

**PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI MAKANAN RINGAN (SNACK) DENGAN
METODE *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(Studi kasus Pada UD. NNR JAYA Di Bojonegoro)**

Rifqi Wahyu Nugroho, Dr. Ir. Muslimin Abdulrahim, MSIE.
Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
rifqi011199@gmail.com

ABSTRACT

UD. NNR Jaya is a business engaged in the production of snacks that produce Mie Lidi, Macaroni, Soybeans in Sumuragung Village, Bojonegoro Regency. In this study, the author determines the route using a sweep algorithm approach used to cluster all customers and then creates a route from the results (cluster) to find the minimum total distance using a mathematical model with the concept of MILP (mixed integer linear programming) using Lingo 17.0x64 software. Which is used to minimize costs by finding the best route without exceeding the existing vehicle capacity, the mixed integer linear programming model approach can save costs of Rp. 368,707 or save 5.46%. As for the alternative distance, it saves 5.42% and time saves 4.51%.

Key Words: Optimization, Distribution, Mixed Integer Linear Programming, Algoritme Sweep, CVRPTW.

PENDAHULUAN

Persaingan yang terjadi antara dunia industri sekarang ini terjadi semakin ketat, sehingga setiap perusahaan harus mempunyai kemampuan strategi khususnya pada proses transportasi dan distribusi untuk mendistribusikan produknya ke konsumen secara akurat, tepat waktu dengan kuantitas dan kondisi produk yang baik. Agar perusahaan dapat bertahan dalam menghadapi persaingan, perusahaan dituntut untuk menentukan jumlah produk menggunakan fasilitas transportasi yang paling tepat untuk menurunkan jarak transportasi yang ada. Mengefisiensikan sistem distribusi juga dapat menentukan rute pendistribusian untuk meminimalkan jarak tempuh kendaraan, dan lama perjalanannya sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan kapasitas serta jumlah kendaraan.

UD. NNR Jaya merupakan usaha yang bergerak di Produksi makanan ringan yang memproduksi Mie Lidi, Makaroni, Kedelai di Desa Sumuragung. Pendistribusian yang digunakan perusahaan menggunakan beberapa kendaraan yang dimiliki perusahaan dengan daerah pemasaran yang tersebar di wilayah Jawa Timur, yakni Tuban, Surabaya, Malang. Setiap pengiriman sebelumnya dilakukan pemesanan terlebih dahulu oleh konsumen untuk selanjutnya dikirim. Setiap kegiatan pengiriman yang dilakukan terdapat proses *loading*, *unloading* dan waktu administrasi untuk setiap konsumennya.

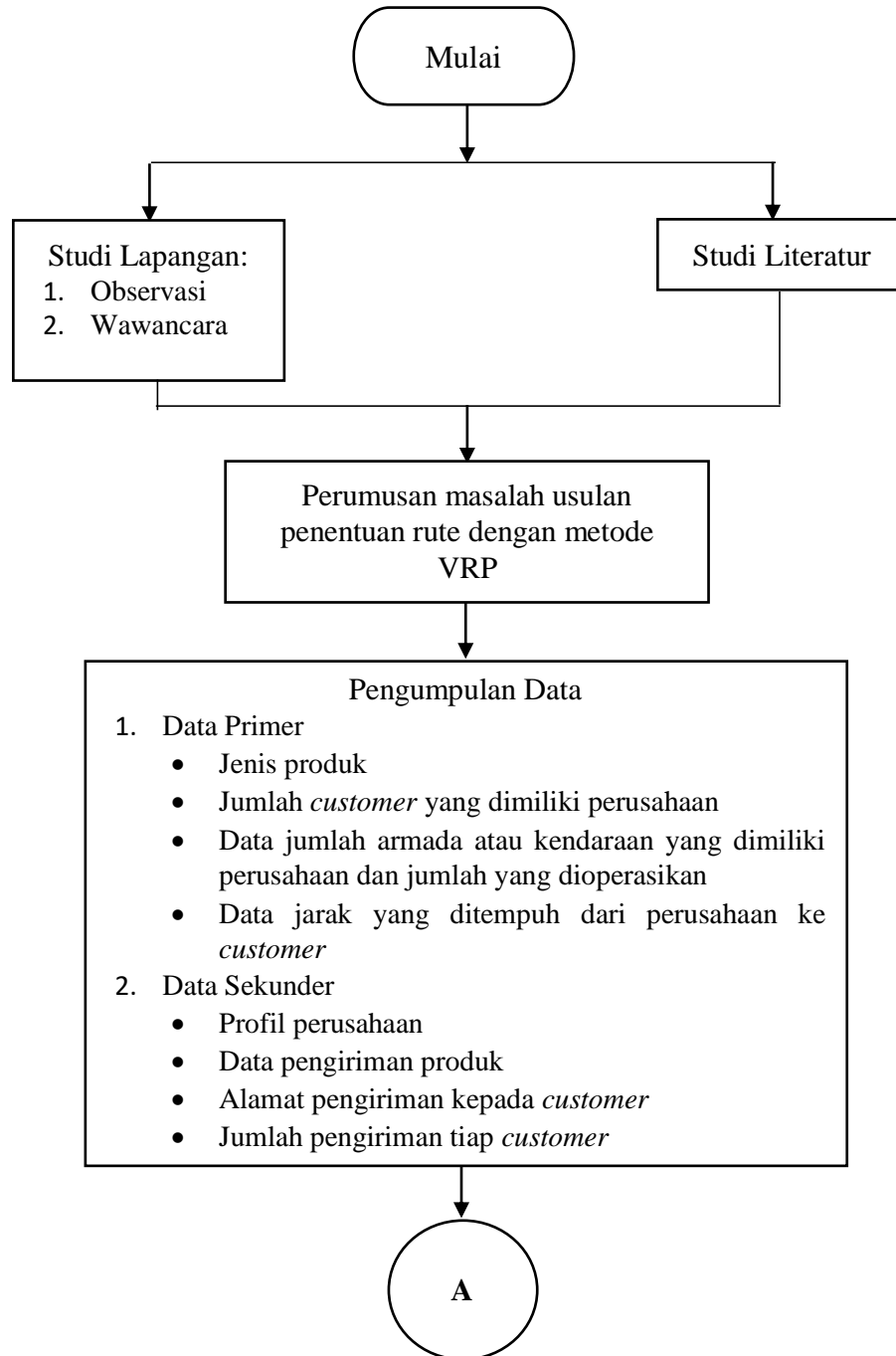
Proses distribusi makanan ringan menggunakan sistem *Delivery and pick-up Services*, dimana pendistribusian dilakukan dengan melakukan pengiriman sekaligus pengambilan produk yang sudah tidak layak dikonsumsi dari konsumen dalam satu periode distribusi. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka peneliti akan membahas mengenai penentuan rute untuk kegiatan pengiriman makanan ringan agar waktu yang diperlukan untuk setiap pengiriman menjadi lebih efisien dan optimal serta dapat meminimumkan biaya distribusi.

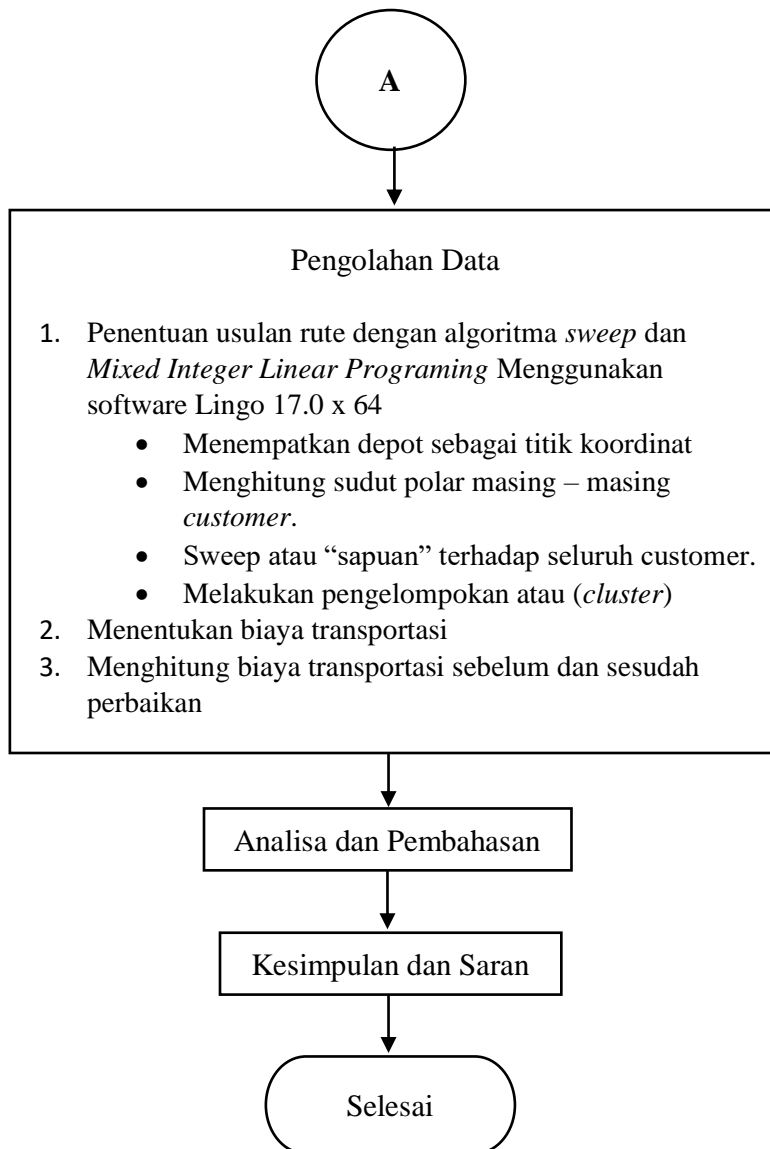
MATERI DAN METODE

Vehicle Routing Problems (VRP) merupakan permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih distributor ataupun agen untuk melayani konsumen (Toth dan Virgo, 2002). *Vehicle Routing Problem with time windows* (VRPTW) Salah satu jenis dari VRP yang digunakan untuk menjadwalkan sekumpulan kendaraan dengan kapasitas dan *travel time* terbatas dan dari sentral depot ke sekumpulan konsumen yang tersebar secara geografis dengan *demand* diketahui dalam *time windows* tertentu (Toth, 2014). Salah satu algoritma heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan VRPTW adalah *algoritma sweep*. Metode *Algoritma sweep* terdiri dari dua tahap, tahap pertama pengelompokkan (*clustering*) yaitu dengan menghubungkan titik satu ke titik lainnya dengan berdasarkan kapasitas kendaraan, kemudian tahap kedua pembentukan *cluster* (Nurcahyo *et al.*, 2002).

Penelitian ini dilakukan di UD. NNR Jaya yang terletak di Desa. Sumuragung, Kec. Baureno, Kab. Bojonegoro. Penelitian ini dilakukan pada Januari 2022. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode VRPTW. Pengumpulan Data dilakukan dengan menggunakan data primer dan data skunder. Pengolahan data menggunakan penentuan usulan rute dengan algoritma *sweep* dan *Mixed Integer Linear Programing* menggunakan software Lingo 17.0 x 64 dengan menempatkan depot sebagai titik koordinat, menghitung sudut polar

masing – masing *customer*, *Sweep* atau “sapuan” terhadap seluruh *customer*, dan melakukan pengelompokan atau (*cluster*). Tahap pengolahan data kedua dilakukan dengan menentukan biaya transportasi, selanjutnya tahapan ketiga adalah menghitung biaya transportasi sebelum dan sesudah perbaikan. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:





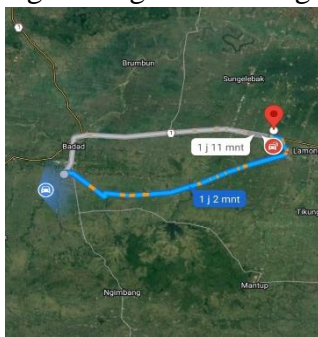
Gambar 1. Diagram Alir Alur Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

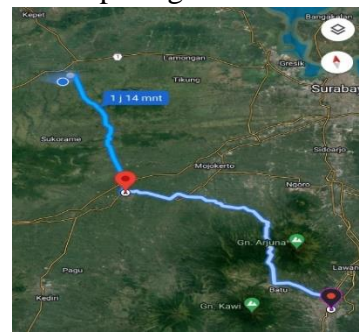
Pengolahan Data Mixed Integer Linear Programming Menggunakan Aplikasi Lingo 17.0x64.

a. Penentuan *Rute* pada Minggu Pertama Bulan Januari 2022.

Penentuan *rute/running* model pada tahap ini yaitu melakukan pengubahan dari model matematis yang telah disusun menjadi Lingo untuk diterapkan pada *software* Lingo. *Software* Lingo yang digunakan memiliki versi 17.0 x64. Berikut ini tahapan pengubahan dari model matematis ke Lingo mengenai perhitungan jarak pada *cluster* 1 dan *cluster* 2, untuk pengubahan model matematis ke Lingo pada *cluster* 3, *cluster* 4, dan seterusnya. *Rute* usulan pada masing-masing *cluster* dengan pemetaan *rute* dapat dilihat pada gambar berikut:



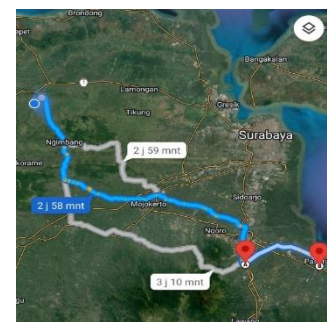
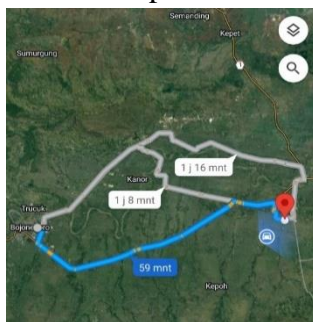
Gambar 2. Pemetaan Rute Pada *Cluster* 1



Gambar 3. Pemetaan Rute Pada *Cluster* 2

Cluster 1 menggunakan armada *pick up*, dengan kapasitas 50 kardus. Berdasarkan *solution report* diketahui yang memiliki bilangan biner adalah $x(1, 2)$, $x(2, 1)$ sehingga didapat *rute* yang terbentuk dengan menggunakan *software* Lingo 17.0x64 yaitu 1-2-1 dengan *objective value* besar 60 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 1 sebesar 60 km. *Cluster* 1 didapatkan urutan *rute* yaitu UD NNR Jaya – UD Adijaya Snack – UD NNR dengan durasi pengiriman sebesar 60 menit, dan diperoleh biaya pengiriman sebesar Rp. 51.000.

Cluster 2 menggunakan armada kendaraan *truk* Engkel, dengan kapasitas 150 kardus. Berdasarkan *solution report* diketahui yang memiliki bilangan biner adalah $x(1, 2)$, $x(2, 3)$, $x(3, 1)$ sehingga didapat *rute* yang terbentuk dengan menggunakan *software* Lingo 17.0x64 yaitu 1-2-3-1 dengan *objective value* besar 292 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 2 sebesar 292 km. *Cluster* 2 didapatkan urutan *rute* yaitu UD NNR Jaya – Toko mega snack – Lancar jaya – UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 350.2 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 214.828.

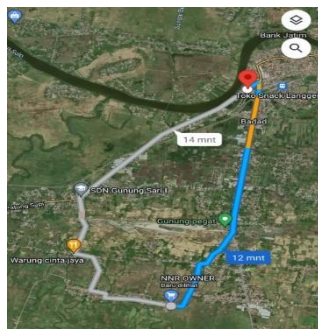


Gambar 4. Pemetaan Rute Pada Cluster 3

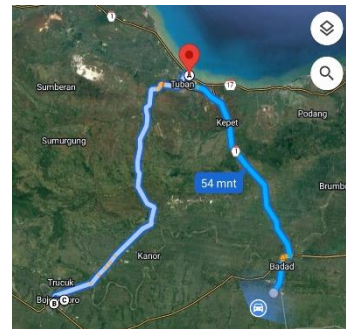
Gambar 5. Pemetaan Rute Pada Cluster 4

Cluster 3 menggunakan armada kendaraan mobil *Pick up*, dengan kapasitas 50 kardus. Berdasarkan *solution report* pada 79 variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada cluster 3 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 72 yang artinya total jarak pengiriman pada cluster 3 sebesar 72 km. Cluster 3 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya – Bravo Supermarket – UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 61.200.

Cluster 4 menggunakan armada kendaraan *truk* Engkel, dengan kapasitas 150 kardus. Berdasarkan *solution report* pada 80 variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada cluster 4 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 260 yang artinya total jarak pengiriman pada cluster 4 sebesar 260 km. Cluster 4 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya – Rumah Snack Pandaan – Grosir Senkuko – UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 312.6 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 191.285.



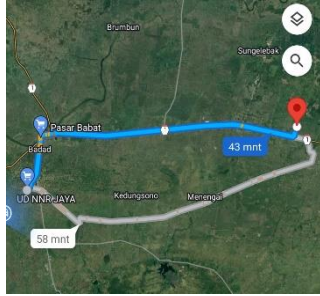
Gambar 6. Pemetaan Rute Pada Cluster 5



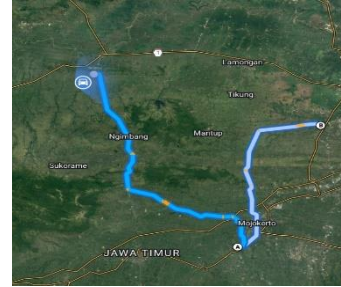
Gambar 7. Pemetaan Rute Pada Cluster 6

Cluster 5 menggunakan armada kendaraan mobil *Pick up*, dengan kapasitas 50 kardus. Berdasarkan *solution report* pada 81 variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada cluster 5 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 13 yang artinya total jarak pengiriman pada cluster 5 sebesar 13 km. Cluster 5 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Toko Snack Langeng - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 13 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 11.050.

Cluster 6 menggunakan armada kendaraan *truk* Engkel, dengan kapasitas 150 kardus. Berdasarkan *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 4), x(3, 1), x(4,3)$ dengan urutan 1-2-4-3-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada cluster 6 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 119 yang artinya total jarak pengiriman pada cluster 6 sebesar 119 km. Cluster 6 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Oleh-oleh Tuban (took ana) - Aneka camilan – Bravo supermarket – UD. NNR Jaya menggunakan kendaraan *truk* Engkel berkapasitas 150 kardus dengan biaya pengiriman sebesar Rp. 87.500.



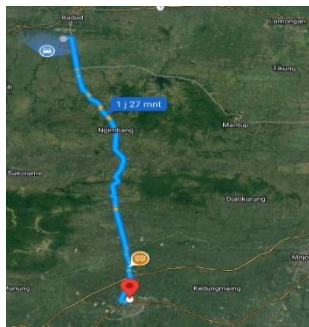
Gambar 8. Pemetaan Rute Pada *Cluster 7*



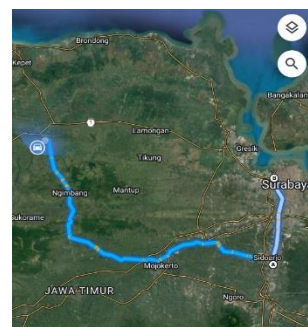
Gambar 9. Pemetaan Rute Pada *Cluster 8*

Cluster 7 menggunakan armada kendaraan mobil *Pick up*, dengan kapasitas 50 kardus. Berdasarkan *solution report* pada 83 variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 7* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 60 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 7* sebesar 60 km. *Cluster 7* didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya – UD Adijaya snack - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 60 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 51.000.

Cluster 8 menggunakan armada kendaraan truk Engkel, dengan kapasitas 150 kardus. Berdasarkan *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 8* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 181 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 8* sebesar 181 km. *Cluster 8* didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Lestari snack - Camilan 354 - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 217.2 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 133.164.



Gambar 10. Pemetaan Rute Pada *Cluster 9*

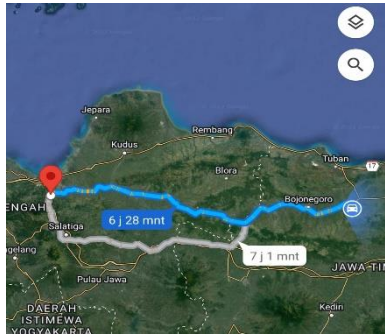


Gambar 11. Pemetaan Rute Pada *Cluster 10*

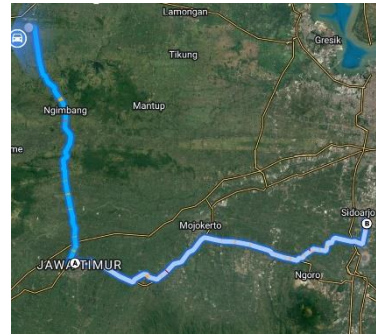
Cluster 9 menggunakan armada kendaraan mobil *Pick up*, dengan kapasitas 50 kardus. Berdasarkan *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 9* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 102 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 9* sebesar 102 km. *Cluster 9* didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Toko mega snack - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 102 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 86.700.

Cluster 10 menggunakan armada kendaraan truk Engkel, dengan kapasitas 150 kardus. Berdasarkan *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. *Global optimal solution found*, yang artinya

proses optimasi pada *cluster* 10 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 209 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 10 sebesar 209 km. *Cluster* 10 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Toko sembilan - Toko snack mama - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 251 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 153.764.



Gambar 12. Pemetaan Rute Pada *Cluster* 11



Gambar 13. Pemetaan Rute Pada *Cluster* 12

Cluster 11 menggunakan armada kendaraan *truk* Engkel, dengan kapasitas 150 kardus. Berdasarkan *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 11 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 460 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 11 sebesar 460 km. *Cluster* 11 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Kurnia jaya snack - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 552 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 338.428.

Cluster 12 menggunakan armada kendaraan mobil *Pick up*, dengan kapasitas 50 kardus. Berdasarkan *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. *Global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 12 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 221 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 12 sebesar 221 km. *Cluster* 12 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Toko mega snack - Toko Sembilan - UD NNR Jaya dengan durasi pengiriman sebesar 221 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 187.850.

b. Penentuan *Route* pada Minggu Kedua Bulan Januari 2022

Cluster 1 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Aneka camilan – Bravo supermarket – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan *truk* Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 10 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 75 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 1 sebesar 75 km dengan durasi pengiriman sebesar 90 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 55.178.

Cluster 2 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Toko mega snack – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil *Pick up* berkapasitas 50 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang

artinya proses optimasi pada *cluster 2* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 102 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 2* sebesar 102 km dengan durasi pengiriman sebesar 102 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 86.700.

Cluster 3 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya – Toko mega snack - Toko Sembilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi pada *cluster 3* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 72.5 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 3* sebesar 72.5 km dengan durasi pengiriman sebesar 87.9 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 249.900.

Cluster 4 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Lancar jaya – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 4* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 294 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 4* sebesar 294 km dengan durasi pengiriman sebesar 72.5 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 53.339.

Cluster 5 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Lestari snack – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 5* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 146 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 5* sebesar 146 km dengan durasi pengiriman sebesar 146 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 124.100.

Cluster 6 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya – Camilan 354 - Toko aji jaya makmur – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 6* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 126 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 6* sebesar 126 km dengan durasi pengiriman sebesar 151.2 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 97.700.

Cluster 7 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya - Lestari snack - UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 7* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 146 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 7* sebesar 146 km dengan durasi pengiriman sebesar 146 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 124.500.

Cluster 8 didapatkan urutan *route* yaitu UD NNR Jaya – UD adi jaya snack - Toko snack mama – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 8* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 161 yang artinya total jarak pengiriman pada

cluster 8 sebesar 161 km dengan durasi pengiriman sebesar 193.2 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 118.450.

Cluster 9 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Aneka camilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada 102variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 9 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 74 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 9 sebesar 74 km dengan durasi pengiriman sebesar 74 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 62.900.

Cluster 10 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Rumah snack pandaan – Grosir senkuko – Toko sembilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 4), x(3, 1), x(4,3)$ dengan urutan 1-2-4-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 10 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 273 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 10 sebesar 273 km dengan durasi pengiriman sebesar 328 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 200.850.

Cluster 11 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Toko mega snack - Lestari snack – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 11 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 150 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 11 sebesar 150 km dengan durasi pengiriman sebesar 150 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 110.357.

Cluster 12 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Toko sembilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 12 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 198 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 12 sebesar 198 km dengan durasi pengiriman sebesar 198 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 168.000.

c. Penentuan Rute pada Minggu Ketiga Bulan Januari 2022

Cluster 1 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Aneka camilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 1 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 74 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 1 sebesar 74 km dengan durasi pengiriman sebesar 74 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 62.900.

Cluster 2 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Toko aji jaya makmur – Toko snack mama – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global*

optimal solution found, yang artinya proses optimasi pada *cluster 2* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 167 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 2* sebesar 167 km dengan durasi pengiriman sebesar 200.4 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 112.864.

Cluster 3 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - UD adi jaya snack – lancer jaya – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 3* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 311 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 3* sebesar 311 km dengan durasi pengiriman sebesar 373 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 228.807.

Cluster 4 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Aneka camilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 4* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 74 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 4* sebesar 74 km dengan durasi pengiriman sebesar 74 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 62.900.

Cluster 5 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Toko snack langgeng – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 5* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 13 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 5* sebesar 13 km dengan durasi pengiriman sebesar 13 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 11.050.

Cluster 6 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Kurnia jaya snack – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 6* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 460 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 6* sebesar 460 km dengan durasi pengiriman sebesar 552 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 338.428.

Cluster 7 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Bravo super market – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada 96 variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 7* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 72 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 7* sebesar 72 km dengan durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 61.200.

Cluster 8 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Toko mega snack – Toko sembilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 8* menghasilkan solusi yang

paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 221 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 8 sebesar 221 km dengan durasi pengiriman sebesar 265.4 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 162.592.

Cluster 9 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Oleh oleh tuban (toko ana) – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 9 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 72 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 9 sebesar 72 km dengan durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 61.200.

Cluster 10 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Camilan 354 – Rumah snack pandaan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 10 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 221 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 10 sebesar 221 km dengan durasi pengiriman sebesar 275 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 168.478.

Cluster 11 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Lestari snack – Grosir senkuko – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 11 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 262 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 11 sebesar 262 km dengan durasi pengiriman sebesar 314.8 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 192.757.

Cluster 12 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Toko snack mama- UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 12 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 102 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 12 sebesar 102 km dengan durasi pengiriman sebesar 164 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 139.400.

d. Penentuan Rute pada Minggu Keempat Bulan Januari 2022

Cluster 1 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - UD adi jaya snack – Toko snack langgeng – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 1 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 61.5 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 1 sebesar 61.5 km, durasi pengiriman sebesar 73.5 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 45.246.

Cluster 2 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Oleh oleh tuban (toko ana) – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan

hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 2* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 72 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 2* sebesar 72 km, durasi pengiriman sebesar 72 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 61.200.

Cluster 3 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Aneka camilan – Bravo supermarket – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 3* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 75 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 3* sebesar 75 km, durasi pengiriman sebesar 90 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 55.178.

Cluster 4 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Toko snack mama – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya Proses optimasi pada *cluster 4* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 164 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 4* sebesar 164 km, durasi pengiriman sebesar 164 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 139.400.

Cluster 5 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Kurnia jaya snack – Toko snack mama – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 5* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 460 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 5* sebesar 460 km, durasi pengiriman sebesar 552 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 338.428.

Cluster 6 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Camilan 354 – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 6* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 122 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 6* sebesar 122 km, durasi pengiriman sebesar 122 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 103.700.

Cluster 7 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Toko mega snack – Lestari snack – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2), x(2, 3), x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster 7* menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 150 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster 7* sebesar 150 km, durasi pengiriman sebesar 180 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 168.300.

Cluster 8 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Toko Sembilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution*

report pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2),x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 8 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 198 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 8 sebesar 198 km, durasi pengiriman sebesar 198 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 110.357.

Cluster 9 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Rumah snack pandaan – Grosir senkuko – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2),x(2, 3),x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 9 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 150 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 9 sebesar 150 km, durasi pengiriman sebesar 312.6 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 191.285.

Cluster 10 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Toko Sembilan – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2),x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 10 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 198 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 10 sebesar 198 km, durasi pengiriman sebesar 198 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 168.300.

Cluster 11 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya – Lancar jaya – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan mobil Pick up berkapasitas 50 kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2),x(2, 1)$ dengan urutan 1-2-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 11 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 294 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 11 sebesar 294 km, durasi pengiriman sebesar 294 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 249.900.

Cluster 12 didapatkan urutan rute yaitu UD NNR Jaya - Toko aji jaya makmur – Toko snack mama – UD NNR Jaya menggunakan kendaraan truk Engkel berkapasitas 150 Kardus. Berdasarkan hasil *solution report* pada variable keputusan $x(i, j)$ dengan nilai 1, maka didapatkan $x(1,2),x(2, 3),x(3, 1)$ dengan urutan 1-2-3-1. Proses optimasi menghasilkan *global optimal solution found*, yang artinya proses optimasi pada *cluster* 12 menghasilkan solusi yang paling optimal. Dengan *objective value* sebesar 167 yang artinya total jarak pengiriman pada *cluster* 12 sebesar 167 km, durasi pengiriman sebesar 200.4 menit, dan biaya pengiriman sebesar Rp. 122.864.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa *route* usulan yang didapat dari pengolahan menggunakan model *Algoritma Sweep* menghasilkan 48 *route* usulan sedangkan untuk model *Mixed Integer Linear Programming* menghasilkan perbedaan dari segi jarak, biaya dan waktu. Pada bulan Januari 2022 perusahaan dapat menghemat biaya sebesar 5,46% yaitu Rp.368.704 dan pada *route* usulan dengan menggunakan alternatif jarak menghasilkan penghematan sebesar 5,42%. Dan waktu menghasilkan penghematan sebesar 4,51%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Dwi Aji. (2019). *Vehicle Rounting Problem*, jurnal optimus teknik indutri. Univesitas indraparsta pgri.
- Cahyaningsih, W. K., Sari, E. R., & Hernawati, K. (2015). Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* Menggunakan Algoritma *Sweep* Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*.
- Bowersox, D. J. (2002). *Integrasisistem-sistem manajemen distribusi fisik dan manajemen material*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Toth & Vigo. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Florida: Society and Mathematics.
- Wibisono. (2018). *Logika Logistik*. Surabaya: GrahaIlmu.
- Ainia, Qurrotun. (2020). Optimasi, Distribusi, Mixed Integer Linear Proqraming, Algoritma Sweep, CVRPTW, Biaya, Jarak, Waktu. Fakultas teknik.
- Hestyantama, Deni (2020) *Penentuan Rute Distribusi Dengan Pendekatan Heterogeneous Vehicle Routing Problem Pada Pt. Pioneerindo Gourmet International Tbk Gudang CFC Cabang Surabaya*. Undergraduate thesis, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Hayati, Enty Nur. (2010). "Aplikasi Algoritma Branch and Bound untuk Menyelesaikan Integer Proqramming". *Ilmiah Dinamika Teknik* 4, 1.
- Martono. (2018). *Manajemen Logistik*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. Nasution. (2006). *Manajemen Transportasi* . Yogyakarta: Andi Offset.
- Nuha, H., Wati, P. E. D. K., & Widiasih, W. (2018). A Comparison of Exact MethodMetaheuristic Method in Determination for Vehicle Routing Problem. *MATEC Web of Conferences*, 204, 2017.
- Salim, A. (2012). *Manajemen Transportasi*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada.
- Wibisono. (2018). *Logika Logistik*. Surabaya: Graha Ilmu.

