

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang profil perusahaan, pengumpulan serta pengolahan data berdasarkan metodologi penelitian sehingga dapat menghasilkan rekomendasi perbaikan sesuai dengan analisis dan pembahasan.

4.1 Profil Perusahaan

Pada sub bab ini akan dijelaskan profil dari perusahaan tempat dilakukannya penelitian ini. Profil tersebut meliputi gambaran umum perusahaan, visi misi, dan struktur organisasi yang ada di perusahaan.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan



Gambar 4.1 Logo PT Otsuka Indonesia

PT. Otsuka Indonesia didirikan secara resmi pada tahun 1975 sebagai perusahaan patungan di bidang Industri farmasi dengan Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd., Jepang. Pada awal berdirinya perusahaan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan cairan infus yang ada di Indonesia, karena selama ini selalu mengimpor dari Jepang. Setelah melalui penelitian dan survei yang cermat serta mendalam, akhirnya ditemukan sebuah sumber mata air alam yang bersih di kaki gunung Arjuna, Jawa Timur yang dianggap ideal sebagai bahan dasar produksi cairan infus. Oleh karena itu, lokasi pembangunan pabrik yang dipilih adalah di kecamatan Lawang, sebuah kecamatan di sebelah utara Kabupaten Malang.

Seiring dengan berjalannya waktu, infus yang di produksi oleh PT Otsuka Indonesia berhasil menembus pasar internasional serta memiliki reputasi sebagai produk farmasi terbaik di Indonesia. Sukses dengan produk infusnya, perusahaan ini melakukan penambahan produksi produk-produk farmasi lain meliputi kemasan ampul plastik, cairan nutrisi klinis, makanan kesehatan, dan obat-obatan etikal.

Sejak berdiri pada 1975 hingga saat ini, PT Otsuka Indonesia telah menjadi salah satu perusahaan farmasi terbesar di Indonesia yang mampu menguasai pasar produk infus serta produk farmasi lainnya. Demi meningkatkan kualitas serta terus mengembangkan perusahaannya, PT Otsuka Indonesia tidak pernah berhenti untuk melakukan inovasi guna memenuhi kebutuhan konsumen secara berkesinambungan.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Dalam menjalankan bisnisnya, PT Otsuka Indonesia memiliki visi dan misi yang digunakan sebagai acuan dalam mengembangkan perusahaan. Visi dan Misi PT Otsuka Indonesia adalah sebagai berikut:

Visi:

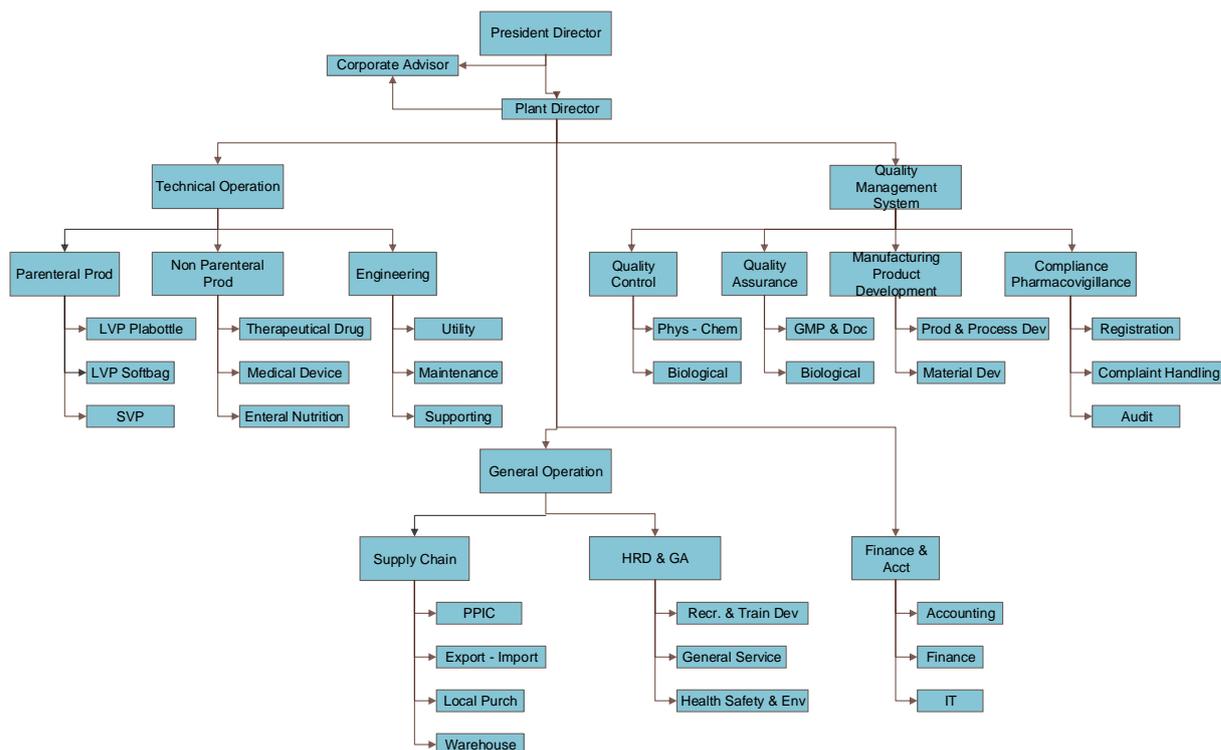
Menjadi perusahaan paling unggul dalam sumbangsuhnya untuk kesehatan manusia.

Misi:

- a. Menjalankan kegiatan perusahaan dengan standar etika yang tinggi, kejujuran dan integritas.
- b. Memenuhi kebutuhan pelanggan dengan selalu menyediakan produk yang berkualitas tinggi dan andal.
- c. Menyediakan informasi ilmiah yang akurat dan berharga oleh tenaga–tenaga ahli yang terlatih, demi pemahaman yang lengkap dan benar oleh pelanggan.
- d. Menyediakan sarana berkarya untuk para karyawan dalam suasana kerja yang professional, adil, sejahtera dan secara individual bermartabat.
- e. Bekerja dengan penuh tanggung jawab terhadap masyarakat dan lingkungan tempat berusaha.
- f. Menyediakan hasil usaha dan keuntungan yang layak serta berkesinambungan kepadapara pemegang saham perusahaan.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi diperlukan untuk memperjelas dalam menggambarkan tugas dan wewenang dari setiap jabatan yang terdapat di perusahaan. Struktur organisasi dari PT Otsuka Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur organisasi PT Otsuka Indonesia

Sumber: PT Otsuka Indonesia

Penjelasan untuk pembagian tugas, wewenang, serta tanggung jawab dari masing-masing bagian adalah sebagai berikut:

1. *Production Director*

Mengelola dan mengawasi seluruh kegiatan PT. Otsuka Indonesia. Dalam hal ini pabrik Lawang bertanggung jawab kepada *Managing Director* yang berada di Jakarta.

2. *Technical Operation*

Technical Operation dibagi menjadi tiga divisi yaitu:

a. *Parenteral*

Bertanggung jawab terhadap keseluruhan kegiatan produksi produk parenteral yang meliputi *LVP Plabottle*, *LVP Softbag* dan *SVP*.

b. *Non Parenteral*

Bertanggung jawab terhadap keseluruhan kegiatan produksi produk *non parenteral* meliputi *Therapeutical Drug*, *Medical Device* dan *Enteral Nutrition*.

c. *Engineering*

Bertanggung jawab mengelola seluruh kegiatan yang berhubungan dengan sumber daya manufaktur seperti listrik, air, dan udara tekan. Di PT Otsuka Indonesia, *Engineering* membawahi:

a) *Utility*

Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, listrik, dan udara tekan.

b) *Maintenance*

Bertanggung jawab terhadap perbaikan-perbaikan mesin produksi.

c) *Supporting*

Bertugas mendukung kegiatan *utility* dan *maintenance*, mulai dari perencanaan, pembiayaan, dan pelaksanaan.

3. QMS (*Quality Management Sistem*)

QMS (*Quality Management Sistem*) ini membawahi beberapa divisi yaitu:

a. QC (*Quality Control*)

Bertanggung jawab pengujian terhadap bahan baku maupun produk jadi. Pengujian tersebut dilakukan dengan meliputi uji fisika, kimia, dan biologi.

b. QA (*Quality Assurance*)

Bertanggung jawab terhadap pengawasan mutu produk perusahaan, dokumentasi, dan validasi.

c. MPD (*Manufacturing Product Development*)

Bertugas mengembangkan bahan baku baru, pengembangan dsms proses produksi.

d. CPV (*Compliant Pharmacovigillance*)

Bertanggung jawab terhadap komplain, penanganan keluhan, dan pelaksanaan internal audit.

4. *General Operation*

a. *Supply Chain*

Bertanggung jawab terhadap kebutuhan produksi mulai dari bahan baku, bahan kemas, dan alat produksi. *Supply chain* dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

a) PPIC (*Production Planning and Inventory Control*)

Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengendalian *stock* serta merencanakan produksi yang akan dilakukan.

b) *Export– Import*

Bertanggung jawab dalam hal ekspor dan impor barang.

c) *Local Purchase*

Bertugas melakukan perhitungan untuk kebutuhan pasar dan menerbitkan rencana produksi bulanan.

d) *Warehouse*

Mengelola seluruh kegiatan yang ada di gudang meliputi penerimaan, penyimpanan, distribusi material dan produk jadi.

b. HRD (*Human Resouce Development*)

Bertugas dalam pengembangan sumber daya manusia yang meliputi *recruitment* dan *training* para karyawan., merencanakan, mengarahkan, mengawasi, dan mengembangkan keselamatan krrja sehingga dapat menunjang terpelihara dan berkembangnya kualitas SDM, menetapkan peraturan masalah-masalah tenaga kerja, bertanggungjawab langsung kepada *Vice President Director*.

4.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian, meliputi data tujuan/lokasi pengiriman, data permintaan pelanggan pada masing-masing tujuan, data jumlah dan kapasitas truk, dan juga data biaya apa saja yang dibutuhkan selama aktivitas distribusi oleh perusahaan.

4.2.1 Data Kota Tujuan Pengiriman

Data lokasi pengiriman yang digunakan adalah data pengiriman lingkup nasional yaitu pengiriman ke kota-kota besar yang ada di Indonesia. Secara garis besar, rute pengiriman produk oleh PT Otsuka Indonesia di bagi menjadi 2 rute utama yaitu pengiriman Jalur Timur dan pengiriman Jalur Barat. Pembagian ini ditentukan oleh perusahaan berdasarkan letak atau posisi geografis lokasi dari pengiriman yang dilakukan.

Berikut pada Tabel 4.1 merupakan data lokasi konsumen pada Jalur Barat dan Jalur Timur.

Tabel 4.1
Data Kota Tujuan Pengiriman

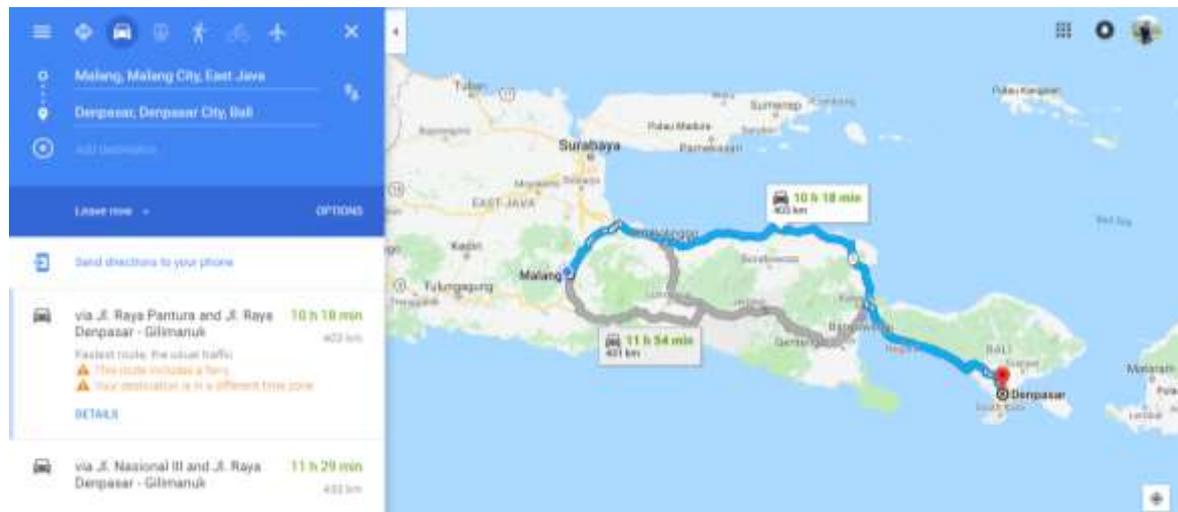
| No | Kota Tujuan | Jalur | Kode |
|----|-------------|-------|------|
| 1 | Jogja | Barat | B1 |
| 2 | Bogor | Barat | B2 |
| 3 | Cirebon | Barat | B3 |
| 4 | Pekalongan | Barat | B4 |
| 5 | Banten | Barat | B5 |
| 6 | Jakarta | Barat | B6 |
| 7 | Medan | Barat | B7 |
| 8 | Jambi | Barat | B8 |
| 9 | Aceh | Barat | B9 |
| 10 | Bandung | Barat | B10 |
| 11 | Semarang | Barat | B11 |
| 12 | Palembang | Barat | B12 |
| 13 | Padang | Barat | B13 |

| No | Kota Tujuan | Jalur | Kode |
|----|--------------|-------|------|
| 14 | Surabaya | Timur | T1 |
| 15 | Denpasar | Timur | T2 |
| 16 | Makasar | Timur | T3 |
| 17 | Ambon | Timur | T4 |
| 18 | Mataram | Timur | T5 |
| 19 | Kupang | Timur | T6 |
| 20 | Banjarmasin | Timur | T7 |
| 21 | Manado | Timur | T8 |
| 22 | Palangkaraya | Timur | T9 |
| 23 | Maumere | Timur | T10 |
| 24 | Jayapura | Timur | T11 |

Sumber: PT Otsuka Indonesia

4.2.2 Data Jarak dan Koordinat

Agar dapat menentukan rute yang meminimalkan jarak serta biaya pengiriman, diperlukan data jarak dari gudang ke lokasi pengiriman dan jarak antar masing-masing lokasi pengiriman. Pengumpulan data ini dilakukan menggunakan bantuan aplikasi *google maps* yaitu dengan memasukkan lokasi darimana truk tersebut berangkat dan kemana truk tersebut akan melakukan pengiriman. Gambar 4.3 adalah contoh mencari jarak antara kota Malang dan Denpasar menggunakan *google maps*.



Gambar 4.3 Jarak Malang ke Denpasar

Sumber: *Google maps*

Pada gambar tersebut, hal yang pertama kita lakukan untuk mengetahui jarak antar kota adalah dengan mengisi kota asal dan kota tujuan dari perjalanan/pengiriman. Kemudian secara otomatis *google maps* akan menampilkan jarak dan waktu tempuh diantara kedua kota tersebut. Dari beberapa jarak yang ditampilkan, dipilih jarak terbesar nya yaitu 431 km. Begitu juga seterusnya sampai ketemu jarak antar kota pengiriman.

Tabel 4.2 dan 4.3 berikut merupakan data jarak dari pengiriman pada Jalur Barat dan pengiriman pada Jalur Timur.

Tabel 4.2
Data Jarak Pengiriman Jalur Barat

| Jarak Jalur Barat (Km) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | G | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B9 | B10 | B11 | B12 | B13 |
| G | | 329 | 885 | 645 | 448 | 974 | 857 | 2829 | 1722 | 3065 | 799 | 352 | 1451 | 2158 |
| B1 | 325 | | 555 | 315 | 219 | 661 | 527 | 2498 | 1391 | 2735 | 396 | 123 | 1121 | 1828 |
| B2 | 889 | 555 | | 252 | 386 | 122 | 61 | 2031 | 924 | 2268 | 183 | 492 | 654 | 1361 |
| B3 | 635 | 321 | 250 | | 277 | 339 | 222 | 2193 | 1086 | 2464 | 215 | 249 | 816 | 1523 |
| B4 | 504 | 225 | 386 | 145 | | 474 | 357 | 2329 | 1222 | 2565 | 351 | 105 | 951 | 1658 |
| B5 | 977 | 644 | 177 | 341 | 475 | | 127 | 1955 | 848 | 2383 | 272 | 581 | 577 | 1284 |
| B6 | 857 | 524 | 76 | 221 | 355 | 129 | | 1977 | 870 | 2214 | 152 | 459 | 599 | 1307 |
| B7 | 2836 | 2503 | 2037 | 2200 | 2334 | 1959 | 1988 | | 1169 | 426 | 2131 | 2437 | 1487 | 754 |
| B8 | 1725 | 1392 | 920 | 1089 | 1223 | 848 | 877 | 1135 | | 1536 | 1020 | 1329 | 279 | 608 |
| B9 | 3082 | 2749 | 2297 | 2464 | 2580 | 2205 | 2234 | 450 | 1390 | | 2377 | 2683 | 1816 | 972 |
| B10 | 854 | 398 | 182 | 217 | 146 | 271 | 154 | 2125 | 1018 | 2362 | | 455 | 748 | 1455 |
| B11 | 397 | 129 | 490 | 249 | 104 | 578 | 462 | 2433 | 1326 | 2670 | 455 | | 1055 | 1763 |
| B12 | 1456 | 1123 | 654 | 819 | 953 | 578 | 608 | 1489 | 279 | 1813 | 750 | 1057 | | 853 |
| B13 | 2178 | 1845 | 1392 | 1541 | 1676 | 1300 | 1330 | 751 | 608 | 974 | 1473 | 1779 | 857 | |

Tabel 4.3
Data Jarak Pengiriman Jalur Timur

| Jarak Jalur Timur (Km) | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | G | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 |
| G | | 101 | 407 | 1368 | 2045 | 533 | 2009 | 1057 | 2574 | 862 | 1622 | 4686 |
| T1 | 95.2 | | 422 | 824 | 1951 | 547 | 2024 | 961 | 2480 | 767 | 1637 | 4593 |
| T2 | 432 | 417 | | 973 | 2370 | 138 | 1615 | 1376 | 2907 | 1226 | 1228 | 4017 |
| T3 | 1368 | 825 | 977 | | 1147 | 848 | 904 | 1091 | 1775 | 1447 | 600 | 3790 |
| T4 | 2043 | 1950 | 2102 | 1145 | | 1974 | 2030 | 2710 | 987 | 2880 | 2140 | 2090 |
| T5 | 527 | 541 | 139 | 844 | 1971 | | 1486 | 1922 | 3031 | 1306 | 1098 | 3620 |
| T6 | 1893 | 1907 | 1505 | 1182 | 1742 | 1376 | | 2865 | 2849 | 2672 | 424 | 3959 |
| T7 | 1052 | 960 | 1379 | 1079 | 2214 | 1505 | 2982 | | 1769 | 194 | 2595 | 3881 |
| T8 | 2576 | 2488 | 2903 | 1674 | 937 | 3031 | 2665 | 1765 | | 1935 | 2361 | 2114 |
| T9 | 859 | 766 | 1186 | 1254 | 2699 | 1311 | 2788 | 194 | 1934 | | 2401 | 4052 |
| T10 | 1616 | 1630 | 4371 | 597 | 1726 | 1100 | 389 | 2604 | 2263 | 2411 | | 4378 |
| T11 | 4687 | 4595 | 4747 | 3782 | 2090 | 4618 | 3791 | 3876 | 2114 | 4046 | 4372 | |

Selain data jarak diatas, pada penelitian ini dibutuhkan juga data koordinat lokasi pengiriman, yaitu guna pengolahan data dengan metode *Generalized Assignment*. Data koordinat ini diperoleh dari aplikasi *Google Earth* dengan cara menuliskan lokasi atau titik pengiriman, kemudian akan muncul nilai *Latitude* dan *Longitude* yang kemudian masing-masing menunjukkan koordinat X dan koordinat Y lokasi tersebut.

Tabel 4.4 dan 4.5 menunjukkan data koordinat lokasi pengiriman jalur Barat dan Jalur Timur.

Tabel 4.4
Data Koordinat Lokasi Pengiriman Jalur Barat

| Kota | Kode | X | Y |
|---------|------|-------|--------|
| Malang | G | -7.98 | 112.56 |
| Jogja | B1 | -7.80 | 110.34 |
| Bogor | B2 | -6.60 | 106.72 |
| Cirebon | B3 | -6.74 | 108.52 |

| Kota | Kode | X | Y |
|------------|------|-------|--------|
| Pekalongan | B4 | -6.90 | 109.64 |
| Banten | B5 | -6.44 | 105.38 |
| Jakarta | B6 | -5.78 | 106.12 |
| Medan | B7 | 3.64 | 98.53 |
| Jambi | B8 | -1.61 | 103.54 |
| Aceh | B9 | 4.04 | 94.40 |
| Bandung | B10 | -6.90 | 107.57 |
| Semarang | B11 | -7.02 | 110.35 |
| Palembang | B12 | -2.95 | 104.69 |
| Padang | B13 | -0.97 | 100.15 |

Tabel 4.5

Data Koordinat Lokasi Pengiriman Jalur Timur

| Kota | Kode | X | Y |
|--------------|------|--------|--------|
| Malang | G | -7.28 | 112.64 |
| Surabaya | T1 | -8.67 | 115.15 |
| Denpasar | T2 | -5.11 | 119.26 |
| Makasar | T3 | -3.70 | 128.11 |
| Ambon | T4 | -8.59 | 116.08 |
| Mataram | T5 | -10.17 | 123.54 |
| Kupang | T6 | -3.32 | 114.56 |
| Banjarmasin | T7 | 1.54 | 124.64 |
| Manado | T8 | -2.21 | 113.87 |
| Palangkaraya | T9 | -8.61 | 122.18 |
| Maumere | T10 | -2.56 | 140.61 |
| Jayapura | T11 | -7.28 | 112.64 |

4.2.3 Data Permintaan Pelanggan

Pada penelitian ini, data permintaan pelanggan yang digunakan adalah data permintaan pelanggan pada bulan September 2016. Permintaan tersebut akan dipenuhi oleh perusahaan dengan cara melakukan pengiriman sebanyak dua kali dalam satu bulan, yaitu pada hari senin di minggu pertama dan hari senin di minggu ketiga. Hal ini sesuai dengan kesepakatan perusahaan dengan pihak *customer*. Sehingga untuk masing-masing jalur terdapat dua kali pengiriman pada bulan September 2016. Berikut pada Tabel 4.6 sampai Tabel 4.9 merupakan data pengiriman minggu pertama dan minggu ketiga pada masing-masing jalur pengiriman.

Tabel 4.6

Data Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| Kota | Kode | Kantong | Kardus | Kg | Ton |
|------------|------|---------|--------|-------|------|
| Jogja | B1 | 15000 | 750 | 7500 | 7.5 |
| Bogor | B2 | 11200 | 560 | 5600 | 5.6 |
| Cirebon | B3 | 14800 | 740 | 7400 | 7.4 |
| Pekalongan | B4 | 10000 | 500 | 5000 | 5 |
| Banten | B5 | 11300 | 565 | 5650 | 5.65 |
| Jakarta | B6 | 27600 | 1380 | 13800 | 13.8 |
| Medan | B7 | 10200 | 510 | 5100 | 5.1 |
| Jambi | B8 | 15500 | 775 | 7750 | 7.75 |

| Kota | Kode | Kantong | Kardus | Kg | Ton |
|-------------|-------------|----------------|---------------|-----------|------------|
| Aceh | B9 | 9200 | 460 | 4600 | 4.6 |
| Bandung | B10 | 10260 | 513 | 5130 | 5.13 |
| Semarang | B11 | 19300 | 965 | 9650 | 9.65 |
| Palembang | B12 | 21400 | 1070 | 10700 | 10.7 |
| Padang | B13 | 14100 | 705 | 7050 | 7.05 |
| Total | | 189860 | 9493 | 94930 | 94.93 |

Tabel 4.7
Data Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| Kota | Kode | Kantong | Kardus | Kg | Ton |
|-------------|-------------|----------------|---------------|-----------|------------|
| Jogja | B1 | 14660 | 733 | 7330 | 7.33 |
| Bogor | B2 | 12000 | 600 | 6000 | 6 |
| Cirebon | B3 | 14200 | 710 | 7100 | 7.1 |
| Pekalongan | B4 | 9800 | 490 | 4900 | 4.9 |
| Banten | B5 | 8360 | 418 | 4180 | 4.18 |
| Jakarta | B6 | 19600 | 980 | 9800 | 9.8 |
| Medan | B7 | 8900 | 445 | 4450 | 4.45 |
| Jambi | B8 | 12300 | 615 | 6150 | 6.15 |
| Aceh | B9 | 5980 | 299 | 2990 | 2.99 |
| Bandung | B10 | 9400 | 470 | 4700 | 4.7 |
| Semarang | B11 | 16500 | 825 | 8250 | 8.25 |
| Palembang | B12 | 20160 | 1008 | 10080 | 10.08 |
| Padang | B13 | 5920 | 296 | 2960 | 2.96 |
| Total | | 157780 | 7889 | 78890 | 78.89 |

Tabel 4.8
Data Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| Kota | Kode | Kantong | Kardus | Kg | Ton |
|--------------|-------------|----------------|---------------|-----------|------------|
| Surabaya | T1 | 33300 | 1665 | 16650 | 16.65 |
| Denpasar | T2 | 20300 | 1015 | 10150 | 10.15 |
| Makasar | T3 | 14800 | 740 | 7400 | 7.4 |
| Ambon | T4 | 15200 | 760 | 7600 | 7.6 |
| Mataram | T5 | 12100 | 605 | 6050 | 6.05 |
| Kupang | T6 | 11200 | 560 | 5600 | 5.6 |
| Banjarmasin | T7 | 17600 | 880 | 8800 | 8.8 |
| Manado | T8 | 20160 | 1008 | 10080 | 10.08 |
| Palangkaraya | T9 | 6500 | 325 | 3250 | 3.25 |
| Maumere | T10 | 13800 | 690 | 6900 | 6.9 |
| Jayapura | T11 | 7020 | 351 | 3510 | 3.51 |
| Total | | 171980 | 8599 | 85990 | 85.99 |

Tabel 4.9
Data Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| Kota | Kode | Kantong | Kardus | Kg | Ton |
|--------------|-------------|----------------|---------------|-----------|------------|
| Surabaya | T1 | 37700 | 1885 | 18850 | 18.85 |
| Denpasar | T2 | 15600 | 780 | 7800 | 7.8 |
| Makasar | T3 | 15750 | 787.5 | 7875 | 7.875 |
| Ambon | T4 | 9100 | 455 | 4550 | 4.55 |
| Mataram | T5 | 10900 | 545 | 5450 | 5.45 |
| Kupang | T6 | 11200 | 560 | 5600 | 5.6 |
| Banjarmasin | T7 | 16800 | 840 | 8400 | 8.4 |
| Manado | T8 | 19240 | 962 | 9620 | 9.62 |
| Palangkaraya | T9 | 7920 | 396 | 3960 | 3.96 |

| Kota | Kode | Kantong | Kardus | Kg | Ton |
|----------|------|---------|--------|-------|--------|
| Maumere | T10 | 13000 | 650 | 6500 | 6.5 |
| Jayapura | T11 | 11000 | 550 | 5500 | 5.5 |
| Total | | 171980 | 168210 | 84105 | 84,105 |

4.2.4 Jumlah dan Kapasitas Truk

Pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan pada bulan September 2016 menggunakan truk jenis *Colt Diesel* yang memiliki kapasitas 20 ton, dengan jumlah truk sebanyak 24 truk dalam sekali periode pengiriman. Rincian dari 24 *truck* tersebut adalah, 6 *truck* untuk pengiriman minggu pertama jalur Barat, 6 *truck* untuk pengiriman minggu ketiga jalur Barat, 6 *truck* untuk pengiriman minggu pertama jalur Timur, dan 6 *truck* untuk pengiriman minggu ketiga jalur Timur. Gambar 4.4 dan Tabel 4.10 menunjukkan bentuk dan spesifikasi dari truk **COLT DIESEL DOUBLE (CDD) WINGBOX** yaitu truk yang digunakan oleh perusahaan untuk melakukan pengiriman pada bulan September 2016.



Gambar 4.4 Truk Colt Diesel Double (Cdd) Wingbox

Tabel 4.10
Spesifikasi truk *Colt Diesel Double (Cdd) Wingbox*

| Ukuran Karoseri | Berat | Ukuran Mobil | Mesin |
|-----------------|------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Panjang: 930 cm | Berat kosong: - | Panjang: 1000 cm | Model: 4HK1-TCS |
| Lebar: 250 cm | Berat Maksimal: 20 Ton | Lebar: 240 cm | Kapasitas Silinder: 5,193 |
| Tinggi: 250 cm | | Tinggi: 240 cm | Kecepatan Maksimum (km/jam): 90 |
| Dimensi: 45 CBM | | | Tenaga Maksimum (Ps/rpm): 210/2,600 |

Sumber: PT Kargo Online Sistem [ID]

4.2.5 Biaya Distribusi

Biaya distribusi yang digunakan oleh perusahaan yaitu terdiri dari biaya sewa truk per hari, biaya BBM (Bahan Bakar Mesin) dan biaya supir beserta kernet/*helper* nya. Dalam setiap pengiriman yang akan dilakukan, biaya yang dibebankan untuk menyewa 1 truk CDD *WingBox* kapasitas 20 ton perusahaan harus mengeluarkan biaya sebesar Rp. 1.500.000 per hari nya, dengan ketentuan itu sudah termasuk biaya retribusi (tol, penyeberangan, dll), sehingga perusahaan tidak perlu menganggarkan biaya retribusi karena sudah ditanggung oleh pemilik sewa. Biaya sewa ini akan dihitung per hari nya. Jadi total jarak yang akan ditempuh oleh truk atau kendaraan distribusi akan dibagi dengan kecepatan kendaraan untuk mendapatkan total waktu perjalanan yang otomatis juga akan menunjukkan lama sewa tiap kendaraannya. Kecepatan kendaraan yang diasumsikan adalah 40 km/jam dengan kondisi jalan normal tanpa ada kemacetan, kecelakaan dan hambatan lainnya. Kecepatan tersebut sudah mempertimbangkan perjalanan darat maupun perjalanan laut yang ditempuh oleh truk pengiriman. Selama ini, perusahaan memiliki sistem perjanjian sewa *Door to Door* atau bisadisebut dengan istilah *Container Freight Station (CFS)* yang berarti bahwa pengiriman langsung dari gudang *manufacturer* dan akan sampai di gudang *customer*, bukan *Door To Port* atau pengiriman ke antar pelabuhan, sehingga apabila terjadi perubahan kendaraan di perjalanan, tidak akan berpengaruh pada biaya sewa yang telah disepakati di awal.

Selain biaya sewa, total biaya bahan bakar juga diperhitungkan oleh perusahaan. Biaya bahan bakar yang dikeluarkan tergantung pada jarak yang ditempuh oleh kendaraan, semakin jauh jarak yang harus ditempuh, maka semakin tinggi pula biaya bahan bakar yang harus di keluarkan, begitu juga sebaliknya. Untuk truk jenis CDD *WingBox* dengan kapasitas 20 ton, 1 liter premium bisa menempuh jarak kurang lebih 12 km, sehingga untuk menghitung berapa banyak biaya bahan bakar yang di keluarkan dalam 1 rute pengiriman adalah dengan membagi jarak tempuh dengan jarak tempuh per liternya, kemudian di kali kan dengan harga premium per liter. Harga premium per September 2016 adalah Rp. 7100/liter. Harga tersebut adalah harga premium yang paling mahal diantara harga premium yang berada di seluruh wilayah pengiriman. Penggunaan harga tersebut adalah untuk menghasilkan perhitungan estimasi biaya bahan bakar yang lebih ideal, sehingga tidak akan terjadi pembengkakan biaya.

Contoh perhitungan biaya bahan bakar untuk pengiriman pertama jalur Timur dengan rute T1-T9 yang menempuh jarak sebesar 1723 km adalah sebagai berikut.

$$\text{Bahan bakar yang dibutuhkan} = \frac{\text{Total jarak tempuh}}{\text{Jarak tempuh/liter}} = \frac{1723}{12} = 144 \text{ liter}$$

Biaya bahan bakar: $144 \times \text{Rp. } 7.100 = \text{Rp. } 1.022.400$

Dari perhitungan di atas, dapat dilihat bahwa biaya bahan bakar yang dibutuhkan untuk rute pengiriman T1-T9 adalah sebesar Rp. 1.022.400.

Selanjutnya adalah biaya supir dan kernet. Biaya ini masuk ke dalam kategori *variable cost* karena dapat berubah sesuai dengan kondisi, dimana semakin lama jam kerjanya makan semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan. Sama halnya dengan biaya sewa, karena supir dan juga kernet juga berasal dari penyedia jasa penyewaan truk, maka kesepakatan biaya di awal tidak akan berubah walaupun terjadi pergantian supir ataupun kernet di tengah perjalanan. Untuk biaya supir dan kernet ini, perusahaan mengelompokkan sesuai dengan jalur pengiriman yang dilakukan, yaitu jalur Timur dan jalur Barat. Untuk data biaya supir dan kernet pada masing-masing jalur dapat dilihat di Tabel 4.11.

Tabel 4.11
Data Biaya Supir dan Kernet

| No | Keterangan | Jalur Pengiriman | Biaya (Rp)/ Jam |
|----|-------------------------|------------------|-----------------|
| 1. | Supir | Barat | 10.000 |
| | | Timur | 12.000 |
| 2. | Kernet/ Supir Pengganti | Barat | 8.000 |
| | | Timur | 10.000 |

Sumber: PT. Otsuka Indonesia

Sesuai dengan tabel biaya tersebut, maka perhitungan biaya supir dan kernet dalam sekali pengiriman baik pada jalur Timur maupun jalur Barat adalah mengikuti angka pada tabel.

4.3 Pengolahan Data

Sub bab ini akan berisi pengolahan data yang dilakukan terhadap data-data yang telah dikumpulkan pada sub bab sebelumnya. Data tersebut akan diolah sesuai dengan metodologi yang telah dicantumkan pada BAB III. Pengolahan data ini dilakukan guna menemukan solusi dari masalah yang ada, yaitu rute distribusi yang meminimalkan jarak dan biaya distribusi.

4.3.1 Rute Awal Distribusi Perusahaan

Rute distribusi yang akan dilalui dalam setiap pengiriman yang dilakukan oleh PT Otsuka selama ini hanya berdasarkan pada subjektivitas pihak *supply chain management*, pertimbangan-pertimbangan yang digunakan hanya meliputi keterbatasan kapasitas truk, volume barang atau produk yang diangkut, tanpa mengetahui apakah jarak tempuh dan rute yang dipilih sudah menghasilkan nilai minimal pada biaya transportasi yang dikeluarkan.

Rute awal distribusi yang digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini adalah rute distribusi pada bulan September tahun 2016, dimana pada bulan tersebut, perusahaan menggunakan truk jenis CDD *WingBox* yang berkapasitas 20 ton dalam semua pengirimannya. Tabel 4.12 sampai 4.15 menunjukkan rute awal yang dilalui oleh truk pengiriman pada bulan September 2017.

Tabel 4.12

Rute Awal Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| No | Rute Pengiriman | Jarak (km) | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-------|-----------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | B1-B3-B4 | 1239 | 19,9 | 20 | 99,5 |
| 2 | B2-B5 | 2040 | 11,25 | | 56,25 |
| 3 | B6-B10 | 1812 | 18,93 | | 94,65 |
| 4 | B7-B8-B9 | 8424 | 17,45 | | 87,25 |
| 5 | B12-B13 | 4468 | 17,75 | | 88,75 |
| 6 | B11 | 749 | 9,65 | | 48,25 |
| Total | | 18732 | 94.93 | Rata-rata | 79.1 |

Tabel 4.13

Rute Awal Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| No | Rute Pengiriman | Jarak (km) | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-------|-----------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | B11-B1 | 849 | 15.58 | 20 | 77.9 |
| 2 | B4-B3-B10 | 1799 | 16.7 | | 83.5 |
| 3 | B6-B2 | 1805 | 15.8 | | 79 |
| 4 | B5 | 1952 | 4.18 | | 20.9 |
| 5 | B12-B8 | 3454 | 16.23 | | 81.15 |
| 6 | B13-B7-B9 | 6447 | 10.4 | | 52 |
| Total | | 16306 | 78.89 | Rata-rata | 65.74 |

Tabel 4.14

Rute Awal Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| No | Rute Pengiriman | Jarak (km) | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-------|-----------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | T1-T9 | 1723.2 | 19.9 | 20 | 99.5 |
| 2 | T7-T3 | 3511 | 16.2 | | 81 |
| 3 | T2-T5 | 1104 | 16.2 | | 81 |
| 4 | T8 | 5150 | 10.08 | | 50.4 |
| 5 | T6 | 3902 | 5.6 | | 28 |
| 6 | T4-T10-T11 | 12827 | 18.01 | | 90.05 |
| Total | | 28217.2 | 85.99 | Rata-rata | 71.65 |

Tabel 4.15

Rute Awal Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| No | Rute Pengiriman | Jarak (km) | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|----|-----------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | T1-T9 | 196.2 | 18.85 | 20 | 94.25 |
| 2 | T7-T3 | 2108 | 12.36 | | 61.8 |
| 3 | T2-T5 | 1104 | 13.25 | | 66.25 |
| 4 | T8 | 5616 | 17.495 | | 87.475 |
| 5 | T6 | 3902 | 5.6 | | 28 |
| 6 | T4-T10-T11 | 12827 | 16.55 | | 82.75 |

| No | Rute Pengiriman | Jarak (km) | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|----|-----------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Total | 25753.2 | 84.105 | Rata-rata | 70.08 |

4.3.2 Estimasi Biaya Distribusi Awal

Biaya distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan selama pengiriman bulan September 2016 akan di jabarkan dalam sub bab ini. Biaya distribusi tersebut terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap, dengan rincian pada masing-masing kategorinya seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Perhitungan biaya distribusi dilakukan pada seluruh pengiriman pada bulan September 2016, yaitu yang terdiri dari pengiriman minggu pertama dan minggu ketiga pada jalur Barat dan jalur Timur. Rincian estimasi biaya distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.16 sampai Tabel 4.19.

Tabel 4.16

Estimasi Biaya Distribusi Awal Pengiriman Minggu 1 Jalur Barat

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 10.000/jam) | Biaya Kernet (Rp 8000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|----------|--------|-----------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| 1 | B1-B3-B4 | 104 | 738.400 | 2 | 3.000.000 | 310.000 | 248.000 | 4.296.400 |
| 2 | B2-B5 | 170 | 1.207.000 | 3 | 4.500.000 | 510.000 | 408.000 | 6.625.000 |
| 3 | B6-B10 | 151 | 1.072.100 | 2 | 3.000.000 | 460.000 | 368.000 | 4.900.100 |
| 4 | B7-B8-B9 | 702 | 4.984.200 | 9 | 13.500.000 | 2.110.000 | 1.688.000 | 22.282.200 |
| 5 | B12-B13 | 373 | 2.648.300 | 5 | 7.500.000 | 1.120.000 | 896.000 | 12.164.300 |
| 6 | B11 | 63 | 447.300 | 1 | 1.500.000 | 190.000 | 152.000 | 22.89.300 |
| Total Biaya | | | | | | | | 52.557.300 |

Tabel 4.17

Estimasi Biaya Distribusi Awal Pengiriman Minggu 3 Jalur Barat

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 10.000/jam) | Biaya Kernet (Rp 8000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|-----------|--------|-----------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| 1 | B11-B1 | 71 | 504.100 | 1 | 1.500.000 | 220.000 | 176.000 | 2.400.100 |
| 2 | B4-B3-B10 | 150 | 1.065.000 | 2 | 3.000.000 | 450.000 | 360.000 | 4.875.000 |
| 3 | B6-B2 | 151 | 1.072.100 | 2 | 3.000.000 | 460.000 | 368.000 | 4.900.100 |
| 4 | B5 | 163 | 1.157.300 | 2 | 3.000.000 | 490.000 | 392.000 | 5.039.300 |
| 5 | B12-B8 | 288 | 2.044.800 | 4 | 6.000.000 | 870.000 | 696.000 | 9.610.800 |
| 6 | B13-B7-B9 | 538 | 3.819.800 | 7 | 10.500.000 | 1.620.000 | 1.296.000 | 17.235.800 |
| Total Biaya | | | | | | | | 44.061.100 |

Tabel 4.18

Estimasi Biaya Distribusi Awal Pengiriman Minggu 1 Jalur Timur

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/jam) | Biaya Kernet (Rp 10.000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|----|-------|--------|-----------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
| 1 | T1-T9 | 144 | 1.022.400 | 2 | 3.000.000 | 440.000 | 352.000 | 4.814.400 |
| 2 | T7-T3 | 293 | 2.080.300 | 4 | 6.000.000 | 880.000 | 704.000 | 9.664.300 |
| 3 | T2-T5 | 92 | 653.200 | 2 | 3.000.000 | 280.000 | 224.000 | 4.157.200 |

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 10.000/ja m) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|------------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 4 | T8 | 430 | 3.053.000 | 6 | 9.000.000 | 1.290.000 | 1.032.000 | 14.375.000 |
| 5 | T6 | 326 | 2.314.600 | 5 | 7.500.000 | 980.000 | 784.000 | 11.578.600 |
| 6 | T4-T10-T11 | 1069 | 7.589.900 | 14 | 21.000.000 | 3.210.000 | 2.568.000 | 34.367.900 |
| Total Biaya | | | | | | | | 78.957.400 |

Tabel 4.19

Estimasi Biaya Distribusi Awal Pengiriman Minggu 3 Jalur Timur

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 10.000/ja m) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|------------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | T1 | 17 | 120.700 | 1 | 1.500.000 | 50.000 | 40.000 | 1.710.700 |
| 2 | T7-T9 | 176 | 1.249.600 | 3 | 4.500.000 | 530.000 | 424.000 | 6.703.600 |
| 3 | T2-T5 | 92 | 653.200 | 2 | 3.000.000 | 280.000 | 224.000 | 4.157.200 |
| 4 | T3-T8 | 468 | 3.322.800 | 6 | 9.000.000 | 1.410.000 | 1.128.000 | 14.860.800 |
| 5 | T6 | 326 | 2.314.600 | 5 | 7.500.000 | 980.000 | 784.000 | 11.578.600 |
| 6 | T4-T10-T11 | 1069 | 7.589.900 | 14 | 21.000.000 | 3.210.000 | 2.568.000 | 34.367.900 |
| Total Biaya | | | | | | | | 73.378.800 |

4.3.3 Pembentukan Rute Distribusi dengan *Saving Matriks*

Langkah-langkah penentuan rute distribusi menggunakan algoritma *saving matriks* adalah sebagai berikut.

4.3.3.1 Identifikasi Matriks Jarak

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pengolahan data menggunakan *saving matriks* adalah mengetahui jarak antar lokasi pengiriman. Jarak ini dapat diperoleh dengan menggunakan bantuan *google maps* atau menggunakan rumus (2-8). Pada penelitian ini, jarak yang digunakan adalah jarak sebenarnya yang diperoleh dari *goggle maps*. Langkah-langkah dari cara untuk mencari masing-masing jarak baik antara gudang ke *customer* maupun antara satu *customer* dengan *customer* lainnya telah ditunjukkan pada gambar 4.3. Langkah-langkah tersebut dilakukan hingga diketahui seluruh jarak antar lokasi pengiriman.

4.3.3.2 Identifikasi Matriks Penghematan

Langkah selanjutnya setelah kita mengetahui jarak dari masing-masing lokasi pengiriman adalah menentukan matriks penghematan jarak. Matriks penghematan ini adalah matriks yang menunjukkan nilai penghematan jarak jika dilakukan penggabungan dua tujuan dalam satu rute. Penghematan jarak tersebut dapat dilakukan menggunakan rumus (2-8).

Namun karena pada penelitian ini mempertimbangkan jarak yang asimetris yaitu dimana jarak antara kota A ke kota B bisa berbeda dengan jarak antara kota B ke kota A, sehingga rumus penghematan jarak yang dipakai adalah rumus (2-9) dan (2-10). Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan penghematan jarak yang dilakukan jika menggabungkan pengiriman ke kota Yogyakarta (B1) dan Kota Bogor (B2).

$$S_{x,y} = \{ \text{Dist} (D C_x) + \text{Dist} (C_x D) + \text{Dist} (D C_y) + \text{Dist} (C_y D) \} - \{ \text{Dist} (D C_x) + \text{Dist} (x,y) + \text{Dist} (C_y D) \}$$

$$S_{x,y} = \text{Dist} (C_x D) + \text{Dist} (D C_y) - \text{Dist} (x,y)$$

$$S_{b1,b2} = \text{Dist} (C_{b1} D) + \text{Dist} (D C_{b2}) - \text{Dist} (b1,b2)$$

$$S_{b1,b2} = 325 + 889 - 555 = 659$$

Dari perhitungan yang dilakukan diatas, diperoleh penghematan jarak sebesar 659 km. Perhitungan penghematan jarak tersebut dilakukan pada seluruh kota pengiriman dengan menggunakan rumus yang sama. Nilai penghematan jarak yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan 4.21.

Tabel 4.20

Penghematan Jarak Jalur Barat

| Saving Matriks (Km) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B9 | B10 | B11 | B12 | B13 |
| B1 | | 659 | 659 | 558 | 642 | 659 | 662 | 660 | 659 | 732 | 558 | 659 | 659 |
| B2 | 659 | | 1278 | 947 | 1737 | 1681 | 1685 | 1683 | 1682 | 1501 | 745 | 1684 | 1680 |
| B3 | 1203 | 1274 | | 816 | 1280 | 1278 | 5669 | 1281 | 1246 | 1229 | 748 | 1279 | 1281 |
| B4 | 604 | 1007 | 994 | | 948 | 948 | 950 | 948 | 948 | 896 | 695 | 948 | 948 |
| B5 | 659 | 1690 | 1272 | 1007 | | 1704 | 1850 | 1848 | 1656 | 1501 | 743 | 1848 | 1848 |
| B6 | 660 | 1672 | 1273 | 1008 | 1708 | | 1711 | 1709 | 1708 | 1504 | 750 | 1709 | 1708 |
| B7 | 656 | 1686 | 1269 | 1002 | 1853 | 1705 | | 3384 | 5470 | 1499 | 746 | 2795 | 4235 |
| B8 | 662 | 1698 | 1275 | 1010 | 1859 | 1711 | 3428 | | 3251 | 1501 | 744 | 2894 | 3272 |
| B9 | 658 | 1674 | 1253 | 1006 | 1855 | 1707 | 5466 | 3421 | | 1487 | 734 | 2700 | 4251 |
| B10 | 781 | 1561 | 1270 | 1212 | 1561 | 1559 | 1563 | 1565 | 1574 | | 696 | 1502 | 1502 |
| B11 | 593 | 796 | 783 | 795 | 797 | 794 | 798 | 800 | 809 | 796 | | 748 | 747 |
| B12 | 655 | 1688 | 1269 | 1004 | 1858 | 1704 | 2798 | 2903 | 2722 | 1557 | 793 | | 1657 |
| B13 | 658 | 1675 | 1268 | 1005 | 1856 | 1707 | 4261 | 3299 | 4286 | 1559 | 796 | 2774 | |

Tabel 4.21

Penghematan Jarak Jalur Timur

| Saving Matriks (Km) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 |
| T1 | | 86 | 645 | 195 | 87 | 86 | 197 | 195 | 196 | 86 | 194 |
| T2 | 110.2 | | 496 | -224 | 496 | 801 | 88 | 74 | 43 | 801 | 1076 |
| T3 | 638.2 | 823 | | 999 | -214 | 2473 | 1334 | 2167 | 783 | 2390 | 2264 |
| T4 | 188.2 | 373 | 2266 | | -1340 | 2024 | 392 | 3632 | 27 | 1527 | 4641 |
| T5 | 81.2 | 820 | 1051 | 599 | | 1056 | -332 | 76 | 89 | 1057 | 1599 |
| T6 | 81.2 | 820 | 2079 | 2194 | 1044 | | 201 | 1734 | 199 | 3207 | 2736 |
| T7 | 187.2 | 105 | 1341 | 881 | 74 | -37 | | 1862 | 1725 | 84 | 1862 |
| T8 | 183.2 | 105 | 2270 | 3682 | 72 | 1804 | 1863 | | 1501 | 1835 | 5146 |
| T9 | 188.2 | 105 | 973 | 203 | 75 | -36 | 181.4 | 1501 | | 83 | 1496 |
| T10 | 81.2 | -2323 | 2387 | 1933 | 1043 | 3120 | 64 | 1929 | 64 | | 1930 |

| Saving Matriks (Km) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 |
| T11 | 187.2 | 372 | 2273 | 4640 | 596 | 2789 | 1863 | 5149 | 1500 | 1931 | |

4.3.3.3 Pengalokasian Rute Distribusi

Setelah matriks penghematan jarak sudah dilengkapi, selanjutnya dilakukan pengalokasian kota tujuan pada rute distribusi. Pengalokasian ini dilakukan dengan menggabungkan dua atau lebih kota tujuan pada satu rute distribusi. Penggabungan tersebut berhenti ketika kapasitas kendaraan sudah tidak mencukupi.

Pengalokasian rute distribusi diawali dengan memilih jarak penghematan terbesar dari *saving matriks*, kemudian diikuti dengan urutan jarak penghematan selanjutnya hingga jarak penghematan terkecil. Pada Tabel 4.22 dapat dilihat contoh pengalokasian rute berdasarkan urutan jarak penghematan terbesar di Jalur Barat.

Tabel 4.22

Penghematan Jarak Jalur Barat

| Saving Matriks (Km) | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B9 | B10 | B11 | B12 | B13 |
| B1 | | 659 | 659 | 558 | 642 | 659 | 662 | 660 | 659 | 732 | 558 | 659 | 659 |
| B2 | 659 | | 1278 | 947 | 1737 | 1681 | 1685 | 1683 | 1682 | 1501 | 745 | 1684 | 1680 |
| B3 | 1203 | 1274 | | 816 | 1280 | 1278 | 5669 | 1281 | 1246 | 1229 | 748 | 1279 | 1281 |
| B4 | 604 | 1007 | 994 | | 948 | 948 | 950 | 948 | 948 | 896 | 695 | 948 | 948 |
| B5 | 659 | 1690 | 1272 | 1007 | | 1704 | 1850 | 1848 | 1656 | 1501 | 743 | 1848 | 1848 |
| B6 | 660 | 1672 | 1273 | 1008 | 1708 | | 1711 | 1709 | 1708 | 1504 | 750 | 1709 | 1708 |
| B7 | 656 | 1686 | 1269 | 1002 | 1853 | 1705 | | 3384 | 5470 | 1499 | 746 | 2795 | 4235 |
| B8 | 662 | 1698 | 1275 | 1010 | 1859 | 1711 | 3428 | | 3251 | 1501 | 744 | 2894 | 3272 |
| B9 | 658 | 1674 | 1253 | 1006 | 1855 | 1707 | 5466 | 3421 | | 1487 | 734 | 2700 | 4251 |
| B10 | 781 | 1561 | 1270 | 1212 | 1561 | 1559 | 1563 | 1565 | 1574 | | 696 | 1502 | 1502 |
| B11 | 593 | 796 | 783 | 795 | 797 | 794 | 798 | 800 | 809 | 796 | | 748 | 747 |
| B12 | 655 | 1688 | 1269 | 1004 | 1858 | 1704 | 2798 | 2903 | 2722 | 1557 | 793 | | 1657 |
| B13 | 658 | 1675 | 1268 | 1005 | 1856 | 1707 | 4261 | 3299 | 4286 | 1559 | 796 | 2774 | |

Penghematan terbesar pada tabel tersebut adalah 5669, dimana nilai tersebut menggabungkan pengiriman pada B7 dan B3. Jumlah permintaan pada B7 sebesar 5,1 ton dan permintaan pada B3 sebesar 7,4 ton, setelah dijumlahkan total permintaan pada kedua kota tersebut adalah 12,5 ton. Karena tidak lebih dari kapasitas kendaraan yaitu 20 ton, penggabungan pengiriman pada kedua kota tersebut dapat dilakukan. Setelah berhasil terbentuk menjadi satu rute, maka kedua kota tersebut dihilangkan atau dihapus dari tabel.

Selanjutnya nilai penghematan terbesar kedua adalah 5470 yaitu penggabungan antara B9 dan B7. Pada penggabungan sebelumnya B7 telah digabungkan dengan B3 dan menghasilkan kapasitas sebesar 12,5 ton, jika penggabungan tersebut ditambahkan dengan B9 yang memiliki permintaan sebesar 4,6 ton, maka kapasitasnya menjadi 17,1 ton. Karena tidak melebihi kapasitas kendaraan, maka penggabungan ketiga kota tersebut dapat

dilakukan sehingga menjadi satu rute pengiriman. Sama halnya dengan penggabungan pertama, nilai B9 juga bisa dihilangkan dari tabel karena sudah masuk ke dalam rute. Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23
Penghematan Jarak Jalur Barat Setelah Penggabungan

| Saving Matriks (Km) | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | B1 | B2 | B4 | B5 | B6 | B8 | B10 | B11 | B12 | B13 |
| B1 | | 659 | 558 | 642 | 659 | 660 | 732 | 558 | 659 | 659 |
| B2 | 659 | | 947 | 1737 | 1681 | 1683 | 1501 | 745 | 1684 | 1680 |
| B4 | 604 | 1007 | | 948 | 948 | 948 | 896 | 695 | 948 | 948 |
| B5 | 659 | 1690 | 1007 | | 1704 | 1848 | 1501 | 743 | 1848 | 1848 |
| B6 | 660 | 1672 | 1008 | 1708 | | 1709 | 1504 | 750 | 1709 | 1708 |
| B8 | 662 | 1698 | 1010 | 1859 | 1711 | | 1501 | 744 | 2894 | 3272 |
| B10 | 781 | 1561 | 1212 | 1561 | 1559 | 1565 | | 696 | 1502 | 1502 |
| B11 | 593 | 796 | 795 | 797 | 794 | 800 | 796 | | 748 | 747 |
| B12 | 655 | 1688 | 1004 | 1858 | 1704 | 2903 | 1557 | 793 | | 1657 |
| B13 | 658 | 1675 | 1005 | 1856 | 1707 | 3299 | 1559 | 796 | 2774 | |

Nilai penghematan terbesar selanjutnya adalah 3299, yaitu penggabungan antara B8 dan B13. Permintaan pada B8 sebesar 7,75 ton dan permintaan pada B13 adalah 7,05 ton. Jika penggabungan pengiriman dilakukan pada kedua kota tersebut maka membutuhkan kapasitas sebesar 14,8 ton. Pada rute yang telah terbentuk sebelumnya, kapasitas truk sudah terpakai sebanyak 17,1 ton, jika ditambahkan dengan 14,8 ton maka akan melebihi kapasitas kendaraan. Oleh karena itu penggabungan B8 dan B13 tidak dapat dilakukan pada rute pertama. Karena kapasitas penggabungan B8 dan B13 tidak melebihi kapasitas kendaraan maka B8 dan B13 dapat digabungkan membentuk rute pengiriman baru. Seperti sebelumnya, kolom B8 dan B13 dapat dihilangkan dari matriks, hal ini dapat dilihat dari Tabel 4.24.

Tabel 4.24
Penghematan Jarak Jalur Barat Setelah Penggabungan Rute 2

| Saving Matriks (Km) | | | | | | | | |
|---------------------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|
| | B1 | B2 | B4 | B5 | B6 | B10 | B11 | B12 |
| B1 | | 659 | 558 | 642 | 659 | 732 | 558 | 659 |
| B2 | 659 | | 947 | 1737 | 1681 | 1501 | 745 | 1684 |
| B4 | 604 | 1007 | | 948 | 948 | 896 | 695 | 948 |
| B5 | 659 | 1690 | 1007 | | 1704 | 1501 | 743 | 1848 |
| B6 | 660 | 1672 | 1008 | 1708 | | 1504 | 750 | 1709 |
| B10 | 781 | 1561 | 1212 | 1561 | 1559 | | 696 | 1502 |
| B11 | 593 | 796 | 795 | 797 | 794 | 796 | | 748 |
| B12 | 655 | 1688 | 1004 | 1858 | 1704 | 1557 | 793 | |

Nilai penghematan terbesar selanjutnya pada tabel diatas adalah 1858 yaitu penggabungan antara B5 dan B12. Permintaan pada B5 sebesar 5,65 ton dan pada B12 adalah sebesar 10,7 ton. Jika keduanya digabungkan, akan membutuhkan kapasitas truk sebesar 16,35 ton. Dilihat dari besarnya kapasitas truk yang dibutuhkan, penggabungan kedua kota tersebut ke dalam rute 2 tidak dapat dilakukan karena akan melebihi kapasitas. Oleh karena

itu, kedua kota tersebut akan membentuk rute baru yaitu rute 3. Sehingga kolom B5 dan B12 dapat dihapus dari matriks.

Kemudian, setelah dilakukan penghapusan kolom B5 dan B12 dari matriks nilai penghematan terbesar selanjutnya adalah 1681 yaitu penggabungan antara kota B6 dan B2. Permintaan pada B6 sebesar 13,8 ton dan permintaan pada B2 sebesar 5,6 ton, apabila dijumlahkan maka membutuhkan kapasitas sebesar 19,4 ton. Penggabungan kedua kota ini ke dalam rute 3 tidak dapat dilakukan karena akan melebihi kapasitas kendaraan. Sehingga B5 dan B12 akan membentuk rute baru yaitu rute 4 Tabel 4.25 menunjukkan matriks setelah kolom B6 dan B2 dihapus.

Tabel 4.25

Penghematan Jarak Jalur Barat Setelah Penggabungan Rute 4

| Saving Matriks (Km) | | | | |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | B1 | B4 | B10 | B11 |
| B1 | | 558 | 732 | 558 |
| B4 | 604 | | 896 | 695 |
| B10 | 781 | 1212 | | 696 |
| B11 | 593 | 795 | 796 | |

Nilai penghematan terbesar pada tabel 4.25 adalah 1212 yaitu penggabungan antara B4 dan B10. Total permintaan keduanya jika digabungkan adalah sebesar 10,13 ton, karena tidak melebihi kapasitas kendaraan maka penggabungan kedua kota tersebut dapat dilakukan. Namun, dilihat dari kapasitas yang dibutuhkan B4 dan B10 tidak dapat digabungkan dengan rute 4 karena akan melebihi kapasitas, sehingga keduanya akan membentuk rute pengiriman baru yaitu rute 5. Setelah itu, nilai penghematan jarak terbesar selanjutnya adalah 796, yaitu penggabungan antara B10 dan B11. Permintaan pada B11 adalah sebesar 9,65 ton, jika kapasitas tersebut ditambahkan pada rute 5 maka akan menaikkan kapasitas kendaraan untuk pengiriman rute 4 menjadi sebesar 19,78 ton. Karena tidak melebihi kapasitas kendaraan maka penggabungan B11 ke dalam rute 5 dapat dilakukan.

Karena rute 5 telah menggunakan kapasitas sebesar 19,78 ton, maka tidak memungkinkan jika B1 juga digabungkan ke dalam rute, sehingga pengiriman pada B1 akan menjadi rute baru yaitu rute 6, dengan begitu semua kota telah teralokasikan ke dalam rute pengiriman.

Langkah-langkah pengalokasian rute tersebut kemudian juga dilakukan pada seluruh periode pengiriman yang terjadi pada bulan September 2016 baik pada pengiriman jalur Barat maupun pengiriman jalur Timur. Tabel 4.26 sampai Tabel 4.29 menunjukkan rute

yang terbentuk dari proses pengalokasian rute pada proses pengiriman bulan September 2016.

Tabel 4.26

Alokasi Rute Jalur Barat Minggu Pertama

| No Rute | Alokasi Rute | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | B7-B3-B9 | 17.1 | 20 | 85,5 |
| 2 | B8-B13 | 14.8 | | 74 |
| 3 | B5-B12 | 16.35 | | 81,7 |
| 4 | B6-B2 | 19.4 | | 97 |
| 5 | B4-B10-B11 | 19.78 | | 98 |
| 6 | B1 | 7.5 | | 37,5 |
| Rata-rata | | | | 79,2 |

Tabel 4.27

Alokasi Rute Jalur Barat Minggu Ketiga

| No Rute | Alokasi Rute | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | B7-B3-B9-B13 | 17.5 | 20 | 87,5 |
| 2 | B8-B12 | 16.23 | | 81,1 |
| 3 | B5-B2-B6 | 19.98 | | 99,9 |
| 4 | B4-B10-B11 | 17.85 | | 89,2 |
| 5 | B1 | 7.33 | | 36,6 |
| Rata-rata | | | | 78,9 |

Tabel 4.28

Alokasi Rute Jalur Timur Minggu Pertama

| No Rute | Alokasi Rute | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | T8-T11 | 13.59 | 20 | 67,9 |
| 2 | T10-T6-T3 | 19.9 | | 99,5 |
| 3 | T9-T7-T4 | 19.65 | | 98,2 |
| 4 | T2-T5 | 16.2 | | 81 |
| 5 | T1 | 16,65 | | 83,2 |
| Rata-rata | | | | 86 |

Tabel 4.29

Alokasi Rute Jalur Timur Minggu Ketiga

| No Rute | Alokasi Rute | Demand (ton) | Kapasitas (ton) | Utilitas (%) |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1 | T8-T11-T4 | 19.67 | 20 | 98,3 |
| 2 | T6-T10-T3 | 19.975 | | 99,9 |
| 3 | T9-T7 | 12.36 | | 61,8 |
| 4 | T5-T2 | 13.25 | | 66,3 |
| 5 | T1 | 18,85 | | 94,3 |
| Rata-rata | | | | 84,2 |

Berdasarkan alokasi rute yang telah dilakukan, semua nya dapat diterima (*feasible*) karena tidak ada yang melebihi kapasitas kendaraan. Sedangkan untuk rata2 utilitas truknya mengalami peningkatan daripada utilitas awal . Setelah semua kota teralokasi dalam rute, selanjutnya dapat dilakukan pengurutan pada masing-masing rute tersebut.

4.3.3.4 Penentuan Urutan Rute Pengiriman

Titik pengiriman yang telah teralokasikan ke dalam rute kemudian harus diurutkan kunjungannya. Pengurutan lokasi pengiriman ini dilakukan guna meminimalisasi jarak total yang ditempuh oleh truk distribusi. Penentuan urutan ini akan dilakukan menggunakan algoritma *nearest neighbor*, *nearest insert*, dan *farthest insert*. Pengurutan rute menggunakan ketiga algoritma tersebut hanya dilakukan pada rute yang terdiri dari 2 atau lebih lokasi pengiriman.

4.3.3.4.1 *Nearest Neighbour*

Penentuan urutan rute pengiriman menggunakan algoritma *nearest neighbour* memiliki prinsip bahwa pemilihan lokasi pengiriman berdasarkan jarak terdekat dari kunjungan terakhir yang dilakukan oleh truk.

Proses pengurutan pada rute pertama pengiriman jalur Barat yaitu B7-B3-B9 menggunakan algoritma *nearest neighbour* adalah sebagai berikut:

Iterasi pertama adalah identifikasi jarak dari gudang ke masing-masing lokasi.

G-B7 = 2834 km

G-B3 = 635 km

G-B9 = 3082 km

Dari ketiga lokasi tersebut, B3 memiliki jarak yang paling dekat dengan gudang. Oleh karena itu B3 menjadi lokasi pertama yang akan dikunjungi oleh truk pengiriman.

Iterasi kedua adalah memilih lokasi yang memiliki jarak terdekat dengan B3.

B3-B7 = 2200 km

B3-B9 = 2464 km

Lokasi yang memiliki jarak terdekat dengan B3 adalah B7, oleh karena B7 akan dikunjungi oleh truk pengiriman setelah B3.

Karena lokasi yang tersisa hanya B9 maka otomatis B9 menjadi kunjungan terakhir setelah B3 dan B7. Berdasarkan pengurutan tersebut, maka urutan lokasi yang dikunjungi dalam rute pertama jalur Barat adalah G-B3-B7-B9-G dengan total jarak sebesar 6350 km.

Proses pengurutan tersebut juga dilakukan kepada seluruh rute jalur Barat dan jalur Timur. Tabel 4.30 sampai Tabel 4.33 menunjukkan hasil pengurutan menggunakan algoritma *nearest neighbour*.

Tabel 4.30

Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat dengan *Nearest Neighbour*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | B3-B7-B9 | 6350 |
| 2 | B8-B13 | 4495 |
| 3 | B5-B12 | 3002 |
| 4 | B6-B2 | 1805 |
| 5 | B11-B4-B10 | 1447 |
| 6 | B1 | 654 |
| Total Jarak | | 17753 |

Tabel 4.31

Urutan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat dengan *Nearest Neighbour*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | B3-B13-B7-B9 | 6449 |
| 2 | B12-B8 | 3454 |
| 3 | B6-B2-B5 | 2071 |
| 4 | B11-B4-B10 | 1447 |
| 5 | B1 | 654 |
| Total Jarak | | 14075 |

Tabel 4.32

Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur dengan *Nearest Neighbour*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | T8-T11 | 9376 |
| 2 | T3-T10-T6 | 4398 |
| 3 | T9-T7-T4 | 5808 |
| 4 | T2-T5 | 1104 |
| 5 | T1 | 196,2 |
| Total Jarak | | 20882,2 |

Tabel 4.33

Urutan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur dengan *Nearest Neighbour*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | T4-T8-T11 | 9780 |
| 2 | T3-T10-T6 | 4398 |
| 3 | T9-T7 | 2110 |
| 4 | T2-T5 | 1104 |
| 5 | T1 | 196,2 |
| Total Jarak | | 17588,2 |

4.3.3.4.2 *Nearest Insert*

Pengurutan rute menggunakan algoritma *nearest insert* memiliki prinsip bahwa pemilihan lokasi yang akan ditambahkan merupakan lokasi yang menghasilkan penambahan jarak minimal terhadap rute. Jarak awal sebuah rute adalah 0 km yaitu pengiriman dari gudang menuju gudang, kemudian akan dilakukan penambahan lokasi pengiriman untuk mendapatkan total jarak pengiriman yang minimal.

Proses pengurutan menggunakan *nearest insert* pada pengiriman minggu pertama jalur Barat yaitu rute B7-B3-B9 adalah sebagai berikut.

Iterasi pertama adalah menghitung jarak dari gudang menuju masing-masing lokasi pada rute, kemudian kembali ke gudang.

$$G-B7-G = 5665 \text{ km}$$

$$G-B3-G = 1280 \text{ km}$$

$$G-B9-G = 6147 \text{ km}$$

Berdasarkan total jarak diatas, penyisipan lokasi pengiriman yang menghasilkan total jarak minimum adalah penyisipan B3. Oleh karena itu, lokasi pertama yang dikunjungi oleh truk adalah B3.

Iterasi kedua adalah menyisipkan lokasi pengiriman setelah lokasi terpilih pada iterasi pertama, kemudian dipilih jarak penyisipan minimal.

$$G-B3-B7-G = 5666 \text{ km}$$

$$G-B3-B9-G = 6164 \text{ km}$$

Berdasarkan penyisipan tersebut, lokasi pengiriman yang menghasilkan jarak penyisipan minimal adalah B7 yaitu dengan total jarak sebesar 5666 km. Sehingga urutan rute yang telah terbentuk sampai iterasi kedua adalah G-B3-B7-G.

Iterasi ketiga, karena lokasi pengiriman yang belum masuk ke dalam rute hanya B9, maka otomatis lokasi pengiriman selanjutnya setelah B3 dan B7 adalah B9. Sehingga urutan rute yang terbentuk adalah G-B3-B7-B9-G dengan total jarak sebesar 6350 km.

Proses pengurutan menggunakan algoritma *nearest insert* juga dilakukan kepada seluruh rute jalur Barat dan jalur Timur. Tabel 4.34 sampai Tabel 4.37 menunjukkan hasil pengurutan menggunakan algoritma *nearest insert*.

Tabel 4.34

Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat dengan *Nearest Insert*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | G-B3-B7-B9-G | 6350 |
| 2 | G-B8-B13-G | 4495 |
| 3 | G-B5-B12-G | 3002 |
| 4 | G-B6-B2-G | 1805 |
| 5 | G-B11-B4-B10-G | 1447 |
| 6 | G-B1-G | 654 |
| Total Jarak | | 17753 |

Tabel 4.35

Urutan Rute Pengiriman Minggu Kedua Jalur Barat dengan *Nearest Insert*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|---------|------------------|-------------------|
| 1 | G-B3-B13-B7-B9-G | 6449 |

| No Route | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 2 | G-B12-B8-G | 3454 |
| 3 | G-B6-B2-B5-G | 2071 |
| 4 | G-B11-B4-B10-G | 1447 |
| 5 | G-B1-G | 654 |
| Total Jarak | | 14075 |

Tabel 4.36

Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur dengan *Nearest Insert*

| No Route | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | G-T8-T11-G | 9376 |
| 2 | G-T3-T10-T6-G | 4398 |
| 3 | G-T9-T7-T4-G | 5808 |
| 4 | G-T2-T5-G | 1104 |
| 5 | G-T1-G | 196,2 |
| Total Jarak | | 20882,2 |

Tabel 4.37

Urutan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur dengan *Nearest Insert*

| No Route | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | G-T4-T8-T11-G | 9780 |
| 2 | G-T3-T10-T6-G | 4398 |
| 3 | G-T9-T7-G | 2110 |
| 4 | G-T2-T5-G | 1104 |
| 5 | G-T1-G | 196,2 |
| Total Jarak | | 17588,2 |

4.3.3.4.3 *Farthest Insert*

Pengurutan rute distribusi menggunakan algoritma *farthest insert* memiliki prinsip yang hampir sama dengan algoritma *nearest insert*, yaitu dengan melihat hasil penjumlahan pada masing-masing lokasi pengiriman, hanya saja pada *farthest insert* pemilihan lokasi pengiriman berdasarkan jarak terjauh atau terbesar dari pengiriman sebelumnya.

Proses pengurutan menggunakan *farthest insert* pada pengiriman minggu pertama pengiriman jalur Barat yaitu rute B7-B3-B9 adalah sebagai berikut

Iterasi pertama adalah menghitung jarak dari gudang menuju masing-masing lokasi pada rute, kemudian kembali ke gudang.

$$G-B7-G = 5665 \text{ km}$$

$$G-B3-G = 1280 \text{ km}$$

$$G-B9-G = 6147 \text{ km}$$

Berdasarkan total jarak tersebut, pemilihan lokasi pertama yang akan dikunjungi adalah B9 karena memiliki total jarak terbesar yaitu 6147 km.

Iterasi kedua adalah menyisipkan lokasi pengiriman setelah lokasi terpilih pada iterasi pertama, kemudian dipilih jarak penyisipan yang terbesar.

$$G-B9-B7-G = 6339 \text{ km}$$

$$G-B9-B3-G = 6191 \text{ km}$$

Pada penjumlahan total jarak setelah dilakukan penambahan satu lokasi pengiriman dapat dilihat bahwa B7 memiliki jarak terbesar, oleh karena itu lokasi B7 dipilih menjadi lokasi pengiriman selanjutnya setelah B9. Sehingga urutan rute yang sudah terbentuk adalah G-B9-B7-G.

Selanjutnya, karena hanya tinggal lokasi B3 yang belum masuk ke dalam rute, maka pengiriman B3 otomatis akan dilakukan setelah B7, sehingga urutan rute akhir yang terbentuk adalah G-B9-B7-B3-G dengan total jarak sebesar 6346 km.

Proses pengurutan menggunakan algoritma *farthest insert* juga dilakukan kepada seluruh rute jalur Barat dan jalur Timur. Tabel 4.38 sampai tabel 4.41 menunjukkan hasil pengurutan menggunakan algoritma *farthest insert*.

Tabel 4.38

Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat dengan *Farthest Insert*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | G-B9-B7-B3-G | 6346 |
| 2 | G-B13-B8-G | 4508 |
| 3 | G-B12-B5-G | 3004 |
| 4 | G-B10-B11-B4-G | 1862 |
| 5 | G-B2-B6-G | 1822 |
| 6 | G-B1-G | 654 |
| Total Jarak | | 18.196 |

Tabel 4.39

Urutan Rute Pengiriman Minggu Kedua Jalur Barat dengan *Farthest Insert*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | G-B9-B7-B3-B13-G | 9404 |
| 2 | G-B8-B12-G | 3459 |
| 3 | G-B5-B2-B6-G | 2033 |
| 4 | G-B10-B11-G | 1661 |
| 5 | G-B1-G | 654 |
| Total Jarak | | 17.211 |

Tabel 4.40

Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur dengan *Farthest Insert*

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|---------|------------------|-------------------|
| 1 | G-T11-T8-G | 9375 |
| 2 | G-T6-T3-T10-G | 5016 |
| 3 | G-T4-T9-T7-G | 5993 |
| 4 | G-T5-T2-G | 1072 |
| 5 | G-T1-G | 196,2 |

| No Route | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| Total Jarak | | 21.652,2 |

Tabel 4.41

Urutan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur dengan *Farthest Insert*

| No Route | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | G-T11-T8-T4-G | 9833 |
| 2 | G-T6-T3-T10-G | 5016 |
| 3 | G-T7-T9-G | 2108 |
| 4 | G-T5-T2-G | 1072 |
| 5 | G-T1-G | 196,2 |
| Total Jarak | | 18.225,2 |

4.3.3.4.4 Perbandingan Rute *Nearest Neighbour*, *Nearest Insert*, *Farthest Insert*

Rute distribusi *saving matriks* yang telah melalui proses pengurutan menggunakan 3 algoritma yaitu *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert* kemudian akan dibandingkan. Perbandingan pada ketiga nya bertujuan untuk memilih rute dengan jarak minimal. Berikut pada Tabel 4.42 sampai Tabel 4.45 Merupakan perbandingan urutan rute pada seluruh jalur pengiriman bulan September 2016.

Tabel 4.42

Perbandingan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| No | <i>Nearest Neighbour</i> | Jarak (km) | <i>Nearest Insert</i> | Jarak (km) | <i>Farthest Insert</i> | Jarak (km) |
|-------------|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 1 | G-B3-B7-B9-G | 6350 | G-B3-B7-B9-G | 6350 | G-B9-B7-B3-G | 6346 |
| 2 | G-B8-B13-G | 4495 | G-B8-B13-G | 4495 | G-B13-B8-G | 4508 |
| 3 | G-B5-B12-G | 3002 | G-B5-B12-G | 3002 | G-B12-B5-G | 3004 |
| 4 | G-B6-B2-G | 1805 | G-B6-B2-G | 1805 | G-B10-B11-B4-G | 1862 |
| 5 | G-B11-B4-B10-G | 1447 | G-B11-B4-B10-G | 1447 | G-B2-B6-G | 1822 |
| 6 | G-B1-G | 654 | G-B1-G | 654 | G-B1-G | 654 |
| Total Jarak | | 17.753 | Total Jarak | 17.753 | Total Jarak | 18.196 |

Tabel 4.43

Perbandingan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| No | <i>Nearest Neighbour</i> | Jarak (km) | <i>Nearest Insert</i> | Jarak (km) | <i>Farthest Insert</i> | Jarak (km) |
|-------------|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 1 | G-B3-B13-B7-B9-G | 6449 | G-B3-B13-B7-B9-G | 6449 | G-B9-B7-B3-B13-G | 9404 |
| 2 | G-B12-B8-G | 3454 | G-B12-B8-G | 3454 | G-B8-B12-G | 3459 |
| 3 | G-B6-B2-B5-G | 2071 | G-B6-B2-B5-G | 2071 | G-B5-B2-B6-G | 2033 |
| 4 | G-B11-B4-B10-G | 1447 | G-B11-B4-B10-G | 1447 | G-B10-B11-G | 1661 |
| 5 | G-B1-G | 654 | G-B1-G | 654 | G-B1-G | 654 |
| Total Jarak | | 14.075 | Total Jarak | 14.075 | Total Jarak | 17.211 |

Tabel 4.44
Perbandingan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| No | <i>Nearest Neighbour</i> | Jarak (km) | <i>Nearest Insert</i> | Jarak (km) | <i>Farthest Insert</i> | Jarak (km) |
|-------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------|-----------------|
| 1 | G-T8-T11-G | 9376 | G-T8-T11-G | 9376 | G-T11-T8-G | 9375 |
| 2 | G-T3-T10-T6-G | 4398 | G-T3-T10-T6-G | 4398 | G-T6-T3-T10-G | 5016 |
| 3 | G-T9-T7-T4-G | 5808 | G-T9-T7-T4-G | 5808 | G-T4-T9-T7-G | 5993 |
| 4 | G-T2-T5-G | 1104 | G-T2-T5-G | 1104 | G-T5-T2-G | 1072 |
| 5 | G-T1-G | 196,2 | G-T1-G | 196,2 | G-T1-G | 196,2 |
| Total Jarak | | 20882,2 | Total Jarak | 20882,2 | Total Jarak | 21.652,2 |

Tabel 4.45
Perbandingan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| No | <i>Nearest Neighbour</i> | Jarak (km) | <i>Nearest Insert</i> | Jarak (km) | <i>Farthest Insert</i> | Jarak (km) |
|-------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------|-----------------|
| 1 | G-T4-T8-T11-G | 9780 | G-T4-T8-T11-G | 9780 | G-T11-T8-T4-G | 9833 |
| 2 | G-T3-T10-T6-G | 4398 | G-T3-T10-T6-G | 4398 | G-T6-T3-T10-G | 5016 |
| 3 | G-T9-T7-G | 2110 | G-T9-T7-G | 2110 | G-T7-T9-G | 2108 |
| 4 | G-T2-T5-G | 1104 | G-T2-T5-G | 1104 | G-T5-T2-G | 1072 |
| 5 | G-T1-G | 196,2 | G-T1-G | 196,2 | G-T1-G | 196,2 |
| Total Jarak | | 17588,2 | Total Jarak | 17588,2 | Total Jarak | 18.225,2 |

Setelah dilakukan perbandingan terhadap ketiga rute yang sudah di urutkan menggunakan algoritma *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*, di dapatkan hasil bahwa algoritma *nearest neighbour* dan *nearest insert* memberikan total jarak yang sama, dimana kedua nya menghasilkan jarak tempuh yang lebih pendek/ jarak tempuh minimal dibandingkan dengan *farthest insert*.

Karena total jarak yang di hasilkan adalah sama, maka rute terpilih dapat berasal dari *nearest neighbour* maupun *nearest insert*. Untuk memudahkan analisa, maka dipilih rute dari *nearest neighbour* dengan total jarak masing-masing jalur 17.753 km, 14.075 km, 20882,2 km, 17588,2 km.

4.3.3.5 Perhitungan Estimasi Biaya Rute *Saving Matriks*

Perhitungan biaya pada rute yang telah terbentuk dari metode *saving matriks* memiliki dasar dan cara yang sama dengan perhitungan biaya rute awal distribusi yang dilakukan oleh perusahaan. Berikut pada Tabel 4.46 sampai Tabel 4.49 merupakan hasil perhitungan estimasi biaya rute terbentuk dari metode *saving matriks* pada setiap periode pengiriman dan pada masing-masing jalur.

Tabel 4.46

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Saving Matrics* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 10.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 8000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|----------------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 1 | B3-B7-B9 | 530 | 3.763.000 | 7 | 10.500.000 | 1.590.000 | 1.272.000 | 17.125.000 |
| 2 | B8-B13 | 375 | 2.662.500 | 5 | 7.500.000 | 1.130.000 | 904.000 | 1.2196.500 |
| 3 | B5-B12 | 251 | 1.782.100 | 4 | 6.000.000 | 760.000 | 608.000 | 9.150.100 |
| 4 | B6-B2 | 151 | 1.072.100 | 2 | 3.000.000 | 460.000 | 368.000 | 4.900.100 |
| 5 | B11-B4- B10 | 121 | 859.100 | 2 | 3.000.000 | 370.000 | 296.000 | 4.525.100 |
| 6 | B1 | 55 | 390.500 | 1 | 1.500.000 | 170.000 | 136.000 | 2.196.500 |
| Total Biaya | | | | | | | | 50.093.300 |

Tabel 4.47

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Saving Matrics* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 10.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 8000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|------------------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 1 | B3-B13-B7- B9 | 538 | 3.819.800 | 7 | 10.500.000 | 1.620.000 | 1.296.000 | 17.235.800 |
| 2 | B12-B8 | 288 | 2.044.800 | 4 | 6.000.000 | 870.000 | 696.000 | 9.610.800 |
| 3 | B6-B2-B5 | 173 | 1.228.300 | 3 | 4.500.000 | 520.000 | 416.000 | 6.664.300 |
| 4 | B11-B4- B10 | 121 | 859.100 | 2 | 3.000.000 | 370.000 | 296.000 | 4.525.100 |
| 5 | B1 | 55 | 390.500 | 1 | 1.500.000 | 170.000 | 136.000 | 2.196.500 |
| Total Biaya | | | | | | | | 40.232.500 |

Tabel 4.48

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Saving Matrics* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 10.000/ja m) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|-----------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | T8-T11 | 782 | 5.552.200 | 10 | 15.000.000 | 2.350.000 | 1.880.000 | 24.782.200 |
| 2 | T3-T10-T6 | 367 | 2.605.700 | 5 | 7.500.000 | 1.100.000 | 880.000 | 12.085.700 |
| 3 | T9-T7-T4 | 484 | 3.436.400 | 7 | 10.500.000 | 1.460.000 | 1.168.000 | 16.564.400 |
| 4 | T2-T5 | 92 | 653.200 | 2 | 3.000.000 | 280.000 | 224.000 | 4.157.200 |
| 5 | T1 | 17 | 120.700 | 1 | 1.500.000 | 50.000 | 40.000 | 1.710.700 |
| Total Biaya | | | | | | | | 59.300.200 |

Tabel 4.49

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Saving Matrics* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 10.000/ja m) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|-----------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | T8-T11 | 815 | 5.786.500 | 11 | 16.500.000 | 2.450.000 | 1.960.000 | 26.696.500 |
| 2 | T3-T10-T6 | 367 | 2.605.700 | 5 | 7.500.000 | 1.100.000 | 880.000 | 12.085.700 |
| 3 | T9-T7-T4 | 176 | 1.249.600 | 3 | 4.500.000 | 530.000 | 424.000 | 6.703.600 |
| 4 | T2-T5 | 92 | 653.200 | 2 | 3.000.000 | 280.000 | 224.000 | 4.157.200 |
| 5 | T1 | 17 | 120.700 | 1 | 1.500.000 | 50.000 | 40.000 | 1.710.700 |
| Total Biaya | | | | | | | | 51.353.700 |

4.3.4 Pembentukan Rute Distribusi dengan *Generalized Assignment*

Algoritma selanjutnya yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi yang terjadi di PT Otsuka Indonesia adalah *Generalized Assignment*. Berikut merupakan tahap-tahap penyelesaian menggunakan algoritma *Generalized Assignment*

4.3.4.1 Menentukan *seed point* pada Tiap Periode Pengiriman

Seed point merupakan pusat perjalanan yang akan diambil oleh tiap kendaraan/ *truck*. Langkah-langkah dalam menentukan *seed point* untuk tiap kendaraan/ *truck* yang digunakan oleh perusahaan adalah sebagai berikut.

4.3.4.1.1 Menentukan *Lseed* tiap Pengiriman

Langkah pertama dalam menentukan *seed point* adalah dengan menentukan *Lseed* nya, yaitu rata-rata kapasitas yang akan dibebankan pada masing-masing *seed point*. Yang dibutuhkan dalam penentuan *Lseed* ini adalah data jumlah total permintaan pada satu tahap pengiriman dan jumlah *truck* yang digunakan atau jumlah kendaraan yang tersedia. Rumus penentuan *Lseed* dapat dilihat di bawah ini.

$$Lseed = \frac{\text{Total permintaan}}{\text{jumlah kendaraan}}$$

Berdasarkan rumus di atas, maka dapat dicari *Lseed* untuk masing-masing pengiriman pada Jalur Barat maupun Jalur Timur. Data total permintaan pada pengiriman minggu pertama maupun pada minggu ketiga dari kedua jalur tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.50 berikut ini.

Tabel 4.50
Data Permintaan pada Masing-masing Jalur Pengiriman

| No | Pengiriman Jalur Barat (Ton) | | Pengiriman Jalur Timur (Ton) | |
|-------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| | Minggu 1 | Minggu 3 | Minggu 1 | Minggu 3 |
| 1 | 7,5 | 7,33 | 16,65 | 18,85 |
| 2 | 5,6 | 6 | 10,15 | 7,8 |
| 3 | 7,4 | 7,1 | 7,4 | 7,875 |
| 4 | 5 | 4,9 | 7,6 | 4,55 |
| 5 | 5,65 | 4,18 | 6,05 | 5,45 |
| 6 | 13,8 | 9,8 | 5,6 | 5,6 |
| 7 | 5,1 | 4,45 | 8,8 | 8,4 |
| 8 | 7,75 | 6,15 | 10,08 | 9,62 |
| 9 | 4,6 | 2,99 | 3,25 | 3,96 |
| 10 | 5,13 | 4,7 | 6,9 | 6,5 |
| 11 | 9,65 | 8,25 | 3,51 | 5,5 |
| 12 | 10,7 | 10,08 | | |
| 13 | 7,05 | 2,96 | | |
| Total | 94,93 | 78,89 | 85,99 | 84,105 |

Jumlah kendaraan yang digunakan dalam pengiriman bulan September 2016 adalah 6 *truck* pada masing-masing jalur. Namun berdasarkan pengolahan data menggunakan *saving matriks* jumlah kendaraan yang dibutuhkan berbeda-beda dalam setiap pengiriman. Yaitu sebanyak 6 truk untuk pengiriman minggu pertama jalur Barat, dan 5 truk pada pengiriman sisa nya. Sehingga *Lseed* nya adalah sebagai berikut.

Pengiriman minggu pertama jalur Barat:

$$Lseed = \frac{\text{Total permintaan}}{\text{jumlah kendaraan}} = \frac{94,93}{6} = 15,8 \text{ ton}$$

Pengiriman minggu ketiga jalur Barat:

$$Lseed = \frac{\text{Total permintaan}}{\text{jumlah kendaraan}} = \frac{78,89}{5} = 15,78 \text{ ton}$$

Pengiriman minggu pertama jalur Timur:

$$Lseed = \frac{\text{Total permintaan}}{\text{jumlah kendaraan}} = \frac{85,99}{5} = 17,2 \text{ ton}$$

Pengiriman minggu ketiga jalur Timur:

$$Lseed = \frac{\text{Total permintaan}}{\text{jumlah kendaraan}} = \frac{84,105}{5} = 16,21 \text{ ton}$$

4.3.4.1.2 Menentukan *Cone*

Setelah mengetahui *Lseed* pada masing-masing pengiriman, selanjutnya dapat dicari *cone* pada setiap pengiriman tersebut. Langkah-langkah menentukan *cone* dapat dilihat di bawah ini.

1. Menentukan posisi sudut angular setiap lokasi dari *customer*. Sudut angular (θ) diperoleh dari rumus berikut.

$$\theta_i = \tan^{-1}(y_i / x_i)$$

atau dengan *Ms. Excel invers tangent* dapat menggunakan rumus *ATAN ()*.

Berdasarkan perhitungan menggunakan *Ms. Excel* didapatkan posisi sudut angular gudang/ gudang dan seluruh *customer* seperti terlihat pada Tabel 4.51 sampai Tabel 4.52 berikut.

Tabel 4.51
Sudut Angular Gudang dan *Customer* Jalur Barat

| Kota | Kode | X (°) | Y (°) | Angular |
|------------|------|-------|--------|---------|
| Malang | G | -7,98 | 112,56 | -1,5000 |
| Jogja | B1 | -7,80 | 110,34 | -1,5002 |
| Bogor | B2 | -6,60 | 106,72 | -1,5091 |
| Cirebon | B3 | -6,74 | 108,52 | -1,5087 |
| Pekalongan | B4 | -6,90 | 109,64 | -1,5080 |
| Banten | B5 | -6,44 | 105,38 | -1,5097 |
| Jakarta | B6 | -5,78 | 106,12 | -1,5164 |
| Medan | B7 | 3,64 | 98,53 | 1,5338 |

| Kota | Kode | X (°) | Y (°) | Angular |
|-----------|------|-------|--------|---------|
| Jambi | B8 | -1,61 | 103,54 | -1,5552 |
| Aceh | B9 | 4,04 | 94,40 | 1,5280 |
| Bandung | B10 | -6,90 | 107,57 | -1,5067 |
| Semarang | B11 | -7,02 | 110,35 | -1,5072 |
| Palembang | B12 | -2,95 | 104,69 | -1,5426 |
| Padang | B13 | -0,97 | 100,15 | -1,5000 |

Tabel 4.52
Sudut Angular Gudang dan *Customer* Jalur Timur

| Kota | Kode | X (°) | Y (°) | Angular |
|--------------|------|---------|---------|---------|
| Malang | G | -7,978 | 112,562 | -1,5063 |
| Surabaya | T1 | -7,275 | 112,642 | -1,4956 |
| Denpasar | T2 | -8,673 | 115,154 | -1,5280 |
| Makasar | T3 | -5,111 | 119,263 | -1,5419 |
| Ambon | T4 | -3,705 | 128,115 | -1,4970 |
| Mataram | T5 | -8,588 | 116,082 | -1,4886 |
| Kupang | T6 | -10,175 | 123,545 | -1,5418 |
| Banjarmasin | T7 | -3,317 | 114,559 | 1,5584 |
| Manado | T8 | 1,541 | 124,644 | -1,5514 |
| Palangkaraya | T9 | -2,210 | 113,867 | -1,5004 |
| Maumere | T10 | -8,615 | 122,183 | -1,5526 |
| Jayapura | T11 | -2,565 | 140,611 | -1,5063 |

2. Setelah diperoleh posisi sudut angular seluruh *customer*, maka selanjutnya adalah mengurutkan *customer* berdasarkan nilai sudut angularnya, dari mulai nilai sudut angular yang terbesar hingga terkecil.

Berikut pada Tabel 4.53 dapat dilihat urutan *customer* berdasarkan nilai sudut angularnya.

Tabel 4.53
Urutan *Customer* berdasarkan Nilai Sudut Angularnya

| Pengiriman Jalur Barat | | Pengiriman Jalur Timur | |
|------------------------|------|------------------------|------|
| Urutan Angular | Kode | Urutan Angular | Kode |
| 1,5338 | B8 | 1,5584 | T8 |
| 1,5280 | B10 | -1,4886 | T6 |
| -1,5000 | B1 | -1,4956 | T2 |
| -1,5002 | B2 | -1,4970 | T5 |
| -1,5067 | B11 | -1,5004 | T10 |
| -1,5072 | B12 | -1,5063 | T1 |
| -1,5080 | B5 | -1,5280 | T3 |
| -1,5087 | B4 | -1,5418 | T7 |
| -1,5091 | B3 | -1,5419 | T4 |
| -1,5097 | B6 | -1,5514 | T9 |
| -1,5164 | B7 | -1,5526 | T11 |
| -1,5426 | B13 | | |
| -1,5552 | B9 | | |

3. Berdasarkan urutan *customer* tersebut, kemudian dapat dilakukan pengalokasian *customer* ke dalam *cone*.

Satu persatu *customer* akan di alokasikan ke dalam *cone* 1 sampai dengan *cone* 6 sesuai dengan jumlah kendaraan/truk yang digunakan. Jumlah *load* atau kapasitas yang ada dalam setiap *cone* harus sama dengan *Lseed*, tidak boleh lebih maupun tidak boleh kurang dari *Lseed*. Berikut salah satu contoh penentuan *cone* 1 pada pengiriman minggu pertama jalur Barat.

Iterasi 1: Penggabungan *demand* B8 dan B10 sesuai dengan urutan sudut angularnya. $Demand\ B8 + B10 = 7,75 + 5,13 = 12,88 < 15,8$. Karena masih kurang dari *Lseed* maka bisa ditambahkan *customer* urutan berikutnya yaitu B1.

Iterasi 2: Penambahan B1 pada *cone* 1 akan menghasilkan nilai yang melebihi *Lseed*. $Demand\ B8 + B10 + B1 = 7,75 + 5,13 + 7,5 = 20,4 > 15,8$. Karena melebihi *Lseed* maka untuk tepat 15,8 *demand* pada B1 hanya diambil 2,94 saja. Sehingga *cone* 1 berada pada titik 2,94/7,5 dari sebuah sudut yang terletak di antara B10 dan B1.

Dari proses pembentukan *cone* seperti yang telah dicontohkan sebelumnya, maka terbentuklah *cone* dari seluruh pengiriman minggu pertama maupun pengiriman minggu ketiga pada jalur Barat dan jalur Timur. Berikut pada Tabel 4.54 sampai Tabel 4.57 merupakan *cone* pada masing-masing pengiriman.

Tabel 4.54

Iterasi 2 *Cone* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | Total Demand = Lseed (ton) |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | B8-B10-B1 | 15,8 |
| 2 | B1-B2-B11 | 15,8 |
| 3 | B11-B12-B5 | 15,8 |
| 4 | B5-B4-B3 | 15,8 |
| 5 | B3-B6-B7 | 15,8 |
| 6 | B7-B13-B9 | 15,8 |

Tabel 4.55

Iterasi 2 *Cone* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | Total Demand = Lseed (ton) |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | B8-B10-B1 | 15,778 |
| 2 | B1-B2-B11 | 15,778 |
| 3 | B11-B12-B5-B4 | 15,778 |
| 4 | B4-B3-B6 | 15,778 |
| 5 | B6-B7-B13-B9 | 15,778 |

Tabel 4.56

Iterasi 2 *Cone* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | Total Demand = Lseed (ton) |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | T8-T6-T2 | 17,198 |
| 2 | T2-T5-T10 | 17,198 |
| 3 | T10-T1 | 17,198 |
| 4 | T1-T3-T7 | 17,198 |

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 5 | T7-T4-T9-T11 | 17,198 |

Tabel 4.57

Iterasi 2 *Cone* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | T8-T6-T2 | 16,821 |
| 2 | T2-T5-T10 | 16,821 |
| 3 | T10-T1 | 16,821 |
| 4 | T1-T3-T7 | 16,821 |
| 5 | T7-T4-T9-T11 | 16,821 |

Iterasi 3: Ujung terjauh dari *cone* 1 pengiriman minggu pertama jalur Barat terletak pada B10-B1. Nilai angular pada B10 sebesar 1.5280 dan angular B1 adalah -1.5000. Selisih dari keduanya adalah sebesar 3.0280. Seperti telah di jelaskan sebelumnya bahwa letak *cone* 1 adalah sebuah sudut yang di antara B10 dan B1 yaitu pada sudut $2,94/7,5 = 0,392$, maka dilakukan perhitungan $(2,94/7,5) \times 3.0280 = 1,1876$. *Cone* 1 yang meluas diluar B10 namun tidak sampai B1 maka memiliki letak akhir (*resulting angle of*) $1.5280 - (2,94/7,5) \times 3.0280 = 0,340$. Perhitungan ini juga dilakukan pada seluruh *cone* yang ada. Berikut Tabel 4.58 sampai Tabel 4.61 merupakan hasil akhir letak dari *cone* masing-masing pengiriman.

Tabel 4.58

Cone Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Iterasi 2</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> | <i>Sudut (°)</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1 | B8-B10-B1 | B1 (2,94/7,5) | 15,8 | 0,340 |
| 2 | B1-B2-B11 | B11 (5,7/9,65) | 15,8 | -1,504 |
| 3 | B11-B12-B5 | B5 (1,14/5,65) | 15,8 | -1,507 |
| 4 | B5-B4-B3 | B3 (6,3/7,4) | 15,8 | -1,509 |
| 5 | B3-B6-B7 | B7 (0,93/5,1) | 15,8 | -1,511 |
| 6 | B7-B13-B9 | 1 | 15,8 | -1,555 |

Tabel 4.59

Cone Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Iterasi 2</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> | <i>Sudut (°)</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1 | B8-B10-B1 | B1 (4,9/7,33) | 15,778 | -0,508 |
| 2 | B1-B2-B11 | B11 (7,4/8,25) | 15,778 | -1,506 |
| 3 | B11-B12-B5-B4 | B4 (0,66/4,9) | 15,778 | -1,508 |
| 4 | B4-B3-B6 | B6 (4,4/9,8) | 15,778 | -1,509 |
| 5 | B6-B7-B13-B9 | 1 | 15,778 | -1,555 |

Tabel 4.60

Cone Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Iterasi 2</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> | <i>Sudut (°)</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1 | T8-T6-T2 | T2 (1,52/10,15) | 17,198 | -1,490 |
| 2 | T2-T5-T10 | T10 (2,516/6,9) | 17,198 | -1,498 |

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Iterasi 2</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> | <i>Sudut (°)</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| 3 | T10-T1 | T1 (12,8/16,65) | 17,198 | -1,505 |
| 4 | T1-T3-T7 | T7 (5,9/8,8) | 17,198 | -1,537 |
| 5 | T7-T4-T9-T11 | 1 | 17,198 | -1,553 |

Tabel 4.61

Cone Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| <i>Number of Cone</i> | <i>Customer</i> | <i>Iterasi 2</i> | <i>Total Demand = Lseed (ton)</i> | <i>Sudut (°)</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1 | T8-T6-T2 | T2 (1,6/7,8) | 16,821 | -1,490 |
| 2 | T2-T5-T10 | T10 (5,2/6,5) | 16,821 | -1,498 |
| 3 | T10-T1 | T1 (15,5/18,85) | 16,821 | -1,505 |
| 4 | T1-T3-T7 | T7 (5,6/8,4) | 16,821 | -1,537 |
| 5 | T7-T4-T9-T11 | 1 | 16,821 | -1,553 |

4.3.4.1.3 Menentukan *Seed Point*

Setelah mengetahui *cone* pada masing-masing pengiriman, selanjutnya dapat dicari *seed point* nya. Langkah pertama untuk mencari *seed point* adalah menentukan α dari setiap *cone*. Cara menentukan α dari *cone 1* pengiriman minggu pertama jalur Barat adalah sebagai berikut.

$$\alpha_i = \frac{(\text{cone} + \text{angular cust pertama cone } i)}{2} = \frac{(0,340 + 1,534)}{2} = 0,937$$

Kemudian mencari nilai d (*distance*) di tiap *cone* dengan cara sebagai berikut.

$$d_i = \sqrt{x^2 + y^2}$$

dimana x dan y yang di maksud adalah sudut dari *customer* terjauh yang ada di dalam *cone i*.

Cone 1 pengiriman minggu pertama jalur Barat memiliki *customer* yang terdiri dari Jambi, Bandung, dan Yogyakarta. Dari ketiga kota tersebut, kota Jambi memiliki jarak terjauh dari gudang, sehingga perhitungan untuk d pada *cone 1* pengiriman minggu pertama jalur Barat adalah sebagai berikut.

$$d_i = \sqrt{-1,61^2 + 103,54^2} = 103,552$$

Setelah itu, dapat dicari *seed point* nya dengan rumus seperti di bawah ini.

$$X_i = d_i \cos(\alpha)$$

$$Y_i = d_i \sin(\alpha)$$

Seed point untuk *cone 1* pengiriman minggu pertama jalur Barat adalah sebagai berikut.

$$X_1 = 103,552 \cos(0,937) = 61,32$$

$$Y_1 = 103,552 \sin(0,937) = 83,45$$

Perhitungan *seed point* seperti di atas juga dilakukan kepada seluruh *cone* yang ada. Pada Tabel 4.62 sampai Tabel 4.65 dapat dilihat hasil perhitungan *seed point* dari seluruh *cone*.

Tabel 4.62

Seed Point Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| Number of Cone | α (°) | d (°) | Seed Point | |
|----------------|--------------|---------|------------|-----------|
| | | | X_i (°) | Y_i (°) |
| 1 | 0,937 | 103,55 | 61,32 | 83,45 |
| 2 | -1,502 | 106,93 | 7,35 | -106,67 |
| 3 | -1,507 | 104,73 | 6,67 | -104,52 |
| 4 | -1,509 | 105,58 | 6,57 | -105,37 |
| 5 | -1,510 | 98,60 | 5,99 | -98,41 |
| 6 | -1,536 | 94,49 | 3,30 | -94,43 |

Tabel 4.63

Seed Point Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| Number of Cone | α (°) | d (°) | Seed Point | |
|----------------|--------------|---------|------------|-----------|
| | | | X_i (°) | Y_i (°) |
| 1 | 0,513 | 103,55 | 90,22 | 50,83 |
| 2 | -1,503 | 106,93 | 7,24 | -106,68 |
| 3 | -1,507 | 104,73 | 6,64 | -104,52 |
| 4 | -1,509 | 104,27 | 6,56 | -106,07 |
| 5 | -1,532 | 94,49 | 3,62 | -94,42 |

Tabel 4.64

Seed Point Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| Number of Cone | α (°) | d (°) | Seed Point | |
|----------------|--------------|---------|------------|-----------|
| | | | X_i (°) | Y_i (°) |
| 1 | 0,034 | 124,65 | 124,58 | 4,28 |
| 2 | -1,497 | 122,48 | 9,04 | -122,15 |
| 3 | -1,503 | 122,48 | 8,34 | -122,20 |
| 4 | -1,522 | 119,37 | 5,84 | -119,23 |
| 5 | -1,557 | 140,63 | 3,32 | -140,60 |

Tabel 4.65

Seed Point Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| Number of Cone | α (°) | d (°) | Seed Point | |
|----------------|--------------|---------|------------|-----------|
| | | | X_i (°) | Y_i (°) |
| 1 | 0,034 | 124,65 | 124,58 | 4,26 |
| 2 | -1,498 | 122,48 | 8,95 | -122,16 |
| 3 | -1,503 | 122,48 | 8,32 | -122,20 |
| 4 | -1,522 | 119,37 | 5,85 | -119,23 |
| 5 | -1,547 | 140,63 | 3,32 | -140,60 |

4.3.4.2 Mengevaluasi Penyisipan Biaya pada Masing-masing *Customer*

Langkah selanjutnya dari metode *generalized assignment* adalah menghitung biaya penyisipan untuk tiap *customer* pada tiap *seed point* yang telah terbentuk. Penentuan biaya penyisipan ini membutuhkan beberapa data, diantaranya adalah data jarak gudang ke tiap

customer, data jarak tiap customer ke tiap seed point, dan data gudang ke tiap seed point.

Rumus untuk mencari biaya penyesuaian adalah sebagai berikut.

$$C_{ik} = \text{Dist}(DC, i) + \text{Dist}(i, S_k) - \text{Dist}(DC, S_k)$$

Untuk data yang pertama yaitu data jarak gudang ke masing-masing customer dapat dilihat pada Tabel 4.66 dan Tabel 4.67 berikut.

Tabel 4.66

Data Jarak Gudang ke Tiap Customer Jalur Barat

| Jarak Gudang ke Tiap Customer Jalur Barat (km) | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B9 | B10 | B11 | B12 | B13 |
| G | 325 | 889 | 635 | 504 | 978 | 859 | 2834 | 1729 | 3082 | 854 | 397 | 1453 | 2178 |

Tabel 4.67

Data Jarak Gudang ke Tiap Customer Jalur Timur

| Jarak Gudang ke Tiap Customer Jalur Timur (km) | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 |
| G | 95,2 | 432 | 1368 | 2043 | 527 | 1893 | 1052 | 2576 | 859 | 1616 | 4687 |

Kemudian untuk data tiap customer ke tiap seed point adalah dihasilkan dari rumus berikut:

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Dimana X_1 dan Y_1 adalah jarak tiap seed point sedangkan X_2 dan Y_2 adalah jarak tiap customer.

Dengan bantuan Ms. Excel maka diperoleh jarak tiap customer ke tiap seed point seperti pada Tabel 4.68 sampai Tabel 4.71 di bawah ini.

Tabel 4.68

Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point (km) | | | | | | |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| B1 | 74.17 | 217.54 | 215.35 | 216.19 | 209.21 | 205.07 |
| B2 | 71.79 | 213.85 | 211.66 | 212.50 | 205.52 | 201.40 |
| B3 | 72.53 | 215.65 | 213.46 | 214.30 | 207.32 | 203.20 |
| B4 | 73.07 | 216.78 | 214.59 | 215.43 | 208.45 | 204.33 |
| B5 | 71.22 | 212.50 | 210.31 | 211.15 | 204.17 | 200.05 |
| B6 | 70.82 | 213.19 | 211.01 | 211.85 | 204.87 | 200.76 |
| B7 | 59.61 | 205.24 | 203.07 | 203.92 | 196.96 | 192.96 |
| B8 | 66.06 | 210.40 | 208.23 | 209.07 | 202.10 | 198.03 |
| B9 | 58.31 | 201.10 | 198.94 | 199.79 | 192.83 | 188.84 |
| B10 | 72.36 | 214.72 | 212.53 | 213.37 | 206.39 | 202.26 |
| B11 | 73.45 | 217.50 | 215.30 | 216.15 | 209.17 | 205.04 |
| B12 | 67.69 | 211.62 | 209.44 | 210.28 | 203.30 | 199.22 |
| B13 | 64.49 | 206.99 | 204.82 | 205.66 | 198.69 | 194.63 |

Tabel 4.69

Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point (km) | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| B1 | 114.68 | 217.54 | 215.35 | 216.89 | 205.08 |

| Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point (km) | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| B2 | 111.79 | 213.85 | 211.66 | 213.20 | 201.40 |
| B3 | 112.83 | 215.65 | 213.46 | 215.00 | 203.20 |
| B4 | 113.54 | 216.78 | 214.59 | 216.13 | 204.33 |
| B5 | 111.00 | 212.50 | 210.31 | 211.85 | 200.05 |
| B6 | 110.78 | 213.20 | 211.01 | 212.55 | 200.76 |
| B7 | 98.85 | 205.24 | 203.08 | 204.62 | 192.95 |
| B8 | 105.88 | 210.41 | 208.23 | 209.77 | 198.03 |
| B9 | 96.57 | 201.11 | 198.94 | 200.49 | 188.83 |
| B10 | 112.49 | 214.72 | 212.53 | 214.07 | 202.27 |
| B11 | 114.01 | 217.50 | 215.30 | 216.84 | 205.04 |
| B12 | 107.63 | 211.62 | 209.44 | 210.98 | 199.22 |
| B13 | 103.68 | 207.00 | 204.82 | 206.36 | 194.63 |

Tabel 4.70

Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point (km) | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| T1 | 170.67 | 235.36 | 235.36 | 232.24 | 253.46 |
| T2 | 173.34 | 237.97 | 237.97 | 234.83 | 256.03 |
| T3 | 173.32 | 241.83 | 241.84 | 238.74 | 259.99 |
| T4 | 178.30 | 250.59 | 250.61 | 247.53 | 268.80 |
| T5 | 173.87 | 238.89 | 238.88 | 235.75 | 256.95 |
| T6 | 179.95 | 246.45 | 246.44 | 243.30 | 264.48 |
| T7 | 168.87 | 237.03 | 237.05 | 233.97 | 255.24 |
| T8 | 172.12 | 246.91 | 246.94 | 243.91 | 265.25 |
| T9 | 167.58 | 236.29 | 236.30 | 233.23 | 254.52 |
| T10 | 177.88 | 244.97 | 244.97 | 241.84 | 263.05 |
| T11 | 186.42 | 263.02 | 263.04 | 259.98 | 281.27 |

Tabel 4.71

Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| Data Jarak tiap Customer ke tiap Seed Point (km) | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| T1 | 170.68 | 235.36 | 235.36 | 232.24 | 253.46 |
| T2 | 173.36 | 237.97 | 237.97 | 234.83 | 256.03 |
| T3 | 173.34 | 241.83 | 241.84 | 238.74 | 259.99 |
| T4 | 178.32 | 250.59 | 250.61 | 247.53 | 268.80 |
| T5 | 173.89 | 238.89 | 238.88 | 235.75 | 256.95 |
| T6 | 179.97 | 246.45 | 246.44 | 243.30 | 264.48 |
| T7 | 168.89 | 237.04 | 237.05 | 233.97 | 255.24 |
| T8 | 172.14 | 246.91 | 246.94 | 243.91 | 265.25 |
| T9 | 167.60 | 236.29 | 236.31 | 233.23 | 254.52 |
| T10 | 177.90 | 244.97 | 244.97 | 241.84 | 263.05 |
| T11 | 186.43 | 263.02 | 263.04 | 259.98 | 281.27 |

Selanjutnya, data terakhir yang dibutuhkan untuk menghitung biaya penyisipan adalah data jarak gudang ke masing-masing *seed point*. Data juga diperoleh menggunakan rumus yang sama seperti mencari jarak *customer* ke *seed point*, hanya jarak *customer* diganti dengan jarak gudang. Berikut pada Tabel 4.72 sampai Tabel 4.75 merupakan hasil perhitungan jarak gudang ke tiap *seed point*.

Tabel 4.72

Data Jarak Gudang ke Tiap *Seed Point* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| Jarak Gudang ke Tiap <i>Seed Point</i> (km) | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| G | 75,16 | 219,77 | 217,58 | 218,42 | 211,44 | 207,30 |

Tabel 4.73

Data Jarak Gudang ke Tiap *Seed Point* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| Jarak Gudang ke Tiap <i>Seed Point</i> (km) | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| G | 115.99 | 219.77 | 217.58 | 219.12 | 207.31 |

Tabel 4.74

Data Jarak Gudang ke Tiap *Seed Point* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| Jarak Gudang ke Tiap <i>Seed Point</i> (km) | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| G | 171.16 | 235.33 | 235.33 | 232.20 | 253.41 |

Tabel 4.75

Data Jarak Gudang ke Tiap *Seed Point* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| Jarak Gudang ke Tiap <i>Seed Point</i> (km) | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| G | 171.18 | 235.33 | 235.33 | 232.20 | 253.41 |

Setelah semua data yang dibutuhkan telah selesai dihitung, maka selanjutnya dapat dilakukan evaluasi biaya penyisipan dengan menggunakan rumus $C_{ik} = Dist(DC, i) + Dist(i, S_k) + Dist(DC, S_k)$. Hasil evaluasi biaya penyisipan yang telah dihitung terhadap seluruh periode dan jalur pengiriman bulan September 2016, dapat dilihat pada Tabel 4.76 sampai Tabel 4.79.

Tabel 4.76

Evaluasi Biaya Penyisipan Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| Evaluasi Biaya Penyisipan (km) | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| CB1 | 324.00 | 322.77 | 322.77 | 466.03 | 322.77 | 327.23 |
| CB2 | 885.63 | 883.08 | 883.08 | 1026.34 | 883.08 | 683.93 |
| CB3 | 632.37 | 630.88 | 630.89 | 774.14 | 630.89 | 429.93 |
| CB4 | 501.91 | 501.01 | 501.01 | 644.27 | 501.01 | 298.93 |
| CB5 | 974.06 | 970.73 | 970.73 | 1113.99 | 970.73 | 772.93 |
| CB6 | 854.66 | 852.42 | 852.43 | 995.69 | 852.43 | 653.93 |
| CB7 | 2818.45 | 2819.47 | 2819.50 | 2962.76 | 2819.52 | 2628.93 |
| CB8 | 1719.89 | 1719.63 | 1719.65 | 1862.91 | 1719.66 | 1523.93 |
| CB9 | 3065.15 | 3063.33 | 3063.37 | 3206.63 | 3063.39 | 2876.93 |
| CB10 | 851.20 | 848.95 | 848.95 | 992.21 | 848.95 | 648.93 |
| CB11 | 395.28 | 394.73 | 394.73 | 537.98 | 394.73 | 191.93 |
| CB12 | 1445.53 | 1444.85 | 1444.86 | 1588.12 | 1444.87 | 1247.93 |
| CB13 | 2167.32 | 2165.23 | 2165.24 | 2308.50 | 2165.25 | 1972.93 |

Tabel 4.77

Evaluasi Biaya Penyisipan Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| Evaluasi Biaya Penyisipan (km) | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| CB1 | 323.68 | 322.77 | 322.77 | 322.77 | 322.77 |
| CB2 | 884.80 | 883.08 | 883.08 | 883.08 | 883.09 |

| Evaluasi Biaya Penyisipan (km) | | | | | |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| CB3 | 631.84 | 630.88 | 630.89 | 630.89 | 630.90 |
| CB4 | 501.54 | 501.01 | 501.01 | 501.01 | 501.02 |
| CB5 | 973.00 | 970.73 | 970.73 | 970.73 | 970.75 |
| CB6 | 853.79 | 852.43 | 852.43 | 852.43 | 852.45 |
| CB7 | 2816.86 | 2819.47 | 2819.50 | 2819.51 | 2819.64 |
| CB8 | 1718.89 | 1719.64 | 1719.65 | 1719.65 | 1719.72 |
| CB9 | 3062.58 | 3063.34 | 3063.37 | 3063.38 | 3063.52 |
| CB10 | 850.49 | 848.95 | 848.95 | 848.95 | 848.96 |
| CB11 | 395.02 | 394.73 | 394.73 | 394.73 | 394.74 |
| CB12 | 1444.63 | 1444.85 | 1444.86 | 1444.86 | 1444.92 |
| CB13 | 2165.68 | 2165.23 | 2165.24 | 2165.25 | 2165.32 |

Tabel 4.78

Evaluasi Biaya Penyisipan Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| Evaluasi Biaya Penyisipan (km) | | | | | |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| CT1 | 94.71 | 95.23 | 95.23 | 95.24 | 95.25 |
| CT2 | 434.18 | 434.64 | 434.63 | 434.63 | 434.62 |
| CT3 | 1370.16 | 1374.50 | 1374.51 | 1374.54 | 1374.59 |
| CT4 | 2050.14 | 2058.26 | 2058.28 | 2058.33 | 2058.39 |
| CT5 | 529.71 | 530.55 | 530.55 | 530.55 | 530.54 |
| CT6 | 1901.79 | 1904.12 | 1904.11 | 1904.10 | 1904.08 |
| CT7 | 1049.71 | 1053.70 | 1053.72 | 1053.77 | 1053.83 |
| CT8 | 2576.96 | 2587.58 | 2587.61 | 2587.71 | 2587.84 |
| CT9 | 855.42 | 859.96 | 859.97 | 860.03 | 860.11 |
| CT10 | 1622.72 | 1625.64 | 1625.64 | 1625.64 | 1625.64 |
| CT11 | 4702.26 | 4714.69 | 4714.71 | 4714.77 | 4714.86 |

Tabel 4.79

Evaluasi Biaya Penyisipan Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| Evaluasi Biaya Penyisipan (km) | | | | | |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| CT1 | 94.71 | 95.23 | 95.23 | 95.24 | 95.25 |
| CT2 | 434.18 | 434.64 | 434.63 | 434.63 | 434.62 |
| CT3 | 1370.16 | 1374.50 | 1374.51 | 1374.54 | 1374.59 |
| CT4 | 2050.14 | 2058.26 | 2058.28 | 2058.33 | 2058.39 |
| CT5 | 529.71 | 530.55 | 530.55 | 530.55 | 530.54 |
| CT6 | 1901.79 | 1904.12 | 1904.11 | 1904.10 | 1904.08 |
| CT7 | 1049.71 | 1053.71 | 1053.72 | 1053.76 | 1053.83 |
| CT8 | 2576.96 | 2587.58 | 2587.61 | 2587.71 | 2587.84 |
| CT9 | 855.42 | 859.96 | 859.97 | 860.03 | 860.11 |
| CT10 | 1622.72 | 1625.64 | 1625.64 | 1625.64 | 1625.64 |
| CT11 | 4702.26 | 4714.69 | 4714.71 | 4714.77 | 4714.86 |

Hasil dari evaluasi biaya penyisipan ini kemudian akan digunakan untuk mengalokasikan *customer* pada tiap kendaraan menggunakan prinsip *linier programming* dengan bantuan *Solver* pada *Ms. Excel*.

4.3.4.3 Mengalokasikan *Customer* pada Masing-masing Kendaraan

Pengalokasian masing-masing *customer* pada tiap kendaraan yang tersedia menggunakan formulasi *linier programming*, oleh karena itu dibutuhkan bantuan *software* untuk mempermudah pengerjaannya. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah *linier programming* adalah *Ms. Excel* yaitu dengan bantuan fitur *Solver* yang ada di dalamnya.

Langkah-langkah untuk memformulasikan permasalahan distribusi pada PT. Otsuka Indonesia ke dalam model matematis adalah sebagai berikut.

Sebelumnya, permasalahan alokasi yang akan diformulasikan dengan *linier programming* memerlukan input berupa

C_{ik} = Biaya penyisipan *customer* i dan *seed point* k

a_i = *Order size* dari *customer* i

b_k = Kapasitas kendaraan/ *truck* (k)

Fungsi Tujuan: Fungsi tujuan adalah ukuran kuantitatif dari kinerja sistem dengan nilai maksimal maupun minimal berdasarkan variabel keputusan yang ada. Fungsi tujuan pada masalah ini adalah meminimalkan biaya penyisipan, dituliskan dalam bentuk persamaan seperti berikut.

$$\text{Min } \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n C_{ik} Y_{ik}$$

Variabel Keputusan: Variabel keputusan yang digunakan dalam penelitian ini adalah terkait dengan alokasi *customer* i ke kendaraan (k), sehingga variabel keputusannya berupa angka biner, dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$Y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{jika customer } i \text{ dialokasikan ke kendaraan } k \\ 0, & \text{jika sebaliknya} \end{cases}$$

Fungsi Kendala: Beberapa kendala yang menjadi batasan dalam masalah distribusi dalam penelitian ini adalah diantaranya sebagai berikut.

$$\sum_{k=1}^k Y_{ik} = 1, i = 1 \dots n$$

Setiap titik hanya akan dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan.

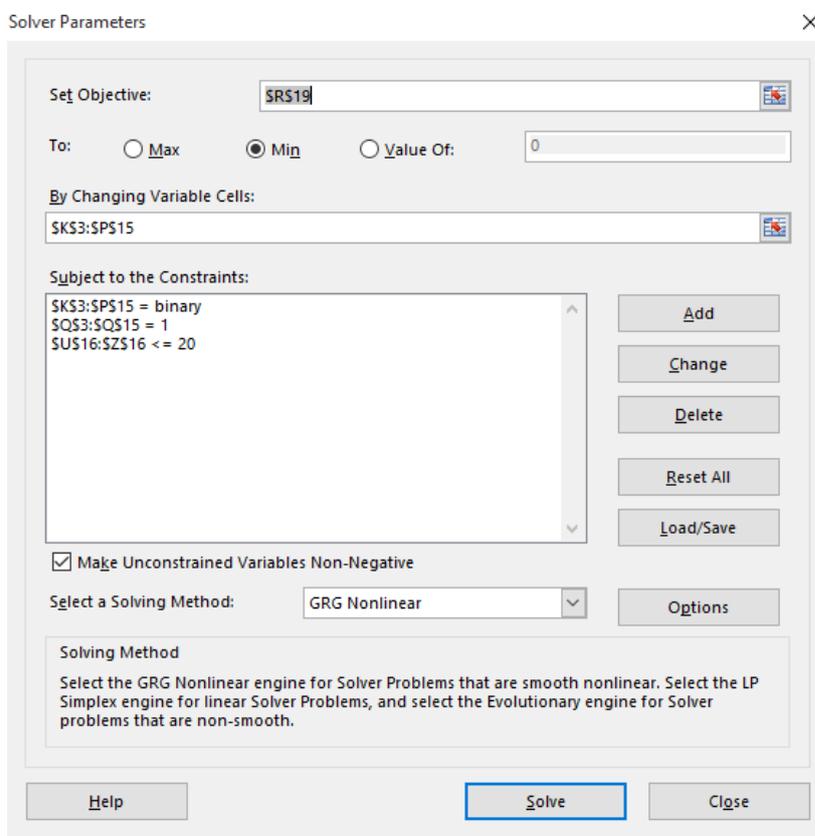
$$\sum_{i=1}^n a_i Y_{ik} \leq b_k, k = 1 \dots k$$

Kapasitas dari pengiriman harus kurang dari sama dengan kapasitas kendaraan

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall j \in \cup \{0\}$$

Variabel keputusan merupakan bilangan biner.

Setelah model matematis nya disusun, selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan *Ms. Excel* yaitu dengan bantuan fitur *solver* yang ada di dalamnya. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat salah satu *solver* pada pengiriman minggu pertama jalur Barat.



Gambar 4.5 Solver pengiriman minggu pertama jalur Barat

Setelah semua data periode pengiriman September 2016 dilakukan pengolahan menggunakan *solver*, berikut pada Tabel 4.80 sampai Tabel 4.83 dapat dilihat hasil pengalokasian *customer* ke dalam masing-masing kendaraan sehingga membentuk rute perjalanan distribusi.

Tabel 4.80

Alokasi *Customer* Hasil Pengolahan *Solver* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| <i>Seed Point</i> | <i>Customer</i> | <i>Demand (ton)</i> | <i>Utilitas (%)</i> |
|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| S1 | B2-B6 | 19,4 | 97 |
| S2 | B12-B13 | 17,75 | 88,75 |
| S3 | B8-B11 | 17,4 | 87 |
| S4 | B9 | 4,6 | 23 |
| S5 | B1-B5-B10 | 18,28 | 91,40 |
| S6 | B3-B4-B7 | 17,5 | 87,50 |
| Total | | 94,93 | 79,11 |

Tabel 4.81

Alokasi *Customer* Hasil Pengolahan *Solver* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| <i>Seed Point</i> | <i>Customer</i> | <i>Demand (ton)</i> | <i>Utilitas (%)</i> |
|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| S1 | B7-B8 | 10,6 | 53 |
| S2 | B2-B6-B13 | 18,76 | 93,80 |
| S3 | B11-B12 | 18,33 | 91,65 |

| <i>Seed Point</i> | <i>Customer</i> | <i>Demand (ton)</i> | <i>Utilitas (%)</i> |
|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| S4 | B5-B9-B10 | 11,87 | 59,35 |
| S5 | B1-B3-B4 | 19,33 | 96,65 |
| Total | | 78,89 | 78,89 |

Tabel 4.82

Alokasi *Customer* Hasil Pengolahan *Solver* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| <i>Seed Point</i> | <i>Customer</i> | <i>Demand (ton)</i> | <i>Utilitas (%)</i> |
|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| S1 | T8-T11 | 13,59 | 67,95 |
| S2 | T2-T10 | 17,05 | 85,25 |
| S3 | T4-T7-T9 | 19,65 | 98,25 |
| S4 | T1 | 16,65 | 83,25 |
| S5 | T3-T5-T6 | 19,05 | 95,25 |
| Total | | 85,99 | 85,99 |

Tabel 4.83

Alokasi *Customer* Hasil Pengolahan *Solver* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| <i>Seed Point</i> | <i>Customer</i> | <i>Demand (ton)</i> | <i>Utilitas (%)</i> |
|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| S1 | T8-T11 | 15,12 | 75,60 |
| S2 | T2-T10 | 14,3 | 71,50 |
| S3 | T4-T7-T9 | 16,91 | 84,55 |
| S4 | T1 | 18,85 | 94,25 |
| S5 | T3-T5-T6 | 18,925 | 94,63 |
| Total | | 84,105 | 84,11 |

Karena seluruh *customer* telah teralokasikan masing-masing ke satu kendaraan/ *truck* maka hasil pengolahan data menggunakan *solver* di atas dianggap *feasible* atau dapat diterima. Selanjutnya dapat dilakukan pengurutan kunjungan untuk setiap *customer* agar menghasilkan rute dengan total jarak minimal.

4.3.4.4 Mengurutkan *Customer* di Masing-masing Rute

Pengurutan *customer* bertujuan untuk menghasilkan rute dengan total jarak minimal pada tiap perjalanan distribusi. Rute distribusi yang telah dihasilkan dari pengolahan menggunakan *solver* kemudian perlu diurutkan kunjungan untuk tiap *customer* nya. Terdapat beberapa metode untuk mengurutkan *customer*, namun sesuai dengan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya, metode pengurutan menggunakan *algoritma nearest neighbour* memberikan rute dengan total jarak yang minimal. Oleh karena itu, tahap pengurutan *customer* ini juga akan menggunakan *algoritma nearest neighbour*. Berikut pada Tabel 4.84 sampai Tabel 4.87 dapat dilihat hasil pengurutan pada rute distribusi menggunakan *algoritma nearest neighbour* pada masing-masing jalur pengiriman bulan September 2016.

Tabel 4.84
Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | B6-B2 | 1.805 |
| 2 | B12-B13 | 2.310 |
| 3 | B11-B8 | 3.449 |
| 4 | B9 | 6.147 |
| 5 | B1-B10-B5 | 1.969 |
| 6 | B4-B3-B7 | 2.981 |
| Total Jarak | | 18.661 |

Tabel 4.85
Urutan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | B8-B7 | 5.729 |
| 2 | B6-B2-B13 | 2.312 |
| 3 | B11-B12 | 2.905 |
| 4 | B10-B5-B9 | 3.331 |
| 5 | B1-B4-B3 | 1.472 |
| Total Jarak | | 15.749 |

Tabel 4.86
Urutan Rute Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | T8-T11 | 9.376 |
| 2 | T2-T10 | 6.425 |
| 3 | T4-T7-T9 | 5.808 |
| 4 | T1 | 1.96.2 |
| 5 | T3-T5-T6 | 2.557 |
| Total Jarak | | 24.362,2 |

Tabel 4.87
Urutan Rute Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| No Rute | Urutan Kunjungan | Jarak Tempuh (km) |
|-------------|------------------|-------------------|
| 1 | T8-T11 | 9.376 |
| 2 | T2-T10 | 6.425 |
| 3 | T4-T7-T9 | 5.808 |
| 4 | T1 | 1.96.2 |
| 5 | T3-T5-T6 | 2.557 |
| Total Jarak | | 24.362,2 |

4.3.4.5 Perhitungan Estimasi Biaya Rute *Generalized Assignment*

Perhitungan estimasi biaya pada rute yang telah terbentuk dari metode *generalized assignment* juga memiliki dasar dan cara yang sama dengan perhitungan biaya rute awal distribusi yang dilakukan oleh perusahaan. Berikut pada Tabel 4.88 sampai Tabel 4.91 merupakan hasil perhitungan estimasi biaya rute terbentuk dari metode *generalized assignment* pada setiap periode pengiriman di masing-masing jalur.

Tabel 4.88

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Generalized Assignment* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Barat

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 10.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 8.000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|-----------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1 | B6-B2 | 151 | 1.072.100 | 2 | 3.000.000 | 460.000 | 368.000 | 4.900.100 |
| 2 | B12-B13 | 193 | 1.370.300 | 3 | 4.500.000 | 580.000 | 464.000 | 6.914.300 |
| 3 | B11-B8 | 288 | 2.044.800 | 4 | 6.000.000 | 870.000 | 696.000 | 9.610.800 |
| 4 | B9 | 513 | 3.642.300 | 7 | 10.500.000 | 1.540.000 | 1.232.000 | 16.914.300 |
| 5 | B1-B10-B5 | 164 | 1.164.400 | 3 | 4.500.000 | 500.000 | 400.000 | 6.564.400 |
| 6 | B4-B3-B7 | 249 | 1.767.900 | 4 | 6.000.000 | 750.000 | 600.000 | 9.117.900 |
| Total Biaya | | | | | | | | 54.021.800 |

Tabel 4.89

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Generalized Assignment* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Barat

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 10.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 8.000/jam) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|-----------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 1 | B8-B7 | 478 | 3.393.800 | 6 | 9.000.000 | 1.440.000 | 1.152.000 | 14.985.800 |
| 2 | B6-B2-B13 | 193 | 1.370.300 | 3 | 4.500.000 | 580.000 | 464.000 | 6.914.300 |
| 3 | B11-B12 | 243 | 1.725.300 | 3 | 4.500.000 | 730.000 | 584.000 | 7.539.300 |
| 4 | B10-B5-B9 | 278 | 1.973.800 | 4 | 6.000.000 | 840.000 | 672.000 | 9.485.800 |
| 5 | B1-B4-B3 | 123 | 873.300 | 2 | 3.000.000 | 370.000 | 296.000 | 4.539.300 |
| Total Biaya | | | | | | | | 43.464.500 |

Tabel 4.90

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Generalized Assignment* Pengiriman Minggu Pertama Jalur Timur

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 10.000/ja m) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|----------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | T8-T11 | 782 | 5.552.200 | 10 | 15.000.000 | 2.350.000 | 1.880.000 | 24.782.200 |
| 2 | T2-T10 | 536 | 3.805.600 | 7 | 10.500.000 | 1.610.000 | 1.288.000 | 17.203.600 |
| 3 | T4-T7-T9 | 484 | 3.436.400 | 7 | 10.500.000 | 1.460.000 | 1.168.000 | 16.564.400 |
| 4 | T1 | 17 | 120.700 | 1 | 1.500.000 | 50.000 | 40.000 | 1.710.700 |
| 5 | T3-T5-T6 | 214 | 1.519.400 | 3 | 4.500.000 | 640.000 | 512.000 | 7.171.400 |
| Total Biaya | | | | | | | | 67.432.300 |

Tabel 4.91

Estimasi Biaya Distribusi Rute *Generalized Assignment* Pengiriman Minggu Ketiga Jalur Timur

| No | Rute | BB/ Km | Biaya Bahan Bakar (Rp 7100/liter) | Waktu (Hari) | Biaya Sewa (Rp 1,5jt/hari) | Biaya Supir (Rp 12.000/ja m) | Biaya Kernet (Rp 10.000/ja m) | Total Biaya (Rp) |
|--------------------|----------|-----------|--|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| 1 | T8-T11 | 782 | 5.552.200 | 10 | 15.000.000 | 2.350.000 | 1.880.000 | 24.782.200 |
| 2 | T2-T10 | 536 | 3.805.600 | 7 | 10.500.000 | 1.610.000 | 1.288.000 | 17.203.600 |
| 3 | T4-T7-T9 | 484 | 3.436.400 | 7 | 10.500.000 | 1.460.000 | 1.168.000 | 16.564.400 |
| 4 | T1 | 17 | 120.700 | 1 | 1.500.000 | 50.000 | 40.000 | 1.710.700 |
| 5 | T3-T5-T6 | 214 | 1.519.400 | 3 | 4.500.000 | 640.000 | 512.000 | 7.171.400 |
| Total Biaya | | | | | | | | 67.432.300 |

4.4 Analisa Hasil dan Pembahasan

Pada sub bab ini akan dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data yang ada pada sub bab sebelumnya. Analisa dan pembahasan terhadap hasil olah data tersebut adalah sebagai berikut.

4.4.1 Analisa Hasil Metode *Saving Matriks*

Proses pengolahan data menggunakan metode *saving matriks* dimulai dengan menentukan matriks jarak dari gudang ke tiap *customer* dan jarak dari satu *customer* ke *customer* lainnya. Agar lebih mudah, penentuan matriks jarak ini menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps* seperti yang telah dijelaskan dalam sub bab sebelumnya.

Setelah matriks jarak sudah di dapatkan, selanjutnya adalah menentukan matriks penghematan atau *saving matriks* nya. Berdasarkan pengolahan data menggunakan rumus *saving matriks*, maka didapatkan hasil matriks penghematan yang diinginkan. Hasil dari pembentukan matriks penghematan jarak ini adalah dapat diketahui jarak yang bisa di hemat apabila dilakukan penggabungan antara *customer* A ke *customer* B maupun sebaliknya.

Dari matriks penghematan jarak yang telah terbentuk , dapat dilakukan alokasi *customer* ke dalam *truck* atau kendaraan sebagai konstruksi awal rute terbentuk dengan batasan kapasitas *truck* yang ada. Salah satu hasil alokasi *customer* untuk membentuk suatu rute baru ini dapat dilihat pada tabel 4.92 berikut

Tabel 4.92
Perbandingan Rute Awal dengan Alokasi Rute Baru

| No | Rute Pengiriman Awal | Alokasi Rute Baru |
|----|----------------------|-------------------|
| 1 | G-B11-B1-G | G-B3-B13-B7-B9-G |
| 2 | G-B4-B3-B10-G | G-B12-B8-G |
| 3 | G-B6-B2-G | G-B6-B2-B5-G |
| 4 | G-B5-G | G-B11-B4-B10-G |
| 5 | G-B12-B8-G | G-B1-G |
| 6 | G-B13-B7-B9-G | |

Pada tabel 4.91 dapat dilihat bahwa hasil dari pengalokasian *customer* ke kendaraan berdasarkan pada matriks penghematan dan kapasitas truknya, ada beberapa *customer* yang ternyata dapat digabungkan dalam satu rute perjalanan. Contohnya *customer* B5 yang sebenarnya dapat digabung menjadi satu rute perjalanan dengan *customer* B2 dan B6. Hal ini tentu juga dapat terjadi pada alokasi rute pengiriman yang pada periode dan jalur yang lainnya. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa akibat penggabungan antar *customer* yang telah dilakukan, penggunaan *truck* sebagai alat pengiriman juga berkurang, dari yang awalnya perusahaan harus menyewa 6 truk dengan metode ini perusahaan hanya harus menyewa 5 truk saja. Hal ini tentu saja akan berpengaruh pada pengurangan biaya distribusi perusahaan.

Karena masih berupa konstruksi, alokasi *customer* tersebut perlu dilakukan pengurutan kunjungan pada masing-masing rute yang telah terbentuk. Pengurutan kunjungan ini dilakukan untuk mencari total jarak minimal yang dapat ditempuh oleh *truck* dalam melakukan perjalanan distribusinya. Proses pengurutan dilakukan menggunakan 3 algoritma yaitu *nearest neighbour*, *nearest insert*, dan *farthest insert*. Perbandingan hasil baik dari segi jarak dan utilitas *truck* dari ketiga algoritma tersebut dapat dilihat pada tabel 4.93 berikut ini.

Tabel 4.93
Perbandingan Hasil Jarak dan Utilitas Metode Pengurutan

| Periode dan Jalur Pengiriman | Total Jarak (km) | | | Selisih Jarak (km) |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| | <i>Nearest Neighbour</i> | <i>Nearest Insert</i> | <i>Farthest Insert</i> | |
| Minggu 1 Jalur Barat | 17.753 | 17.753 | 18.196 | 0.443 |
| Minggu 3 Jalur Barat | 14.075 | 14.075 | 17.211 | 3.136 |
| Minggu 1 Jalur Timur | 20882,2 | 20882,2 | 21.652,2 | 770 |
| Minggu 3 Jalur Timur | 17588,2 | 17588,2 | 18.225,2 | 637 |

Dari hasil perbandingan ketiga metode di atas, dapat dilihat bahwa *nearest neighbour* dan *nearest insert* memiliki total jarak minimal daripada *farthest insert* dengan selisih jarak masing-masing 0,443 km, 3,136 km, 770 km, dan 637 km. Maka dari itu, rute baru hasil dari pengolahan data menggunakan metode *saving matriks* dapat dipilih dari *nearest neighbour* ataupun *nearest insert*. Untuk lebih memudahkan analisa, maka dipilih rute hasil dari pengurutan *nearest neighbour* sebagai rute baru.

Setelah terpilih rute baru, untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang dihasilkan antara rute baru tersebut dengan rute awal yang dimiliki oleh perusahaan, maka dapat dilakukan perbandingan keduanya dari segi total jarak tempuh dan utilitas dari *truck* yang digunakan. Berikut pada Tabel 4.94 dapat dilihat perbandingan dari rute awal dan rute baru yang terbentuk dari pengolahan data menggunakan *saving matriks*.

Tabel 4.94
Perbandingan Rute Awal dan Rute Baru *Saving Matriks*

| Periode dan Jalur Pengiriman | Rute Awal | | Rute Baru | |
|------------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | Total Jarak (km) | Rata-rata Utilitas (%) | Total Jarak (km) | Rata-rata Utilitas (%) |
| Minggu 1 Jalur Barat | 18.732 | 79.1 | 17.753 | 79.2 |
| Minggu 3 Jalur Barat | 16.306 | 65.74 | 14.075 | 78.89 |
| Minggu 1 Jalur Timur | 28.217.2 | 71.65 | 20.882.2 | 86 |
| Minggu 3 Jalur Timur | 25.753.2 | 70.08 | 17.588.2 | 84.2 |

Dari hasil perbandingan di atas, dapat dilihat bahwa rute baru yang terbentuk dari hasil pengolahan data menggunakan metode *saving matriks* memberikan perbaikan yang cukup signifikan pada rute perjalanan maupun utilisasi truk nya. Rute baru dapat mengurangi rata-rata total jarak tempuh distribusi sebesar 3800 km dan rata-rata peningkatan utilitas truk sebesar 10,5 % . Hal ini menunjukkan bahwa rute baru yang dihasilkan dari olah data menggunakan *saving matriks* dapat menjadi salah satu solusi yang dapat mengatasi permasalahan distribusi yang dialami oleh perusahaan.

4.4.2 Analisa Hasil Metode *Generalized Assignment*

Penentuan rute menggunakan metode *generalized assignment* memiliki input yang berbeda dengan metode *saving matriks* sebelumnya. Pada metode ini, lokasi *customer* dituliskan dalam bentuk koordinat X dan koordinat Y, sehingga jarak dari masing-masing *customer* dapat dicari dengan menghitung jarak *euclidian* nya.

Langkah awal untuk membentuk rute pada metode ini yaitu dengan membentuk *Lseed* dengan cara membagi total *demand* dengan total jumlah kendaraan yang tersedia. *Lseed* yang terbentuk dari masing-masing jalur pengiriman memiliki nilai yang berbeda-beda karena pengaruh dari *demand* yang juga berbeda di tiap jalur. *Lseed* tersebut kemudian akan menjadi dasar untuk menentukan *cone* pada tahap selanjutnya.

Pembentukan *cone* selain mengacu pada *Lseed* juga mengacu pada urutan sudut angular yang sebelumnya telah dihitung dari masing-masing koordinat *customer*. *Customer* dengan nilai sudut angular terbesar akan dimasukkan ke dalam *cone* 1 dan seterusnya. Hal ini karena nilai sudut angular di dapatkan dari rumus *tangen / tan* (θ) dimana apabila semakin besar nilai tersebut, maka semakin jauh pula letak titik nya, sehingga perlu di urutkan dahulu dari angular terbesar ke angular terkecil sebelum dimasukkan ke dalam *cone*.

Jumlah *cone* yang terbentuk akan sama dengan jumlah kendaraan yang tersedia, karena batasan kapasitas dari setiap *cone* nya adalah *Lseed*. Artinya, kapasitas dalam satu *cone* harus sama dengan *Lseed*, tidak boleh lebih maupun tidak boleh kurang. Hasil dari iterasi yang dilakukan di dalam penentuan *cone* akan menghasilkan nilai sudut yang dapat digunakan untuk mencari α_i (*alpha*) dan d_i (*distance*) guna membentuk *seed point* nya. *Seed point* yang terbentuk akan berupa koordinat X_i dan Y_i yang berjumlah sama dengan *cone* nya yaitu 6 *seed point* pada pengiriman minggu pertama jalur barat, dan 5 *seed point* untuk pengiriman lainnya, sehingga dapat dicari jarak nya antara tiap *seed point* dengan tiap *customer*, dan jarak tiap *seed point* dengan gudang. Dari jarak-jarak tersebut, dapat

dilakukan evaluasi penyisipan biaya di masing-masing *seed point*. Hasil dari evaluasi penyisipan biaya yang telah dilakukan menjadi salah satu input dalam formulasi *linier programming* yang di selesaikan menggunakan *solver* dalam *Ms. Excel*. Hasil dari *solver* tersebut kemudian membentuk suatu alokasi *customer* ke kendaraan atau suatu rute konstruksi. Setelah itu dilakukan pengurutan kunjungan di masing-masing rute tersebut agar di dapatkan jarak tempuh yang minimal.

Pengurutan pada rute hasil dari *generalized assignment* ini menggunakan algoritma *nearest neighbour* karena terbukti pada pengolahan data sebelumnya algoritma *nearest neighbour* memberikan hasil terbaik dalam proses pengurutan. Hasil rute baru yang telah diurutkan kemudian dapat dibandingkan dengan rute asli dari perusahaan. Berikut pada Tabel 4.95 dapat dilihat perbandingan rute awal dan rute baru hasil dari pengolahan data menggunakan metode *generalized assignment*.

Tabel 4.95

Perbandingan Rute Awal dan Rute Baru *Generalized Assignment*

| Periode dan Jalur Pengiriman | Rute Awal | | Rute Baru | |
|------------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | Total Jarak (km) | Rata-rata Utilitas (%) | Total Jarak (km) | Rata-rata Utilitas (%) |
| Minggu 1 Jalur Barat | 18.732 | 79.1 | 18.661 | 79,1 |
| Minggu 3 Jalur Barat | 16.306 | 65.74 | 15.749 | 78,9 |
| Minggu 1 Jalur Timur | 28.217.2 | 71.65 | 24.362,2 | 85,9 |
| Minggu 3 Jalur Timur | 25.753.2 | 70.08 | 24.362,2 | 84,9 |

Dari tabel 4.94 dapat dilihat bahwa rute baru yang dihasilkan dari pengolahan data menggunakan *generalized assignment* memberikan hasil yang cukup beragam. Pada pengiriman minggu pertama jalur Barat, rute baru hasil dari *generalized assignment* memberikan perbaikan dengan pengurangan total jarak tempuh sebesar 71 km dengan utilitas truk sama dengan utilitas pada rute awal. Kemudian pada pengiriman minggu ketiga jalur Barat, rute *generalized assignment* juga memberikan hasil total jarak yang lebih minimal dibanding dengan rute awal dengan selisih jarak sebesar 557 km serta peningkatan utilitas kendaraan/ truk sebesar 13,16 %. Pada pengiriman minggu pertama jalur Timur selisih total jarak tempuh antara rute awal dan rute baru *generalized assignment* cukup banyak yaitu sebesar 3855 km serta memberikan peningkatan utilitas kendaraan/ truk sebesar 14,25 %. Dan yang terakhir adalah pada pengiriman minggu ketiga jalur Timur, selisih jarak antara rute awal dengan rute baru *generalized assignment* adalah 1391 km dengan peningkatan utilitas kendaraan sebesar 15,82 %.

Dari perbandingan total jarak dan utilitas tersebut, dapat dilihat bahwa solusi dari permasalahan distribusi yang di alami oleh perusahaan salah satunya dapat diperoleh dari pengolahan data menggunakan metode *generalized assignment*. Baik dari segi total jarak yang ditempuh dalam distribusi maupun dari segi utilitas truk nya, metode *generalized assignment* telah memberikan perbaikan. Hal ini tentu juga akan berpengaruh pada biaya distribusi yang harus di tanggung oleh perusahaan. Dimana apabila semakin kecil total jarak yang ditempuh, maka semakin sedikit pula biaya yang harus dikeluarkan, begitupun juga sebaliknya.

4.4.3 Analisa Perbandingan Hasil *Saving Matriks* dengan *Generalized Assignment*

Berikut pada tabel 4 dapat dilihat perbandingan antara rute awal perusahaan, rute hasil pengolahan menggunakan *saving matriks*, dan rute yang terbentuk hasil dari pengolahan menggunakan *generalized assignment*. Dimana dalam masing-masing rute dibandingkan juga jarak tempuh dan biaya distribusi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Berikut pada Tabel 4.96 dapat dilihat perbandingan biaya dan jarak antara rute awal, rute baru *saving matriks*, dan rute baru *generalized assignment*.

Tabel 4.96

Perbandingan Rute Awal, Rute Baru *Saving Matriks*, dan Rute Baru *Generalized Assignment*

| Periode dan Jalur Pengiriman | Rute Awal | | <i>Saving Matriks</i> | | <i>Generalized Assignment</i> | |
|------------------------------|------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | Jarak (km) | Biaya (Rp) | Jarak (km) | Biaya (Rp) | Jarak (km) | Biaya (Rp) |
| Minggu 1 Jalur Barat | 18.732 | 52.557.300 | 17.753 | 50.093.300 | 18.661 | 54.021.800 |
| Minggu 3 Jalur Barat | 16.306 | 44.061.100 | 14.075 | 40.232.500 | 15.749 | 43.464.500 |
| Minggu 1 Jalur Timur | 28.217,2 | 78.957.400 | 20.882,2 | 59.300.200 | 24.362,2 | 67.432.300 |
| Minggu 3 Jalur Timur | 25.753,2 | 73.378.800 | 17.588,2 | 51.353.700 | 24.362,2 | 67.432.300 |
| Total | 89.008,4 | 248.954.600 | 70.298,4 | 200.979.700 | 83.134,4 | 232.350.900 |

Di dalam Tabel 4.95 dapat dilihat perbandingan jarak dan juga perbandingan biaya dari ketiga rute yaitu rute awal, rute hasil *saving matriks* dan rute hasil dari *generalized assignment* memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Pertama jika dilihat dari segi jarak, dari ketiga rute tersebut, rute baru hasil pengolahan menggunakan *saving matriks* memiliki total jarak minimal, yaitu sebesar 70.298.4 km, selisih 18.710 km dari total jarak pada rute awal dan selisih 12.836 km dari total jarak rute baru hasil *generalized assignment*. Selisih jarak yang dihasilkan antara rute baru *saving matriks* dengan rute baru *generalized assignment* disebabkan karena kedua metode tersebut memiliki metode dan dasar pengerjaan

yang berbeda. Jika pada *saving matriks*, penghematan jarak dan kapasitas kendaraan menjadi batasan utama dalam melakukan pengiriman sehingga alokasi *customer* ke dalam kendaraan sangat harus disesuaikan sehingga menghasilkan total jarak minimal dan peningkatan utilitas truk. Di dalam *saving matriks*, pengurangan penggunaan jumlah truk dalam pengiriman juga diperbolehkan asalkan menghasilkan total jarak yang minimal dan meningkatnya utilitas kendaraan. Sedangkan pada *generalized assignment*, pemerataan *loading* pada seluruh kendaraan juga dipertimbangkan. Sehingga apabila jumlah *demand* atau permintaan dari *customer* nya tidak mendekati kapasitas kendaraan yang tersedia, maka otomatis akan mempengaruhi rute yang terbentuk. Di dalam *generalized assignment*, kapasitas kendaraan juga tetap dipertimbangkan yaitu menjadi salah satu *constrain* atau batasan ketika pengolahan menggunakan *solver*.

Begitu juga dengan perbandingan biaya pada kedua rute baru hasil *saving matriks* dan *generalized assignment*. Dari ketiga perbandingan biaya yang ada pada Tabel 4.95 biaya yang dihasilkan oleh rute baru hasil pengolahan *saving matriks* memiliki total biaya minimal jika dibandingkan dengan rute awal dan rute *generalized assignment* yaitu sebesar Rp. 200.979.700. dimana biaya tersebut memiliki selisih masing-masing sebesar Rp 47.974.900 dengan total biaya pada rute awal dan sebesar Rp. 31.371.200 dengan rute *generalized assignment*. Perbedaan biaya antara rute baru *saving matriks* dan rute baru *generalized assignment* adalah salah satunya disebabkan oleh perbedaan total jarak seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dimana keduanya akan berbanding lurus. Ketika total jarak yang ditempuh semakin kecil, maka biaya distribusi juga akan semakin kecil begitupun sebaliknya.

Dari penjelasan di atas, algoritma *saving matriks* mampu menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma *generalized assignment* bagi permasalahan distribusi yang ada di PT. Otsuka Indonesia. Dengan segala kemudahan dan ketepatannya dalam menentukan rute distribusi, *saving matriks* masih menjadi salah satu algoritma *heuristic* terbaik yang mampu menyelesaikan permasalahan distribusi yang ada di perusahaan. Namun walaupun begitu, algoritma *generalized assignment* juga mampu menghasilkan solusi perbaikan yang terbukti dari penurunan total biaya yang dibutuhkan perusahaan dalam melakukan distribusi yaitu sebesar Rp. 16.603.700 atau 6,7 % dari total biaya distribusi awal yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Chopra dan Meindl (2001) dalam bukunya mengatakan bahwa algoritma *generalized assignment* ini akan menghasilkan solusi yang lebih baik jika digunakan untuk menyelesaikan kasus dengan *constrain* dan

tujuan yang lebih banyak untuk dicapai. Seperti salah satu nya adalah pemerataan kapasitas pada kendaraan yang tersedia.

Dengan terpilihnya rute baru hasil dari pengolahan data menggunakan algoritma *saving matriks*, maka solusi perbaikan rute yang telah diperoleh akan dapat menghemat total jarak tempuh pengiriman produk oleh perusahaan sebesar 21,2 % dari total jarak awal yang harus ditempuh oleh perusahaan. Tentu saja pengurangan total jarak tempuh tersebut berpengaruh terhadap biaya distribusi yaitu mengurangi biaya distribusi pada pengiriman bulan September tahun 2016 sebesar Rp 47.974.900 atau 19,3 % dari biaya distribusi awal yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Halaman ini sengaja dikosongkan.