

# Penentuan Rute Distribusi LPG 3kg Menggunakan Metode *Sequential insertion* dan (1-0) *Insertion intra route* Di PT. X

Nugraha Rachmat Pramana<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Jl PHH Mustofa No. 23, Bandung, 40124, Indonesia

Email: Nugraha.rachmat99@gmail.com

Received 24 01 2024 | Revised 31 01 2024 | Accepted 31 01 2024

## ABSTRAK

*PT. X merupakan Perusahaan yang bergerak dibidang pendistribusian Liquefied Petroleum Gas (LPG) 3 kg. Perusahaan memiliki konsumen sebanyak 38 pangkalan yang tersebar di Kota Bandung, dengan kapasitas kendaraan yang dimiliki perusahaan berbeda-beda yang memungkinkan setiap kendaraan melakukan beberapa kali perjalanan. Pendistribusian pada perusahaan tidak hanya melakukan pengiriman ke konsumen namun mengambil barang dari konsumen secara bersamaan. Permasalahan yang ada di Perusahaan ini termasuk kedalam Vehicle Routing Problem (VRP) dengan jenis Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Pickup and Delivery (HFVRPMTDP). Penelitian ini bertujuan yaitu membentuk rute baru dan memperpendek jarak pendistribusian. Rute yang dipakai perusahaan saat ini hanya berdasarkan perkiraan supir. Perbaikan yang dilakukan dengan menggunakan metode sequential insertion yaitu memecahkan masalah dengan cara menyisipkan konsumen diantara urutan konsumen yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal, serta (1-0) insertion intra route memperbaiki rute yang terpilih agar diperoleh jarak dan waktu yang minimum. Total jarak dan total waktu menggunakan metode sequential insertion menghasilkan total jarak 167,1 km dengan total waktu sebesar 1518,4 menit dengan Metode (1-0) insertion intra route menghasilkan total jarak sebesar 149,45 km dengan total waktu sebesar 1493,8.*

**Kata kunci:** Rute Distribusi, Vehicle Routing Problem, Sequential Insertion, (1-0) Insertion Intra Route.

## ABSTRACT

*PT. X is a company engaged in the distribution of Liquefied Petroleum Gas (LPG) 3 kg. The company has 38 consumer bases spread across the city of Bandung, with different vehicle capacities that allow each vehicle to make several trips. Distribution to companies not only shipping to consumers but taking goods from consumers simultaneously. Problems that exist in the Company This company problem is included in the Vehicle Routing Problem (VRP) with the type of Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Pickup and Delivery (HFVRPMTDP). This research aims to form new routes and shorten distribution distances. The current route used by the company is based only on the driver's estimate. Improvements made using the sequential insertion method are solving problems by inserting consumers between the consumer sequences that have been formed in order to obtain maximum results, and (1-0) intra-route insertion improves the selected route so that a minimum distance and time are obtained. The total distance and total time using the sequential*

*insertion method resulted in a total distance of 167.1 km with*

*a total time of 1518.4 minutes with Method (1-0) intra route insertion resulting in a total distance of 149.45 km with a total time of 1493.8.*

**Keywords:** *Distribution Routes, Vehicle Routing Problem, Sequential Insertion, (1-0) Insertion Intra Route.*

## 1. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan suatu hal yang penting bagi perusahaan agar produk atau barang yang dikirim diterima konsumen tepat waktu, tepat pada tempat yang ditentukan, dan kondisi barang yang diterima dalam kondisi baik, (Muhammad, dkk., 2017). Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan dimulai, ke tempat tujuan, kemana kegiatan pengangkutan diakhiri (Chopra, Meindl 2013). Penentuan rute kendaraan menjadi salah satu tindakan untuk meminimalkan biaya pengiriman, meminimalkan waktu, dan meminimalkan jarak tempuh. PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) 3 kg. Setiap harinya perusahaan mengantarkan gas LPG 3 kg ke pangkalan-pangkalan yang menjadi mitra perusahaan dengan jumlah barang yang diantarkan berbeda-beda untuk setiap pangkalannya. Pemilihan rute yang dilakukan oleh perusahaan dilakukan secara perkiraan supir saja, sehingga dalam proses pendistribusiannya perusahaan tidak mengetahui apakah rute distribusi yang diterapkan saat ini sudah efisien atau belum. Apabila rute distribusi saat ini belum efisien, maka produktivitas supir akan menurun. Kegiatan pendistribusian pada perusahaan memiliki dua kegiatan yaitu pengiriman dan pengambilan. PT. X perlu menetapkan rute yang efisien, sehingga dapat menentukan rute terbaik yang dapat digunakan perusahaan untuk meminimalkan jarak, waktu dan menjaga produktivitas karyawan.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dialami PT. X yaitu rute pendistribusiannya hanya berdasarkan perkiraan supir saja, sehingga rute saat ini belum tentu efisien. Kegiatan pendistribusian pada perusahaan memiliki dua kegiatan yaitu pengiriman dan pengambilan. Setiap kendaraan yang ada memiliki lebih dari satu rute setiap harinya. Permasalah distribusi yang terjadi pada PT. X adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan Jenis *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Pickup and Delivery* (HFVRPMTDP).

### 2.2 Studi Literatur

Studi literatur berisikan mengenai literatur atau pendekatan yang dapat digunakan untuk menunjang penelitian dalam pemecahan masalah pada PT X. Landasan teori yang digunakan meliputi *Supply Chain Management* (SCM), distribusi, transportasi, *Vehicle Routing Problem* (VRP), algoritma sequential insertion, dan (1-0) insertion intra route.

### 2.3 Identifikasi Metode Pemecahan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya, permasalahan pencarian rute terbaik atau *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang terjadi pada perusahaan termasuk ke kategori *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Pickup and Delivery* (HFVRPMTDP). Metode untuk mengatasi masalah ini yaitu *sequential insertion* dan (1-0) insertion intra route. Metode *sequential insertion* digunakan untuk merancang dan membentuk rute baru, dengan cara menyisipkan pangkalan diantara pangkalan yang sudah terbentuk. *Output* dari metode *sequential insertion* akan digunakan sebagai input pada

metode (1-0) insertion intra route.

## 2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berisikan data alamat pangkalan, data permintaan setiap pangkalan pada hari rabu, rute distribusi perusahaan, data kapasitas angkut kendaraan, data jarak, data waktu, data kecepatan rata-rata kendaraan, *loading* dan *unloading* yang digunakan oleh perusahaan saat ini. Data-data tersebut didapatkan dari hasil wawancara terhadap pihak perusahaan.

## 2.5 Pengolahan Data

Permasalahan *Hererogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Pickup and Delivery* (HFVRPMTDP), diselesaikan dengan pengolahan data menggunakan proses perhitungan metode *sequential insertion*, dan (1-0) *insertion intra route* menggunakan data yang dikumpulkan sebelumnya.

### 2.5.1 Membuat Matriks Jarak dan Matriks Waktu Berdasarkan Rute Aktual

Pada matriks jarak didapatkan dengan menggunakan bantuan *google maps*. Data matriks waktu diperoleh melalui perhitungan dengan rumus dengan data rata-rata kecepatan kendaraan yang digunakan sebesar 20 km/jam. Berikut adalah contoh perhitungan matriks waktu:

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{\text{Jarak Tempuh (km)}}{\text{Kecepatan Kendaraan (km/jam)}} \times 60 \text{ menit} \quad (1)$$

### 2.5.2 Menghitung Total Jarak dan Total Waktu Berdasarkan Rute Aktual

Perhitungan total jarak dilakukan dengan mempertimbangkan waktu *loading* dan *unloading*. Perhitungan untuk total jarak dan total waktu sebagai berikut:

$$\text{Total Jarak} = \text{Jarak dari D ke p1} + \dots + \text{Jarak p38 ke D} \quad (2)$$

$$\text{Total Waktu} = \text{Waktu Tempuh} + \text{Waktu Loading} + \text{Waktu Unloading} \quad (3)$$

Keterangan:

D = Depot

### 2.5.3 Menghitung Total Jarak dan Total Waktu Berdasarkan Rute Aktual

Perhitungan utilitas alat angkut berdasarkan data total kapasitas angkut kendaraan dan data jumlah barang yang akan didistribusikan. Dibawah ini rumus menghitung utilitas dan efisiensi rata-rata alat angkutan sebagai berikut:

$$\text{Utilitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah barang yg dikirim}}{\text{Jumlah kapasitas angkut}} \times 100 \% \quad (4)$$

$$\text{Rata-rata Utilitas (\%)} = \frac{\text{Utilitas Rute1} + \dots + \text{Utilitas Rute 16}}{\text{Jumlah Rute}} \quad (5)$$

### 2.5.4 Metode Sequential Insertion

Metode *sequential insertion* digunakan untuk pembentukan rute dengan cara menyisipkan setiap pangkalan. Pemilihan rute pertama dengan cara memilih pangkalan terdekat dengan depot lalu kembali lagi ke depot. Langkah selanjutnya menyisipkan satu per satu pangkalan pada rute yang sudah dibentuk. Syarat penyisipan untuk setiap pangkalan tidak melebihi kapasitas alat angkut dan juga menghasilkan kriteria terbaik dengan jarak total terpendek. Metode ini telah digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan rute seperti yang dilakukan oleh Rohandi dkk. (2014) dan Rupiah dkk. (2017)

### 2.5.5 Metode (1-0) Insertion Intra Route

Metode (1-0) *Insertion intra route* digunakan untuk perbaikan rute yang telah terbentuk dari hasil pembentukan metode sequential insertion. Selanjutnya dilakukan penukaran titik lokasi dalam rute yang sama dengan cara menukar urutan pengiriman pada setiap titik lokasi pangkalan. Tujuan dari penukaran tersebut adalah untuk menghasilkan jarak *minimum* dari setiap rute yang sudah terbentuk sebelumnya. Metode ini telah digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan rute, seperti yang dilakukan dalam penelitian Suyudi dkk (2014), Imran dkk. (2016) dan Imran dan Okdinawati (2012).

### 2.5.6 Menghitung Utilitas Alat Angkut Berdasarkan Rute Pengiriman Rancangan

Perhitungan utilitas alat angkut berdasarkan data total kapasitas angkut kendaraan dan data jumlah barang yang akan didistribusikan berdasarkan hasil dari rute rancangan. Dibawah ini rumus menghitung utilitas dan efisiensi rata-rata alat angkutan sebagai berikut:

$$\text{Utilitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah barang yg dikirim}}{\text{Jumlah kapasitas angkut}} \times 100 \% \quad (4)$$

$$\text{Rata-rata Utilitas (\%)} = \frac{\text{Utilitas Rute 1} + \dots + \text{Utilitas Rute 12}}{\text{Jumlah Rute}} \quad (5)$$

### 2.5.7 Menghitung Penghematan Jarak Total

Perhitungan penghematan jarak total bertujuan untuk membandingkan rute jarak total aktual dengan rute jarak total rancangan untuk setiap pendistribusian. Berikut merupakan rumus untuk perhitungan penghematan jarak sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &\text{Total penghematan jarak:} \\ &= \frac{(\text{Total Jarak Rute Aktual} - \text{Total Jarak Rute Rancangan})}{\text{Total Jarak Rute Awal}} \times 100 \% \quad (6) \end{aligned}$$

## 2.6 Kesimpulan

Kesimpulan ini berisi penjelasan mengenai hasil yang didapat yang berupa total jarak dan total waktu yang dihasilkan oleh masing-masing rute dari perhitungan rute distribusi menggunakan metode *sequential insertion*, (1-0) *insertion intra route* dan perbandingan dengan rute distribusi perusahaan saat ini.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Alamat Pangkalan dan Permintaan

Data permintaan ini diambil dari permintaan terbanyak yaitu pada hari Rabu. Berikut data pangkalan dan permintaan pada perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Penentuan Rute Distribusi LPG 3kg Menggunakan Metode *Sequential Insertion* dan (1-0) *Insertion Intra Route*  
Di PT. X

**Tabel 1 Data Alamat Pangkalan dan Permintaan Pada Hari Rabu**

| No.   | Nama Pangkalan        | Alamat                          | Kelurahan        | Kecamatan        | Permintaan (tabung) |
|-------|-----------------------|---------------------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1     | AAT ZAELANI           | JL. PESANTREN DALAM NO.7        | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 2     | ADE HERMAN            | JL. PESANTREN                   | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 80                  |
| 3     | AGUS SETIAWAN         | JL. PESANTREN NO.32             | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 80                  |
| 4     | AI JULIAH             | SEKE HONJE                      | CISURUPAN        | CIBIRU           | 110                 |
| 5     | AJSAH                 | JL. MEKAR SARI                  | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 60                  |
| 6     | ASEP SOFYAN           | KP. TAGOG                       | KARANG PAMULANG  | MANDALAJATI      | 80                  |
| 7     | ATE                   | JL. TERUSAN PESANTREN NO.73     | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 8     | AYI ROHMAT            | JL. RUMAH SAKIT NO. 52 RT.04/04 | CIPADUNG KULON   | PANYILEUKAN      | 100                 |
| 9     | CRISTIAN              | KIARA ASRI RAYA NO.19           | SUKAPURA         | KIARACONDONG     | 100                 |
| 10    | DANI                  | JL. PESANTREN NO.33             | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 11    | DEDI JUNAEDI          | ANDIR WETAN                     | PASANGGRAHAN     | UJUNGBERUNG      | 110                 |
| 12    | DEDI SAFIRUDIN        | SUKAASIH GG. TAGOG 1            | SINDANG JAYA     | MANDALAJATI      | 110                 |
| 13    | DEDI SUPRIATNA        | JL. KOMP. LP SUKAMISKIN         | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 14    | EDEN KOSTIAWAN        | HARUMAN 2 NO.7                  | CIGENDING        | UJUNGBERUNG      | 110                 |
| 15    | ELA TRIANDALA         | MARGAHAYU RAYA BARAT 3-H NO.3   | SEKEJATI         | BUAHBATU         | 120                 |
| 16    | FARLIN SURYA HUTAGAL  | CILENGKRANG 1                   | CISURUPAN        | CIBIRU           | 120                 |
| 17    | FEBRINA               | MARGAHAYU RAYA S-2 NO.22        | SEKEJATI         | BUAHBATU         | 80                  |
| 18    | FITRI MULYATI         | JL. TERUSAN PESANTREN NO.18     | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 19    | FREDY PURWANTO        | CIGIRINGSING                    | PASIR ENDAH      | UJUNGBERUNG      | 100                 |
| 20    | HARUN RIDWAN          | JL. BEBEDAHAN-02/03             | BABAKAN PENGHULU | CINAMBO          | 120                 |
| 21    | HJ LILIS SUMARNI      | KP. KARANGANYAR 1               | PASIRJATI        | UJUNGBERUNG      | 100                 |
| 22    | IMAS SITI NUR AZIZAH  | JL. PACUAN KUDA GG SILIH ASIH 1 | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 23    | INE HERMAYANTI        | PASIR IMPUN BARAT NO.20A        | KARANG PAMULANG  | MANDALAJATI      | 80                  |
| 24    | ITANG                 | JL. CIGAGAK                     | CIPADUNG         | CIBIRU           | 120                 |
| 25    | JIMMY                 | RERENG WULUNG NO.2              | SUKALUYU         | CIBEUNYING KALER | 120                 |
| 26    | KUSAENI SUGIYANTO     | CIPADUNG                        | CIPADUNG         | CIBIRU           | 80                  |
| 27    | LILIH                 | JL. TERUSAN PESANTREN NO.23A    | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 80                  |
| 28    | MIKE AFFANTI          | SUKAMANAH                       | SUKAPURA         | KIARACONDONG     | 80                  |
| 29    | NANANG WARMAN         | JL. DS. CIPADUNG 78             | CIPADUNG         | CIBIRU           | 120                 |
| 30    | PARIMAN               | TARUNA UJUNG NO.11              | PASIR ENDAH      | UJUNGBERUNG      | 60                  |
| 31    | RAGIL (DASIRUN)       | MEKARMULYA NO.28                | MEKAR MULYA      | PANYILEUKAN      | 100                 |
| 32    | RONY WAHYUDI          | CIBEUNYING LANHDEUH NO.66       | SUKALUYU         | CIBEUNYING KALER | 80                  |
| 33    | SANDY REKSALEGORA     | LIO SELATAN RT 004/001          | CIPADUNG WETAN   | PANYILEUKAN      | 80                  |
| 34    | SITI AMINAH MARYANI   | LIO SELATAN RT 001/001          | CIPADUNG WETAN   | PANYILEUKAN      | 60                  |
| 35    | TUNIYAH               | CJAMBE                          | PASIR ENDAH      | UJUNGBERUNG      | 110                 |
| 36    | TUSIMAN               | JL. TERUSAN PESANTREN XIII BLOK | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 100                 |
| 37    | VIANITI LOLITA YULITA | JL. PESANTREN NO.75             | SUKAMISKIN       | ARCAMANIK        | 120                 |
| 38    | WILI WIDAWATI         | PASIR KALER                     | PASIRWANGI       | UJUNGBERUNG      | 110                 |
| Total |                       |                                 |                  |                  | 3680                |

### 3.2 Data *Loading* dan *Unloading*

Waktu *loading* pada pendistribusian terbagi menjadi dua, yaitu waktu *loading* pada saat memindahkan tabung isi dari depot ke dalam kendaraan sebelum melakukan distribusi dan waktu *loading* pada saat memindahkan tabung kosong dari pangkalan ke dalam kendaraan. Waktu *unloading* pada pendistribusian terbagi menjadi dua, yaitu waktu *unloading* pada saat memindahkan tabung isi ke dalam kendaraan dan waktu *unloading* pada saat memindahkan tabung kosong ke dalam depot. Data waktu *loading* dan *unloading* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2 Waktu *Loading* dan *Unloading***

| No. | Dari      | Ke        | Aktivitas                      | Rata-rata Waktu (menit) |
|-----|-----------|-----------|--------------------------------|-------------------------|
| 1   | Depot     | Kendaraan | <i>Loading</i> tabung isi      | 0,05                    |
| 2   | Kendaraan | Pangkalan | <i>Unloading</i> tabung isi    | 0,06                    |
| 3   | Pangkalan | Kendaraan | <i>Loading</i> tabung kosong   | 0,1                     |
| 4   | Kendaraan | Depot     | <i>Unloading</i> tabung kosong | 0,07                    |

### 3.3 Membuat Matriks Jarak

Matriks jarak merupakan jarak antara depot dengan toko dan jarak dari satu pangkalan ke pangkalan lainnya. Data matriks jarak diperoleh menggunakan bantuan aplikasi google maps dan juga melalui wawancara kepada pihak Perusahaan. Berikut merupakan tabel matriks jarak dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3 Matriks Jarak**

| Dari<br>Ke | Matriks Jarak |      |      |       |      |      |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
|------------|---------------|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|--|
|            | AGEN          | P1   | P2   | P3    | P4   | P5   | P6    | P7    | P8   | P9   | P10   | P11  | P12  | P13  | P14 | P15  | P16  | P17  | P18  | P19  | P20  | P21  | P22  | P23 | P24  | P25  | P26  | P27  | P28 | P29  | P30 | P31  | P32  | P33  | P34 | P35  | P36 | P37 | P38 |  |
| P1         | 3.8           |      |      |       |      |      |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P2         | 3.5           | 0.35 |      |       |      |      |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P3         | 3.7           | 0.16 | 0.16 |       |      |      |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P4         | 4.5           | 5    | 4.6  | 4.5   |      |      |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P5         | 3.7           | 0.5  | 0.24 | 0.3   | 4.5  |      |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P6         | 2.8           | 1.7  | 1.4  | 1.6   | 2.9  | 2.5  |       |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P7         | 3.4           | 0.25 | 0.55 | 0.4   | 4.9  | 0.7  | 2.3   |       |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P8         | 0.17          | 4    | 3.6  | 3.8   | 4.2  | 4.8  | 3.1   | 3.8   |      |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P9         | 7.9           | 8.2  | 7.9  | 8     | 11   | 7.9  | 9.9   | 8.3   | 7.7  |      |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P10        | 3.7           | 0.13 | 0.21 | 0.038 | 4.6  | 0.35 | 2.5   | 0.35  | 3.5  | 7.1  |       |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P11        | 1.8           | 4.8  | 4.4  | 4.6   | 4.5  | 5.6  | 3.9   | 4.6   | 1.7  | 8.4  | 4.7   |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P12        | 3.2           | 2.6  | 2.3  | 2.4   | 4.1  | 5.6  | 0.086 | 2.8   | 3.1  | 9.8  | 2.5   | 3.9  |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P13        | 2.9           | 1.4  | 1.8  | 1.6   | 4.6  | 1.7  | 3.2   | 1.2   | 2.9  | 6.1  | 1.2   | 4.3  | 1.2  |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P14        | 0.85          | 3.9  | 3.5  | 3.6   | 4.1  | 3.7  | 2.9   | 3.7   | 1.6  | 8.5  | 3.7   | 3    | 2.1  | 3.5  |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P15        | 6.3           | 8.1  | 8.4  | 8.3   | 9.8  | 8.5  | 8.6   | 7.9   | 6.5  | 4.8  | 7.9   | 9.4  | 7.8  | 7.7  | 8.1 |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P16        | 4.3           | 7.2  | 6.8  | 7     | 6.5  | 7.1  | 6.3   | 7     | 4    | 10.8 | 7.1   | 2.6  | 3.4  | 6.8  | 4.7 | 11.5 |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P17        | 7.8           | 9.5  | 11.1 | 9.7   | 11.2 | 9.9  | 10    | 9.3   | 7.9  | 6.1  | 7.9   | 10   | 9.3  | 9.2  | 9.6 | 2.1  | 12.1 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P18        | 3.9           | 0.45 | 0.4  | 0.22  | 4.8  | 0.55 | 2.4   | 0.16  | 3.7  | 7.2  | 0.12  | 5.1  | 1.6  | 0.45 | 3.6 | 7.9  | 6.9  | 9.1  |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P19        | 2.8           | 3.4  | 1.4  | 1.6   | 3.2  | 4.2  | 2.5   | 3.7   | 3.3  | 8.5  | 1.9   | 4.7  | 1.7  | 3.5  | 2.5 | 9.1  | 5.6  | 10.4 | 3.5  |      |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P20        | 3.1           | 4.9  | 5.2  | 5.1   | 6.6  | 5.3  | 5.4   | 4.7   | 3.3  | 5.1  | 4.7   | 5.5  | 5.6  | 4.5  | 4.9 | 5.8  | 7.3  | 7.2  | 4.9  | 5    |      |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P21        | 1.6           | 4.6  | 4.2  | 4.4   | 3.4  | 5    | 3.6   | 4.4   | 1.5  | 8.7  | 4.4   | 2.2  | 2.7  | 4.2  | 2.2 | 9.4  | 3.1  | 10.6 | 4.6  | 2.5  | 5    |      |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P22        | 3.9           | 0.2  | 0.4  | 0.25  | 4.8  | 0.35 | 2.7   | 0.4   | 3.8  | 7.5  | 0.35  | 5.1  | 1.7  | 0.7  | 3.6 | 8.2  | 7    | 9.4  | 0.25 | 3.2  | 6.2  | 4.5  |      |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P23        | 3.8           | 1.1  | 0.8  | 1     | 4.7  | 1    | 2.6   | 1.4   | 3.7  | 9.5  | 1.5   | 5    | 1.6  | 1.6  | 3.5 | 10.2 | 6.9  | 11.4 | 1.2  | 3.1  | 8.2  | 4.3  | 1.2  |     |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P24        | 5.6           | 8.5  | 8.1  | 8.3   | 8.2  | 9.3  | 7.6   | 8.3   | 5.4  | 11.6 | 8.4   | 3.9  | 6    | 7.5  | 6.1 | 12.3 | 1.3  | 13.5 | 8.5  | 6.6  | 7.9  | 4.4  | 8.7  | 8.4 |      |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P25        | 9.7           | 7.1  | 6.7  | 6.9   | 10.6 | 7    | 8.5   | 7.3   | 9.6  | 7.2  | 7.8   | 11.1 | 7.5  | 7.7  | 9.5 | 11.5 | 12.9 | 11.5 | 7.1  | 9.1  | 12.8 | 10.2 | 7.2  | 7   | 14.1 |      |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P26        | 3.5           | 6.9  | 6.8  | 7     | 6.9  | 7.4  | 6.3   | 6.7   | 4    | 9.2  | 6.8   | 2.1  | 5.4  | 6.5  | 4.8 | 9.8  | 2.5  | 10.8 | 7.2  | 5.9  | 5.4  | 3.8  | 7.3  | 7.1 | 2.7  | 11.9 |      |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P27        | 3.5           | 0.5  | 0.85 | 0.65  | 5.2  | 1    | 3.1   | 0.2   | 3.4  | 6.9  | 0.35  | 5.1  | 2.1  | 0.15 | 3.6 | 7.6  | 6.9  | 8.9  | 0.45 | 3.6  | 5.7  | 4.3  | 0.7  | 2.2 | 8.7  | 7.2  | 6.6  |      |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P28        | 7.1           | 8.4  | 8.1  | 8.3   | 10.6 | 8.2  | 9.4   | 8.6   | 7.3  | 0.55 | 8.6   | 9.4  | 8.5  | 8.4  | 8.9 | 3.8  | 11.4 | 5.1  | 8.7  | 8.9  | 4.3  | 8.7  | 8.4  | 8.8 | 11.6 | 7.4  | 9.2  | 8.5  |     |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P29        | 3.1           | 6.1  | 6    | 6.3   | 6.1  | 6.5  | 5.5   | 5.9   | 3.7  | 8.9  | 6.5   | 2.3  | 5.2  | 6.3  | 4.6 | 9.6  | 2.7  | 10.8 | 6.9  | 5.6  | 5.2  | 3.5  | 7    | 6.8 | 2.9  | 11.6 | 0.27 | 6.3  | 8.4 |      |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P30        | 2.8           | 2.3  | 2    | 2.1   | 3.7  | 3.3  | 1.6   | 2.7   | 2.8  | 8.5  | 2.5   | 4    | 0.35 | 3.4  | 2.4 | 9.1  | 5.5  | 10.3 | 2.2  | 2    | 7.1  | 3.1  | 2.2  | 2.1 | 7.1  | 6.9  | 5.4  | 3.5  | 7.9 | 5.5  |     |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P31        | 3.7           | 6.5  | 5    | 6.6   | 8.1  | 5.1  | 4.7   | 4.5   | 1.7  | 7.7  | 4.5   | 1.9  | 3.9  | 4.3  | 3.3 | 8.2  | 7.6  | 8.5  | 6.4  | 6.5  | 2.9  | 5.3  | 6.7  | 7.8 | 7.3  | 12.6 | 4.9  | 6.1  | 6.2 | 4.6  | 6.4 |      |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P32        | 9.5           | 7.3  | 7    | 7.2   | 10.9 | 7.2  | 8.8   | 7.5   | 9.4  | 7.4  | 7.5   | 11.2 | 7.7  | 7.8  | 9.7 | 11.6 | 13.1 | 11.6 | 7.4  | 9.3  | 13   | 10.4 | 7.4  | 7.3 | 14.4 | 0.24 | 13.1 | 7.8  | 7.8 | 12.8 | 8.1 | 13.7 |      |      |     |      |     |     |     |  |
| P33        | 4.2           | 8.3  | 7.2  | 8.5   | 7.4  | 8.4  | 6.7   | 7.5   | 4.4  | 8.5  | 8.2   | 3    | 5    | 6.1  | 4.4 | 8.6  | 3.9  | 9.8  | 6.7  | 5.4  | 4.2  | 3.4  | 6.8  | 6.7 | 3.9  | 11.4 | 1.3  | 6.1  | 7.4 | 1    | 5.3 | 2.4  | 11.6 |      |     |      |     |     |     |  |
| P34        | 4.2           | 8.3  | 7.2  | 8.5   | 7.4  | 8.4  | 6.7   | 7.5   | 4.4  | 8.5  | 8.2   | 3    | 5    | 6.1  | 4.4 | 8.6  | 3.9  | 9.8  | 6.7  | 5.4  | 4.2  | 3.4  | 6.8  | 6.7 | 3.9  | 11.4 | 1.3  | 6.1  | 7.4 | 1    | 5.3 | 2.4  | 11.6 | 0.03 |     |      |     |     |     |  |
| P35        | 2.1           | 2.7  | 3.8  | 2.5   | 1.5  | 3.5  | 1.8   | 3.4   | 1.9  | 7.7  | 3     | 4.1  | 1.2  | 3    | 1.8 | 8.7  | 5.1  | 9.6  | 2.7  | 0.75 | 6.4  | 2.2  | 2.8  | 2.6 | 6.3  | 7.4  | 4.8  | 2.8  | 7.3 | 4.9  | 1.3 | 5.7  | 7.6  | 4.7  | 4.7 |      |     |     |     |  |
| P36        | 3.2           | 0.65 | 1    | 0.85  | 5    | 1.1  | 3.3   | 0.45  | 3.3  | 6.8  | 0.4   | 4.9  | 2.2  | 0.15 | 3.4 | 7.5  | 6.8  | 8.7  | 0.6  | 3.4  | 5.5  | 4.2  | 0.85 | 2.4 | 8.1  | 7.4  | 6.5  | 0.25 | 6.4 | 6.2  | 2.6 | 6.5  | 7.6  | 6    | 6   | 3.1  |     |     |     |  |
| P37        | 3.5           | 0.21 | 0.55 | 0.4   | 4.9  | 0.7  | 2.8   | 0.002 | 3.5  | 7.1  | 0.056 | 5.2  | 1.8  | 0.28 | 3.7 | 7.8  | 7.1  | 9    | 0.16 | 3.3  | 5.8  | 4.4  | 0.4  | 1.9 | 8.4  | 6.5  | 6.7  | 0.29 | 6.6 | 6.8  | 2.1 | 6.7  | 6.7  | 6.7  | 2.6 | 0.45 |     |     |     |  |
| P38        | 1.1           | 4    | 3.6  | 3.8   | 3.6  | 4.5  | 3.1   | 3.8   | 0.95 | 8.2  | 3.9   | 1.8  | 2.2  | 3.6  | 1.6 | 8.9  | 3.5  | 9.8  | 4    | 2.7  | 4.5  | 0.55 | 4    | 3.9 | 4.8  | 8.7  | 3.4  | 3.7  | 7.7 | 3.4  | 2.6 | 4.3  | 8.9  | 3.2  | 3.2 | 1.9  | 3.6 | 3.8 |     |  |

### 3.4 Menghitung Total Jarak dan Total Waktu Berdasarkan Pengiriman Aktual

Penentuan total jarak dan waktu pengiriman aktual dilakukan dengan cara menjumlahkan jarak dari depot ke setiap pangkalan, jarak dari pangkalan satu ke pangkalan berikutnya dan diakhiri dengan menjumlahkan dari pangkalan terakhir menuju depot. Berikut terdapat tabel total jarak dan waktu pengiriman aktual yang dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4 Total Jarak dan Waktu Pengiriman Aktual**

| Rute  | Urutan Rute                   | Alokasi Kendaraan | Jumlah Permintaan (tabung) | Total Jarak (km) | Total Waktu (menit) |
|-------|-------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|---------------------|
| 1     | D - p1 - p2 - D               | L300 (1)          | 180                        | 7.65             | 73.35               |
| 2     | D - p3 - p7 - D               | L300 (2)          | 180                        | 4.1              | 72.90               |
| 3     | D - p4 - p5 - D               | L300 (3)          | 170                        | 12.7             | 85.70               |
| 4     | D - p35 - p36 - p37 - D       | Truck Canter (1)  | 330                        | 11.3             | 119.85              |
| 5     | D - p22 - p23 - p24 - p27 - D | Truck Canter (2)  | 380                        | 25.7             | 174.50              |
| 6     | D - p28 - p29 - D             | L300 (1)          | 200                        | 18.6             | 111.80              |
| 7     | D - p21 - p38 - D             | L300 (2)          | 210                        | 3.3              | 77.3                |
| 8     | D - p8 - p15 - p16 - D        | Truck Canter (1)  | 340                        | 22.5             | 162.6               |
| 9     | D - p9 - p10 - p13 - D        | Truck Canter (2)  | 300                        | 19.1             | 141.30              |
| 10    | D - p11 - p14 - D             | L300 (3)          | 220                        | 5.7              | 78.6                |
| 11    | D - p19 - p30 - D             | L300 (1)          | 160                        | 7.6              | 67.60               |
| 12    | D - p6 - p12 - D              | Truck Canter (1)  | 190                        | 6.1              | 71.5                |
| 13    | D - p17 - p18 - D             | Truck Canter (2)  | 180                        | 20.8             | 112.80              |
| 14    | D - p20 - p31 - D             | L300 (2)          | 220                        | 8.5              | 87.10               |
| 15    | D - p25 - p26 - p32 - D       | Truck Canter (1)  | 280                        | 42               | 211.00              |
| 16    | D - p27 - p28 - D             | L300 (3)          | 160                        | 19.1             | 102.10              |
| Total |                               |                   | 3680                       | 234,6            | 1749,9              |

### 3.5 Menghitung Utilitas Alat Angkut Berdasarkan Rute Pengiriman Aktual

Hasil perhitungan utilitas alat angkut berdasarkan rute pengiriman aktual dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5 Utilitas Alat Angkut Berdasarkan Rute Pengiriman Aktual**

| Rute                   | Alokasi Kendaraan | Urutan Rute                   | Jumlah Permintaan (tabung) | Kapasitas Alat Angkut (tabung) | Utilitas Alat Angkut (%) |
|------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1                      | L300 (1)          | D - p1 - p2 - D               | 180                        | 270                            | 66,7                     |
| 2                      | L300 (2)          | D - p3 - p7 - D               | 180                        | 270                            | 66,7                     |
| 3                      | L300 (3)          | D - p4 - p5 - D               | 170                        | 270                            | 63,0                     |
| 4                      | Truck Canter (1)  | D - p35 - p36 - p37 - D       | 330                        | 560                            | 58,9                     |
| 5                      | Truck Canter (2)  | D - p22 - p23 - p24 - p27 - D | 380                        | 560                            | 67,9                     |
| 6                      | L300 (1)          | D - p28 - p29 - D             | 200                        | 270                            | 74,1                     |
| 7                      | L300 (2)          | D - p21 - p38 - D             | 210                        | 270                            | 77,8                     |
| 8                      | Truck Canter (1)  | D - p8 - p15 - p16 - D        | 340                        | 560                            | 60,7                     |
| 9                      | Truck Canter (2)  | D - p9 - p10 - p13 - D        | 300                        | 560                            | 53,6                     |
| 10                     | L300 (3)          | D - p11 - p14 - D             | 220                        | 270                            | 81,5                     |
| 11                     | L300 (1)          | D - p19 - p30 - D             | 160                        | 270                            | 59,3                     |
| 12                     | Truck Canter (1)  | D - p6 - p12 - D              | 190                        | 270                            | 70,4                     |
| 13                     | Truck Canter (2)  | D - p17 - p18 - D             | 180                        | 270                            | 66,7                     |
| 14                     | L300 (2)          | D - p20 - p31 - D             | 200                        | 270                            | 74,1                     |
| 15                     | Truck Canter (1)  | D - p25 - p26 - p32 - D       | 280                        | 560                            | 50,0                     |
| 16                     | L300 (3)          | D - p27 - p28 - D             | 160                        | 270                            | 59,3                     |
| Rata-rata Utilitas (%) |                   |                               |                            |                                | 65,6                     |

### 3.6 Menentukan Rute dengan Metode *Sequential Insertion*

Proses penyisipan pangkalan dengan metode ini tidak boleh melebihi dari kapasitas angkut yang ditetapkan perusahaan. Berikut terdapat Langkah-langkah perhitungan penyisipan dengan metode *Sequential insertion* (Rupiah dkk., 2017) untuk rute 1 sebagai berikut:

Langkah 1:

Input data yang diperlukan adalah data pelanggan, jumlah permintaan, kapasitas kendaraan, serta matriks jarak.

Langkah 2:

Pembentukan rute pertama ( $t=1$ ), rute pertama dimulai dari gudang menuju ke konsumen dan kembali lagi ke gudang. Pemilihan pelanggan dilakukan berdasarkan jarak terdekat dengan depot.

Langkah 3:

Menghitung total permintaan dan jarak yang ditempuh dari setiap pelanggan.

Langkah 4:

Pelanggan yang memiliki total jarak tempuh paling kecil dipilih dan dimasukkan ke dalam rute. Jika jumlah permintaan kurang dari kapasitas kendaraan, maka proses dilanjutkan pada langkah 5. Namun jika jumlah permintaan lebih besar daripada kapasitas kendaraan, maka lanjut ke langkah 6.

Langkah 5

Pelanggan selanjutnya akan dimasukkan ke dalam rute dan membentuk rute ( $t$ ). Kemudian, kembali ke langkah 4 untuk melanjutkan proses.

Langkah 6

Apabila seluruh pelanggan telah terpilih, maka proses algoritma *Sequential insertion* dianggap selesai. Namun jika masih ada pelanggan yang belum dipilih, maka melanjutkan ke langkah 7.

Langkah 7

Untuk melakukan pembentukan rute baru pada tahap ( $t+1$ ), lanjutkan ke langkah 8. Langkah 8

Langkah selanjutnya adalah memasukkan pelanggan yang belum terpilih ke dalam rute berikutnya yang akan dibentuk, kemudian dilanjutkan dengan kembali ke langkah 4.

Berikut terdapat tabel hasil pembentukan rute menggunakan metode *sequential insertion* yang dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6 Hasil Pembentukan Rute Rancangan Dengan Metode *Sequential Insertion*.**

| Rute  | Jenis Kendaraan  | Urutan Rute                               | Jumlah Kapasitas (tabung) | Jarak (km) | Waktu (menit) | Waktu Loading (menit) | Waktu Unloading (menit) |
|-------|------------------|-------------------------------------------|---------------------------|------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| 1     | L300 (1)         | D - p8 - p38 - D                          | 210                       | 2,2        | 65,46         | 23,1                  | 35,7                    |
| 2     | L300 (2)         | D - p14 - p11 - D                         | 220                       | 5,7        | 84,25         | 24,2                  | 37,4                    |
| 3     | L300 (3)         | D - p21 - p35 - D                         | 210                       | 5,9        | 76,5          | 23,1                  | 35,7                    |
| 4     | L300 (1)         | D - p6 - p13 - D                          | 180                       | 6,1        | 77,1          | 19,8                  | 30,6                    |
| 5     | Truck Canter (1) | D - p19 - p12 - p18 - p2 - p23 - p30 - D  | 530                       | 12,2       | 185           | 58,3                  | 90,1                    |
| 6     | Truck Canter (2) | D - p20 - p33 - p29 - p26 - p34 - p31 - D | 560                       | 21,17      | 193,61        | 61,6                  | 95,2                    |
| 7     | L300 (2)         | D - p36 - p27 - D                         | 180                       | 6,93       | 71,19         | 19,8                  | 30,6                    |
| 8     | L300 (3)         | D - p7 - p37 - D                          | 220                       | 6,9        | 82,306        | 24,2                  | 37,4                    |
| 9     | L300 (1)         | D - p3 - p1 - D                           | 180                       | 7,66       | 73,38         | 19,8                  | 30,6                    |
| 10    | Truck Canter (1) | D - p5 - p22 - p28 - p15 - p9 - p10 - D   | 560                       | 31,85      | 252,35        | 61,6                  | 95,2                    |
| 11    | Truck Canter (2) | D - p16 - p4 - p17 - p24 - D              | 430                       | 41,1       | 243,7         | 47,3                  | 73,1                    |
| 12    | L300 (2)         | D - p32 - p25 - D                         | 200                       | 19,44      | 113,6         | 22                    | 34                      |
| Total |                  |                                           | 3680                      | 167,1      | 1518,4        | 404,8                 | 625,6                   |

### 3.7 Metode (1-0) Insertion Intra Route

Langkah-langkah dalam melakukan perbaikan rute dengan metode (1-0) *Insertion intra route* (Sitepu, 2020) sebagai berikut:

1. Langkah 1, input hasil dari pembentukan rute sebelumnya dari metode Sequential Insertion.
2. Langkah 2, melakukan penyisipan titik atau penukaran titik dalam rute yang sama.
3. Langkah 3, melakukan perhitungan jarak total terhadap rute yang baru dan melakukan perbandingan antara jarak total rute awal dengan jarak total rute actual.
4. Langkah 4, melakukan validasi terhadap semua titik.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7 Hasil Rekapitulasi Metode(1-0) Insertion Intra Route**

| Rute  | Jenis Kendaraan  | Urutan Rute                               | Jumlah Kapasitas (tabung) | Jarak (km) | Waktu (menit) | Waktu Loading (menit) | Waktu Unloading (menit) |
|-------|------------------|-------------------------------------------|---------------------------|------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| 1     | L300 (1)         | D - p8 - p38 - D                          | 210                       | 2,22       | 65,46         | 23,1                  | 35,7                    |
| 2     | L300 (2)         | D - p14 - p11 - D                         | 220                       | 5,65       | 78,55         | 24,2                  | 37,4                    |
| 3     | L300 (3)         | D - p21 - p35 - D                         | 210                       | 5,90       | 76,5          | 23,1                  | 35,7                    |
| 4     | L300 (1)         | D - p6 - p13 - D                          | 180                       | 6,10       | 77,1          | 19,8                  | 30,6                    |
| 5     | Truck Canter (1) | D - p19 - p12 - p18 - p2 - p23 - p30 - D  | 530                       | 12,20      | 185,3         | 58,3                  | 90,1                    |
| 6     | Truck Canter (2) | D - p29 - p26 - p33 - p34 - p31 - p20 - D | 560                       | 13,10      | 196,1         | 61,6                  | 95,2                    |
| 7     | L300 (2)         | D - p36 - p27 - D                         | 180                       | 6,93       | 71,19         | 19,8                  | 30,6                    |
| 8     | L300 (3)         | D - p7 - p37 - D                          | 220                       | 6,90       | 82,31         | 24,2                  | 37,4                    |
| 9     | L300 (1)         | D - p3 - p1 - D                           | 180                       | 7,66       | 73,38         | 19,8                  | 30,6                    |
| 10    | Truck Canter (1) | D - p5 - p22 - p28 - p15 - p9 - p10 - D   | 560                       | 31,85      | 252,35        | 61,6                  | 95,2                    |
| 11    | Truck Canter (2) | D - p4 - p16 - p24 - p17 - D              | 430                       | 31,40      | 221,2         | 47,3                  | 73,1                    |
| 12    | L300 (2)         | D - p32 - p25 - D                         | 200                       | 19,44      | 114,32        | 22                    | 34                      |
| Total |                  |                                           | 3680                      | 149,35     | 1493,8        | 404,8                 | 625,6                   |

Keterangan:

Warna kuning = Rute terpilih dengan jarak terpendek.

### 3.8 Menghitung Utilitas Alat Angkut Berdasarkan Rute Rancangan (1-0) Insertion Intra Route

Hasil perhitungan utilitas alat angkut berdasarkan metode (1-0) Insertion Intra Route dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8 Hasil Rekapitulasi Utilitas Alat Angkut Berdasarkan Rute (1-0) Insertion Intra Route**

| Rute                   | Jenis Kendaraan  | Urutan Rute                               | Jumlah Permintaan (tabung) | Jumlah Kapasitas (tabung) | Utilitas Alat Angkut (%) |
|------------------------|------------------|-------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1                      | L300 (1)         | D - p8 - p38 - D                          | 210                        | 270                       | 77,78                    |
| 2                      | L300 (2)         | D - p14 - p11 - D                         | 220                        | 270                       | 81,48                    |
| 3                      | L300 (3)         | D - p21 - p35 - D                         | 210                        | 270                       | 77,78                    |
| 4                      | L300 (1)         | D - p6 - p13 - D                          | 180                        | 270                       | 66,67                    |
| 5                      | Truck Canter (1) | D - p19 - p12 - p18 - p2 - p23 - p30 - D  | 530                        | 560                       | 94,64                    |
| 6                      | Truck Canter (2) | D - p29 - p26 - p33 - p34 - p31 - p20 - D | 560                        | 560                       | 100                      |
| 7                      | L300 (2)         | D - p36 - p27 - D                         | 180                        | 270                       | 66,67                    |
| 8                      | L300 (3)         | D - p7 - p37 - D                          | 220                        | 270                       | 81,48                    |
| 9                      | L300 (1)         | D - p3 - p1 - D                           | 180                        | 270                       | 66,67                    |
| 10                     | Truck Canter (1) | D - p5 - p22 - p28 - p15 - p9 - p10 - D   | 560                        | 560                       | 100                      |
| 11                     | Truck Canter (2) | D - p4 - p16 - p24 - p17 - D              | 430                        | 560                       | 76,79                    |
| 12                     | L300 (2)         | D - p32 - p25 - D                         | 200                        | 270                       | 74,07                    |
| Rata-rata Utilitas (%) |                  |                                           |                            |                           | 80,3                     |

### 3.9 Menghitung Penghematan Jarak Total Berdasarkan Rute Aktual dan Rute Rancangan Metode (1-0) *Insertion Intra Route*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui penghematan jarak setelah melakukan perhitungan total jarak menggunakan metode (1-0) *Insertion intra route* dengan membandingkan dengan total jarak rute aktual. Rumus penghematan jarak total sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Penghematan Jarak Total} &= \frac{(\text{Jarak Rute Aktual} - \text{Jarak Rute Rancangan})}{\text{Jarak Rute Awal}} \times 100 \% \quad (6) \\ &= \frac{(234,6 - 149,4)}{234,6} \times 100 \% \\ &= 36,34\%\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil menunjukkan bahwa penghematan jarak total diperoleh hasil 36,34%. Pembentukan rute baru dapat memperpendek jarak tempuh pendistribusian perusahaan.

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menghasilkan rancangan rute dengan jarak terpendek. Total jarak dan waktu rute aktual adalah sebesar 234,6 km dengan waktu 1749,9 menit. Perancangan rute menggunakan metode *Sequential insertion* mendapatkan jarak sebesar 167,1 km dengan waktu 1518,4 menit. Rute yang dirancang menggunakan metode (1-0) *Insertion intra route* menghasilkan jarak 149,35 km dan total waktu 1493,8 menit, sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan rute distribusi PT. X menggunakan metode (1-0) *Insertion Intra Route*. Hasil nilai utilitas yang diperoleh berdasarkan perhitungan rute terpilih yaitu sebesar 80,3%. Hasil dari penghematan jarak total yang dihasilkan berdasarkan perhitungan rute terpilih sebesar 36,34%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Imran, A., & Okdinawati, L. (2012). Adaptation of the variable Neighborhood search heuristic to solve the *Vehicle Routing Problem*. *Jurnal Teknik Industri* 12 (1), 10-15.
- Imran, A., Martino, L. & Okdinawati, L. (2016). A variable neighborhood search for the heterogeneous fixed fleet *Vehicle Routing Problem*. *Jurnal Teknologi* 78 (9), 53-58.
- Meindl, P., & Chopra, S. (2013). *Supply Chain Managemet: Strategy, Planning, and Operation*. (Vol. 5th). England: Pearson Education, Inc.
- Muhammad, Bakhtiar, & Rahmi, M. (2017). Penentuan Rute Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya. *Industrial Engineering Journal* Vol.6, 10-15.
- Rupiah, S., Mulyono, & Sugiharti, E. (2017). Efektivitas Algoritma Clarke-Wright Dan *Sequential insertion* Dalam Penentuan Rute Pendistribusian Tabung Gas LPG. *UNNES Journal of Mathematics* , 199-210.
- Rohandi, S.M., Imran, A., & Prasetyo, H. (2014). Penentuan rute distribusi produk obat menggunakan metode *sequential insertion* dan Clarke & Wright savings (Studi kasus di PT X bandung). *Reka Integra* 2(2)
- Sitepu, G. I., & Imran, A. (2020). Usulan Penentuan Rute Distribusi Kaos Menggunakan Metode Savings Matrix, Nearest Neighbor, dan 1-0 *Insertion intra route* pada CV. Kojo Cloth Group Indonesia. FTI.

Suyudi, A., Imran, A., Susanty, S. (2015). Usulan Rancangan Rute Pendistribusian Air Galon Hanaang Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour dan Local Search. REKA INTEGRA 3 (4).