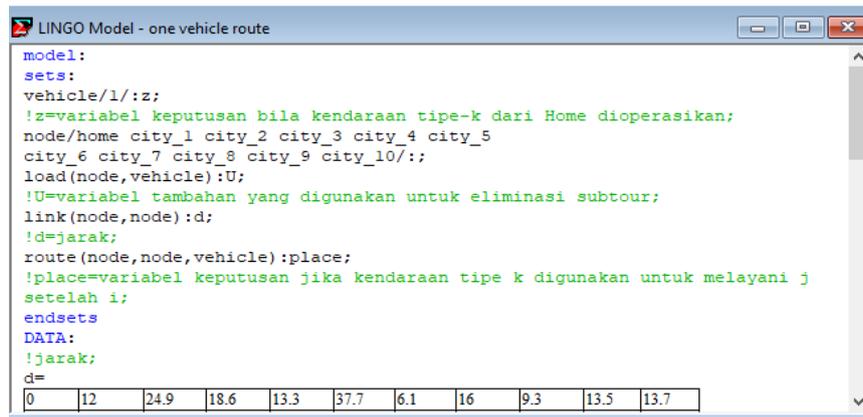
Dalam menginformasikan lokasi peta yang ditunjukkan pada Gambar 3 sampai Gambar 12 dan Tabel 2 penulis menyajikannya dalam bentuk penginisialan angka dan frasa kata. Berikut diberikan keterangan atas inisial tersebut.

Tabel 3. Keterangan lokasi inisial pada Gambar 3 sampai Gambar 12 dan Tabel 1

Notasi	Tempat	Lokasi
<i>Home</i>	<i>Home</i>	Jalan Juragan Sinda 1, RT/RW 02/01, Kel. Kukusan, Kec. Beji, Kota Depok, Jawa Barat
1	<i>City 1</i>	Jl. TB Simatupang, Kec. Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12520
2	<i>City 2</i>	Jl. Mercedes Benz, Cicadas, Kecamatan Gn. Putri, Bogor, Jawa Barat 16964
3	<i>City 3</i>	Jl. Raya Jakarta-Bogor, Cibinong, Bogor, West Java 16916
4	<i>City 4</i>	Jl. Kemang Selatan, Cilandak, Kec. Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12560
5	<i>City 5</i>	Jl. Gatot Subroto Kuningan, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12930
6	<i>City 6</i>	Jl. Prof. DR. Mahar Mardjono, Pondok Cina, Beji, Depok City, West Java 16424
7	<i>City 7</i>	Jl. K.H. Ahmad Dahlan, East Ciputat, South Tangerang City, Banten 15419
8	<i>City 8</i>	Jalan Cimanggis, Cisalak, Sukmajaya, Depok City, West Java 16416
9	<i>City 9</i>	Jl. Nangka Raya, Jagakarsa, South Jakarta City, Jakarta 12530
10	<i>City 10</i>	Jl. Raya Bogor, Pekayon, Pasar Rebo, East Jakarta City, Jakarta

Solusi dari permasalahan penentuan rute *touring* untuk pengiriman produk diperoleh dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Lingo dengan menggunakan tiga skenario alternatif berdasarkan banyaknya moda transportasi yang digunakan. Skenario ini dibuat untuk memberikan informasi kepada perusahaan mengenai rute turing dari setiap kendaraan yang beroperasi dan jarak yang akan ditempuh untuk setiap turing yang ada. Berikut diberikan informasi, uraian dan hasil dari setiap skenario.

### 3.2 Skenario satu kendaraan



```

model:
sets:
vehicle/1/:z;
!z=variabel keputusan bila kendaraan tipe-k dari Home dioperasikan;
node/home city_1 city_2 city_3 city_4 city_5
city_6 city_7 city_8 city_9 city_10/;;
load(node,vehicle):U;
!U=variabel tambahan yang digunakan untuk eliminasi subtour;
link(node,node):d;
!d=jarak;
route(node,node,vehicle):place;
!place=variabel keputusan jika kendaraan tipe k digunakan untuk melayani j
setelah i;
endsets
DATA:
!jarak;
d=


|   |    |      |      |      |      |     |    |     |      |      |
|---|----|------|------|------|------|-----|----|-----|------|------|
| 0 | 12 | 24.9 | 18.6 | 13.3 | 37.7 | 6.1 | 16 | 9.3 | 13.5 | 13.7 |
|---|----|------|------|------|------|-----|----|-----|------|------|


```

Gambar 13 Demo input pada program Lingo untuk satu kendaraan

Sintak program keseluruhan

```

model:
sets:
vehicle/1/:z;
!z=variabel keputusan bila kendaraan tipe-k dari Home dioperasikan;
node/home city_1 city_2 city_3 city_4 city_5
city_6 city_7 city_8 city_9 city_10/;;
load(node,vehicle):U;
!U=variabel tambahan yang digunakan untuk eliminasi subtour;
link(node,node):d;
!d=jarak;
route(node,node,vehicle):place;
!place=variabel keputusan jika kendaraan tipe k digunakan untuk melayani j
setelah i;
endsets
DATA:
!jarak;
d=


|      |     |      |      |      |      |     |     |     |      |      |
|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| 0    | 12  | 24.9 | 18.6 | 13.3 | 37.7 | 6.1 | 16  | 9.3 | 13.5 | 13.7 |
| 12   | 0   | 32   | 33   | 3.9  | 8.5  | 14  | 8.3 | 23  | 4.6  | 11   |
| 24.9 | 32  | 0    | 19   | 33   | 39   | 26  | 38  | 19  | 27   | 21   |
| 18.6 | 33  | 19   | 0    | 27   | 34   | 14  | 32  | 6.7 | 17   | 4.7  |
| 13.3 | 3.9 | 33   | 27   | 0    | 9.4  | 17  | 9.1 | 25  | 7    | 28   |
| 37.7 | 8.5 | 39   | 34   | 9.4  | 0    | 29  | 16  | 29  | 12   | 32   |
| 6.1  | 14  | 26   | 14   | 17   | 29   | 0   | 18  | 11  | 14   | 14   |
| 16   | 8.3 | 38   | 32   | 9.1  | 16   | 18  | 0   | 34  | 16   | 37   |
| 9.3  | 23  | 19   | 6.7  | 25   | 29   | 11  | 34  | 0   | 21   | 7.1  |
| 13.5 | 4.6 | 27   | 17   | 7    | 12   | 14  | 16  | 21  | 0    | 16   |
| 13.7 | 11  | 21   | 4.7  | 28   | 32   | 14  | 37  | 7.1 | 16   | 0    |


;
ENDDATA
N=@size(node);

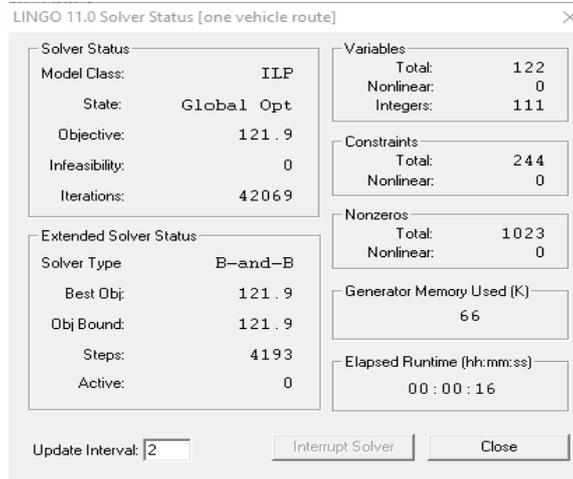
```

```

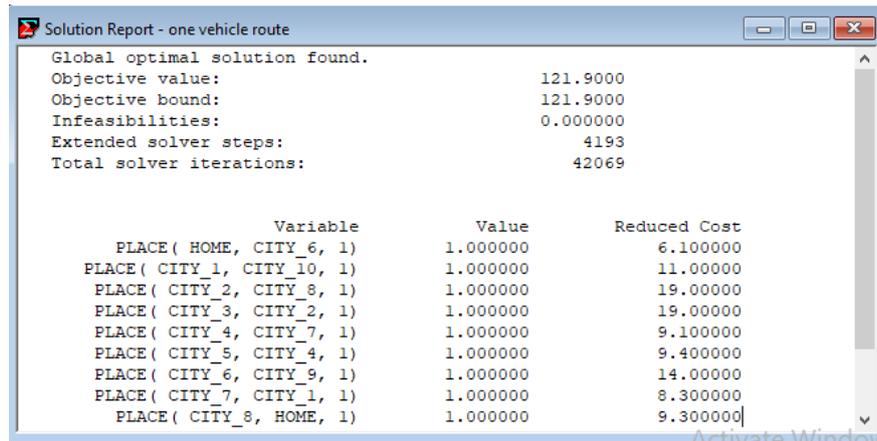
!fungsi objektif;
min=@sum(vehicle(k):@sum(node(i):@sum(node(
j)|#NE#j:d(i,j)*place(i,j,k))));
!kendala-kendala;
!Setiap kendaraan akan berangkat dari Home dan seluruh kendaraan akan
digunakan untuk melayani pelanggan;
@for(vehicle(k): @sum(node(j)|j#GE#2:place(1,j,k))=z(k));

!kendaraan yang digunakan harus kembali ke Home;
@for(vehicle(k): @sum(node(i)|i#GE#2:place(i,1,k))=z(k));
!setiap pelanggan tepat dikunjungi sekali oleh satu kendaraan;
@for(node(j)|j#GE#2: @sum(vehicle(k):@sum(node(i)|j#NE#i:place(i,j,k)))=1);
@for(node(i)|i#GE#2: @sum(vehicle(k):@sum(node(j)|j#NE#i:place(i,j,k)))=1);
!kekontinuan rute;
@for(vehicle(k): @for(node(p)|p#GE#2: @sum(node(i)|p#NE#i:place(i,p,k)) -
@sum(node(j)|p#NE#j:place(p,j,k))=0));
!tidak ada pelanggan yang di kunjungi oleh kendaraan yang tidak digunakan;
@for(vehicle(k): @for(node(i): @for(node(j)|i#NE#j:place(i,j,k)<=z(k))));
!tidak ada perjalanan ke node yang sama;
@for(vehicle(k): @for(node(i):place(i,i,k)=0));
!place(i,j,k) dan z(k) adalah biner;
@for(node(i): @for(node(j)|j#NE#i: @for(vehicle(k): @bin(place(i,j,k))));
@for(vehicle(k): @bin(z(k)));
!eliminasi subtour;
@for(vehicle(k): @for(node(i): @for(node(j)|(j#GE#2)#AND#(i#GE#2):U(i,k) -
U(j,k)+N*place(i,j,k)<=N-1));
!Diaktifkan lebih dari satu kendaraan hingga maksimal kendaraan yang ada;
@for(vehicle(k): z(k)>=1);
    
```

Berikut diperoleh *output* dari program untuk scenario satu kendaraan:



**Gambar 14** Status penyelesaian di program Lingo untuk satu kendaraan



Gambar 15 Laporan penyelesaian di program Lingo untuk satu kendaraan

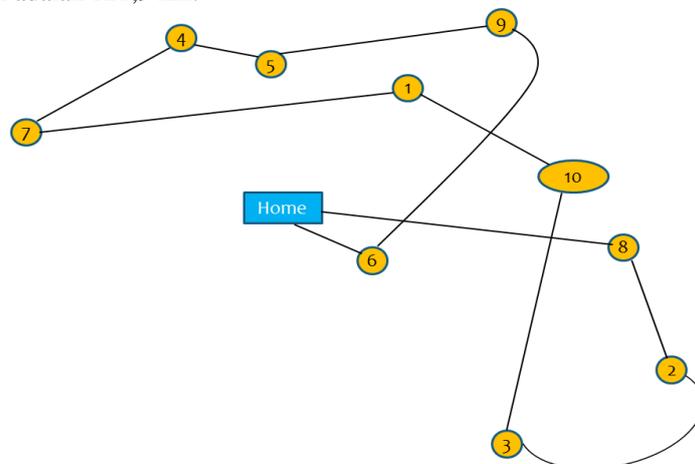
Penyelesaian keseluruhan

Global optimal solution found.  
 Objective value: 121.9000  
 Objective bound: 121.9000  
 Infeasibilities: 0.000000  
 Extended solver steps: 4193  
 Total solver iterations: 42069

Variable	Value	Reduced Cost
PLACE( HOME, CITY_6, 1)	1.000000	6.100000
PLACE( CITY_1, CITY_10, 1)	1.000000	11.000000
PLACE( CITY_2, CITY_8, 1)	1.000000	19.000000
PLACE( CITY_3, CITY_2, 1)	1.000000	19.000000
PLACE( CITY_4, CITY_7, 1)	1.000000	9.100000
PLACE( CITY_5, CITY_4, 1)	1.000000	9.400000
PLACE( CITY_6, CITY_9, 1)	1.000000	14.000000
PLACE( CITY_7, CITY_1, 1)	1.000000	8.300000
PLACE( CITY_8, HOME, 1)	1.000000	9.300000
PLACE( CITY_9, CITY_5, 1)	1.000000	12.000000
PLACE( CITY_10, CITY_3, 1)	1.000000	4.700000

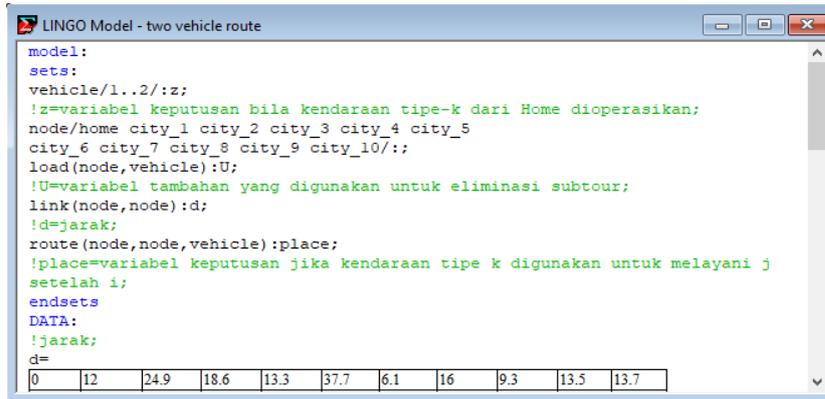
Interpretasi hasil:

Jarak Minimum Total adalah 121,9 km.



Gambar 16 Rute skenario 1 yang dilalui vehicle 1

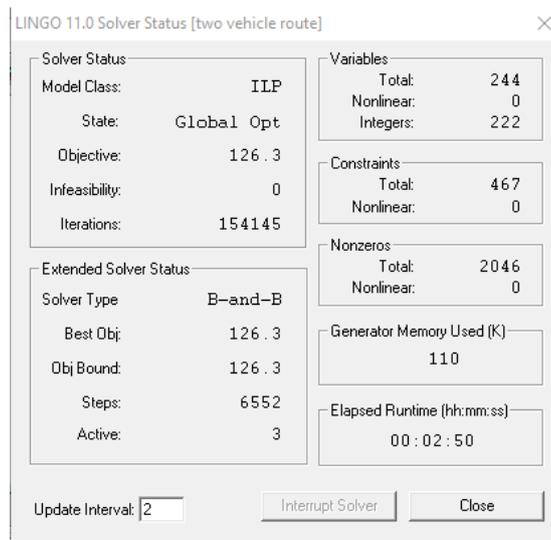
### 3.3 Skenario dua kendaraan



**Gambar 17** Demo input pada program Lingo untuk dua kendaraan

Untuk sintak pada algoritma skenario kedua ini hampir sama dengan skenario pertama. Perbedaannya terletak pada sintak baris ketiga yang diubah menjadi “vehicle/1..2/:z;” seperti yang ditampilkan pada demo Gambar 16 di atas.

Output untuk skenario kedua adalah:



**Gambar 18** Status penyelesaian di program Lingo untuk dua kendaraan

Penyelesaian keseluruhan

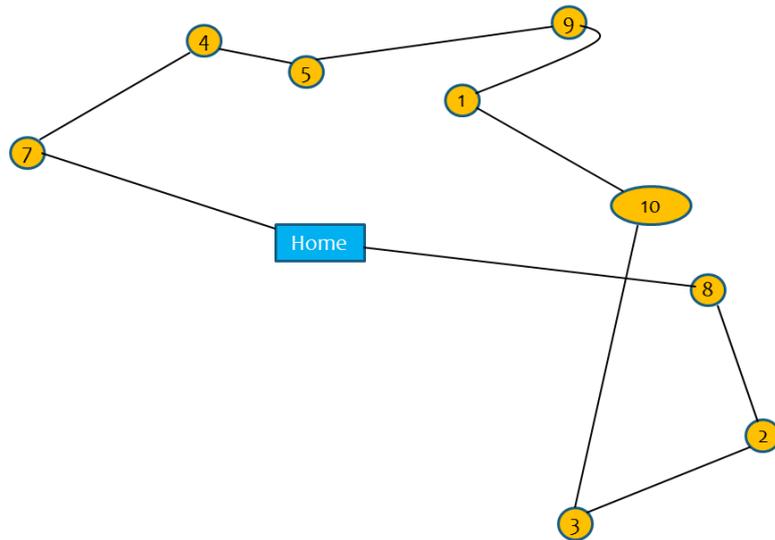
Global optimal solution found.  
 Objective value: 126.3000  
 Objective bound: 126.3000  
 Infeasibilities: 0.000000  
 Extended solver steps: 6552  
 Total solver iterations: 154145

Variable	Value	Reduced Cost
PLACE( HOME, CITY_6, 2)	1.000000	6.100000
PLACE( HOME, CITY_7, 1)	1.000000	16.00000
PLACE( CITY_1, CITY_10, 1)	1.000000	11.00000
PLACE( CITY_2, CITY_8, 1)	1.000000	19.00000
PLACE( CITY_3, CITY_2, 1)	1.000000	19.00000

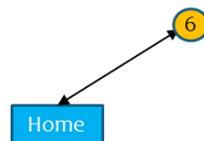
PLACE( CITY_4, CITY_5, 1)	1.000000	9.400000
PLACE( CITY_5, CITY_9, 1)	1.000000	12.000000
PLACE( CITY_6, HOME, 2)	1.000000	6.100000
PLACE( CITY_7, CITY_4, 1)	1.000000	9.100000
PLACE( CITY_8, HOME, 1)	1.000000	9.300000
PLACE( CITY_9, CITY_1, 1)	1.000000	4.600000
PLACE( CITY_10, CITY_3, 1)	1.000000	4.700000

Interpretasi hasil:

Jarak Minimum Total adalah 126,3 km.



Gambar 19 Rute skenario 2 yang dilalui vehicle 1



Gambar 20 Rute skenario 2 yang dilalui vehicle 2

### 3.4 Skenario tiga kendaraan

```

LINGO Model - three vehicle route
sets:
vehicle/1..3/:z;
!z=variabel keputusan bila kendaraan tipe-k dari Home dioperasikan;
node/home city_1 city_2 city_3 city_4 city_5
city_6 city_7 city_8 city_9 city_10/;;
load(node,vehicle):U;
!U=variabel tambahan yang digunakan untuk eliminasi subtour;
link(node,node):d;
!d=jarak;
route(node,node,vehicle):place;
!place=variabel keputusan jika kendaraan tipe k digunakan untuk melayani j
setelah i;
endsets
DATA:
!jarak;
d=

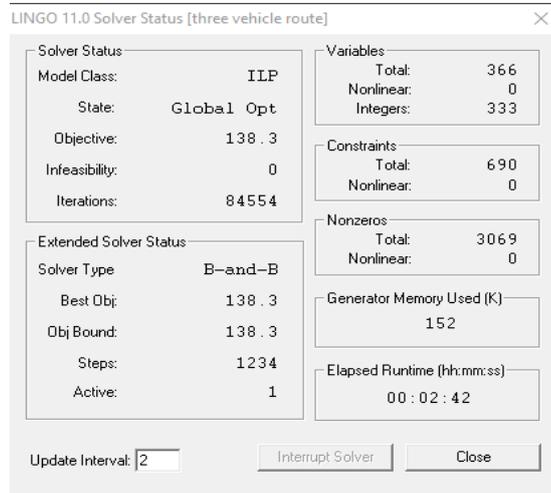

|    |    |      |      |      |      |     |     |     |      |      |
|----|----|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| 0  | 12 | 24.9 | 18.6 | 13.3 | 37.7 | 6.1 | 16  | 9.3 | 13.5 | 13.7 |
| 12 | 0  | 32   | 33   | 3.9  | 8.5  | 14  | 8.3 | 23  | 4.6  | 11   |


```

Gambar 21 Demo input pada program Lingo untuk tiga kendaraan

Untuk sintak pada algoritma skenario kedua ini hampir sama dengan skenario pertama dan kedua. Perbedaannya juga terletak pada sintak baris ketiga yang diubah menjadi “vehicle/1..3/:z;” seperti yang ditampilkan pada demo Gambar 18 di atas.

Output untuk skenario ketiga adalah:



**Gambar 22** Status penyelesaian di program Lingo untuk tiga kendaraan

Penyelesaian keseluruhan

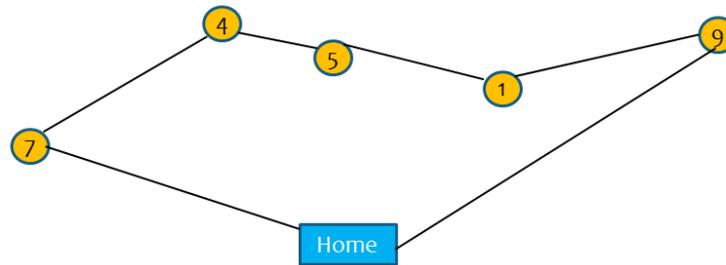
Global optimal solution found.

Objective value: 138.3000  
 Objective bound: 138.3000  
 Infeasibilities: 0.000000  
 Extended solver steps: 1234  
 Total solver iterations: 84554

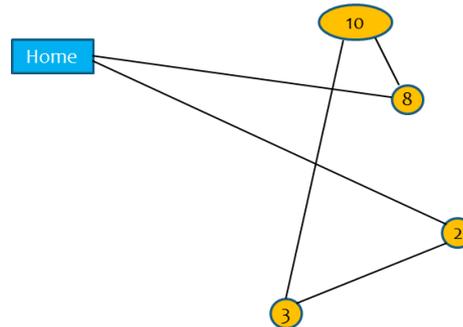
Variable	Value	Reduced Cost
PLACE( HOME, CITY_2, 2)	1.000000	24.90000
PLACE( HOME, CITY_6, 3)	1.000000	6.100000
PLACE( HOME, CITY_7, 1)	1.000000	16.00000
PLACE( CITY_1, CITY_9, 1)	1.000000	4.600000
PLACE( CITY_2, CITY_3, 2)	1.000000	19.00000
PLACE( CITY_3, CITY_10, 2)	1.000000	4.700000
PLACE( CITY_4, CITY_5, 1)	1.000000	9.400000
PLACE( CITY_5, CITY_1, 1)	1.000000	8.500000
PLACE( CITY_6, HOME, 3)	1.000000	6.100000
PLACE( CITY_7, CITY_4, 1)	1.000000	9.100000
PLACE( CITY_8, HOME, 2)	1.000000	9.300000
PLACE( CITY_9, HOME, 1)	1.000000	13.50000
PLACE( CITY_10, CITY_8, 2)	1.000000	7.100000

Interpretasi hasil:

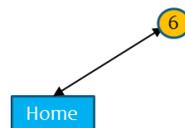
Jarak Minimum Total adalah 138,3 km.



**Gambar 23** Rute skenario 3 yang dilalui *vehicle 1*



**Gambar 24** Rute skenario 3 yang dilalui *vehicle 2*



**Gambar 25** Rute skenario 3 yang dilalui *vehicle 3*

Berdasarkan hasil perhitungan pengantaran produk *catering* menggunakan *software* Lingo dengan skenario satu kendaraan, dua kendaraan, dan tiga kendaraan dengan jarak tiap tujuan yang sama ditemukan beberapa hasil jarak tempuh minimum. Berikut ditampilkan jarak tempuh masing-masing skenario berdasarkan jumlah kendaraan yang digunakan.

Tabel 4. Perbandingan jarak jempuh berdasarkan banyaknya kendaraan yang beroperasi

Skenario	Total jarak tempuh
1 kendaraan	121,9 km
2 kendaraan	126,3 km
3 kendaraan	138,3 km

Dari Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan dua atau tiga kendaraan menyebabkan jarak tempuh yang lebih jauh dikarenakan terdapat jarak yang cukup signifikan ketika hanya mengantarkan ke satu atau dua tujuan kemudian kembali ke *home*. Dengan kata lain, akumulasi perjalanan yang ditempuh akan lebih jauh dikarenakan harus menuju ke tempat asal sebanyak 4 (empat) kali untuk dua kendaraan dan 6 (enam) kali pulang-pergi dengan menggunakan tiga kendaraan. Oleh karena itu, yang paling optimal dan jarak paling minimum yaitu dengan menggunakan satu kendaraan satu kali jalan dan satu kali pulang-pergi.

Berdasarkan data dan hasil yang ditemukan, menunjukkan bahwa *software* Lingo memberikan penyelesaian masalah yang *logic* dan dapat memberikan solusi terbaik dengan beberapa pertimbangan atau batasan masalah yang mana sulit untuk dipecahkan secara manual maupun menggunakan *software* lainnya. Dengan mempertimbangkan jarak tempuh ke setiap *city* dan berbagai kendala yang ada, secara otomatis Lingo akan menentukan rute urutan *city* yang dilalui. Untuk masalah logistik yang kompleks seperti yang dihadapi pada penelitian ini, solusi yang dihasilkan dengan menggunakan perangkat lunak Lingo merupakan yang paling tepat dan akurat karena diperoleh solusi eksak.

#### 4. PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa skenario pertama yang menggunakan satu kendaraan (*one vehicle*) dianggap merupakan solusi terbaik untuk mendistribusikan produk dari perusahaan ke setiap pelanggan yang akan dituju. Skenario dengan *one vehicle* memiliki jarak tempuh terpendek yaitu 121,9 km dengan rute perjalanan Home → City 6 → City 9 → City 5 → City 4 → City 7 → City 1 → City 10 → City 3 → City 2 → City 8 → Home. Jarak tempuh ini tidak terlalu jauh berbeda jika menggunakan dua kendaraan yaitu harus melakukan *touring* sepanjang 126,3 km, namun berbeda cukup jauh jika mengoperasikan tiga kendaraan karena harus menempuh jarak 138,3 km. Hal ini menunjukkan bahwa *Software Lingo* dapat membantu menyelesaikan permasalahan *multi-routing* dengan banyak batasan dan memberikan solusi terbaik terkait jarak tempuh yang paling minimum dan dapat menemukan bahwa dengan hanya menggunakan satu kendaraan dapat menghasilkan jarak yang paling minimum.

### Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dianjurkan untuk mengaplikasikan algoritma yang sudah dijelaskan atau digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan data waktu tempuh dari perusahaan tersebut ke setiap tujuan atau tempat pemasaran.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Ambarita, "Manajemen Keuangan: Kebutuhan Dana Ekspansi." .
- [2] F. N. A. W. Rahmanda, "Analisis Biaya Transportasi Distribusi Pupuk Menggunakan Software Lingo", *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 135–145,.
- [3] N. S. Kurnia and D. S. N. F. Anggraeni, "Analisis Masalah Transshipments Menggunakan Software Lingo di PT," *SBT*, *J. Ilmiah Teknol. Inf. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 94–99,.
- [4] A. R. F. S, "Susanty "Penentuan Rute Distribusi Tabung Gas Menggunakan Metode (1-0) Insertion Intra Route (Studi Kasus di PT," *X*)", *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 3, no. 1, pp. 318–328,.
- [5] W. Winston, *Operations Research Applications and Algorithms*, 4th ed. New York (US: Duxbury.
- [6] R. dan T. Russell and Bernard, *Operations Management: Multimedia Version*. New Jersey: The Prentice Hall Inc.
- [7] G. Forgiionne, *Quantitative Management*. Chicago: The Dryden Press.
- [8] M. Haming, *Operations Research: Teknik Pengambilan Keputusan Optimal*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [9] L. M. Safari and M. S. C. M. Suprpto, "Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode North West Corner (NWC) dan Software LingoTitle", *J. Ilmiah Teknol. Inf. Terap.*, vol. 6, no. 3, pp. 184–189,.
- [10] L.I.N.G.O., *The Modelling Language and Optimizer*. Chicago, Illionis: Lindo System Inc.