

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan di PT. Graha Kerindo Utama dengan menggunakan prosedur pada metodologi penelitian.

#### **4.1 Sejarah Umum Perusahaan**

PT. Graha Kerindo Utama (GKU) dan PT. Graha Cemerlang Paper Utama (GCPU) adalah anak perusahaan dari Kompas Gramedia yang merupakan produsen spesialis dalam mengkonversi kertas tisu. Sejak tahun 1986, PT Graha Kerindo Utama telah berkomitmen untuk menjaga kualitas tinggi dalam memproduksi *tissue*. Sebagai bagian dari kelompok Kompas Gramedia, perusahaan mendedikasikan untuk membuat bisnis yang baik dengan perusahaan lain. Perusahaan memiliki tim yang sangat berpengalaman dan personil yang kompeten dan teknologi tinggi untuk menghasilkan kualitas tinggi pada produk kertas tisu seperti tisu wajah, roll, kaku, serbet, dan handuk. Perusahaan memiliki beberapa nama *brand* seperti Tessa, Multi, Dynasty dan produk popok baru Peemo. Kini PT. GKU sudah mencapai pangsa pasar 52% di Indonesia. PT. GCPU adalah produsen spesialis dalam pembuatan kertas tisu. Dengan pesatnya perkembangan pasar baik di dalam negeri maupun di luar negeri, pada tahun 2011 PT. GCPU menginvestasikan jaringan mesin kedua dalam rangka untuk memenuhi permintaan pasar. Saat ini PT.GCPU menjadi pemasok utama ke PT. GKU untuk melayani permintaan domestik dan juga ekspor Jumbo Roll ke seluruh dunia.

#### **4.2 Visi dan Misi Perusahaan**

Visi dari PT. Graha Kerindo Utama adalah Menjadi perusahaan “*Toiletries*” terkemuka di Asia Tenggara dengan memproduksi produk yang unggul dan inovatif yang menjadi pilihan utama bagi pelanggan. Sedangkan misi dari PT. Graha Kerindo Utama adalah menyediakan kebutuhan *tissue* yang higienis serta berkualitas dengan harga *competitive*, memperhatikan aspek lingkungan demi menjaga kelestarian dengan program “*Go Green*” pada produk, dan bekerja sama dengan *supplier* untuk memenuhi kebutuhan *consumer*.

### 4.3 Logo Perusahaan

Logo perusahaan menandakan ciri khas dari perusahaan di mata *customer* agar produk dapat dikenal. Gambar 4.1 merupakan logo PT. Graha Kerindo Utama.

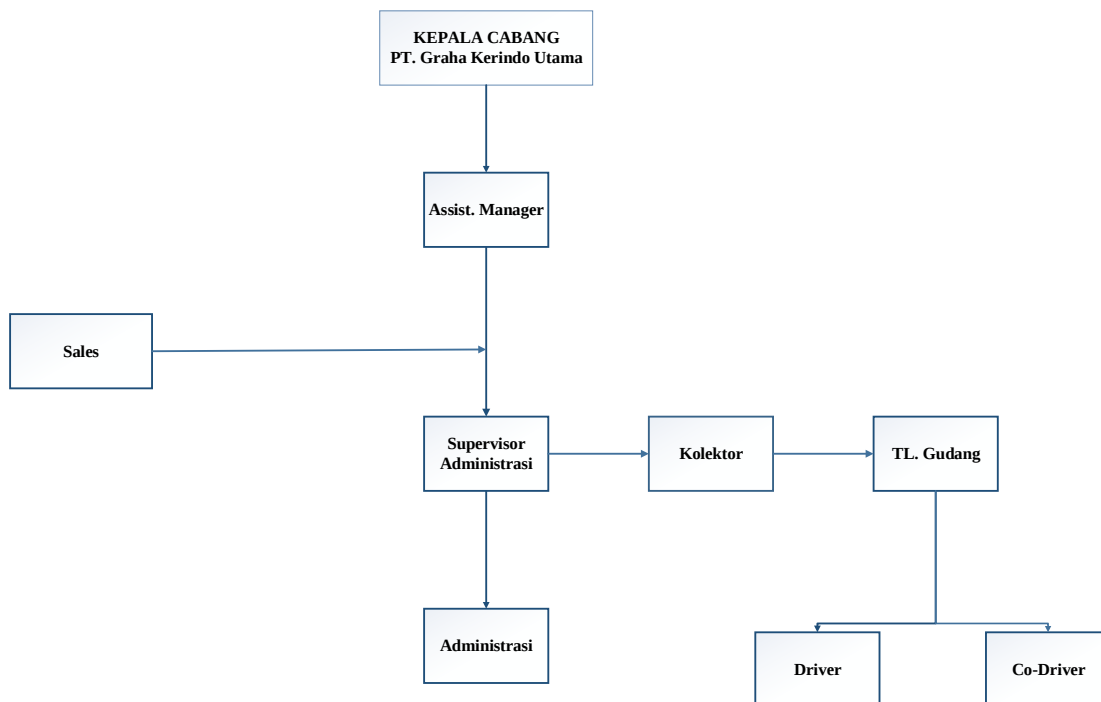


**PT. GRAHA KERINDO UTAMA**

Gambar 4.1 Logo perusahaan

### 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi adalah suatu susunan dan hubungan antara tiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi atau perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan yang di harapkan dan di inginkan. Struktur organisasi menggambarkan dengan jelas pemisahan kegiatan pekerjaan antara yang satu dengan yang lain dan bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi dibatasi. Gambar 4.2 merupakan struktur organisasi PT. Graha Kerindo Utama:



Gambar 4.2 Struktur organisasi perusahaan

*Job Description* adalah uraian jabatan yang berisi tujuan dari dibentuknya suatu jabatan, uraian tentang apa yang harus dilakukan oleh pemegang jabatan serta menunjukkan kualifikasi yang dibutuhkan untuk jabatan tersebut sehingga dapat tercapai tujuan unit / bagian kerja dan organisasi / perusahaan secara luas. *Job description* pada PT. Graha Kerindo Utama adalah:

1. Kepala Cabang PT. Graha Kerindo Utama Denpasar: Kepala cabang mempunyai wewenang tertinggi yang bertanggung jawab atas berlangsungnya segala kegiatan perusahaan meliputi memimpin mengatur, membimbing dan mengarahkan organisasi perusahaan, dimana kegiatan tersebut untuk mencapai prestasi yang tinggi dalam menghasilkan produk-produk berkualitas dengan jaminan sistem mutu yang selalu terjaga dan dilaksanakan secara konsisten.
2. Asist Manager: Membantu segala kegiatan yang berlangsung pada perusahaan dan membuat strategi-strategi yang harus dilakukan perusahaan supaya dapat berkembang dan berkompetisi dengan perusahaan lain.
3. Sales: Melakukan penjualan dan menawarkan kerja sama dengan perusahaan lain
4. Supervisor Administrasi: Melakukan *control* terhadap rekap order yang telah diterima dari retailer.
5. Administrasi: Membuat catatan keuangan, purchase order, delivery order, dan rekap penjualan.
6. Kolektor: Menagih uang ke *retailer* dari *distribution order* yang telah dibuat oleh Supervisor Administrasi.
7. TL. Gudang: Menentukan kapasitas kendaraan, melakukan *loading&unloading* barang, menentukan jalur rute distribusi.
8. *Driver*: Melakukan perjalanan sesuai rute menggunakan armada kendaraan yang telah ditentukan oleh TL. Gudang.
9. *Co-Driver*: Membantu *driver* dalam melakukan perjalanan.

#### 4.5 Sistem Distribusi Eksisting PT. Graha Kerindo Utama

PT. Graha Kerindo Utama adalah salah satu perusahaan yang memproduksi produk *tissue* Tessa dan Multi serta memiliki banyak permintaan dari pasar sehingga diperlukan pendistribusian produk yang optimal supaya dapat sampai ke *end customer* secara tepat waktu. PT. Graha Kerindo Utama memiliki 21 kantor cabang yang tersebar pada kota-kota di Indonesia. Sistem distribusi kantor cabang yang berada di Bali merupakan *distribution centre* yang dijadikan subjek dalam penelitian ini. PT. Graha Kerindo Utama Cabang Denpasar memulai kontribusi pendistribusi di bidang logistik produk *tissue* pada tahun 2005. Kantor cabang di Bali ini hanya melakukan proses pengiriman langsung ke *retailer* atau *end customer*. Saat ini PT. Graha Kerindo Utama memiliki kurang lebih 250 titik *retailer* yang melayani 8 kota di Bali yaitu Denpasar, Badung, Gianyar, Tabanan, Karangasem, Klungkung, Jembrana, dan Bangli. Sampel yang digunakan untuk penelitian ialah berjumlah 40 *retailer* berdasarkan area permintaan tertinggi di Bali.

Proses pendistribusian yang dilakukan PT. Graha Kerindo Utama Cabang Bali dimulai dari tahap menerima *order* dari *retailer* kemudian akan dibuatkan *purchase order* (PO) hingga tahap pendistribusian ke setiap titik *retailer*. Pada penyerahan rekapan *order* kepada kepala gudang lalu dilakukan penyusunan rute distribusi berdasarkan urutan *purchase order* (PO). Gambar 4.3 menunjukkan gambaran sistem pendistribusian yang dilakukan oleh PT. Graha Kerindo Utama:



Gambar 4.3 Sistem distribusi perusahaan

## 4.6 Pengumpulan Data

Data yang diambil dan digunakan adalah data permintaan *retailer*, data lokasi dan jarak *retailer*, data waktu tempuh, data *time windows*, data biaya distribusi, data kendaraan, data jaringan distribusi, dan data rute *existing* yang digunakan perusahaan saat ini. Data tersebut nantinya akan diolah untuk mendapatkan hasil rute distribusi yang optimal serta menganalisa total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendistribusikan produk *tissue* ke beberapa titik *retailer* di Bali.

### 4.6.1 Data Lokasi & Jarak *Retailer*

Lokasi dan jarak *retailer* yang dikirimkan oleh PT. Graha Kerindo Utama Cabang Bali tersebar pada delapan wilayah di Bali. Rencana penentuan rute distribusi akan dilakukan pada jadwal pendistribusian selama satu minggu yang diterapkan selama satu bulan. Tabel 4.1 merupakan data *retailer* yang terjadwal dalam pengiriman selama satu minggu.

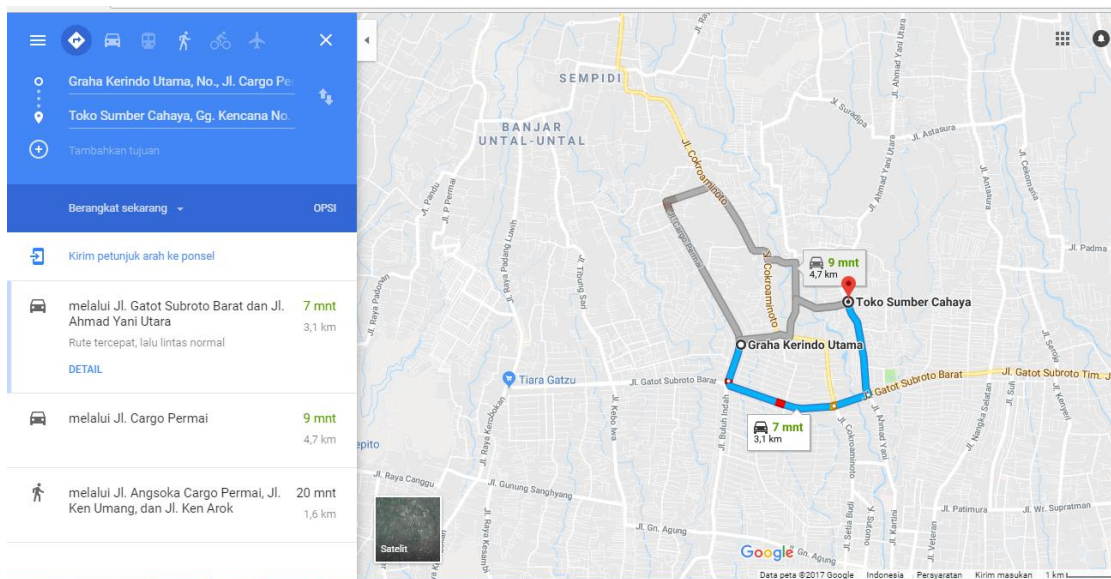
Tabel 4.1

Data Lokasi & Jarak *Retailer*

| No | Nama <i>Retailer</i>       | Alamat <i>Retailer</i>            | Jarak (km) |
|----|----------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1  | UD. Sumber Cahaya          | Jalan Ahmad Yani No. 182, Ubung   | 3.1        |
| 2  | HTL. Swasti Echo           | Jalan Nyuh Bojog , Ubud           | 20         |
| 3  | HTL. Fairmont              | Jalan Kusuma Sari No. 8, Sanur    | 15.4       |
| 4  | Natasha Skin Care          | Jalan Melati No. 45 , Dps         | 5.3        |
| 5  | CV. Jaya Kerti             | Jalan Cokroaminoto No. 185, Ubung | 2.9        |
| 6  | Golden Monkey Resto        | Jalan Dewisita, Gianyar           | 22.5       |
| 7  | PT. Kharisma Sentosa       | Jalan Hayam Wuruk No.232, Dps     | 8.1        |
| 8  | Prodia Laboratorium        | Jalan Raya Kuta No. 106, Kuta     | 13.7       |
| 9  | PT. Trans Retail Indonesia | Jalan Sunset Road                 | 10.2       |
| 10 | HTL. Amaris                | Jalan Dewi Sri No. 88, Legian     | 11.6       |
| 11 | SPM. Delta Dewata          | Jalan Buana Luhur No.2, Dps       | 3.8        |
| 12 | Pepito                     | Jalan Raya Canggu, Kuta           | 6          |
| 13 | The Samaya Ubud            | Jalan Raya Sayan, Gianyar         | 19.6       |
| 14 | Viceroy Bali               | Jalan Lanyahan, Ubud              | 24.6       |
| 15 | Koperasi Surabrata         | Jalan Jalan Surabrata, Tabanan    | 44         |

| No | Nama <i>Retailer</i>   | Alamat <i>Retailer</i>                    | Jarak (km) |
|----|------------------------|-------------------------------------------|------------|
| 16 | Bank BRI Singara       | Jalan Ngurah Rai No. 74, Singaraja        | 75         |
| 17 | Kembang Sari Artha     | Jalan Diponegoro No.32, Singaraja         | 76.2       |
| 18 | Cahaya Baru            | Jalan Pulau Komodo, Singaraja             | 77.2       |
| 19 | Carefour Singaraja     | Jalan Surapati No. 121, Singaraja         | 77.7       |
| 20 | ABD Foodmart           | Jalan Udayana Barat No. 2, Singaraja      | 76.1       |
| 21 | SPM Ramayana           | Jalan Panglima Besar Sudirman No. 20, Dps | 6.5        |
| 22 | Dapur Prima            | Jalan Diponegoro No. 103, Dps             | 6.7        |
| 23 | Ngetis Homestay        | Jalan Danau Poso No. 112, Sanur           | 15         |
| 24 | TK. Kitta              | Jalan Danau Poso No. 102, Sanur           | 14.9       |
| 25 | TK. Sinar Rahayu       | Jalan Ngurah Rai No. 10-11, Jembrana      | 88.4       |
| 26 | UD. Putra Mandiri      | Jalan Raya Kengetan, Gianyar              | 15.6       |
| 27 | Taman Harum Cottages   | Jalan Raya Mas, Ubud                      | 19         |
| 28 | SWL. Nirmala           | Jalan Uluwatu No .2, Badung               | 20.4       |
| 29 | Single Fin Restaurant  | Jalan Labuan Sait, Badung                 | 33.8       |
| 30 | Agung Mart             | Jalan Batan Celagi, Badung                | 7.3        |
| 31 | Pepito Express Uluwatu | Jalan Raya Uluwatu No. 80, Badung         | 24.5       |
| 32 | Toko Rahayu            | Jalan Sesetan No. 62, Dps                 | 11.3       |
| 33 | Coco Mart              | Jalan Waturenggong No. 41, Dps            | 7.4        |
| 34 | Mutiara Grosir         | Jalan Palapa No. 52, Dps                  | 11.2       |
| 35 | Toko Novi              | Jalan Raya Kuta No. 105, Kuta             | 11.2       |
| 36 | MM. Nusa Dewata        | Jalan Merpati No.3, Dps                   | 6.3        |
| 37 | SPM. Tiara Dewata      | Jalan Mayjend Sutoyo No. 55, Dps          | 5.6        |
| 38 | MM. Pande Putri        | Jalan Danau Buyan No. 34a, Dps            | 12.7       |
| 39 | SPM. Tiara Gatzu       | Jalan Gatot Subroto Barat No. 567, Dps    | 3          |
| 40 | The Beverly Hills Bali | Jalan Raya Uluwatu, Badung                | 15.8       |

*Google Maps* merupakan pemetaan web yang memberikan citra satelit, peta jalan, panorama 360°, kondisi lalu lintas, dan perencanaan rute untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil ataupun sepeda. Pengukuran jarak yang ditunjukkan oleh aplikasi ini dengan menghitung melalui jalur-jalur yang dilewati sehingga data jarak yang didapat dapat mendekati jarak aktual yang ditempuh oleh kendaraan. Data jarak dari *Google Maps* diperoleh dengan memasukkan *start* perjalanan menuju titik destinasi selanjutnya yang ingin diketahui, kemudian akan muncul hasil dari opsi rute yang dapat dilalui. Gambar 4.4 adalah contoh penggunaan untuk lokasi dan jarak dari *distribution centre* ke *retailer*.



Gambar 4.4 Contoh penggunaan untuk jarak dari *distribution centre* ke *retailer*

Pada Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa terdapat tiga pilihan rute yang dapat ditempuh dari PT. Graha Kerindo Utama menuju Toko Sumber Cahaya. Jarak yang dipilih adalah jarak terpendek dikarenakan biaya distribusi perusahaan berkaitan dengan biaya bahan bakar yang dipengaruhi oleh total jarak tempuh. Semakin pendek jarak yang ditempuh maka biaya bahan bakar yang dikeluarkan semakin murah sehingga rute yang dipilih diantara tiga rute adalah rute pertama dengan total jarak terpendek. Matriks jarak tempuh dari titik *distribution centre* ke *retailer* atau dari *retailer* ke *distribution centre* dan *retailer* lainnya terlampir pada Lampiran 1.

#### 4.6.2 Data Waktu Tempuh

Data waktu tempuh antar lokasi menunjukkan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melakukan pengiriman dari titik *distribution centre* ke *retailer* atau dari *retailer* ke *distribution centre* dan *retailer* lainnya. Data waktu tempuh diperoleh dari rumus hubungan antara jarak, kecepatan, dan waktu tempuh. Rumus waktu tempuh dalam satuan menit dituliskan sebagai berikut:

$$\text{waktu tempuh} = \frac{\text{jarak (km)}}{\text{kecepatan rata-rata } (\frac{\text{km}}{\text{jam}})} \times 60 \quad (4-1)$$

Keterangan:

Kecepatan rata-rata kendaraan pengangkut 40 km/jam dimana per 1 jam adalah 60 menit  
Berdasarkan rumus (4.1) waktu tempuh maka didapatkan hasil perhitungan seperti pada contoh:

$$\text{waktu tempuh} = \frac{3.1}{40} \times 60 = 4.65 \text{ menit}$$

Matriks data waktu tempuh dari titik *distribution centre* ke *retailer* atau dari *retailer* ke *distribution centre* dan *retailer* lainnya yang telah dihitung terlampir pada Lampiran 2.

#### 4.6.3 Data Time Windows

Data *time windows distribution centre* dan *retailer* menyatakan jam buka dan tutup pada *distribution centre* dan *retailer*. Dalam hal ini *distribution centre* dan *retailer* hanya dapat dilayani oleh kendaraan dalam kurun waktu diantara waktu jam buka dan tutup tersebut. Data tersebut diperoleh melalui hasil wawancara dengan pihak terkait yang mengetahui jam buka dan jam tutup *retailer* tersebut. Tabel 4.2 merupakan data buka dan tutup pada masing-masing *retailer*, titik 0 menyatakan *distribution centre*:

Tabel 4.2

Data Waktu Buka dan Tutup pada *Distribution Centre* dan *Retailer*

| Titik awal | Nama <i>Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> | Buka (a) |           | Tutup (b) |           |
|------------|-----------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|            |                                                     | Jam      | Menit ke- | Jam       | Menit ke- |
| 0          | PT. Graha Kerindo Utama                             | 08.00    | 0         | 16.00     | 480       |
| 1          | UD. Sumber Cahaya                                   | 08.00    | 0         | 20.00     | 720       |
| 2          | HTL. Swasti Echo                                    | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 3          | HTL. Fairmont                                       | 08.00    | 0         | 16.00     | 480       |
| 4          | Natasha Skin Care                                   | 08.00    | 0         | 16.00     | 480       |
| 5          | CV. Jaya Kerti                                      | 08.00    | 0         | 21.00     | 780       |
| 6          | Golden Monkey Resto                                 | 08.00    | 0         | 21.00     | 780       |
| 7          | PT. Kharisma Sentosa                                | 08.00    | 0         | 16.00     | 480       |
| 8          | Prodia Laboratorium                                 | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 9          | PT. Trans Retail Indonesia                          | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 10         | HTL. Amaris                                         | 07.00    | -60       | 20.00     | 720       |
| 11         | SPM. Delta Dewata                                   | 07.00    | 60        | 19.00     | 660       |
| 12         | Pepito                                              | 08.00    | 0         | 21.00     | 780       |
| 13         | The Samaya Ubud                                     | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 14         | Viceroy Bali                                        | 08.00    | 0         | 16.00     | 480       |
| 15         | Koperasi Surabrata                                  | 08.00    | 0         | 17.00     | 540       |
| 16         | BKS For BRI Singaraja                               | 05.30    | -150      | 16.00     | 480       |
| 17         | Kembang Sari Artha                                  | 05.30    | -150      | 17.00     | 540       |
| 18         | Cahaya Baru                                         | 05.30    | -150      | 17.00     | 540       |
| 19         | Carefour Singaraja                                  | 06.00    | -120      | 18.00     | 600       |
| 20         | ABD Foodmart                                        | 06.00    | -120      | 17.00     | 540       |
| 21         | SPM Ramayana                                        | 08.00    | 0         | 19.00     | 660       |
| 22         | Dapur Prima                                         | 07.30    | -30       | 16.00     | 480       |
| 23         | Ngetis Homestay                                     | 08.00    | 0         | 17.00     | 540       |
| 24         | TK. Kitta                                           | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 25         | TK. Sinar Rahayu                                    | 07.00    | -60       | 16.00     | 480       |
| 26         | UD. Putra Mandiri                                   | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 27         | Taman Harum Cottages                                | 08.00    | 0         | 19.00     | 660       |
| 28         | SWL. Nirmala                                        | 08.00    | 0         | 17.00     | 540       |
| 29         | Single Fin Restaurant                               | 06.30    | -90       | 21.00     | 780       |
| 30         | Agung Mart                                          | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 31         | Pepito Express Uluwatu                              | 08.00    | 0         | 19.00     | 660       |

| Titik awal | Nama <i>Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> | Buka (a) |           | Tutup (b) |           |
|------------|-----------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|            |                                                     | Jam      | Menit ke- | Jam       | Menit ke- |
| 32         | Toko Rahayu                                         | 07.30    | -30       | 17.00     | 540       |
| 33         | Coco Mart                                           | 08.00    | 0         | 20.00     | 720       |
| 34         | Mutiara Grosir                                      | 08.00    | 0         | 18.00     | 600       |
| 35         | Toko Novi                                           | 08.00    | 0         | 17.00     | 540       |
| 36         | MM. Nusa Dewata                                     | 08.00    | 0         | 17.00     | 540       |
| 37         | SPM. Tiara Dewata                                   | 07.00    | -60       | 20.00     | 720       |
| 38         | MM. Pande Putri                                     | 08.00    | 0         | 17.00     | 540       |
| 39         | SPM. Tiara Gatzu                                    | 08.00    | 0         | 21.00     | 780       |
| 40         | The Beverly Hills Bali                              | 06.30    | -90       | 20.00     | 720       |

Pada Tabel 4.2 menyatakan bahwa terdapat beberapa *retailer* dengan jam buka (a) dalam satuan menit yang bernilai negatif. *Retailer* tersebut menandakan bahwa perusahaan memulai jam kerja lebih awal dari jam buka dari PT. Graha Kerindo Utama. Kemudian pada Tabel 4.3 hal yang ditentukan pada *time windows* di masing-masing *retailer* yaitu mempertimbangkan jam buka tutup *retailer* serta jam kerja PT. Graha Kerindo Utama. Dapat dilihat pada Tabel 4.3 *time windows* yang disesuaikan dengan *earliest* dan *latest time* pada *retailer*, titik 0 menyatakan *distribution centre*.

Tabel 4.3

Data *Time Windows Distribution Centre* dan *Retailer*

| Titik Awal | Nama <i>Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> | <i>Time Windows</i> (menit ke-)                                                                     |                                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                     | <i>Earliest service time</i><br>{maks (jam buka retail,<br>jam kerja dimulai)}<br>(a <sub>i</sub> ) | <i>Latest service time</i><br>{min(jam tutup retail,<br>jam kerja berakhir)}<br>(b <sub>i</sub> ) |
| 0          | PT. Graha Kerindo Utama                             | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 1          | UD. Sumber Cahaya                                   | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 2          | HTL. Swasti Echo                                    | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 3          | HTL. Fairmont                                       | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 4          | Natasha Skin Care                                   | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 5          | CV. Jaya Kerti                                      | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 6          | Golden Monkey Resto                                 | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 7          | PT. Kharisma Sentosa                                | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 8          | Prodia Laboratorium                                 | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 9          | PT. Trans Retail Indonesia                          | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 10         | HTL. Amaris                                         | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 11         | SPM. Delta Dewata                                   | 60                                                                                                  | 480                                                                                               |
| 12         | Pepito                                              | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 13         | The Samaya Ubud                                     | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 14         | Viceroy Bali                                        | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 15         | Koperasi Surabrata                                  | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 16         | BKS For BRI Singaraja                               | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 17         | Kembang Sari Artha                                  | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 18         | Cahaya Baru                                         | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 19         | Carefour Singaraja                                  | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 20         | ABD Foodmart                                        | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |
| 21         | SPM Ramayana                                        | 0                                                                                                   | 480                                                                                               |



| Titik Awal | Nama <i>Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> | <i>Time Windows</i> (menit ke-)                                                              |                                                                                            |
|------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                     | <i>Earliest service time</i><br>{maks (jam buka retail, jam kerja dimulai)}<br>( <i>ai</i> ) | <i>Latest service time</i><br>{min(jam tutup retail, jam kerja berakhir)}<br>( <i>bi</i> ) |
| 22         | Dapur Prima                                         | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 23         | Ngetis Homestay                                     | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 24         | TK. Kitta                                           | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 25         | TK. Sinar Rahayu                                    | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 26         | UD. Putra Mandiri                                   | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 27         | Taman Harum Cottages                                | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 28         | SWL. Nirmala                                        | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 29         | Single Fin Restaurant                               | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 30         | Agung Mart                                          | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 31         | Pepito Express Uluwatu                              | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 32         | Toko Rahayu                                         | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 33         | Coco Mart                                           | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 34         | Mutiara Grosir                                      | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 35         | Toko Novi                                           | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 36         | MM. Nusa Dewata                                     | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 37         | SPM. Tiara Dewata                                   | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 38         | MM. Pande Putri                                     | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 39         | SPM. Tiara Gatzu                                    | 0                                                                                            | 480                                                                                        |
| 40         | The Beverly Hills Bali                              | 0                                                                                            | 480                                                                                        |

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa penentuan nilai *ai* menggunakan nilai maksimal diantara jam buka *retailer* dan jam kerja dimulai. Sedangkan nilai *bi* menggunakan nilai minimal diantara jam tutup *retailer* dan jam kerja berakhir. Hal tersebut ditujukan untuk memastikan bahwa nilai *time windows retailer* berada pada interval *time windows di distribution centre*.

#### 4.6.4 Data Kapasitas Angkut Kendaraan

PT. Graha Kerindo Utama Denpasar memiliki 7 armada kendaraan untuk melakukan proses distribusi yaitu menggunakan jenis kendaraan Isuzu ELF. Kapasitas angkut masing-masing kendaraan adalah sebesar 4320 bags. 1 karton berisi 48 bags, kapasitas angkut kendaraan adalah 90 karton. serta jenis kendaraan yang tersedia untuk melakukan proses pendistribusian dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Data Kapasitas Angkut Kendaraan

| No | Jenis Kendaraan  | Volume Karton | Kapasitas Angkut Kendaraan (Bags) | Daya Angkut Box (Volume) |
|----|------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1  | Isuzu ELF 100 PS | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 560x200x220 cm           |
| 2  | Isuzu ELF 100 PS | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 560x200x220 cm           |
| 3  | Isuzu ELF 100 PS | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 560x200x220 cm           |
| 4  | Isuzu ELF 100 PS | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 560x200x220 cm           |
| 5  | Mitsubishi L300  | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 430x200x180 cm           |
| 6  | Mitsubishi L300  | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 430x200x180 cm           |

| No | Jenis Kendaraan | Volume Karton | Kapasitas Angkut Kendaraan (Bags) | Daya Angkut Box (Volume) |
|----|-----------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 7  | Mitsubishi L300 | 67x63.5x58 cm | 4320                              | 430x200x180 cm           |

#### 4.6.5 Data Permintaan *Retailer*

Data permintaan setiap *retailer* menyatakan kebutuhan *retailer* yang harus dipenuhi oleh perusahaan. Pada penelitian ini, data permintaan setiap *retailer* dinyatakan dalam harian bersifat deterministik, dan berkaitan dengan kapasitas angkut kendaraan. Data harian didapatkan dari rata-rata permintaan pada 1 bulan. Kendaraan harus memenuhi permintaan setiap *retailer* tetapi tidak diperbolehkan membawa permintaan melebihi kapasitas kendaraan. Data permintaan *retailer* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5

Data Permintaan *Retailer* Harian

| No | Nama <i>Retailer</i>       | Permintaan (Bags) | No | Nama <i>Retailer</i>   | Permintaan (Bags) |
|----|----------------------------|-------------------|----|------------------------|-------------------|
| 1  | UD. Sumber Cahaya          | 385               | 21 | SPM Ramayana           | 508               |
| 2  | HTL. Swasti Echo           | 350               | 22 | Dapur Prima            | 410               |
| 3  | HTL. Fairmont              | 505               | 23 | Ngetis Homestay        | 540               |
| 4  | Natasha Skin Care          | 402               | 24 | TK. Kitta              | 480               |
| 5  | CV. Jaya Kerti             | 430               | 25 | TK. Sinar Rahayu       | 550               |
| 6  | Golden Monkey Resto        | 406               | 26 | UD. Putra Mandiri      | 330               |
| 7  | PT. Kharisma Sentosa       | 398               | 27 | Taman Harum Cottages   | 430               |
| 8  | Prodia Laboratorium        | 323               | 28 | SWL. Nirmala           | 324               |
| 9  | PT. Trans Retail Indonesia | 630               | 29 | Single Fin Restauant   | 625               |
| 10 | HTL. Amaris                | 355               | 30 | Agung Mart             | 450               |
| 11 | SPM. Delta Dewata          | 445               | 31 | Pepito Express Uluwatu | 400               |
| 12 | Pepito                     | 415               | 32 | Toko Rahayu            | 538               |
| 13 | The Samaya Ubud            | 425               | 33 | Coco Mart              | 400               |
| 14 | Viceroy Bali               | 392               | 34 | Mutiara Grosir         | 345               |
| 15 | Koperasi Surabrata         | 521               | 35 | Toko Novi              | 410               |
| 16 | Bank BRI Singaraja         | 395               | 36 | MM. Nusa Dewata        | 290               |
| 17 | Kembang Sari Artha         | 440               | 37 | SPM. Tiara Dewata      | 550               |
| 18 | Cahaya Baru                | 414               | 38 | MM. Pande Putri        | 345               |
| 19 | Carefour Singaraja         | 465               | 39 | SPM. Tiara Gatzu       | 400               |
| 20 | ABD Foodmart               | 405               | 40 | The Beverly Hills Bali | 400               |

#### 4.6.6 Data Rute Distribusi Awal

Rute awal ini merupakan rute saat ini yang digunakan oleh perusahaan dalam menentukan rute distribusi pengiriman menuju *retailer* yang diantarkan oleh *sales* berdasarkan armada kendaraan yang ada. Penentuan rute yang dijadikan sebagai rute awal dari perusahaan hanya berdasarkan kesesuaian pesanan *purchase order* (PO) dari kepala gudang yang mengatur urutan rute. Pada penelitian ini rute pengiriman yang digunakan

sebagai acuan adalah rute selama satu minggu mulai dari hari Senin hingga Sabtu. Tabel 4.6 menyatakan data rute awal dari PT. Graha Kerindo Utama.

Tabel 4.6

Data Rute Distribusi Awal Perusahaan

| No Kendaraan | Sales     | Rute Distribusi          | Jarak Tempuh (km) | Waktu Tempuh (m) |
|--------------|-----------|--------------------------|-------------------|------------------|
| 1            | Suastika  | 0→39→27→26→2→0           | 43.8              | 65.7             |
| 2            | Liling    | 0→1→6→13→14→30→33→40→0   | 112.2             | 168.3            |
| 3            | Yunitha   | 0→4→7→9→35→10→0          | 66.1              | 99.15            |
| 4            | Ketut     | 0→5→11→22→36→3→8→12→0    | 67.7              | 101.55           |
| 5            | Dionisius | 0→28→31→16→18→20→17→19→0 | 219.7             | 329.55           |
| 6            | Andika    | 0→24→21→34→38→0          | 50.8              | 76.2             |
| 7            | Restu     | 0→23→37→29→15→25→32→0    | 225.3             | 337.95           |
| <b>Total</b> |           |                          | 785.6 km          | 1178.4 menit     |

Perusahaan membagi rute kendaraan 1 dengan urutan DC→ Tiara Gatzu → Taman Harum Cottages → UD. Putra Mandiri → HTL. Swasti Eco → DC, dengan jarak tempuh 43.8 km dan waktu tempuh 65.7 menit. Sementara itu, kendaraan 2 memiliki urutan DC→ UD. Sumber Cahaya → Golden Monkey Resto → The Samaya Ubud → Viceroy Bali → Agung Mart → Coco Mart → The Beverly Hills → DC, dengan jarak tempuh 112.2 km dan waktu tempuh 168.3 menit. Kendaraan 3 dengan urutan DC→ Natasha Skin Care → PT. Kharisma Sentosa → PT. Trans Retail Indonesia → Toko Novi → HTL. Amaris → DC, dengan jarak tempuh 66.1 km dan waktu tempuh 99.15 menit. Untuk kendaraan 4 memiliki urutan perjalanan dari DC → CV. Jaya Kerti → SPM. Delta Dewata → Dapur Prima → MM. Nusa Dewata → HTL. Fairmont → Prodia Laboratorium → Pepito → DC, dengan jarak tempuh 67.7 km dan waktu tempuh 101.55 menit. Kemudian kendaraan 5 memiliki urutan perjalanan dari DC → SWL. Nirmala → Pepito Express Uluwatu → Bank BRI Singaraja → Cahaya Baru → ABD Foodmart → Kembang Sari Artha → Carrefour Singaraja → DC, dengan jarak tempuh 219.7 km dan waktu tempuh 329.55 menit. Selanjutnya untuk kendaraan 6 memiliki urutan perjalanan dari DC→ TK. Kitta → Ramayana → Mutiara Grosir → MM. Pande Putri → DC, dengan jarak tempuh 50.8 km dan waktu tempuh 76.2 menit. Dan untuk kendaraan 7 memiliki urutan perjalanan dari DC→ Ngetis Homestay → SPM. Tiara Dewata → Single Finn Resto → Koperasi Surabrata → TK. Sinar Rahayu → TK. Rahayu → DC, dengan jarak tempuh 225.3 km dan waktu tempuh 337.95 menit. Jarak tempuh keseluruhan rute awalan yang digunakan perusahaan saat ini yaitu sejauh 785.6 km dengan waktu tempuh 1178.4 menit.

#### 4.6.7 Biaya Distribusi Produk *Tissue*

Perhitungan biaya distribusi dalam penelitian ini dilakukan berdasar dua aspek biaya yakni biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap yang digunakan adalah perhitungan biaya untuk gaji *driver* dan *co-driver* tiap kendaraan dalam satu kali perjalanan pengiriman barang. Dalam satu bulan diasumsikan terdapat 26 hari kerja melakukan perjalanan untuk mendistribusikan produk sehingga dalam satu bulan diasumsikan setiap *driver* dan *co-driver* melakukan 26 kali perjalanan untuk mengirimkan produk.

Gaji untuk seorang *driver* dalam satu bulan adalah Rp 2.200.000. Perhitungan biaya tetap dalam satu perjalanan untuk gaji satu orang *driver* adalah  $\text{Rp } 2.200.000/26 \text{ hari} = \text{Rp } 84.615/\text{hari}$ . Sedangkan gaji untuk seorang *co-driver* dalam satu bulan adalah Rp 2.000.000 sehingga dalam satu perjalanan biaya yang dikeluarkan untuk gaji satu orang *co-driver* adalah  $\text{Rp } 2.000.000/26 \text{ hari} = \text{Rp } 76.923/\text{hari}$ .

Kebutuhan biaya untuk *driver* dan *co-driver* berbeda untuk setiap perjalanan dalam melakukan pendistribusian produk *tissue*. Dalam satu truk membutuhkan 1 *driver* dan *co-driver*. Perhitungan biaya tetap untuk setiap jenis kendaraan adalah sebagai berikut:

Biaya tetap truk/hari =  $1 \times \text{gaji driver/hari} + 1 \times \text{gaji co-driver /hari} = 1 \times \text{Rp } 84.615 + 1 \times \text{Rp } 76.923 = \text{Rp } 161.538$

Biaya variabel yang digunakan adalah perhitungan biaya bahan bakar kendaraan pengiriman produk. Biaya bahan bakar tersebut berbeda untuk setiap perjalanan kendaraan. Berdasarkan pada hasil pengolahan data perhitungan km/liter solar yang dilakukan oleh perusahaan diketahui bahwa rata-rata truk dapat menempuh jarak sejauh 8 km dengan 1 liter solar. Harga solar yang berlaku saat ini adalah Rp 5.150/liter sehingga perhitungan biaya per satu km jarak tempuh kendaraan adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya per km truk} = \frac{\text{Rp.5150 liter}}{8 \text{ km/liter}} = \text{Rp } 643.75/\text{km} \approx \text{Rp } 650/\text{km}$$

Tabel 4.7 menunjukkan data biaya distribusi yaitu biaya tetap dan biaya variabel.

Tabel 4.7

Data Biaya Distribusi Produk *Tissue* per Hari

| No | Keterangan     | Biaya           |
|----|----------------|-----------------|
| 1  | Biaya Tetap    | Rp 161.538/hari |
| 2  | Biaya Variabel | Rp 650/km       |

#### 4.6.8 Perhitungan Biaya Awal Distribusi

Pada sub bab ini disajikan perhitungan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menjalankan aktivitas distribusi dengan berdasar pada perhitungan biaya tetap dan biaya variabel yang telah dijelaskan sebelumnya. Tabel 4.8 merupakan perhitungan biaya

distribusi berdasar rute dan pengalokasian kendaraan dengan metode yang selama ini diterapkan oleh perusahaan.

Tabel 4.8

Perhitungan Biaya Distribusi Awal

| No Kendaraan | Rute                     | Jarak Tempuh (km) | Biaya Tetap (Rp) | Biaya Variabel (Rp) | Total Biaya Distribusi (Rp) |
|--------------|--------------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|
| 1            | 0→39→27→26→2→0           | 43.8              | 161.538          | 28470               | 205.338                     |
| 2            | 0→1→6→13→14→30→33→40→0   | 112.2             | 161.538          | 72930               | 273.738                     |
| 3            | 0→4→7→9→35→10→0          | 66.1              | 161.538          | 42965               | 227.638                     |
| 4            | 0→5→11→22→36→3→8→12→0    | 67.7              | 161.538          | 44005               | 229.238                     |
| 5            | 0→28→31→16→18→20→17→19→0 | 219.7             | 161.538          | 142805              | 381.238                     |
| 6            | 0→24→21→34→38→0          | 50.8              | 161.538          | 33020               | 212.338                     |
| 7            | 0→23→37→29→15→25→32→0    | 225.3             | 161.538          | 146445              | 386.838                     |
|              | <b>Total</b>             | 680.05            | 1130.766         | 785.6               | 1916.366                    |

#### 4.7 Pengolahan Data

Pada sub-bab ini akan dilakukan pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan pada sub-bab sebelumnya. Pengolahan data dilakukan untuk menentukan rute distribusi optimal PT. Graha Kerindo Utama Denpasar sesuai dengan metodologi yang dijelaskan pada bab III.

##### 4.7.1 Penyelesaian Model *Vehicle Routing Problem with Time windows* Menggunakan Algoritma *Sweep*

Dalam menyelesaikan model VRPTW dengan algoritma *sweep* diperlukan dua tahapan proses yaitu pengelompokkan (*clustering*) dilanjutkan dengan pembentukan rute.

Langkah-langkah pada tahap pengelompokkan sebagai berikut :

1. Mencari masing-masing titik koordinat geografis *retailer* dan menetapkan lokasi *distribution centre* sebagai pusat koordinat. Langkah-langkah untuk menggambarkan peta dalam sistem koordinat adalah dengan menggunakan konversi titik geografis menjadi titik *Universal Transverse Mercator* (UTM) dari *Google Earth*. UTM merupakan metode berbasis grid untuk menentukan lokasi permukaan bumi. Rangkaian proyeksi Transverse Mercator untuk global dimana bumi dibagi menjadi 60 bagian zona. Setiap zona mencakup 6 derajat bujur (*longitude*) dan memiliki meridian tengah tersendiri. Berbeda dengan koordinat geografis yang satuan unitnya adalah derajat, koordinat UTM menggunakan satuan unit meter. Setiap zona memiliki

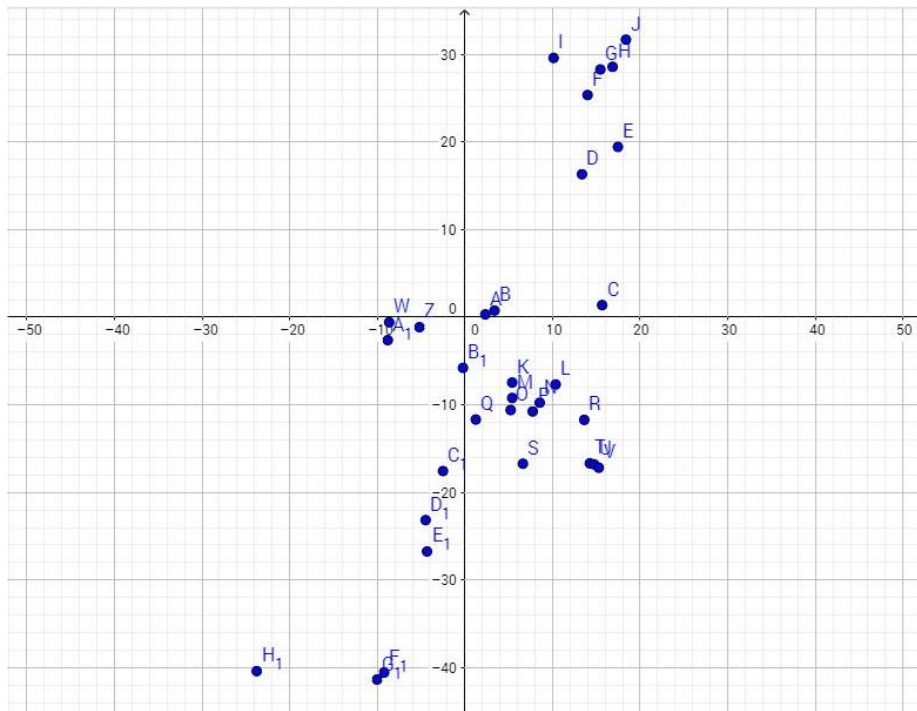
panjang x sebesar 500.000 meter dan panjang y sebesar 10.000.000 meter. Pada Tabel 4.9 dapat dilihat titik UTM.

Tabel 4.9

Titik *Universal Transverse Mercator* (UTM)

| Titik<br><i>Retailer</i> | <i>Easting</i> | <i>Northing</i> | Titik<br><i>Retailer</i> | <i>Easting</i> | <i>Northing</i> |
|--------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| 0                        | 301717.72 m E  | 9045272.98 m S  | 21                       | 302259.14 m E  | 9039917.65 m S  |
| 1                        | 302898.10 m E  | 9045744.63 m S  | 22                       | 297280.92 m E  | 9044020.21 m S  |
| 2                        | 306331.96 m E  | 9041891.73 m S  | 23                       | 306246.96 m E  | 9059585.17 m S  |
| 3                        | 305476.42 m E  | 9040827.14 m S  | 24                       | 310340.88 m E  | 9060679.15 m S  |
| 4                        | 309700.44 m E  | 9059131.54 m S  | 25                       | 275853.83 m E  | 9060439.40 m S  |
| 5                        | 308801.20 m E  | 9037239.92 m S  | 26                       | 289759.50 m E  | 9101820.42 m S  |
| 6                        | 303906.64 m E  | 9041232.05 m S  | 27                       | 293629.27 m E  | 9105289.70 m S  |
| 7                        | 305090.20 m E  | 9040335.35 m S  | 28                       | 291297.00 m E  | 9104388.00 m S  |
| 8                        | 308358.55 m E  | 9037340.49 m S  | 29                       | 290206.81 m E  | 9103877.42 m S  |
| 9                        | 308481.76 m E  | 9037317.10 m S  | 30                       | 288791.04 m E  | 9102104.62 m S  |
| 10                       | 303782.88 m E  | 9040492.36 m S  | 31                       | 309866.32 m E  | 9054464.50 m S  |
| 11                       | 304589.76 m E  | 9037365.33 m S  | 32                       | 307816.03 m E  | 9052918.89 m S  |
| 12                       | 301666.69 m E  | 9042342.46 m S  | 33                       | 297113.12 m E  | 9024987.91 m S  |
| 13                       | 303853.19 m E  | 9042032.09 m S  | 34                       | 289799.85 m E  | 9025066.55 m S  |
| 14                       | 308066.67 m E  | 9039868.85 m S  | 35                       | 297352.52 m E  | 9044964.80 m S  |
| 15                       | 299166.89 m E  | 9044731.57 m S  | 36                       | 296712.59 m E  | 9024595.11 m S  |
| 16                       | 308218.67 m E  | 9057458.47 m S  | 37                       | 299580.53 m E  | 9031870.16 m S  |
| 17                       | 302305.55 m E  | 9045335.18 m S  | 38                       | 309078.80 m E  | 9045949.08 m S  |
| 18                       | 308901.32 m E  | 9058852.37 m S  | 39                       | 238594.55 m E  | 9075040.37 m S  |
| 19                       | 299537.50 m E  | 9033752.62 m S  | 40                       | 239855.94 m E  | 9075143.14 m S  |
| 20                       | 300484.34 m E  | 9036505.51 m S  |                          |                |                 |

- Setelah diketahui titik UTM, maka titik tersebut digunakan menjadi input untuk mencari titik masing-masing *retailer* pada *software* AutoCad. Titik 0 dengan nilai UTM 301717.72 m E, 9045272.98 m S menunjukkan *distribution centre* menjadi titik pusat koordinat. Titik *retailer* akan tersebar sesuai kuadran grid pada AutoCad. Kemudian untuk mengetahui nilai titik-titik yang tersebar berada pada koordinat (x,y), dipindahkan ke titik koordinat kartesius pada *software* Geogebra yang sudah diperhitungkan letak masing-masing titik dari AutoCad. Gambar 4.5 adalah koordinat kartesius untuk masing-masing *retailer*.



Gambar 4.5 Koordinat kartesius titik *retailer*

3. Kemudian setelah input titik yang sudah diplotkan pada *software* geogebra menunjukkan output berupa nilai koordinat (x,y). Titik koordinat *retailer* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10

Titik Koordinat *Retailer*

| Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>Retailer</i> | X     | Y     | Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>Retailer</i> | X       | Y      |
|----------------------|-----------------------|-------|-------|----------------------|-----------------------|---------|--------|
| CV. Jaya Kerti       | A                     | 2.34  | 0.32  | Toko Kitta           | U                     | 14.74   | -16.8  |
| Toko Sumber Cahaya   | B                     | 3.38  | 0.76  | Fairmont Hotel       | V                     | 15.28   | -17.18 |
| Coco Mart            | C                     | 15.66 | 1.38  | Agung Mart           | W                     | -8.64   | -0.58  |
| UD. Putra Mandiri    | D                     | 13.36 | 16.32 | Tiara Gatzu          | Z                     | -5.18   | -1.14  |
| Taman Harum Cott     | E                     | 17.46 | 19.44 | Pepito               | A1                    | -8.8    | -2.62  |
| Swasti Eco           | F                     | 14    | 25.36 | Nusa Dewata          | B1                    | -0.22   | -5.78  |
| Golden Monkey        | G                     | 15.46 | 28.28 | PT. Trans Retail     | C1                    | -2.5    | -17.56 |
| Delta Dewata         | H                     | 16.86 | 28.58 | Prodia Lab           | D1                    | -4.48   | -23.16 |
| The Samaya Ubud      | I                     | 10.12 | 29.6  | The Beverly Hills    | E1                    | -4.32   | -26.74 |
| Viceroy              | J                     | 18.38 | 31.68 | SWL. Nirmala         | F1                    | -9.22   | -40.56 |
| Tiara Dewata         | K                     | 5.4   | -7.46 | Pepito Express       | G1                    | -10.02  | -41.36 |
| PT. Kharisma Sentosa | L                     | 10.36 | -7.68 | Single Finn          | H1                    | -23.76  | -40.4  |
| Ramayana             | M                     | 5.4   | -9.22 | Sinar Rahayu         | I1                    | -126.31 | 60.54  |
| Natasha Clinic       | N                     | 8.54  | -9.76 | Toko Rahayu          | J1                    | -123.69 | 60.7   |
| Toko Novi            | O                     | 5.22  | -10.6 | Toserba Kembang Sari | K1                    | -16.14  | 121.08 |

| Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>Retailer</i> | X     | Y      | Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>Retailer</i> | X      | Y      |
|----------------------|-----------------------|-------|--------|----------------------|-----------------------|--------|--------|
|                      |                       |       |        | Artha                |                       |        |        |
| Dapur Prima          | P                     | 7.74  | -10.76 | Cahaya Baru          | L1                    | -20.74 | 119.34 |
| Hotel Amaris         | Q                     | 1.24  | -11.68 | Carrefour Singaraja  | M1                    | -23.07 | 118.25 |
| Pande Putri          | R                     | 13.62 | -11.72 | Bank BRI Singaraja   | N1                    | -23.84 | 114.12 |
| Mutiara Grosir       | S                     | 6.62  | -16.72 | ABD Foodmart         | O1                    | -25.73 | 114.69 |
| Ngetis Resort        | T                     | 14.26 | -16.68 | Kop. Surabrata       | P1                    | -50.64 | 31.34  |

4. Menentukan semua koordinat polar dari masing-masing agen yang berhubungan dengan *distribution centre*. Langkah untuk mengubah koordinat kartesius (x,y) menjadi koordinat polar (r,θ) adalah dengan menggunakan rumus:

$$r = \sqrt{(x)^2 + (y)^2}; \quad (4-2)$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{y}{x} \right) \quad (4-3)$$

Contoh perhitungan untuk mengubah koordinat kartesius (2.34, 0.32) menjadi koordinat polar:

$$A (2.34, 0.32) \leftrightarrow r = \sqrt{(2.34)^2 + (0.32)^2} = 2.36$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{0.32}{2.34} \right) = 7.78^\circ$$

Hasil yang diperoleh dari perhitungan koordinat polar disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Hasil Perhitungan Sudut Polar Pada *Retailer*

| Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>Retailer</i> | Sudut Polar (r,θ) | Nama <i>Retailer</i>   | Titik <i>Retailer</i> | Sudut Polar (r,θ) |
|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|
| CV. Jaya Kerti       | A                     | 2.36;7.78         | Toko Kitta             | U                     | 22.34;311.26      |
| Toko Sumber Cahaya   | B                     | 3.46;12.67        | Fairmont Hotel         | V                     | 22.99;311.65      |
| Coco Mart            | C                     | 15.72;5.03        | Agung Mart             | W                     | 8.65;3.84         |
| UD. Putra Mandiri    | D                     | 21.09;50.69       | Tiara Gatzu            | Z                     | 5.30;12.41        |
| Taman Harum Cott     | E                     | 26.12;48.07       | Pepito                 | A1                    | 9.12;16.57        |
| Swasti Eco           | F                     | 28.96;61.09       | Nusa Dewata            | B1                    | 5.78;87.82        |
| Golden Monkey        | G                     | 32.22;61.33       | PT. Trans Retail       | C1                    | 17.73;81.89       |
| Delta Dewata         | H                     | 33.18;59.46       | Prodia Lab             | D1                    | 23.58;79.05       |
| The Samaya Ubud      | I                     | 31.28;71.12       | The Beverly Hills      | E1                    | 27.08;80.82       |
| Viceroy              | J                     | 36.62;59.87       | SWL. Nirmala           | F1                    | 41.59;77.19       |
| Tiara Dewata         | K                     | 9.20;305.89       | Pepito Express         | G1                    | 42.55;76.38       |
| PT. Kharisma Sentosa | L                     | 12.89;323.44      | Single Finn Restaurant | H1                    | 46.86;59.53       |
| Ramayana             | M                     | 10.68;300.35      | Sinar Rahayu           | I1                    | 140.06;334.39     |
| Natasha Clinic       | N                     | 12.96;311.18      | Toko Rahayu            | J1                    | 137.78;333.86     |



| Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>Retailer</i> | Sudut Polar<br>( $r, \theta$ ) | Nama <i>Retailer</i>       | Titik <i>Retailer</i> | Sudut Polar<br>( $r, \theta$ ) |
|----------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Toko Novi            | O                     | 11.81;296.21                   | Toserba Kembang Sari Artha | K1                    | 122.15;277.59                  |
| Dapur Prima          | P                     | 13.25;305.72                   | Cahaya Baru                | L1                    | 121.12;279.85                  |
| Hotel Amaris         | Q                     | 11.74;276.06                   | Carrefour Singaraja        | M1                    | 120.47;281.03                  |
| Pande Putri          | R                     | 17.96;319.28                   | Bank BRI Singaraja         | N1                    | 116.58;281.79                  |
| Mutiara Grosir       | S                     | 17.98;291.60                   | ABD Foodmart               | O1                    | 117.54;282.64                  |
| Ngetis Resort        | T                     | 21.94;310.52                   | Kop. Surabrata             | P1                    | 59.55;328.24                   |

5. Melakukan “sapuan” terhadap seluruh *retailer* sesuai dengan peningkatan sudut polar.

Melakukan “sapuan” terhadap seluruh *retailer* dimulai dari sudut polar terkecil hingga sudut polar terbesar terhadap *distribution centre*. Sapuan dilakukan berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*). Sapuan dengan arah berlawanan jarum jam tersebut disebut dengan *backward sweep*. Tabel 4.12 merupakan urutan sudut polar berdasarkan “sapuan” dari yang terkecil hingga terbesar.

Tabel 4.12

Urutan Sudut Polar *Distribution Centre* dan *Retailer*

| Nama <i>Retailer</i> | Titik <i>retailer</i> | Sudut polar<br>( $^{\circ}$ ) | Nama <i>Retailer</i>       | Titik <i>retailer</i> | Sudut polar<br>( $^{\circ}$ ) |
|----------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Graha Kerindo        | 0                     | 0                             | Hotel Amaris               | U                     | 276.06                        |
| Agung Mart           | A                     | 3.84                          | Toserba Kembang Sari Artha | V                     | 277.59                        |
| Coco Mart            | B                     | 5.03                          | Cahaya Baru                | W                     | 279.85                        |
| Jaya Kerti           | C                     | 7.78                          | carrefour Singaraja        | Z                     | 281.03                        |
| Tiara Gatzu          | D                     | 12.41                         | bank BRI Singaraja         | A1                    | 281.79                        |
| Toko Sumber Cahaya   | E                     | 12.67                         | ABD Foodmart               | B1                    | 282.64                        |
| Pepito               | F                     | 16.57                         | Mutiara Grosir             | C1                    | 291.6                         |
| Taman Harum Cottage  | G                     | 48.07                         | Toko Novi                  | D1                    | 296.21                        |
| UD Putra Mandiri     | H                     | 50.69                         | Mall Ramayana              | E1                    | 300.35                        |
| Delta Dewata         | I                     | 59.46                         | Dapur Prima                | F1                    | 305.72                        |
| Single Finn          | J                     | 59.53                         | Tiara Dewata               | G1                    | 305.89                        |
| Viceroy              | K                     | 59.87                         | Ngetis Resort              | H1                    | 310.52                        |
| Swasti Eco           | L                     | 61.09                         | Natasha Cline              | I1                    | 311.18                        |
| Golden Monkey        | M                     | 61.33                         | Toko Kitta                 | J1                    | 311.26                        |
| The Samaya Ubud      | N                     | 71.12                         | Fairmont Hotel             | K1                    | 311.65                        |
| Pepito Ekspres       | O                     | 76.38                         | Pande Putri                | L1                    | 319.28                        |
| Nirmala Supermarket  | P                     | 77.19                         | Daihatsu                   | M1                    | 323.44                        |
| Prodia               | Q                     | 79.05                         | Koperasi Surabrata         | N1                    | 328.24                        |
| The Beverly Hills    | R                     | 80.82                         | Toko Rahayu                | O1                    | 333.86                        |
| Trans Retail         | S                     | 81.89                         | Sinar Rahayu               | P1                    | 334.39                        |
| Nusa Dewata          | T                     | 87.82                         |                            |                       |                               |

6. Melakukan pengelompokkan (*clustering*) ke dalam urutan sapuan

Tahap ini dilakukan untuk mengelompokkan setiap *retailer* berdasarkan urutan sudut polar. Pada algoritma *sweep*, pengelompokkan dilakukan berdasarkan “sapuan” ini dari satu *retailer* ke *retailer* lain (sesuai urutan sudut polar) hingga kapasitas kendaraan terpenuhi. Ketika kapasitas kendaraan tidak mencukupi, *retailer* akan dimasukkan ke dalam *cluster* selanjutnya. Begitu selanjutnya hingga seluruh *retailer* tersapu. Dimulai dari *retailer* yang memiliki sudut polar terkecil dan seterusnya berurutan sampai *retailer* yang memiliki sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan. Urutan *retailer* dari sudut polar terkecil sampai sudut polar terbesar dituliskan dalam Tabel 4.13 sebagai berikut.

Tabel 4.13  
*Clustering* Berdasarkan Urutan Sudut Polar

| Urutan Sudut Polar ( $^{\circ}$ ) | Nama <i>Retailer</i>   | <i>Demand</i> (Bags) | $\Sigma$ Demand | Kapasitas | <i>Cluster</i> |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|-----------|----------------|
| 0                                 | Graha Kerindo          | 0                    |                 | 0         |                |
| 3.84                              | Agung Mart             | 450                  | 4310            | 4320      | 1              |
| 5.03                              | Coco Mart              | 400                  |                 |           |                |
| 7.78                              | CV. Jaya Kerti         | 430                  |                 |           |                |
| 12.41                             | Tiara Gatzu            | 400                  |                 |           |                |
| 12.67                             | Toko Sumber Cahaya     | 385                  |                 |           |                |
| 16.57                             | Pepito                 | 415                  |                 |           |                |
| 48.07                             | Taman Harum Cottage    | 430                  |                 |           |                |
| 50.69                             | UD Putra Mandiri       | 330                  |                 |           |                |
| 59.46                             | Delta Dewata           | 445                  |                 |           |                |
| 59.53                             | Single Finn Restaurant | 625                  |                 |           |                |
| 59.87                             | Viceroy Bali           | 392                  | 4295            | 4320      | 2              |
| 61.09                             | Swasti Eco             | 350                  |                 |           |                |
| 61.33                             | Golden Monkey          | 406                  |                 |           |                |
| 71.12                             | The Samaya Ubud        | 425                  |                 |           |                |
| 76.38                             | Pepito Ekspres         | 400                  |                 |           |                |
| 77.19                             | SWL. Nirmala           | 324                  |                 |           |                |
| 79.05                             | Prodia Lab             | 323                  |                 |           |                |
| 80.82                             | The Beverly Hills      | 400                  |                 |           |                |
| 81.89                             | PT. Trans Retail       | 630                  |                 |           |                |
| 87.82                             | Nusa Dewata            | 290                  |                 |           |                |
| 276.06                            | Hotel Amaris           | 355                  |                 |           |                |
| 277.59                            | Kembang Sari Artha     | 440                  | 4264            | 4320      | 3              |
| 279.85                            | Cahaya Baru            | 414                  |                 |           |                |
| 281.03                            | Carrefour Singaraja    | 465                  |                 |           |                |
| 281.79                            | Bank BRI Singaraja     | 395                  |                 |           |                |

| Urutan Sudut Polar ( $^{\circ}$ ) | Nama <i>Retailer</i> | <i>Demand (Bags)</i> | $\Sigma$ Demand | Kapasitas | <i>Cluster</i> |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------|----------------|
| 282.64                            | ABD Foodmart         | 405                  |                 |           |                |
| 291.6                             | Mutiara Grosir       | 345                  |                 |           |                |
| 296.21                            | Toko Novi            | 410                  |                 |           |                |
| 300.35                            | SPM Ramayana         | 508                  |                 |           |                |
| 305.72                            | Dapur Prima          | 332                  |                 |           |                |
| 305.89                            | Tiara Dewata         | 550                  |                 |           |                |
| 310.52                            | Ngetis Homestay      | 540                  | 4279            | 4320      | 4              |
| 311.18                            | Natasha Clinic       | 402                  |                 |           |                |
| 311.26                            | Toko Kitta           | 480                  |                 |           |                |
| 311.65                            | Fairmont Hotel       | 505                  |                 |           |                |
| 319.28                            | Pande Putri          | 345                  |                 |           |                |
| 323.44                            | PT. Kharisma Sentosa | 398                  |                 |           |                |
| 328.24                            | Koperasi Surabrata   | 521                  |                 |           |                |
| 333.86                            | Toko Rahayu          | 538                  |                 |           |                |
| 334.39                            | Sinar Rahayu         | 550                  |                 |           |                |

#### 4.7.2 Penentuan Rute Masing-Masing *Cluster* dengan *Mixed Integer Linear Programming*

Pada sub bab ini menjelaskan Penentuan rute masing-masing *cluster* dengan metode *mixed integer linear programming*.

##### 4.7.2.1 Formulasi Model Matematika *Vehicle Routing Problem with Time windows*

Model matematika dalam penelitian ini mengadopsi model yang dikembangkan oleh Kallauge et al (2001). Model yang dikembangkan dianggap sesuai dengan karakteristik sistem yang diteliti. Perbedaan model ini dengan model terletak pada fungsi tujuan. Fungsi tujuan pada model ini yakni untuk meminimalkan jarak yang ditempuh kendaraan pengangkut sementara pada model fungsi tujuan meminimalkan biaya distribusi. Selain ini, model yang digunakan pada penelitian ini bersifat TSP dengan mengabaikan batasan kapasitas kendaraan. Hal ini dikarenakan batasan kapasitas telah terpenuhi atau disesuaikan pada tahap *clustering retailer*.

##### 1. Formulasi Matematis *Vehicle Routing Problem with Time windows*

Pada tahap ini dijelaskan formulasi matematis untuk metode *Vehicle Routing Problem with Time windows*.

- Notasi Himpunan yang digunakan dalam model matematika penelitian ini adalah:

C = himpunan *retailer*

N = himpunan node dari *retailer* dan *distribution centre*

b. Indeks yang digunakan dalam model matematika meliputi

$i$  = menyatakan tiap-tiap *retailer*, dimana ( $i = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ )

$j$  = menyatakan *retailer* lainnya, dimana ( $j = \{2, 3, 4, \dots, n\}$ )

$0, n+1$  = menyatakan *distribution centre*

c. Parameter yang digunakan dalam model matematika meliputi:

$d_{ij}$  = jarak yang ditempuh dari *distribution centre/retailer i* ke *distribution centre/retailer j*

$m_i$  = waktu dimulai pelayanan pada *retailer i*

$s_i$  = waktu pelayanan di *retailer i*

$t_{i,j}$  = waktu perjalanan dari *distribution centre/retailer i* ke *distribution centre/retailer j*

$R$  = bilangan riil yang sangat besar

$a_i$  = waktu buka pelayanan di *retailer i*

$b_i$  = waktu tutup pelayanan di *retailer i*

d. Variabel Keputusan:

$x_{ij}$  = variabel biner (0,1), bernilai 1 jika terjadi perjalanan dari *distribution centre/retailer i* ke *distribution centre/retailer j* dan bernilai 0 jika tidak

$m_i$  = waktu dimulai pelayanan pada *distribution centre/retailer i*

e. Fungsi Tujuan:

$$Z_{\min} = \text{minimize } Z \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} d_{ij} x_{ij} \quad (4-4)$$

Fungsi tujuan yang hendak dicapai yakni untuk meminimalkan jarak keseluruhan yang ditempuh oleh kendaraan

Batasan:

$$\sum_{i \in N} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in C \quad (4-5)$$

$$\sum_{j \in N} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in C \quad (4-6)$$

Batasan (5) dan (6) ini menunjukkan bahwa masing-masing *retailer* dikunjungi sebagai tujuan tepat satu kali.

$$\sum_{i \in N} x_{1j} = 1 \quad \forall j \in C \quad (4-7)$$

$$\sum_{i \in N} x_{ih} - \sum_{j \in N} x_{hj} = 0 \quad \forall h \in C \quad (4-8)$$

$$\sum_{i \in N} x_{i(n+1)} = 1 \quad \forall j \in C \quad (4-9)$$

Batasan (7), (8), dan (9) menyatakan bahwa jalur yang dilalui kendaraan berangkat dari *distribution centre*, kemudian mengunjungi salah satu *retailer*, dimana setelah mengunjungi satu *retailer*, kendaraan akan pergi meninggalkan

*retailer* tersebut untuk mengunjungi *retailer* selanjutnya, hingga kemudian kendaraan kembali ke *distribution centre*.

$$m_1 \leq m_i \quad \forall i \in N \quad (4-10)$$

$$m_{n+1} \geq m_i \quad \forall i \in N \quad (4-11)$$

$$m_i = 0 \quad \forall i \in N \quad (4-12)$$

Batasan (10), (11), dan (12) menyatakan bahwa nilai  $m_i$  tidak diperbolehkan melebihi  $m_j$  dan semua  $m_i$  harus bernilai 0 karena semua pelayanan dimulai pada *distribution centre*.

$$m_1 + s_i + t_{1j} - R(1 - x_{1j}) \leq m_j \quad \forall i, j \in N \quad (4-13)$$

$$m_i + s_i + t_{ij} - R(1 - x_{ij}) \leq m_j \quad \forall i, j \in N \quad (4-14)$$

Batasan (13) dan (14) ini digunakan untuk menyatakan bahwa kendaraan tidak diperbolehkan sampai di customer  $j$  sebelum  $m_i + s_i + t_{ij}$  atau sebelum waktu dimulai pelayanan pada *retailer*  $i$  dan ditambah waktu perjalanan dari  $i$  ke  $j$ , dimana  $R$  merupakan bilangan riil yang bernilai besar.

$$a_i \leq s_i \leq b_i \quad \forall i \in N \quad (4-15)$$

Batasan (15) digunakan untuk memastikan bahwa batasan *time windows* terpenuhi

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in N \quad (4-16)$$

Batasan (16) menyatakan bahwa variabel keputusan  $x_{ij}$  merupakan variabel keputusan biner yang bernilai 0 atau 1.

Asumsi yang digunakan dalam model ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi kendaraan baik (tidak rusak) dan perjalanan lancar (tidak macet).
2. Volume semua jenis *tissue* dianggap sama
3. Waktu setup di *distribution centre* 40 menit
4. Waktu pelayanan di tiap *retailer* 30 menit.
5. Waktu *loading & unloading* tidak dipertimbangkan

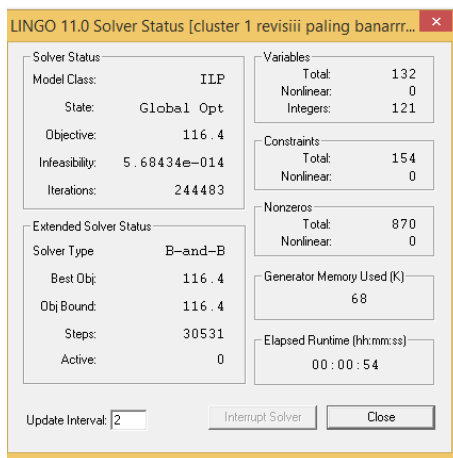
#### 4.7.2.2 Pengolahan Data Menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*

Pada tahap pengolahan data menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) terdapat 4 *cluster* yang telah terbentuk dengan metode Algoritma Sweep. Untuk mengolah data penentuan rute distribusi dari tiap-tiap *cluster* yang terbentuk digunakan *software* Lingo 11.0. Input Lingo 11.0 menyatakan model matematis yang diubah ke dalam bahasa Lingo 11.0. Input formulasi pada setiap *cluster* tetap menggunakan formulasi yang sama, namun hanya berbeda pada bagian data waktu awal (buka) dimulai pelayanan di

customer  $i$ , waktu berakhirnya (tutup) pelayanan di customer  $i$ , jarak tempuh dari  $i$  ke  $j$ , dan durasi waktu perjalanan dari  $i$  ke  $j$ . Lingo 11.0 yang digunakan merupakan lingo *full version*. Input Lingo 11 dapat dilihat pada Lampiran 3.

#### 4.7.2.3 Output Lingo 11.0

Output Lingo 11.0 menunjukkan hasil minimasi dengan fungsi tujuan meminimalkan jarak keseluruhan yang ditempuh oleh kendaraan pada masing-masing *cluster* yang terbentuk dari Algoritma Sweep. Output Lingo berupa *solution report* yang memiliki hasil global optimal solution. Gambar 4.6 merupakan *solution report cluster 1*.



Gambar 4.6 Solver Status Cluster 1

Output Lingo 11.0 dapat dilihat pada Lampiran 4. Tabel 4.14 menjelaskan mengenai hasil dari *solution report* dari *cluster 1*.

Tabel 4.14

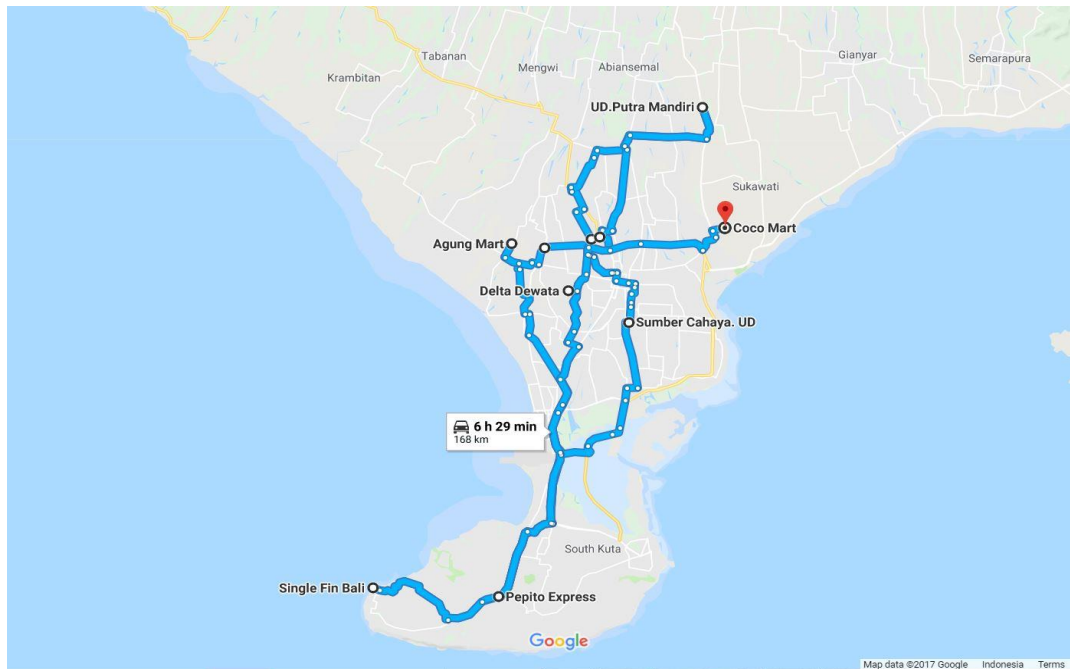
Hasil Output Lingo 11.0

| Titik Lingo | Titik Retailer | Nama Retailer           | D    | DUR   | M      |
|-------------|----------------|-------------------------|------|-------|--------|
| 1           | 0              | PT. Graha Kerindo Utama | 2.9  | 4.35  | 0      |
| 2           | 26             | CV. Jaya Kerti          | 3    | 4.5   | 80.65  |
| 3           | 5              | UD. Sumber Cahaya       | 4.1  | 6.15  | 302.35 |
| 4           | 29             | Taman Harum Cottages    | 1.3  | 1.95  | 480.25 |
| 5           | 30             | UD. Putra Mandiri       | 4.8  | 7.2   | 44.5   |
| 6           | 39             | Coco Mart               | 30.9 | 46.35 | 448.6  |
| 7           | 1              | Single Finn Restaurant  | 30.8 | 46.2  | 112.6  |
| 8           | 12             | SPM. Delta Dewata       | 17   | 25.5  | 395.2  |
| 9           | 11             | Pepito                  | 4.9  | 7.35  | 357.85 |
| 10          | 33             | Agung Mart              | 15.6 | 23.4  | 149.8  |
| 11          | 27             | SPM. Tiara Gatzu        | 1.1  | 1.65  | 226.15 |

#### 1. Cluster 1

Hasil pada output Lingo 11.0 menyatakan *solution report cluster 1*, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 116.4 km dengan urutan *retailer* yang

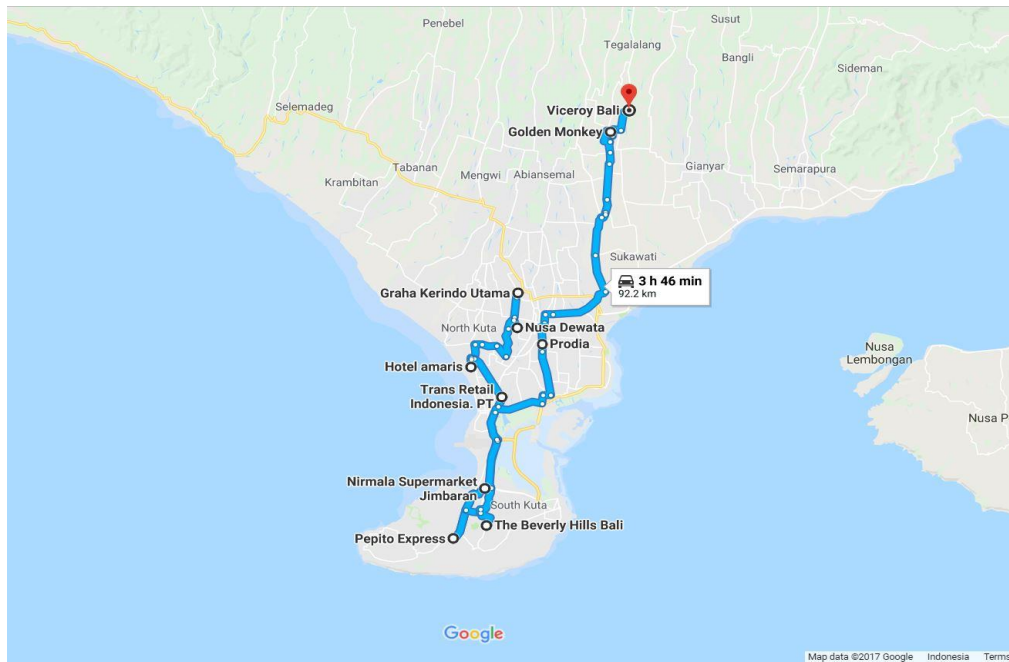
dikunjungi yakni  $0 \rightarrow 26 \rightarrow 5 \rightarrow 29 \rightarrow 30 \rightarrow 39 \rightarrow 1 \rightarrow 12 \rightarrow 11 \rightarrow 33 \rightarrow 27 \rightarrow 0$ . Node 26 menyatakan UD. Putra Mandiri, node 5 menyatakan CV. Jaya Kerti, node 29 menyatakan Single Finn Restaurant, node 30 menyatakan Agung Mart, node 39 menyatakan SPM. Tiara Gatzu, node 1 menyatakan UD. Sumber Cahaya, node 12 menyatakan Pepito, node 11 menyatakan SPM. Delta Dewata, node 33 menyatakan Coco Mart, dan node 27 menyatakan Taman Harum Cottage. Gambaran rute untuk *cluster* 1 dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Cluster 1

## 2. Cluster 2

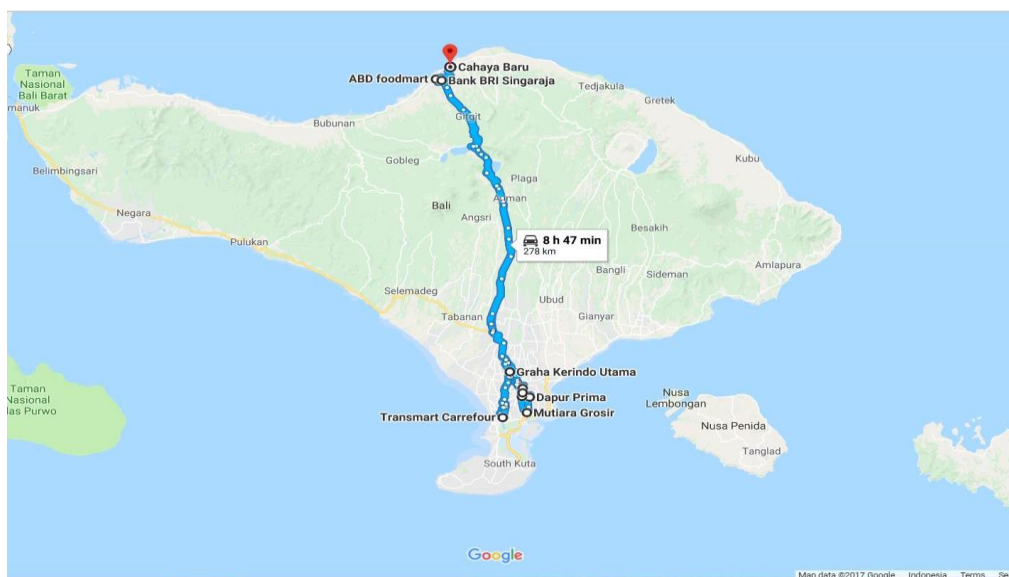
Hasil pada output Lingo 11.0 menyatakan *solution report cluster 2*, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 75.2 km dengan urutan *retailer* yang dikunjungi yakni  $0 \rightarrow 36 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 31 \rightarrow 28 \rightarrow 40 \rightarrow 8 \rightarrow 6 \rightarrow 14 \rightarrow 2 \rightarrow 13 \rightarrow 0$ . Node 36 menyatakan MM. Nusa Dewata, node 10 menyatakan HTL. Amaris, node 9 menyatakan PT. Trans Retail Indonesia, node 31 menyatakan Pepito Express Uluwatu, node 28 menyatakan SWL. Nirmala, node 40 menyatakan The Beverly Hills, node 8 menyatakan Prodia Laboratorium, node 6 menyatakan Golden Monkey Restaurant, node 14 menyatakan Viceroy Bali, node 2 menyatakan Swasti Eco, dan node 13 menyatakan The Samaya Ubud. Gambaran rute untuk *cluster* 2 dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Cluster 2

### 3. Cluster 3

Hasil pada output Lingo 11.0 menyatakan *solution report cluster 3*, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 189 km dengan urutan *retailer* yang dikunjungi yakni  $0 \rightarrow 37 \rightarrow 21 \rightarrow 34 \rightarrow 22 \rightarrow 35 \rightarrow 16 \rightarrow 20 \rightarrow 19 \rightarrow 18 \rightarrow 17 \rightarrow 0$ . Node 37 menyatakan SPM. Tiara Dewata, node 21 menyatakan SPM. Ramayana, node 34 menyatakan Mutiara Grosir, node 22 menyatakan Dapur Prima, node 35 menyatakan Toko Novi, node 16 menyatakan Bank BRI Singaraja, node 20 menyatakan ABD Foodmart, node 19 menyatakan Carrefour Singaraja, node 18 menyatakan Cahaya Baru, dan node 17 menyatakan Kembang Sari Artha. Gambaran rute untuk *cluster 3* dapat dilihat pada Gambar 4.9.

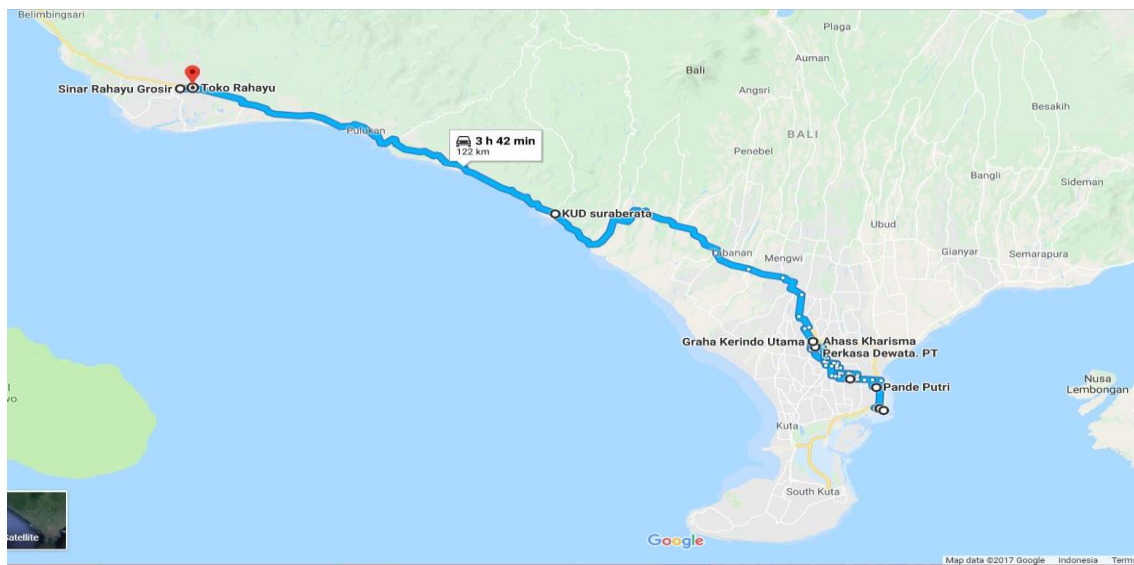


Gambar 4.9 Cluster 3



#### 4. Cluster 4

Hasil pada output Lingo 11.0 menyatakan *solution report cluster 4*, diketahui rute yang terbentuk memiliki total jarak tempuh sejauh 207.13 km dengan urutan *retailer* yang dikunjungi yakni 0→4→24→3→23→38→7→15→25→32→0. Node 4 menyatakan Natasha Clinic, node 24 menyatakan TK. Kitta, node 3 menyatakan HTL. Fairmont, node 23 menyatakan Ngetis Homestay, node 38 menyatakan MM. Pande Putri, node 7 menyatakan PT. Kharisma Sentosa, node 15 menyatakan Koperasi Surabrata. node 25 menyatakan TK. Sinar Rahayu, dan node 32 menyatakan Toko Rahayu, Gambaran rute untuk *cluster 4* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Cluster 4

#### 4.7.2.4 Perhitungan Biaya Distribusi Rute Usulan

Perhitungan biaya distribusi untuk 4 *cluster* pada PT. Graha Kerindo Utama diperoleh berdasarkan perhitungan biaya tetap dan biaya variabel yang telah dijelaskan pada Tabel 4.15 dijelaskan bahwa biaya variabel adalah biaya bahan bakar per km yang dikeluarkan untuk setiap perjalanan. Pada Tabel 4.15 merupakan perhitungan biaya distribusi berdasar rute distribusi yang sudah terbentuk yang terdiri dari 4 *cluster*.

Tabel 4.15

Biaya Distribusi Rute Usulan

| Cluster      | Jarak Tempuh (km) | Biaya Bahan Bakar per km (Rp.) | Biaya Tetap (Rp) | Biaya Variabel (Rp) | Total (Rp) |
|--------------|-------------------|--------------------------------|------------------|---------------------|------------|
| 1            | 116.4             | 650                            | 161538           | 75660               | 237198     |
| 2            | 75.2              | 650                            | 161538           | 48880               | 210418     |
| 3            | 189               | 650                            | 161538           | 122850              | 284388     |
| 4            | 206.15            | 650                            | 161538           | 133998              | 295536     |
| <b>Total</b> | 586.75            |                                | 646152           | 381388              | 1027540    |

#### 4.7.3 Rute Usulan Distribusi Produk *Tissue*

Rute usulan yang terbentuk dari hasil pengolahan data yang dilakukan ditampilkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16

Rute Distribusi Usulan Produk *Tissue*

| <i>Cluster</i> | Rute                              | Total <i>Tissue</i> (bags) | Jarak Tempuh (km) | Waktu Tempuh (menit) | Total Biaya Distribusi (Rp) |
|----------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1              | 0→26→5→29→30→39→1→12→11→33→27→0   | 4310                       | 116.4             | 174.6                | 237.198                     |
| 2              | 0→36→10→9→31→28→40→8→6→14→2→13→0  | 4295                       | 75.2              | 112.8                | 210.418                     |
| 3              | 0→37→21→34→22→35→16→20→19→18→17→0 | 4264                       | 189               | 283.5                | 284.388                     |
| 4              | 0→4→24→3→23→38→7→15→25→32→0       | 4279                       | 206.15            | 309.225              | 295.536                     |
|                | <b>Total</b>                      |                            | 586.75            | 880.125              | 1027540                     |

#### 4.7.4 Analisis dan Pembahasan

Pengolahan data yang dilakukan untuk menentukan rute distribusi yang optimal untuk mendistribusikan produk *tissue* oleh PT. Graha Kerindo Utama Denpasar dilakukan dengan metode heuristik *cluster first route second*. Fase pertama pada metode ini dimulai dengan pengelompokan *retailer* menggunakan Algoritma *Sweep*. Pengelompokan ini ditujukan untuk mendapatkan *cluster* wilayah yang terbagi dari beberapa wilayah di Bali dimana sebelumnya perusahaan tidak menentukan wilayah-wilayah berdasarkan *cluster*. Sehingga dapat memecah permasalahan rute dengan daerah yang luas di Kabupaten Bali menjadi kelompok-kelompok kecil yang tersusun berdasarkan urutan sudut polar yang terbentuk.

Rute awal yang saat ini digunakan PT. Graha Kerindo Utama merupakan rute yang berdasarkan sistem manual yang ditetapkan dari kepala gudang dan pengalaman *driver* yang tidak mempertimbangkan jarak tempuh secara sistematis pada semua rute perjalanan. Adapun pembagian sales yang ditugaskan untuk mengunjungi satu rute perjalanan pada satu kendaraan. Hal ini berdampak pada kendaraan yang harus kembali ke *distribution centre* ditengah proses distribusi akibat keterbatasan kapasitas angkut kendaraan. Kendaraan yang kembali ke *distribution centre* akan kembali melakukan pengiriman ke *retailer* sebelumnya yang belum terpenuhi. Hal ini terjadi satu dari tujuh kendaraan. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini pengelompokan wilayah dilakukan menggunakan Algoritma *Sweep*. Algoritma *Sweep* merupakan salah satu metode *cluster first-routes second*, dimana proses pencarian rute dimulai dari mengelompokkan

*retailer* sesuai dengan “sapuan” sudut polar dari yang terkecil hingga terbesar, kemudian ditentukan masing-masing kelompoknya sesuai dengan kapasitas kendaraan. Pengelompokkan dengan cara ini memungkinkan *retailer* dengan letak geografis berdekatan dapat masuk ke dalam satu kelompok.

Fase kedua pada penelitian ini yakni menentukan rute kendaraan untuk masing-masing *cluster*. Penentuan rute pada tahap kedua ini menggunakan TSP (*Travelling Salesman Problem*), dimana permasalahan TSP bertujuan menentukan rute dengan jarak minimum untuk sebuah kendaraan. Permasalahan TSP ini kemudian diselesaikan menggunakan metode eksak MILP karena pada karakteristik sistem yang diteliti berupa variabel integer, pecahan, dan biner. Variabel integer diantaranya terdapat pada data permintaan dan data *time windows*, variabel pecahan terdapat pada data jarak tempuh kendaraan dan waktu tempuh kendaraan. Variabel biner digunakan sebagai variabel keputusan ada tidaknya perjalanan dari titik *i* ke *j*. Model TSP yang terbentuk MILP ini kemudian diselesaikan menggunakan software Lingo 11.0.

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode heuristik *cluster first route second*, *retailer* terbagi menjadi 4 *cluster*. Pembagian ini sesuai dengan perhitungan *cluster* menggunakan Algoritma *Sweep* sekaligus disesuaikan dengan jumlah kendaraan perusahaan.

Secara keseluruhan, perbedaan antara rute awalan dan rute usulan cukup signifikan. Hal ini terlihat dari perbedaan *retailer* yang harus dilayani masing-masing kendaraan, total jarak tempuh, total waktu tempuh, dan total biaya distribusi. Jarak tempuh rute usulan mampu mengurangi jarak tempuh hingga 198.85 km, mengurangi waktu tempuh 298.27 menit, dan mengurangi biaya distribusi sebesar Rp. 888.827 Perbandingan rute awalan dan rute usulan dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17

Perbandingan Rute Distribusi Awalan dan Rute Usulan Produk *Tissue*

| No | Perbandingan | Rute Awalan              | Rute Usulan                       | % Penghematan |
|----|--------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 1  | Kendaraan 1  | 0→39→27→26→2→0           | 0→5→1→27→26→33→29→11→12→30→39→0   |               |
| 2  | Kendaraan 2  | 0→1→6→13→14→30→33→40→0   | 0→36→13→2→14→6→8→28→31→40→9→10→0  |               |
| 3  | Kendaraan 3  | 0→4→7→9→35→10→0          | 0→21→34→22→37→35→16→20→19→18→17→0 |               |
| 4  | Kendaraan 4  | 0→5→11→22→36→3→8→12→0    | 0→4→7→38→23→24→3→25→32→15→0       |               |
| 5  | Kendaraan 5  | 0→28→31→16→18→20→17→19→0 |                                   |               |

|   |                               |                       |               |       |
|---|-------------------------------|-----------------------|---------------|-------|
| 6 | Kendaraan 6                   | 0→24→21→34→38→0       |               |       |
| 7 | Kendaraan 7                   | 0→23→37→29→15→25→32→0 |               |       |
|   | <b>Total Jarak Tempuh</b>     | 785.6 km              | 586.75 km     | 25.4% |
|   | <b>Total Waktu Tempuh</b>     | 1178.4 menit          | 880.125 menit | 25.4% |
|   | <b>Total Biaya Distribusi</b> | 1916.366              | 1.027.540     | 46.4% |
|   |                               |                       |               |       |

Persentase penghematan total jarak tempuh yang didapat jika perusahaan menerapkan rute usulan adalah sebesar 25.4%, dengan penghematan total waktu tempuh 25.4% dan penghematan biaya distribusi sebesar 46.4%. Dengan jarak tempuh yang lebih pendek diharapkan perusahaan mampu menekan pengeluaran terkait bahan bakar, dan *maintenance* yang mungkin diperlukan jika jarak tempuh kendaraan terlalu jauh dan waktu tempuh kendaraan terlalu lama. Penyelesaian TSP pada masing-masing *cluster* menggunakan metode MILP dapat menjamin bahwa rute usulan yang terbentuk pada setiap *cluster* memiliki hasil yang optimal dalam meminimalkan jarak tempuh kendaraan. Dalam melakukan perjalanan setiap kendaraan membutuhkan biaya variabel yang berbeda-beda sesuai dengan jarak tempuh yang ditempuh pada satu rute kendaraan. Jika dibandingkan dengan sistem perusahaan dengan total jarak 785.6 km membutuhkan biaya bahan bakar sebesar Rp. 510.640 sedangkan pada rute usulan biaya bahan bakar yang dikeluarkan ialah sebesar Rp. 391.904, maka hal tersebut dapat menghemat pengeluaran perusahaan pada biaya distribusi.

Pada Tabel 4.18 diketahui pada rute eksisting perusahaan, sales Liling melakukan perjalanan dengan total jarak tempuh tertinggi yaitu sebesar 112.2 km ditempuh selama 168.3 menit.

Tabel 4.18

Perbandingan Rute Eksisting PT. Graha Kerindo Utama

| No Kendaraan | Sales    | Rute Distribusi        | Jarak Tempuh (km) | Waktu Tempuh (m) |
|--------------|----------|------------------------|-------------------|------------------|
| 1            | Suastika | 0→39→27→26→2→0         | 43.8              | 65.7             |
| 2            | Liling   | 0→1→6→13→14→30→33→40→0 | 112.2             | 168.3            |
| 3            | Yunitha  | 0→4→7→9→35→10→0        | 66.1              | 99.15            |
| 4            | Ketut    | 0→5→11→22→36→3→8→12→0  | 67.7              | 101.55           |

Pada Tabel 4.19 diketahui pada rute usulan berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, sales Ketut melakukan perjalanan dengan total jarak tempuh tertinggi yaitu sebesar 207.13 km ditempuh selama 310.695 menit.

Tabel 4.19  
Perbandingan Rute Usulan dengan Pengolahan Data

| No Kendaraan | Sales    | Rute Distribusi                   | Jarak Tempuh (km) | Waktu Tempuh (m) |
|--------------|----------|-----------------------------------|-------------------|------------------|
| 1            | Suastika | 0→5→1→27→26→33→29→11→12→30→39→0   | 116.4             | 174.6            |
| 2            | Liling   | 0→36→13→2→14→6→8→28→31→40→9→10→0  | 75.2              | 112.8            |
| 3            | Yunitha  | 0→21→34→22→37→35→16→20→19→18→17→0 | 189               | 283.5            |
| 4            | Ketut    | 0→4→7→38→23→24→3→25→32→15→0       | 206.15            | 309.225          |

Perbandingan jarak tempuh dan waktu tempuh yang ditunjukkan pada Tabel 4.18 dan 4.19 menunjukkan perubahan yang signifikan seperti pada kendaraan 4 terjadi peningkatan sebesar 3x lipat dari jarak tempuh dan waktu tempuh yaitu dari 67.7 km menjadi 207.13 km dengan waktu tempuh dari 101.55 km menjadi 309.225 menit. Hal itu disebabkan karena rute yang dilalui juga lebih banyak dari rute awal perusahaan. Namun dengan adanya rute usulan terjadi pengurangan *driver*, *co-driver*, dan *sales* dalam melakukan perjalanan sebanyak 3 orang. Orang-orang yang tidak ditugaskan dalam pengiriman tersebut dapat dialokasikan untuk perjalanan lainnya yang tidak diteliti dalam penelitian ini atau cadangan untuk *rolling* tugas. Sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 40 *retailer*, maka untuk kendaraan, *driver* atau *co-driver* yang tidak melakukan tugas pengiriman dalam penelitian ini dapat ditugaskan untuk dijadwalkan ke *retailer* lainnya atau cadangan untuk pengiriman selanjutnya.

Berdasarkan rute usulan dengan model *mixed integer linear programming* mampu menghasilkan total waktu pengiriman yang lebih seimbang antara satu kendaraan dengan kendaraan yang lain pada satu hari pengiriman. Misalnya pada kendaraan 3 dan 4 dimana pada sistem usulan, kendaraan 3 dan 4 berturut-turut melakukan aktivitas pengiriman selama 6 jam 5 menit dan 6 jam 25 menit dengan *time windows* pada *distribution centre* adalah 8 jam kerja. Sedangkan dengan sistem perusahaan kendaraan 1 dan 2 berturut-turut melakukan aktivitas pengiriman hanya selama 2 jam 20 menit, 3 jam 5 menit dengan *time windows* pada *distribution centre* adalah 8 jam kerja. Dengan demikian, terjadi senggang waktu yang cukup lama yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan proses pengiriman kembali. Hal ini disebabkan karena pada sistem perusahaan, penentuan rute hanya dilakukan berdasarkan perbedaan kecamatan dari tiap *retailer* dan batasan kapasitas kendaraan saja. Namun pada rute usulan penentuan rute pengiriman *tissue* dilakukan dengan mempertimbangkan jarak tempuh pelayanan dari tiap kendaraan, batasan kapasitas kendaraan, dan *time windows* dari masing-masing fasilitas yang terlibat dalam rute. Berdasarkan pertimbangan tersebut terbukti bahwa sistem usulan mampu menghasilkan rute pengiriman dengan pengelompokkan *retailer*, pengurutan pelayanan *retailer* dalam

satu rute, dan pengurutan pelayanan rute oleh satu kendaraan yang menghasilkan total waktu pengiriman antar kendaraan lebih seimbang.

Adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan untuk dapat menerapkan rute usulan yang berdasarkan pengolahan data menggunakan Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming* karena terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada penggunaan kendaraan. Pada rute awal yang digunakan perusahaan menggunakan tujuh buah truk kendaraan untuk melayani 40 *retailer* pada satu hari pengiriman, namun jika tujuh truk tersebut sepenuhnya digunakan maka utilitas dari *driver* dan *co-driver* rendah dikarenakan hanya melakukan pengiriman beberapa jam kerja dalam *time windows* yang seharusnya delapan jam kerja. Sedangkan pada rute usulan dengan mempertimbangkan keadaan geografis *retailer*, jarak tempuh, dan waktu tempuh, maka kendaraan yang digunakan untuk melakukan pengiriman sebanyak empat buah truk kendaraan yang dapat melayani 40 *retailer* dengan tepat waktu. Faktor yang tidak diamati dalam laporan ini adalah menentukan waktu *loading & unloading* barang saat tiba di *retailer*, keadaan lalu lintas yang terkadang macet dan menyebabkan waktu tempuh kurang tepat jika disamakan dengan keadaan real di lapangan, dan kecepatan kendaraan pada saat melakukan pengiriman yang tidak dapat dipastikan konstan 40 km/jam. Namun pada asumsi model yang dibuat telah dituliskan bahwa tidak mempertimbangkan waktu *loading & unloading*, keadaan lalu lintas, dan kecepatan dianggap konstan 40 km/jam.

Angka utilitas dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan dan jumlah operasi per hari. Utilitas dapat juga dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas yang padat dan cenderung macet. Selain dua penyebab utama diatas, perbedaan waktu pengiriman juga dimungkinkan terjadi karena perbedaan kecepatan kendaraan saat mengirimkan *tissue* antara rute perusahaan dengan rute usulan. Pada rute usulan digunakan kecepatan konstan 40 km/jam baik saat bermuatan atau tidak, sedangkan pada kenyataannya kecepatan kendaraan pada kondisi bermuatan adalah  $\pm 30$  km/jam dan kecepatan kendaraan pada kondisi jalan tertentu pada jam padat pukul 08.00-09.00 adalah sebesar  $\pm 30$  km dan ketika kondisi jalan tidak padat sekitar pukul 14.00-15.00 serta kendaraan tidak bermuatan kecepatan yang dapat ditempuh sekitar adalah  $\pm 60$  km/jam. Namun jika diperhatikan total waktu pengiriman hasil dari rute usulan dapat dikatakan selalu hampir sama dengan total waktu pengiriman dengan keadaan yang nyata, sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi kecepatan rata-rata kendaraan pada saat mengirimkan *tissue* sebesar 40 km/jam tersebut cukup valid. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa pada daerah Bali merupakan daerah permukiman dengan volume kendaraan <1000 maka kecepatan rata-rata kendaraan yang dapat ditempuh sebesar 40 km.

| Hambatan Samping | Tata Guna Lahan | Volume per arah-total 2 lajur (smp/jam) |           |       |
|------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------|-------|
|                  |                 | < 1000                                  | 1000-2000 | >2000 |
| Rendah           | Permukiman      | 40                                      | 35        | 30    |
| Sedang           | Industri        | 35                                      | 30        | 25    |
| Tinggi           | Komersial       | 30                                      | 25        | 20    |

*Gambar 4.11* Rata-rata kecepatan kendaraan

Dapat dilihat, pada Tabel 4.6 rute awal perusahaan menggunakan 7 armada kendaraan untuk melakukan pengiriman. Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming*, terjadi pengurangan kebutuhan kendaraan sebesar 3 buah kendaraan dalam proses distribusi produk *tissue*. Hal ini akan berpengaruh terhadap biaya tetap yang dikeluarkan oleh perusahaan yaitu dalam hal biaya per perjalanan yang ditugaskan kepada *driver & co-driver*. Perusahaan dapat menghemat biaya tetap yang dikeluarkan sebesar Rp. 484.614 dari biaya tetap awal sebesar Rp. 1130.766.

Halaman ini sengaja dikosongkan