

USULAN SISTEM *TRANSPORTING* (ANTARAN) PAKET UNTUK MENINGKATKAN *LOAD FACTOR* DI PT. POS INDONESIA MAIL PROCESSING CENTER

Anggi Widya Purnama
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN LOGISTIK INDONESIA
Email : anggiwidyapurnama@yahoo.com

ABSTRAK

*Dalam proses *Transporting* (antaran), PT. Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung 40400 masih memberlakukan sistem zoning yaitu dengan membagi daerah pengiriman di jaringan tersier menjadi beberapa area pengiriman, dimana masing-masing area dilayani oleh satu kendaraan. Sistem penentuan rute pengiriman pun masih didasari atas instuisi pengantar (belum berdasarkan kajian matematis). Selain hal tersebut, load factor pada proses *Transporting* (antaran) masih cukup rendah, yaitu sebesar 0,45 sehingga biaya operasional *Transporting* (antaran) bila dibebankan terhadap setiap paket masih cukup tinggi.*

*Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mencoba mengkaji apakah sistem *Transporting* (antaran) yang diterapkan PT. Pos Indonesia Mail Processing Centre Bandung 40400 sudah optimal, hal ini dilihat dari variabel jarak tempuh, jumlah penggunaan kendaraan, biaya *Transporting* (antaran) serta load factor, yang dilakukan dengan cara membandingkan metode pengiriman eksisting dengan usulan menggunakan metode nearest neighbor heuristic.*

Dari hasil perbandingan, didapatkan bahwa sistem pengiriman usulan lebih baik dari sistem pengiriman eksisting, karena dapat menghemat rata-rata 82,83 Km atau sekitar 20% jarak tempuh, Rp. 276.847 atau sekitar 32% biaya, serta meningkatkan load factor sebesar 0,13 atau sekitar 28% setiap harinya. Sistem pengiriman eksisting setiap harinya membutuhkan 13 kendaraan, sedangkan sistem pengiriman usulan hanya membutuhkan 10 kendaraan. Dari hasil tersebut, terbukti bahwa sistem pengiriman eksisting kurang optimal jika dibandingkan dengan sistem pengiriman usulan dengan metode nearest neighbor heuristic.

Kata Kunci : Rute Distribusi, Biaya Transportasi, Load Factor, Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows, Nearest Neighbor Heuristic

I. PENDAHULUAN

PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 adalah bagian dari PT. Pos Indonesia yang mempunyai fungsi manajerial terkait kegiatan *Collecting, Processing, Transporting, Delivery* dan *Reporting* (CPTDR) secara efektif dan efisien di wilayah kerjanya. Dalam proses *Transporting* (antaran), PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400 masih memberlakukan sistem *zoning* yaitu dengan membagi daerah pengiriman di jaringan tersier menjadi beberapa area pengiriman, dimana masing-masing area dilayani oleh satu kendaraan. Sistem penentuan rute pengiriman pun masih didasari atas instuisi pengantar (belum berdasarkan kajian matematis).

Selain hal tersebut, *Load Factor* pada proses *Transporting* (antaran) di wilayah Bandung yang dilakukan PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400 masih cukup rendah, sehingga biaya operasional *Transporting* (antaran) bila dibebankan terhadap setiap paket masih cukup tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dalam tabel 1.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang muncul tersebut, maka kajian dalam penelitian ini adalah apakah sistem *Transporting* (antaran) yang diterapkan PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 sudah optimal, hal ini dilihat dari variabel jarak/waktu tempuh terpendek, jumlah penggunaan kendaraan, dan biaya *Transporting* (antaran) terkecil serta *Load Factor* tertinggi dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh *Distribution Center* (DC) di area kerjanya.

permasalahan mengenai penentuan rute dilihat dari variabel jarak/waktu tempuh terpendek, jumlah penggunaan kendaraan dan biaya *Transporting* (antaran) terkecil termasuk dalam permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP).

Maka dalam upaya menyelesaikan permasalahan pada PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400 untuk mendapatkan jarak/waktu tempuh, jumlah penggunaan kendaraan, biaya *Transporting* (antaran) dan *Load Factor* yang optimal dari serangkaian alternatif urutan rute kunjungan kepada seluruh *Distribution Center* (DC) di area kerjanya, akan dilakukan penentuan rute dengan pendekatan *nearest neighbor heuristic*.

Tabel 1. *Load Factor* Antaran Pagi

| No Kend | Rute | Rata-rata Antaran (Kg) | Rata-rata Load Factor |
|---------|--------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | Sekejati | 491.18 | 0.65 |
| 2 | Ujung Berung | 388.42 | 0.52 |
| 3 | Cipedes | 475.24 | 0.63 |
| 4 | Situ Saeur | 375.76 | 0.50 |
| 5 | Asia Afrika | 655.00 | 0.87 |
| 6 | Cikutra | 411.76 | 0.55 |
| 7 | Dayeuh Kolot | 268.44 | 0.36 |
| 8 | Soreang | 305.00 | 0.41 |
| 9 | Cimahi | 493.64 | 0.66 |
| 10 | Cikeruh | 339.01 | 0.45 |

| No Kend | Rute | Rata-rata Antaran (Kg) | Rata-rata Load Factor |
|------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| 11 | Padalarang | 207.92 | 0.28 |
| 12 | Lembang | 173.90 | 0.23 |
| 13 | Majalaya | 155.02 | 0.21 |
| Rata-rata | | 364.64 | 0.49 |

(Sumber : PT. Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung 40400)

I.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan rute pada proses *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.
2. Berapa total biaya transportasi dari rute yang terbentuk pada proses *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.
3. Berapa *load factor* setiap kendaraan dari rute yang terbentuk pada proses *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk :

1. Menerapkan rute pada proses *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400 menggunakan pemodelan *capacitated vehicle routing problem with time windows* dengan metode *nearest neighbor*.
2. Menghitung total biaya transportasi dari rute yang terbentuk pada proses *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.
3. Meningkatkan *load factor* setiap kendaraan dari rute yang terbentuk pada proses *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.

I.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat bagi Penulis
Dapat berkontribusi terhadap Perusahaan dalam memberikan solusi dan inovasi mengenai sistem *Transporting* (antaran) dan Penulis dapat menambah wawasannya mengenai sistem *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.
2. Manfaat bagi Perusahaan
Dapat menjadi masukan bagi pihak perusahaan dalam rangka optimalisasi *load factor* pada sistem *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400.
3. Manfaat bagi Masyarakat
Dapat memberikan informasi dan pengetahuan baru terhadap masyarakat. Pemecahan masalah ini dapat menjadi referensi untuk penelitian dan menambah wawasan masyarakat.

I.4 Pembatasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan penelitian ini berkisar pada permasalahan sistem *Transporting* (antaran) di PT. Pos Indonesia, yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada sistem *Transporting* (antaran) pagi di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 kepada jaringan tersier, yaitu : 13 Distribution Center (DC) di area kerjanya.
2. Kendaraan yang digunakan sebanyak 14 kendaraan roda 4 berjenis APV Box, yang terdiri dari 13 kendaraan aktif reguler dan 1 kendaraan cadangan.
3. Pemodelan menggunakan *capacitated vehicle routing problem with time windows* dengan metode *nearest neighbor heuristic*.
4. Jarak antara DC dan MPC berdasarkan rute yang biasa dilalui pengantar (sopir) serta data google map.

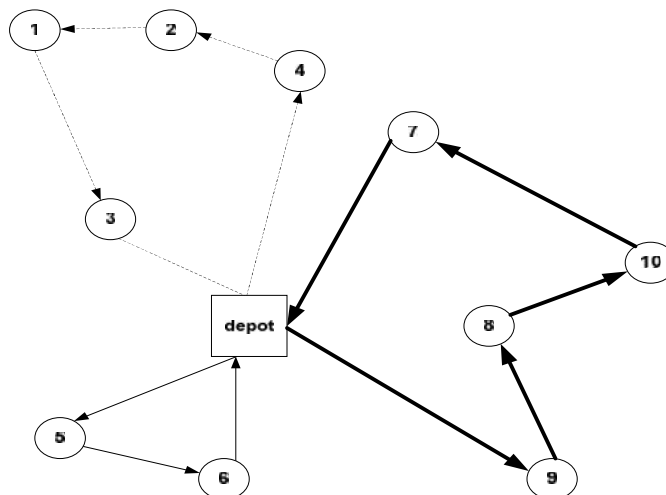
II. LANDASAN TEORI

II.1 *Vehicle Routing Problem*

Vehicle Routing Problem (VRP) diperkenalkan pertama kali oleh Dantzig dan Ramzer pada tahun 1959 yang memegang peranan penting dalam pengaturan distribusi dan menjadi salah satu masalah yang dipelajari secara luas. VRP merupakan permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih depot untuk melayani konsumen. pendekatan solusi untuk TSP dan VRP. Ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Ganesh et al. 2007a) :

1. Pemodelan matematika
2. Heuristik
3. Meta-heuristik
4. Pendekatan interaktif
5. Pendekatan Hybrid

VRP adalah salah satu contoh masalah transportasi yang meliputi aktivitas pemindahan barang/orang kepada pelanggan dengan menggunakan kendaraan dan memiliki tujuan untuk memenuhi beberapa tujuan distribusi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan jumlah kendaraan yang digunakan dan rute yang harus ditempuh untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan.



Gambar 1. Contoh VRP dengan 1 depot, 10 pelanggan dan 3 kendaraan
(Sumber : Ganesh et al. 2007a)

Formulasi model matematik untuk VRP dasar dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Minimasi } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ij} x_{ijk} \quad (1)$$

Dengan pembatas :

$$\sum_i \sum_k x_{ijk} = 1, \text{ untuk semua } j \quad (2)$$

$$\sum_i x_{ipk} - \sum_j x_{pjk} = 0, \text{ untuk semua } p, k \quad (3)$$

$$\sum_i q_i \left(\sum_j x_{ijk} \right) \leq Q_k, \text{ untuk semua } k \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ojk} = 1, \text{ untuk semua } k \quad (5)$$

$$y_i - y_j + n \sum_{k=1}^{NV} X_{ijk} \leq n - 1, i \neq j, i \neq 0, j \neq 0 \quad (6)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \text{ untuk semua } i, j \text{ dan } k \quad (7)$$

II.2 Nearest Neighbor Heuristic

Permasalahan penentuan rute kendaraan atau VRP dapat dipecahkan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan satu pemecahan masalah secara heuristik. Metode ini merupakan metode yang sederhana dalam memecahkan masalah rute dan merupakan solusi awal. *Nearest Neighbor* adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan suatu algoritma untuk menemukan suatu titik terdekat dengan titik sebelumnya pada ruang metrik. Pencarian *Nearest Neighbor* dikenal dengan juga dengan pencarian jarak, pencarian titik terdekat.

Algoritma *Nearest Neighbor* merupakan suatu algoritma yang paling alami dalam menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem*. Pada algoritma ini, kendaraan bergerak menuju ke tempat-tempat terdekat yang belum dikunjungi dengan permintaan dari tempat tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan angkut, tetapi apabila melebihi maka pengiriman dilakukan lebih dari satu kali namun setelah itu kendaraan menuju depot untuk loading lalu menuju ke tempat terdekat selanjutnya.

Langkah-langkah secara umum dalam menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan Algoritma *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut:

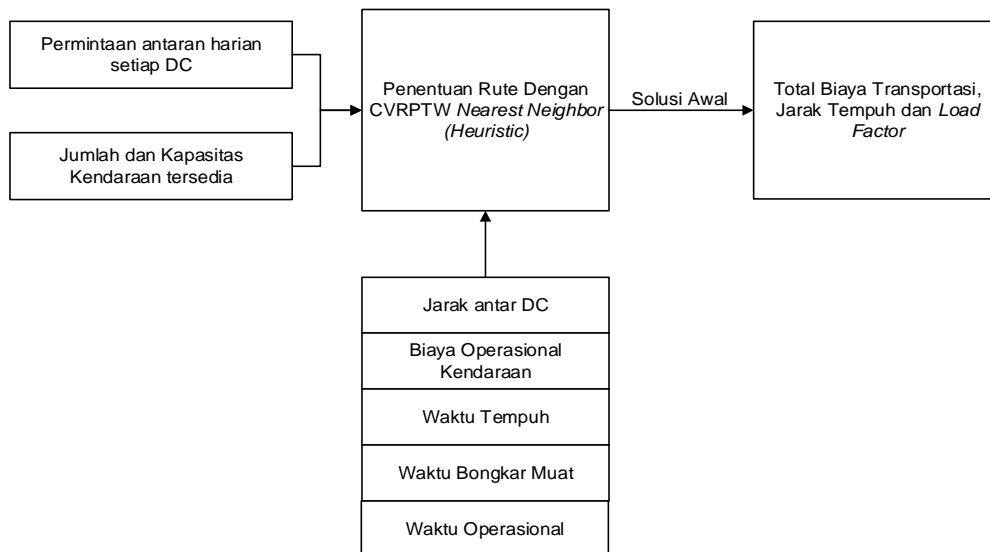
- Langkah 1
Pilih satu titik awal sebagai titik awal (0) yang dipilih berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya, lanjut ke langkah 2.
- Langkah 2
Tentukan titik terdekat (i) dari titik awal, lalu hubungkan dua titik tersebut, lanjut ke langkah 3.

- Langkah 3
Set pelanggan terakhir (i-1) sebagai titik awal, lanjut ke langkah 2 hingga semua pelanggan telah berada pada lintasan.
Jika semua pelanggan telah berada pada lintasan, maka lanjut ke langkah 4.
- Langkah 4
Hentikan proses teknik pemecahan masalah algoritma *Nearest Neighbor*.

III.METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH

III.1 Kerangka Konseptual

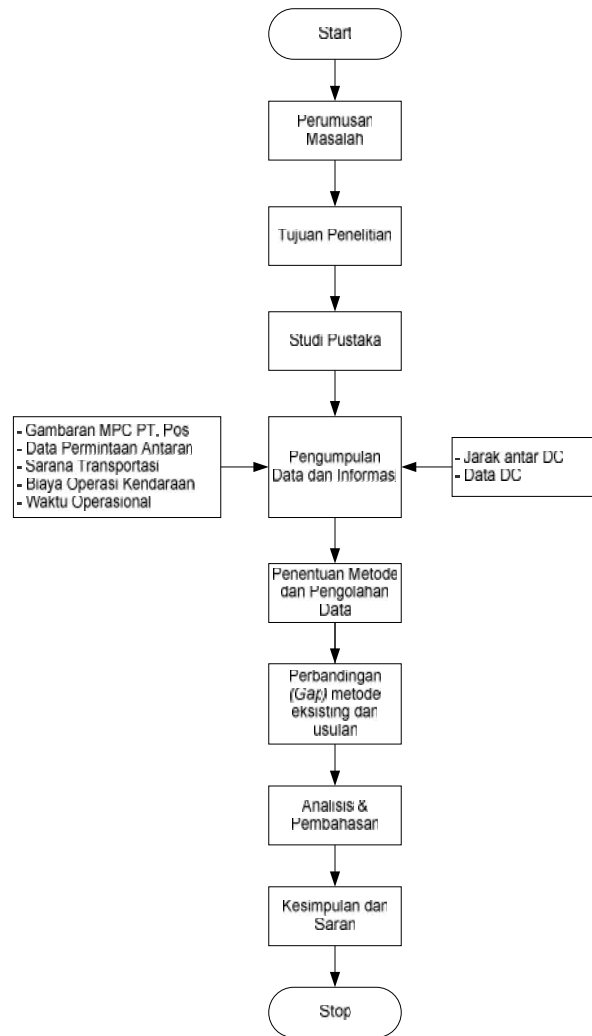
Kerangka konseptual penelitian adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap konsep yang lainya dari masalah yang ingin diteliti. Permasalahan sistem *Transporting* (antaran) yang diterapkan PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 memerlukan model yang mampu mengoptimalkan sistem *Transporting* (antaran), agar dapat meminimalisasi biaya transportasi dan meningkatkan *load factor*. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat dalam gambar 2



Gambar 2. Kerangka Konseptual

III.2 Sistematika Pemecahan Masalah

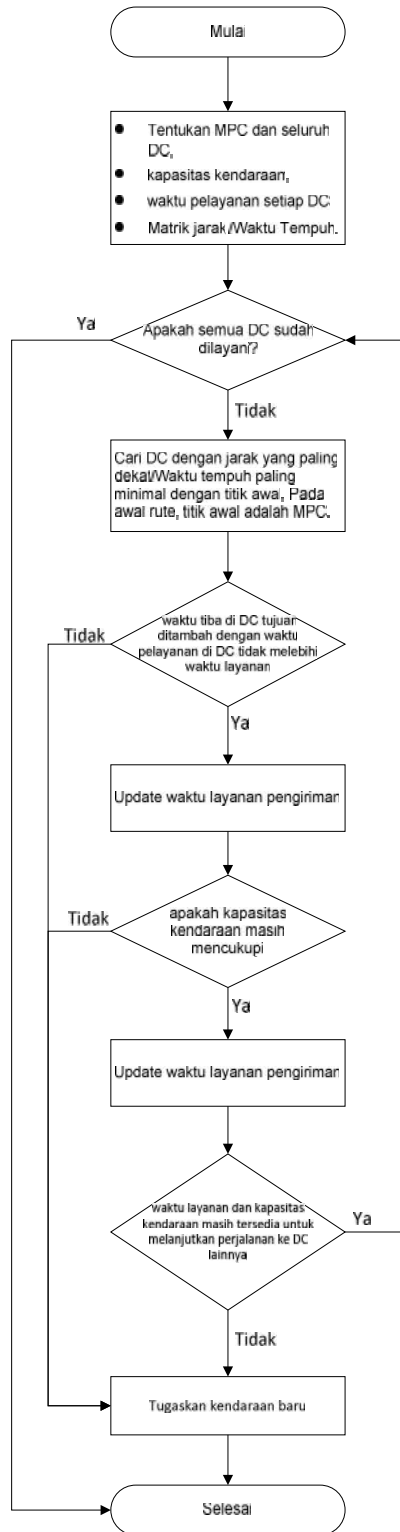
Usulan sistematika pemecahan masalah dalam penelitian ini, seperti yang terlihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Sistematika Pemecahan Masalah

Dari permasalahan yang terjadi, untuk dapat memecahkan masalah yang terjadi penulis memilih pendekatan *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows*, dimana CVRPTW adalah suatu pemecahan masalah dengan tujuan mengoptimalkan rute yang ada tanpa mengabaikan batasan kapasitas kendaraan dan rentang waktu pelayanan. Rute optimal adalah rute yang memberi total jarak tempuh, total biaya perjalanan, atau waktu tempuh total yang minimum.

Setelah didapatkan data antaran dan jarak antara DC yang dituangkan kedalam Matrik Asal Tujuan/OD (*Origin-Destination*), dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor Heuristic* untuk, agar diperoleh solusi rute usulan.

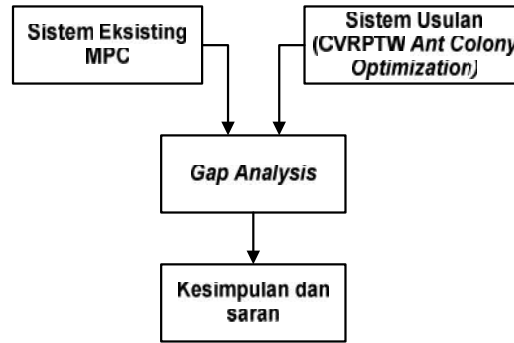


Gambar 4. FlowChart Algoritma Nearest Neighbor Heuristic

Metode Analisis Data

Di dalam analisis dan pembahasan ini yang menjadi pokok garapan atau esensi permasalahannya adalah melakukan analisa terhadap sistem *Transporting* (antaran) untuk pengiriman paket yang berlaku saat ini di PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 dan dibandingkan dengan hasil dari

pengolahan yang dilakukan penulis (*gap analysis*), dengan menggunakan tiga kriteria penilaian, yaitu : total waktu/jarak tempuh, total biaya dan *load factor*.



Gambar 5. *Gap analysis*

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1 Gambaran Umum

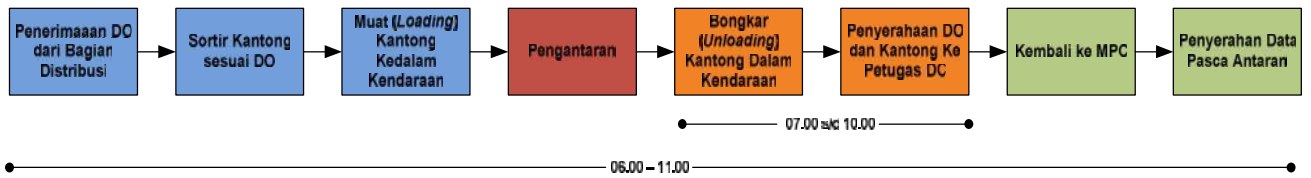
PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 dalam pendistribusiannya melakukan sistem *zoning*, yaitu dengan membagi daerah pengiriman di jaringan tersier menjadi beberapa area pengiriman yang terdiri dari 13 (tiga belas) kantor cabang/*delivery centre* yang tersebar di wilayah Kota Bandung. Berdasarkan data yang diperoleh, alamat dari kantor cabang/*delivery centre* di wilayah Kota Bandung dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alamat MPC dan DC

| NO | NAMA POS DIRIAN | KODE DIRIAN | ALAMAT | DESA/ KELURAHAN | KECAMATAN | KODE POS |
|-----|------------------|-------------|--|-----------------|-----------------------|----------|
| 1. | MPC BANDUNG | 40400 | Jl. Soekarno Hatta No 558 | Sekejati | Buah Batu | 40286 |
| 2. | DC SEKEJATI | 40400 A | Jl. Rancabolang 134 | Sekejati | Buah Batu | 40288 |
| 3. | DC UJUNG BERUNG | 40400 B | Jl. Raya Ujungberung - Cigending No.60 | Pakemitan | Cinambo | 45474 |
| 4. | DC CIPEDES | 40400 C | Jl. Sukadamai 1 | Sukagalih | Sukajadi | 40406 |
| 5. | DC SITUSAEUR | 40400 D | Jl. KH. Wahid Hasyim No.210 | Babakan Asih | Bojongloa Kaler | 40232 |
| 6. | DC ASIA AFRIKA | 40400 E | Jl. Asia Afrika No.49 | Braga | Sumur Bandung | 40111 |
| 7. | DC CIKUTRA | 40400 F | Jl PHH Mustopa No.72 | Cikutra | Cibeunying Kidul | 40124 |
| 8. | DC DAYEUEH KOLOT | 40400 G | Jl. Raya Banjaran | Sukasari | Pameungpeuk | 40376 |
| 9. | DC SOREANG | 40400 H | Jl. Terusan Kopo 369 | Pangauban | Katapang | 40921 |
| 10. | DC CIMAH | 40400 I | Jl. Jend. Gatot Subroto No.1 | Karangmekar | Cimahi Tengah | 40523 |
| 11. | DC CIKERUH | 40400 J | Jl. Raya Jatinangor Km. 21, Cikeruh | Hegarmanah | Jatinangor | 45363 |
| 12. | DC PADALARANG | 40400 K | Jl. Raya Padalarang 508 | Kertamulya | Kerta Jaya Padalarang | 40552 |
| 13. | DC LEMBANG | 40400 L | Jl. Raya Lembang No. 357 | Desa Jayagiri | Kec Lembang | 40391 |
| 14. | DC MAJALAYA | 40400 M | Jl. Stasiun 28 | Majalaya | Majalaya | 40392 |

(Sumber : PT. Pos Indonesia *Mail Processing Center* Bandung 40400)

Pelayanan distribusi paket/barang dari MPC ke setiap *Distribution Center* dilakukan selama hari kerja (senin s/d sabtu) dengan waktu pengiriman dua kali dalam sehari (pagi dan siang). Adapapun proses pengiriman untuk antaran pagi adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Proses Antaran Pagi
 (Sumber : PT. Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung 40400)

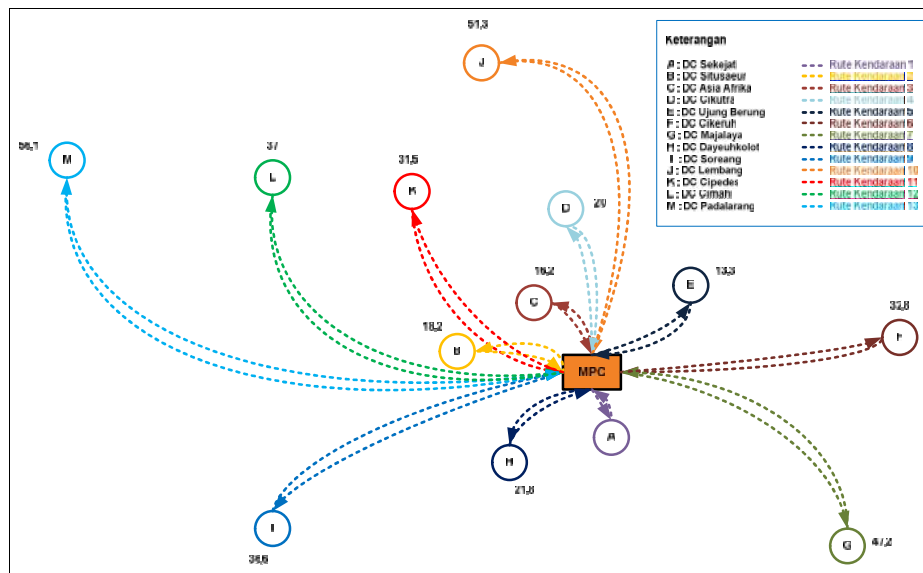
Data jenis, kapasitas, kecepatan kendaraan dan waktu bongkar muat didapatkan melalui pengamatan langsung dilapangan serta wawancara dengan pegawai terkait. Berikut adalah data hasil yang didapat :

Tabel 3. Jenis dan Kapasitas Kendaraan

| Jenis Kendaraan | Jumlah | Kapasitas Kendaraan | Kecepatan Kendaraan | Waktu Bongkar | Waktu Muat |
|-----------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------|------------|
| Suzuki APV Box | 14 Kendaraan | 750 Kg/Kendaraan | 40 Km/Jam | 30 Menit | 30 Menit |

(Sumber : PT. Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung 40400)

Pada kegiatan antaran paket/barang dari *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 ke *Distribution Center* (DC) masih memberlakukan sistem *zoning* yaitu dengan membagi daerah pengiriman di jaringan tersier menjadi beberapa area pengiriman, dimana masing-masing area dilayani oleh satu kendaraan. Waktu pengiriman/antaran dilakukan dua kali dalam sehari yaitu pagi dan siang. Bila terdapat permintaan pengiriman/antara pagi yang melebihi kapasitas kendaraan, maka sisa dari kelebihan kapasitas (yang tidak terangkut), akan dialihkan kepada pengiriman/antaran siang. Bila terdapat permintaan pengiriman/antara siang yang melebihi kapasitas kendaraan, maka sisa dari kelebihan kapasitas (yang tidak terangkut), akan dialihkan kepada pengiriman/antaran pagi dihari berikutnya.



Gambar 7. Pola Rute Pengiriman Eksisting

IV.2 Matrik Jarak dan Waktu Tempuh

Matrik jarak merupakan matrik yang menunjukkan hubungan jarak antara MPC dan DC. Perhitungan jarak dilakukan berdasarkan rute yang biasa dilalui oleh pengantar, sedangkan untuk rute yang belum terbentuk selama ini (baru), dilakukan dengan memilih jarak tempuh terpendek. Perhitungan jarak ini menggunakan

aplikasi google map dengan satuan jarak yang digunakan adalah Kilometer (Km). data matrik jarak asal tujuan seperti pada tabel 4

Matrik waktu tempuh merupakan matrik yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk berpindah dari satu titik ke titik lainnya. Data waktu tempuh didapatkan dari rumus waktu tempuh yaitu hubungan jarak dan kecepatan, dengan kecepatan rata-rata kendaraan adalah 40 Km/Jam. Rumus waktu tempuh dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{\text{Jarak (Km)}}{\text{Kecepatan Rata - rata}}$$

Matrik waktu tempuh asal tujuan seperti pada tabel 5.

Tabel 4. Matrik Jarak (Km)

| TUJUAN \ ASAL | | MPC BANDUNG 40400 (DEPOT) | SEKEJATI | UJUNGBERUNG | CIPEDES | SITUSAEUR | ASIA AFRIKA | CIKUTRA | DAYEUKOLOOT | SOREANG | CIMAHI | CIKERUH | PADALARANG | LEMBANG | MAJALAYA |
|---------------------------|------|---------------------------|----------|-------------|---------|-----------|-------------|---------|-------------|---------|--------|---------|------------|---------|----------|
| | | KODE | MPC | DC A | DC B | DC C | DC D | DC E | DC F | DC G | DC H | DC I | DC J | DC K | DC L |
| MPC BANDUNG 40400 (DEPOT) | MPC | 0.0 | 5.4 | 10.0 | 13.5 | 6.7 | 6.9 | 7.7 | 12.6 | 17.0 | 29.4 | 17.0 | 28.0 | 23.0 | 25.0 |
| SEKEJATI | DC A | 2.3 | 0.0 | 8.3 | 15.8 | 10.4 | 7.9 | 10.0 | 8.4 | 18.6 | 19.8 | 18.9 | 26.7 | 24.0 | 19.4 |
| UJUNGBERUNG | DC B | 8.0 | 6.5 | 0.0 | 15.4 | 15.3 | 8.1 | 7.0 | 16.3 | 34.1 | 20.8 | 12.3 | 34.2 | 22.7 | 20.9 |
| CIPEDES | DC C | 15.2 | 15.8 | 13.7 | 0.0 | 7.2 | 7.8 | 6.4 | 14.9 | 27.8 | 10.1 | 26.5 | 17.7 | 13.5 | 35.1 |
| SITUSAEUR | DC D | 12.6 | 10.5 | 12.4 | 7.5 | 0.0 | 4.6 | 9.3 | 8.2 | 11.1 | 11.2 | 24.9 | 21.0 | 17.7 | 26.7 |
| ASIA AFRIKA | DC E | 10.2 | 9.9 | 9.0 | 7.5 | 4.9 | 0.0 | 3.7 | 10.3 | 15.5 | 12.4 | 20.2 | 21.5 | 16.3 | 27.8 |
| CIKUTRA | DC F | 9.8 | 10.9 | 7.0 | 8.7 | 9.0 | 4.1 | 0.0 | 12.6 | 31.5 | 14.8 | 17.2 | 22.3 | 16.5 | 27.9 |
| DAYEUKOLOOT | DC G | 13.2 | 9.1 | 13.3 | 25.0 | 8.7 | 11.2 | 14.4 | 0.0 | 12.5 | 23.9 | 21.4 | 26.5 | 25.5 | 17.9 |
| SOREANG | DC H | 22.6 | 21.3 | 24.0 | 24.6 | 10.8 | 19.9 | 30.5 | 12.5 | 0.0 | 23.3 | 32.5 | 25.3 | 36.4 | 29.9 |
| CIMAHI | DC I | 26.4 | 21.2 | 23.5 | 7.6 | 10.6 | 14.5 | 13.5 | 22.3 | 24.1 | 0.0 | 37.2 | 7.8 | 15.7 | 48.6 |
| CIKERUH | DC J | 15.7 | 14.8 | 14.4 | 29.9 | 23.6 | 21.1 | 18.3 | 22.6 | 33.7 | 38.6 | 0.0 | 40.4 | 40.1 | 16.9 |
| PADALARANG | DC K | 29.9 | 29.1 | 31.4 | 14.9 | 18.4 | 21.8 | 20.8 | 25.1 | 25.1 | 7.8 | 39.9 | 0.0 | 23.2 | 43.1 |
| LEMBANG | DC L | 27.3 | 25.3 | 23.9 | 12.4 | 18.2 | 16.4 | 16.4 | 34.8 | 39.5 | 17.0 | 49.7 | 20.7 | 0.0 | 45.1 |
| MAJALAYA | DC M | 22.9 | 19.4 | 21.7 | 37.2 | 38.4 | 28.4 | 27.7 | 17.9 | 29.9 | 43.6 | 16.0 | 45.4 | 45.7 | 0.0 |

Tabel 5. Matrik Waktu Tempuh (Jam)

| TUJUAN \ ASAL | | MPC BANDUNG 40400 (DEPOT) | SEKEJATI | UJUNGBERUNG | CIPEDES | SITUSAEUR | ASIA AFRIKA | CIKUTRA | DAYEUKOLOOT | SOREANG | CIMAHI | CIKERUH | PADALARANG | LEMBANG | MAJALAYA |
|---------------------------|------|---------------------------|----------|-------------|---------|-----------|-------------|---------|-------------|---------|--------|---------|------------|---------|----------|
| | | KODE | MPC | DC A | DC B | DC C | DC D | DC E | DC F | DC G | DC H | DC I | DC J | DC K | DC L |
| MPC BANDUNG 40400 (DEPOT) | MPC | 0 | 0.135 | 0.25 | 0.338 | 0.168 | 0.173 | 0.193 | 0.315 | 0.425 | 0.735 | 0.425 | 0.7 | 0.575 | 0.625 |
| SEKEJATI | DC A | 0.06 | 0 | 0.208 | 0.395 | 0.26 | 0.198 | 0.25 | 0.21 | 0.465 | 0.495 | 0.473 | 0.668 | 0.6 | 0.485 |
| UJUNGBERUNG | DC B | 0.20 | 0.163 | 0 | 0.385 | 0.383 | 0.203 | 0.175 | 0.408 | 0.853 | 0.52 | 0.308 | 0.855 | 0.568 | 0.523 |
| CIPEDES | DC C | 0.38 | 0.395 | 0.343 | 0 | 0.18 | 0.195 | 0.16 | 0.373 | 0.695 | 0.253 | 0.663 | 0.443 | 0.338 | 0.878 |
| SITUSAEUR | DC D | 0.32 | 0.263 | 0.31 | 0.188 | 0 | 0.115 | 0.233 | 0.205 | 0.278 | 0.28 | 0.623 | 0.525 | 0.443 | 0.668 |
| ASIA AFRIKA | DC E | 0.26 | 0.248 | 0.225 | 0.188 | 0.123 | 0 | 0.093 | 0.258 | 0.388 | 0.31 | 0.505 | 0.538 | 0.408 | 0.695 |
| CIKUTRA | DC F | 0.25 | 0.273 | 0.175 | 0.218 | 0.225 | 0.103 | 0 | 0.315 | 0.788 | 0.37 | 0.43 | 0.558 | 0.413 | 0.698 |
| DAYEUKOLOOT | DC G | 0.33 | 0.228 | 0.333 | 0.625 | 0.218 | 0.28 | 0.36 | 0 | 0.313 | 0.598 | 0.535 | 0.663 | 0.638 | 0.448 |
| SOREANG | DC H | 0.57 | 0.533 | 0.6 | 0.615 | 0.27 | 0.498 | 0.763 | 0.313 | 0 | 0.583 | 0.813 | 0.633 | 0.91 | 0.748 |
| CIMAHI | DC I | 0.66 | 0.53 | 0.588 | 0.19 | 0.265 | 0.363 | 0.338 | 0.558 | 0.603 | 0 | 0.93 | 0.195 | 0.393 | 1.215 |
| CIKERUH | DC J | 0.39 | 0.37 | 0.36 | 0.748 | 0.59 | 0.528 | 0.458 | 0.565 | 0.843 | 0.965 | 0 | 1.01 | 1.003 | 0.423 |
| PADALARANG | DC K | 0.75 | 0.728 | 0.785 | 0.373 | 0.46 | 0.545 | 0.52 | 0.628 | 0.628 | 0.195 | 0.998 | 0 | 0.58 | 1.078 |
| LEMBANG | DC L | 0.68 | 0.633 | 0.598 | 0.31 | 0.455 | 0.41 | 0.41 | 0.87 | 0.988 | 0.425 | 1.243 | 0.518 | 0 | 1.128 |
| MAJALAYA | DC M | 0.57 | 0.485 | 0.543 | 0.93 | 0.96 | 0.71 | 0.693 | 0.448 | 0.748 | 1.09 | 0.4 | 1.135 | 1.143 | 0 |

IV.3 Demand

Data *demand* merupakan data permintaan pengiriman/antaran setiap DC selama satu bulan yaitu pada bulan januari 2018. Tabel 6 adalah contoh daftar data permintaan pengiriman/antaran setiap DC.

Tabel 6. Data Demand

| DISTRIBUTION CENTER (DC) | | MINGGU 1 | | | | | | |
|--------------------------|--------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | | | | Hari Ke-1 | Hari Ke-2 | Hari Ke-3 | Hari Ke-4 | |
| | | SENIN | SELASA | RABU | KAMIS | JUM'AT | SABTU | MINGGU |
| | | 1-Jan-18 | 2-Jan-18 | 3-Jan-18 | 4-Jan-18 | 5-Jan-18 | 6-Jan-18 | 7-Jan-18 |
| KODE | TUJUAN | BERAT (Kg) | | | | | | |
| DC A | SEKEJATI | | | 750 | 363.59 | 538.61 | 510.64 | |
| DC B | UJUNG BERUNG | | | 403.09 | 295.67 | 291.66 | 376.64 | |
| DC C | CIPEDES | | | 464.79 | 352.83 | 559.6 | 653.22 | |
| DC D | SITUSAEUR | | | 463.24 | 302.07 | 290 | 316.48 | |
| DC E | ASIA AFRIKA | | | 750 | 434 | 750 | 750 | |
| DC F | CIKUTRA | | | 750 | 318.1 | 385.61 | 467.77 | |
| DC G | DAYEUHKOLOT | | | 750 | 280.77 | 207.13 | 146.52 | |
| DC H | SOREANG | | | 498.7 | 186.36 | 220.94 | 433.24 | |
| DC I | CIMAH | | | 478.73 | 263.92 | 750 | 376.2 | |
| DC J | CIKERUH | | | 708.43 | 245.95 | 281.42 | 190.71 | |
| DC K | PADALARANG | | | 220.2 | 253.81 | 273.03 | 156.32 | |
| DC L | LEMBANG | | | 116.8 | 136.7 | 153.42 | 121.01 | |
| DC M | MAJALAYA | | | 198.85 | 198.76 | 208.13 | 187.33 | |

IV.4 Biaya Pengiriman/Antaran

Data *demand* merupakan data permintaan pengiriman/antaran setiap DC selama satu bulan yaitu pada bulan januari 2018. Tabel 6 adalah contoh daftar data permintaan pengiriman/antaran setiap DC.

Biaya Pengiriman/Antaran terdiri dari *fixed cost* dan *variable cost*. Rincian dari biaya pengiriman/antaran adalah sebagai berikut :

- *Fixed Cost*
Pajak Kendaraan : Rp. 1.589.000/kend-tahun
- *Variable Cost*
 - ✓ Bahan Bakar : Harga pertalite = Rp. 7800, dengan konsumsi BMM 1L:12Km
 - ✓ Uang Harian sopir/Kurir : Rp. 30.000 /kend-hari
 - ✓ Perawatan

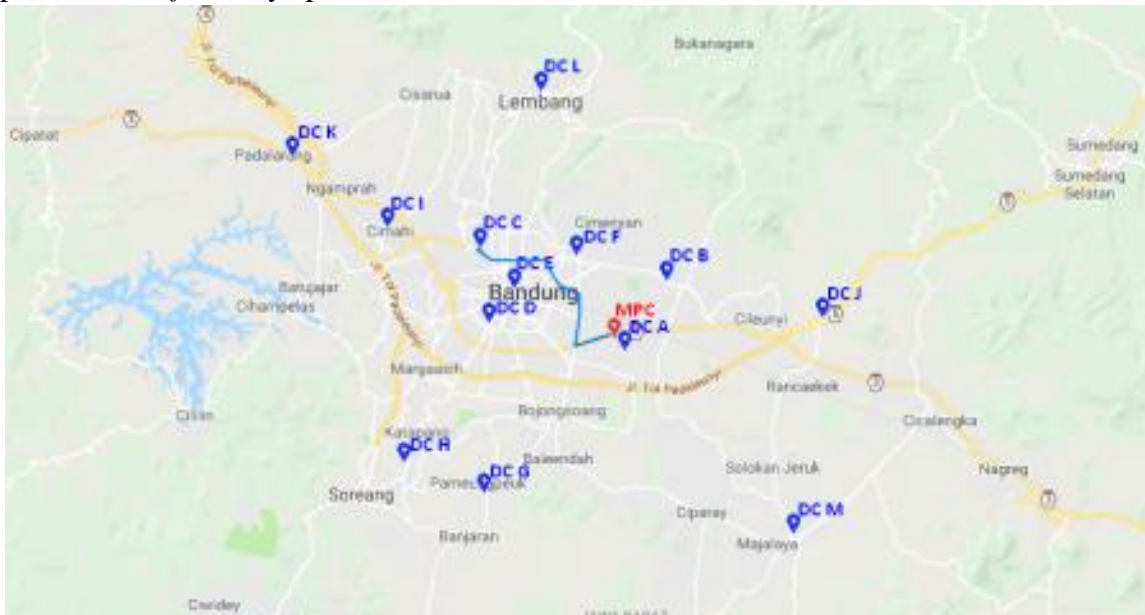
Tabel 7. Tabel Perawatan Kendaraan

| Jenis | Harga | Periode (Km) |
|-------------|---------------|--------------|
| Perawatan A | Rp. 437.000 | 5000 |
| Perawatan B | Rp. 675.000 | 10000 |
| Perawatan C | Rp. 1.126.000 | 20000 |
| Perawatan D | Rp. 1.523.000 | 40000 |
| Ban | Rp. 1.800.000 | 40000 |

IV.5 Pengolahan Data Jarak Tempuh dan *Load Factor* Pengiriman/Antaran Saat Ini

Pengolahan data jarak tempuh dilakukan sesuai dengan rute eksisting yang dilakukan oleh pihak *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 pada kegiatan pengiriman/antaran saat ini, dimana satu DC dilayani oleh satu kendaraan dan pemilihan rute perjalanan berdasarkan kebiasaan dari sopir. Sedangkan untuk *load factor* adalah perhitungan dari nilai kegunaan dari kapasitas muatan yang tersedia dari kendaraan (rata-rata

okupansi), dalam hal ini berdasarkan jumlah paket/barang yang terangkut dari rute yang terbentuk saat ini. Berikut rute saat ini yang digunakan oleh pihak *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 beserta total jarak tempuh dan *load factornya* pada hari ke-1 dalam tabel 8



Gambar 8. Rute Pengiriman Kendaraan 3 Kondisi Saat Ini

Tabel 8. Tabel Jarak Tempuh dan *Load Factor* Kondisi Saat Ini (Hari Ke-1)

| Kend | Rute | <i>Demand</i> Terangkut | <i>Load Factor</i> | Jarak Tempuh |
|------|------------------|-------------------------|--------------------|---------------|
| 1 | MPC - DC A - MPC | 750.00 | 1.00 | 7.70 |
| 2 | MPC - DC B - MPC | 403.09 | 0.54 | 18.00 |
| 3 | MPC - DC C - MPC | 464.79 | 0.62 | 28.70 |
| 4 | MPC - DC D - MPC | 463.24 | 0.62 | 19.30 |
| 5 | MPC - DC E - MPC | 750.00 | 1.00 | 17.10 |
| 6 | MPC - DC F - MPC | 750.00 | 1.00 | 17.50 |
| 7 | MPC - DC G - MPC | 750.00 | 1.00 | 25.80 |
| 8 | MPC - DC H - MPC | 498.70 | 0.66 | 39.60 |
| 9 | MPC - DC I - MPC | 478.73 | 0.64 | 55.80 |
| 10 | MPC - DC J - MPC | 708.43 | 0.94 | 32.70 |
| 11 | MPC - DC K - MPC | 220.20 | 0.29 | 57.90 |
| 12 | MPC - DC L - MPC | 116.80 | 0.16 | 50.30 |
| 13 | MPC - DC M - MPC | 198.85 | 0.27 | 47.90 |
| | | | 0.67 | 418.30 |

IV.6 Pengolahan Data Waktu Pelayanan Pengiriman/Antaran Saat Ini

Waktu pelayanan pengiriman merupakan total waktu yang diperlukan kendaraan untuk melakukan proses pengiriman/antaran. Pengolahan data waktu pelayanan pengiriman/antaran saat ini terdiri dari waktu bongkar paket/barang, waktu muat paket/barang, dan waktu tempuh kendaraan berdasarkan rute pengiriman/antaran yang dilakukan pihak *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 saat ini. Untuk waktu pelayanan rute pengiriman/antaran saat ini setiap harinya sama, dikarenakan untuk rute setiap hari setiap kendaraan sama. Berikut waktu pelayanan pengiriman/antaran rute pengiriman/antaran saat ini dalam tabel 9.

Tabel 9. Tabel Waktu Pelayanan Kondisi Saat Ini

| Kend | Rute | Jarak Tempuh | Waktu Muat (Menit) | Waktu Bongkar (Menit) | Waktu Tempuh (Menit) | Waktu Pelayanan (Menit) |
|------|------------------|--------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | MPC - DC A - MPC | 7,70 | 30 | 30 | 12 | 72 |
| 2 | MPC - DC B - MPC | 18,00 | 30 | 30 | 27 | 87 |
| 3 | MPC - DC C - MPC | 28,70 | 30 | 30 | 43 | 103 |
| 4 | MPC - DC D - MPC | 19,30 | 30 | 30 | 29 | 89 |
| 5 | MPC - DC E - MPC | 17,10 | 30 | 30 | 26 | 86 |
| 6 | MPC - DC F - MPC | 17,50 | 30 | 30 | 26 | 86 |
| 7 | MPC - DC G - MPC | 25,80 | 30 | 30 | 39 | 99 |
| 8 | MPC - DC H - MPC | 39,60 | 30 | 30 | 59 | 119 |
| 9 | MPC - DC I - MPC | 55,80 | 30 | 30 | 84 | 144 |
| 10 | MPC - DC J - MPC | 32,70 | 30 | 30 | 49 | 109 |
| 11 | MPC - DC K - MPC | 57,90 | 30 | 30 | 87 | 147 |
| 12 | MPC - DC L - MPC | 50,30 | 30 | 30 | 75 | 135 |
| 13 | MPC - DC M - MPC | 47,90 | 30 | 30 | 72 | 132 |

IV.7 Pengolahan Data Biaya Pengiriman Pengiriman/Antaran Saat Ini

Pengolahan data biaya pengiriman/antaran terdiri dari *fixed cost* dan *variable cost*. Dimana *fixed cost* yaitu biaya pajak kendaraan dan uang harian. Untuk *variable cost* terdiri dari biaya bahan bakar, dan biaya perawatan. Agar sesuai dengan kondisi diteliti dalam periode hari, maka seluruh biaya dikonversi menjadi harian untuk *fixed cost* dan untuk *variabel cost* menjadi setiap Km. Dengan jumlah hari kerja pertahun adalah 294 hari.

• *Fixed Cost*

- ✓ Pajak Kendaraan = Rp. 1.589.000/kend-tahun = Rp. 1.589.000/294 = Rp. 5.405/kend-hari
- ✓ Uang Harian : Rp. 30.000 /kend-hari

Total Biaya *Fixed Cost* = Rp. 5.405 + Rp. 30.000 = Rp. 35.405/kend-hari

• *Variable Cost*

- ✓ Bahan Bakar = Rp. 7.800, (dengan konsumsi BMM 1L:12Km)
Konsumsi BBM per Km adalah Rp.7.800/12 = Rp. 650/Km
- ✓ Perawatan :

Tabel 10. Tabel Perawatan Kendaraan

| Jenis | Harga | Periode (Km) | Harga/Km |
|------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| Perawatan A | Rp. 437.000 | 5000 | Rp. 87 |
| Perawatan B | Rp. 675.000 | 10000 | Rp. 68 |
| Perawatan C | Rp. 1.126.000 | 20000 | Rp. 56 |
| Perawatan D | Rp. 1.523.000 | 40000 | Rp. 38 |
| Ban | Rp. 1.800.000 | 40000 | Rp. 45 |
| Total Biaya Perawatan | | | Rp. 294 |

Contoh perhitungan :

- Perawatan A membutuhkan biaya Rp. 437.000, dimana perawatan tersebut harus dilakukan setiap 5000 Km.

- *Biaya Perawatan A per Km* = $Rp.437.000 / 5000 = Rp. 87 / Km$
- Total Biaya Variable Cost* = $Rp. 650 + Rp. 294 = Rp. 944/Km$

Setelah didapatkan biaya pengiriman/antaran yang sesuai dengan periode penelitian, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya setiap hari.

Untuk biaya pengiriman/antaran setiap harinya sama, dikarenakan untuk rute dan jumlah kendaraan yang digunakan setiap hari sama. Berikut biaya pengiriman/antaran rute pengiriman/antaran saat ini dalam tabel 11.

Tabel 11. Tabel Biaya Pengiriman/Antaran Harian Kondisi Saat Ini

| Kend | Rute | Jarak Tempuh | Fixed Cost | Variabel Cost | Total Biaya |
|---------------------------|------------------|--------------|------------|---------------|------------------|
| 1 | MPC - DC A - MPC | 7.70 | Rp35,405 | Rp7,269 | Rp42,674 |
| 2 | MPC - DC B - MPC | 18.00 | Rp35,405 | Rp16,992 | Rp52,397 |
| 3 | MPC - DC C - MPC | 28.70 | Rp35,405 | Rp27,093 | Rp62,498 |
| 4 | MPC - DC D - MPC | 19.30 | Rp35,405 | Rp18,219 | Rp53,624 |
| 5 | MPC - DC E - MPC | 17.10 | Rp35,405 | Rp16,142 | Rp51,547 |
| 6 | MPC - DC F - MPC | 17.50 | Rp35,405 | Rp16,520 | Rp51,925 |
| 7 | MPC - DC G - MPC | 25.80 | Rp35,405 | Rp24,355 | Rp59,760 |
| 8 | MPC - DC H - MPC | 39.60 | Rp35,405 | Rp37,382 | Rp72,787 |
| 9 | MPC - DC I - MPC | 55.80 | Rp35,405 | Rp52,675 | Rp88,080 |
| 10 | MPC - DC J - MPC | 32.70 | Rp35,405 | Rp30,869 | Rp66,274 |
| 11 | MPC - DC K - MPC | 57.90 | Rp35,405 | Rp54,658 | Rp90,063 |
| 12 | MPC - DC L - MPC | 50.30 | Rp35,405 | Rp47,483 | Rp82,888 |
| 13 | MPC - DC M - MPC | 47.90 | Rp35,405 | Rp45,218 | Rp80,623 |
| Total Biaya Harian | | | | | Rp855,140 |

Contoh perhitungan :

Biaya Pengiriman/Antaran kendaraan ke-3 setiap harinya

- *Fixed Cost* = $Rp. 35.405/kend-hari$
- *Variable Cost* = *Biaya Variabel x Jarak Tempuh* = $Rp. 944 x 28,70 Km = Rp 27.093$
- *Total Biaya* = *Fixed Cost + Variable Cost* = $Rp. 35.405 + Rp 27.093 = Rp. 62.498$

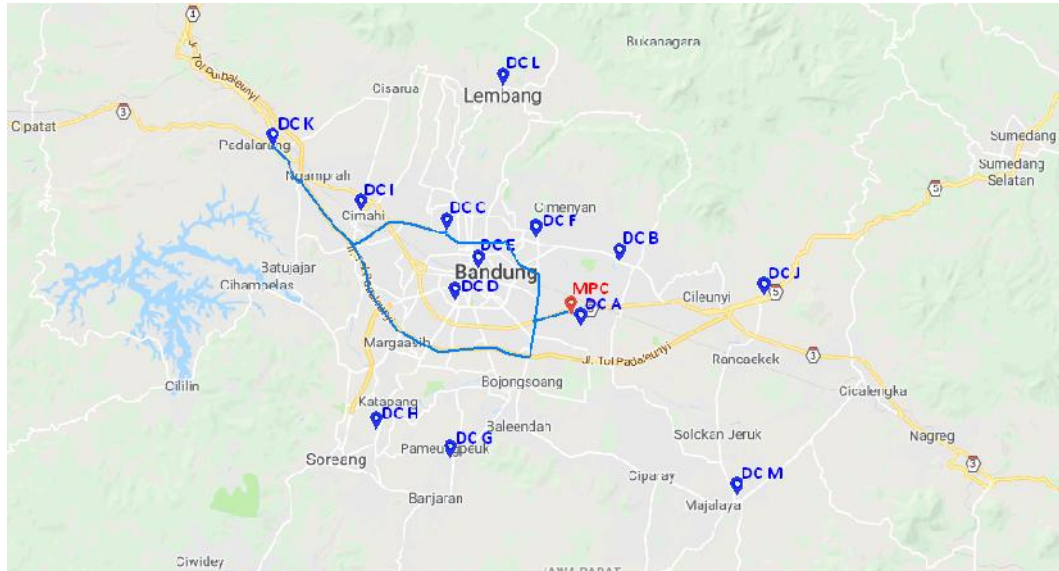
IV.8 Pengolahan Data *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* (CVRPTW)

Untuk mendapatkan rute usulan, maka dilakukan pengolahan data menggunakan pemodelan *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* (CVRPTW), penggunaan varian *time windows* ini dikarenakan terdapat batasan waktu pelayanan pengiriman/antaran, dimana sesuai dengan kebijakan perusahaan bahwa rentang waktu untuk proses antaran pagi dilakukan pada pukul 06.00 s/d 11.00. Pada pengolahan data *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* (CVRPTW) ini menggunakan metode *Nearest Neighbor Heuristic*. Berikut adalah hasil rute yang terbentuk dengan metode *nearest neighbor* pada hari ke-1 dalam tabel 12.

Tabel 12. Rute Inisialisasi

| Kend | Rute Inisialisasi |
|------|-------------------------|
| 1 | MPC - DC A - MPC |
| 2 | MPC - DC D - DC L - MPC |

| Kend | Rute Inisialisasi |
|------|-------------------------|
| 3 | MPC - DC E - MPC |
| 4 | MPC - DC F - MPC |
| 5 | MPC - DC B - DC M - MPC |
| 6 | MPC - DC G - MPC |
| 7 | MPC - DC C - DC K - MPC |
| 8 | MPC - DC H - MPC |
| 9 | MPC - DC J - MPC |
| 10 | MPC - DC I - MPC |



Gambar 9. Rute Pengiriman Kendaraan 7 Nearest Neighbor

IV.9 Pengolahan Data Jarak Tempuh dan *Load Factor* Pengiriman/Antaran *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW)*

Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor Heuristic* untuk pembentukan rute usulan, maka dilakukan pengolahan data jarak tempuh berdasarkan rute yang telah terbentuk serta *load factor*. *Load factor* adalah perhitungan nilai kegunaan dari kapasitas muatan yang tersedia pada kendaraan (rata-rata okupansi), dalam hal ini berdasarkan jumlah paket/barang yang terangkut pada setiap jarak tempuh dari rute suatu yang terbentuk, dengan tidak mempertimbangkan jarak perjalanan kembali ke MPC. Berikut rute usulan beserta total jarak tempuh dan *load factor* nya untuk hari ke-1 dalam tabel 13.

Tabel 13. Tabel Jarak Tempuh dan *Load Factor* Rute Usulan

| Kend | Rute Usulan | <i>Demand</i> Terangkut | <i>Load</i> <i>Factor</i> | Jarak Tempuh |
|------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | MPC - DC A - MPC | 750 | 1.00 | 7.7 |
| 2 | MPC - DC D - DC L - MPC | 580.04 | 0.33 | 51.7 |
| 3 | MPC - DC E - MPC | 750 | 1.00 | 17.1 |
| 4 | MPC - DC F - MPC | 750 | 1.00 | 17.5 |
| 5 | MPC - DC B - DC M - MPC | 601.94 | 0.44 | 53.8 |
| 6 | MPC - DC G - MPC | 750 | 1.00 | 25.8 |

| Kend | Rute Usulan | Demand Terangkut | Load Factor | Jarak Tempuh |
|------|-------------------------|------------------|-------------|--------------|
| 7 | MPC - DC C - DC K - MPC | 684.99 | 0.56 | 61.1 |
| 8 | MPC - DC H - MPC | 498.7 | 0.66 | 39.6 |
| 9 | MPC - DC J - MPC | 708.43 | 0.94 | 32.7 |
| 10 | MPC - DC I - MPC | 478.73 | 0.64 | 55.8 |
| | | | 0.76 | 362.8 |

Contoh Perhitungan :

Jarak tempuh kendaraan ke-7 hari ke-1

Untuk perhitungan jarak tempuh pada rute kendaraan ke-7 pada hari ke-1, kendaraan tersebut melayani DC C dan DC K, maka rute yang terbentuk adalah MPC – DC C – DC K – MPC, adalah sebagai berikut :

MPC ke DC C = 13,50 Km

DC C ke DC K = 17,70 Km

DC K ke MPC = 29,90 Km

Total jarak tempuh = 13,50 + 17,70 + 29,90 = 61,10 Km

Load factor kendaraan ke-7 hari ke-1

Untuk perhitungan *load factor* pada rute kendaraan ke-7 pada hari ke-1, kendaraan tersebut melayani DC C dan DC K, dengan demand yang terangkut 684.99 Kg yang terdiri dari :

Demand DC C = 464.79 Kg

Demand DC K = 220.20 Kg

Karena rute yang terbentuk adalah MPC- DC C – DC K – MPC, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Load Factor} &= \frac{(\text{Demand terangkut MPC ke C} \times \text{Jarak MPC ke C}) + (\text{Demand terangkut C ke K} \times \text{Jarak C ke K})}{(\text{Kapasitas tersedia MPC ke C} \times \text{jarak MPC ke C}) + (\text{Kapasitas tersedia C ke K} \times \text{jarak C ke K})} \\
 &= \frac{(684,99 \text{ Kg} \times 13,50 \text{ Km}) + (220,20 \text{ Kg} \times 17,70 \text{ Km})}{(750 \text{ Kg} \times 13,50 \text{ Km}) + (750 \text{ Kg} \times 17,70 \text{ Km})} = \frac{9247,37 + 3897,54}{10125 + 13275} = \frac{13144,91 \text{ kg} - \text{km}}{23400 \text{ kg} - \text{km}} = 0,56
 \end{aligned}$$

IV.10 Pengolahan Data Waktu Pelayanan Pengiriman/Antaran *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW)*

Waktu pelayanan pengiriman merupakan total waktu yang diperlukan kendaraan untuk melakukan proses pengiriman/antaran. Pengolahan data waktu pelayanan pengiriman/antaran ini terdiri dari waktu muat paket/barang, waktu bongkar paket/barang, dan waktu tempuh kendaraan berdasarkan rute yang terbentuk. Hasil pengolahan data waktu pelayanan untuk rute usulan pada hari ke-1 dalam tabel 14.

Tabel 14. Tabel Waktu Pelayanan Rute Usulan

| Kend | Rute Usulan | Jarak Tempuh | Waktu Muat (Menit) | Waktu Bongkar (Menit) | Waktu Tempuh (Menit) | Waktu Pelayanan (Menit) |
|------|-------------------------|--------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | MPC - DC A - MPC | 7.7 | 30 | 30 | 12 | 72 |
| 2 | MPC - DC D - DC L - MPC | 51.7 | 30 | 60 | 78 | 168 |

| Kend | Rute Usulan | Jarak Tempuh | Waktu Muat (Menit) | Waktu Bongkar (Menit) | Waktu Tempuh (Menit) | Waktu Pelayanan (Menit) |
|------|-------------------------|--------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 3 | MPC - DC E - MPC | 17.1 | 30 | 30 | 26 | 86 |
| 4 | MPC - DC F - MPC | 17.5 | 30 | 30 | 26 | 86 |
| 5 | MPC - DC B - DC M - MPC | 53.8 | 30 | 60 | 81 | 171 |
| 6 | MPC - DC G - MPC | 25.8 | 30 | 30 | 39 | 99 |
| 7 | MPC - DC C - DC K - MPC | 61.1 | 30 | 60 | 92 | 182 |
| 8 | MPC - DC H - MPC | 39.6 | 30 | 30 | 59 | 119 |
| 9 | MPC - DC J - MPC | 32.7 | 30 | 30 | 49 | 109 |
| 10 | MPC - DC I - MPC | 55.8 | 30 | 30 | 84 | 144 |

Contoh Perhitungan :

Waktu pelayanan kendaraan ke-7 hari ke-1

Untuk perhitungan waktu pelayanan kendaraan ke-7 pada hari ke-1, kendaraan tersebut melayani DC C dan DC K, dengan rute yang terbentuk adalah MPC – DC C – DC K – MPC, maka :

Waktu Muat di MPC (WM MPC) = 30 Menit

Waktu Bongkar di DC C (WB C) = 30 Menit

Waktu Bongkar di DC K (WB K) = 30 Menit

$$\text{Waktu Perjalanan} = \frac{\text{jarak tempuh}}{\text{Rata-rata kecepatan}} = \frac{61,10}{40\text{km/jam}} = \frac{61,10}{40/60} = 92 \text{ Menit}$$

Waktu Pelayanan = WM MPC + WB C + WB K + Waktu Perjalanan = 30 + 30 + 30 + 92 = 182 Menit = 3 jam 2 menit

IV.11 Pengolahan Data Biaya Pengiriman Pengiriman/Antaran Pengiriman/Antaran *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows (CVRPTW)*

Pengolahan data biaya pengiriman/antaran rute usulan terdiri dari *fixed cost* dan *variable cost*. Dimana *fixed cost* yaitu biaya pajak kendaraan dan uang harian. Untuk *variable cost* terdiri dari biaya bahan bakar dan biaya perawatan.

Untuk biaya pengiriman/antaran rute usulan yang terbentuk untuk hari ke-1 dalam tabel 15.

Tabel 15. Tabel Biaya Pengiriman/Antaran Harian Rute Usulan

| Kend | Rute Usulan | Jarak Tempuh | Fixed Cost | Variabel Cost | Total |
|------|-------------------------|--------------|------------|---------------|----------|
| 1 | MPC - DC A - MPC | 7.7 | Rp35,405 | Rp7,269 | Rp42,674 |
| 2 | MPC - DC D - DC L - MPC | 51.7 | Rp35,405 | Rp48,805 | Rp84,210 |
| 3 | MPC - DC E - MPC | 17.1 | Rp35,405 | Rp16,142 | Rp51,547 |
| 4 | MPC - DC F - MPC | 17.5 | Rp35,405 | Rp16,520 | Rp51,925 |
| 5 | MPC - DC B - DC M - MPC | 53.8 | Rp35,405 | Rp50,787 | Rp86,192 |
| 6 | MPC - DC G - MPC | 25.8 | Rp35,405 | Rp24,355 | Rp59,760 |
| 7 | MPC - DC C - DC K - MPC | 61.1 | Rp35,405 | Rp57,678 | Rp93,083 |

| Kend | Rute Usulan | Jarak Tempuh | Fixed Cost | Variabel Cost | Total |
|---------------------------|------------------|--------------|------------|---------------|------------------|
| 8 | MPC - DC H - MPC | 39.6 | Rp35,405 | Rp37,382 | Rp72,787 |
| 9 | MPC - DC J - MPC | 32.7 | Rp35,405 | Rp30,869 | Rp66,274 |
| 10 | MPC - DC I - MPC | 55.8 | Rp35,405 | Rp52,675 | Rp88,080 |
| Total Biaya Harian | | | | | Rp696,533 |

Contoh perhitungan :

Biaya Pengiriman/Antaran kendaraan ke-7 hari ke-1

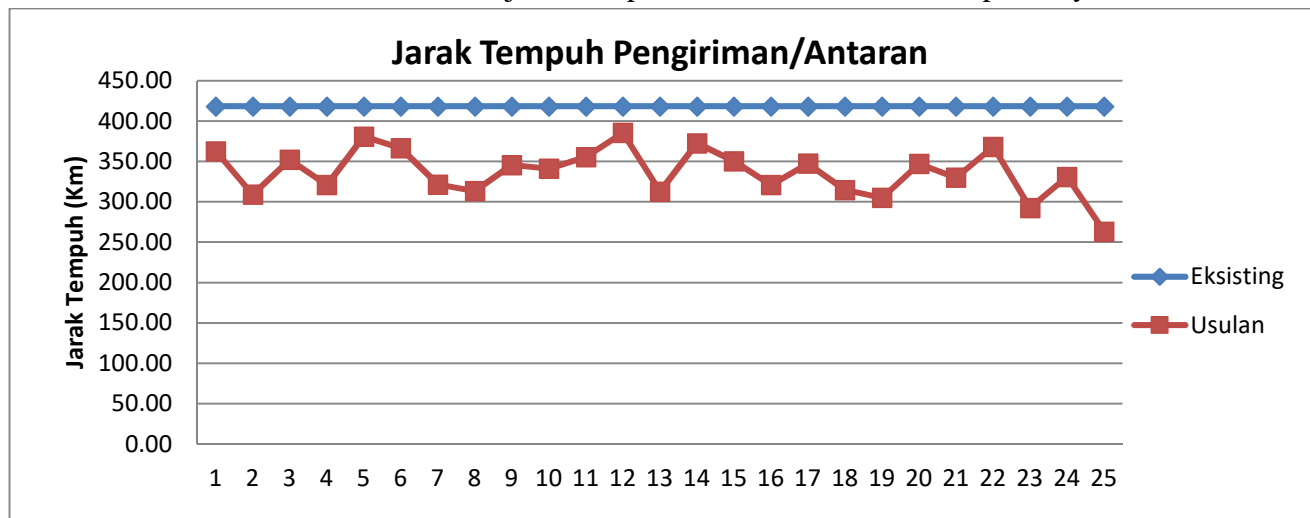
Fixed Cost = Rp. 35.405/kend-hari

Variable Cost = Biaya Variabel x Jarak Tempuh = Rp. 944 x 61.10 = Rp. 57.678

Total Biaya = *Fixed Cost* + *Variable Cost* = Rp. 35.405 + Rp 57.678 = Rp. 93.083

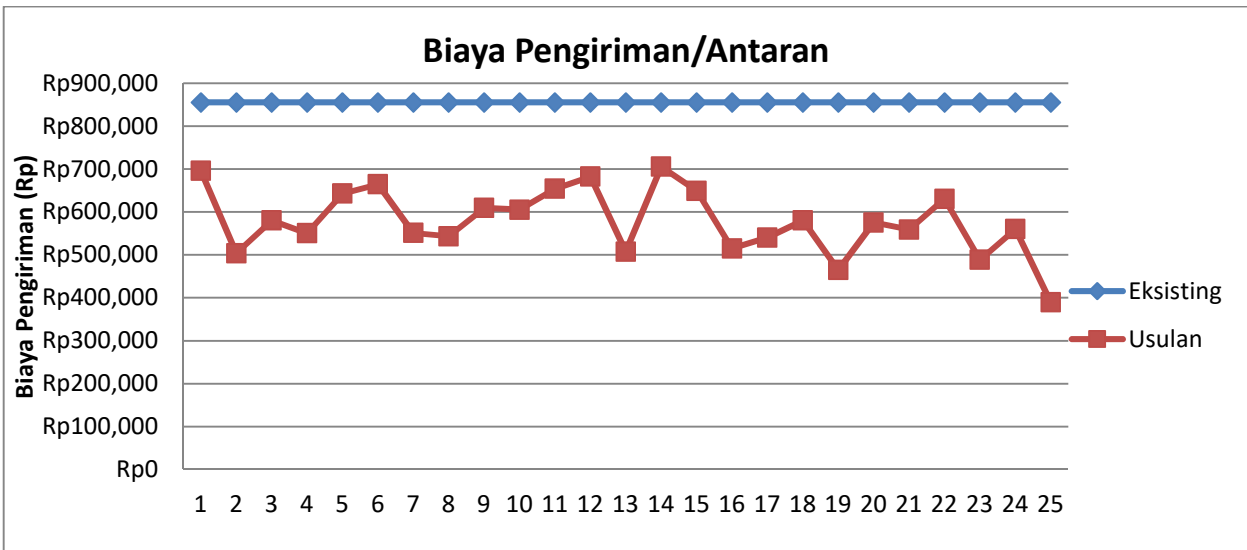
IV.12 Analisis dan Pembahasan

Dari hasil perbandingan antara sistem pengiriman/antaran saat ini (eksisting) dan sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic*, didapat bahwa terjadi kesenjangan total jarak tempuh dalam satu bulan sebesar 2043,50 Km atau sekitar 20%, dimana sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman/antaran saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata 82,83 Km atau sekitar 20%, total jarak tempuh seluruh kendaraan setiap harinya.



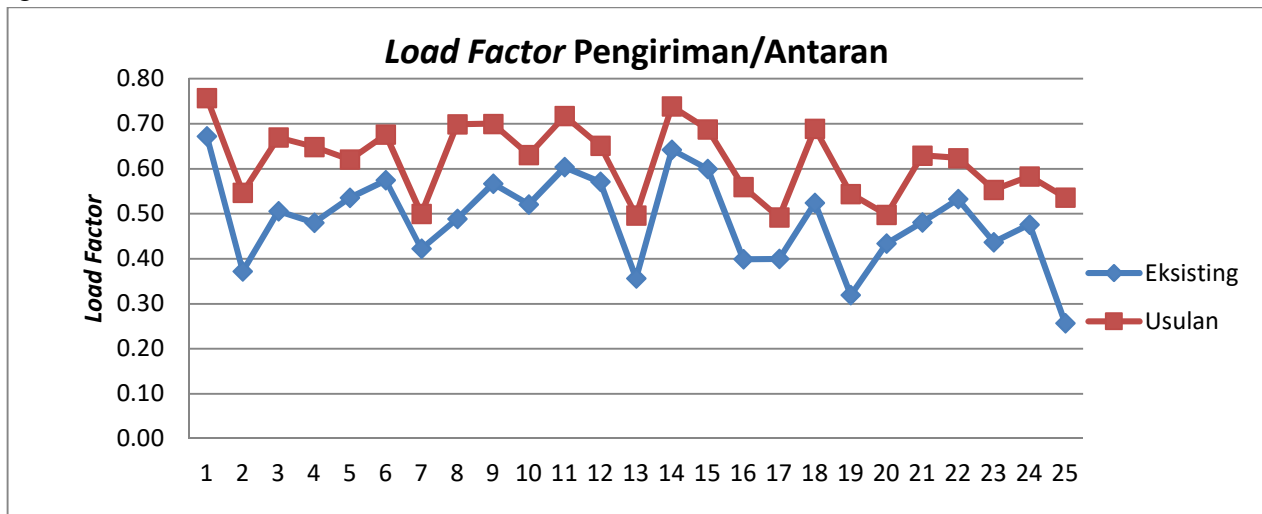
Gambar 10. Jarak Tempuh Pengiriman/Antaran

Kesenjangan total biaya dalam satu bulan sebesar Rp. 6.921.169 atau sekitar 32%, dimana sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman/antaran saat ini (eksisting) dan dapat menghemat rata-rata biaya setiap harinya sebesar Rp. 276.847 atau sekitar 37 %.



Gambar 11. Biaya Pengiriman/Antaran

Dari hasil perbandingan antara sistem pengiriman/antaran saat ini (eksisting) dan sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic*, didapat bahwa terjadi kesenjangan rata-rata *load factor* dalam satu bulan sebesar 0,13 atau sekitar 28%, dimana sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* lebih baik dari sistem pengiriman/antaran saat ini (eksisting) dan dapat meningkatkan *load factor* sebesar 0,13 atau sekitar 28 %.



Gambar 12. Load Factor Pengiriman/Antaran

Selain hal tersebut, sistem pengiriman/antaran saat ini (eksisting) setiap harinya membutuhkan 13 kendaraan aktif dan sesuai dengan kebijakan perusahaan menyediakan 1 kendaraan cadangan, jadi total kendaraan yang dibutuhkan sebanyak 14 kendaraan. Sedangkan untuk sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic*, maksimal kendaraan yang beroperasi sebanyak 10, jika tetap memberlakukan kebijakan perusahaan dengan menyediakan 1 kendaraan cadangan, jadi total kendaraan yang dibutuhkan untuk sistem pengiriman/antaran usulan dengan metode *nearest neighbor heuristic* sebanyak 11 kendaraan.

Dari hasil tersebut, terbukti bahwa sistem pengiriman/antaran yang diterapkan oleh PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 saat ini (eksisting) kurang optimal jika dibandingkan dengan sistem pengiriman/antaran usulan metode *nearest neighbor heuristic*, dimana optimalisasi sistem pengiriman/antaran

adalah suatu upaya pengiriman/antaran paket/barang secara efektif dan efisien. Bila dilihat dari sisi efektifitas, kedua sistem tersebut efektif, dimana setiap permintaan pengiriman/antaran paket/barang dapat sesuai *Delivery Order*, tetapi bila dilihat dari sisi efisiensi, tentu saja metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dibandingkan metode eksisting

Tabel 16. Tabel Gap Analysis

| Sistem Pengiriman/Antaran | Total Jarak Tempuh | Total Biaya | Load Faktor |
|---------------------------|--------------------|----------------|-------------|
| Eksisting | 10.457,50 | Rp. 21.378.505 | 0,48 |
| Usulan | 8.414,00 | Rp. 14.457.336 | 0,61 |
| Gap | -2.043,50 | -Rp. 6.921.169 | 0,13 |
| % Gap | -20% | -32% | 28% |

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jika dilihat dari segi efektifitas, dimana efektifitas tersebut adalah memfokuskan terhadap kesesuaian antara pengiriman/antaran paket/barang dan *Delivery Order*, kedua metode mempunyai nilai efektifitas yang sama, dimana permintaan pengiriman/antaran paket/barang dapat terpenuhi.
2. Jika dilihat dari segi efisiensi jarak tempuh, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dari metode saat ini (eksisting), hal tersebut dibuktikan dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* total jarak tempuh sebesar 8.414 Km, sedangkan apabila menggunakan metode saat ini (eksisting), jarak tempuh sebesar 10.457,50 Km, terjadi *gap* sebesar 20%, dengan kata lain dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat jarak tempuh kendaraan sebesar 2.043,50 Km setiap bulannya.
3. Jika dilihat dari segi efisiensi biaya, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dari metode saat ini (eksisting), hal tersebut dibuktikan dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* total biaya yang harus dikeluarkan pihak PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 dalam 1 (satu) bulan penelitian sebesar Rp. 14.457.336,- sedangkan apabila menggunakan metode saat ini (eksisting) total biaya yang harus dikeluarkan pihak PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 sebesar Rp. 21.378.505,- terjadi *gap* sebesar 32%, dengan kata lain dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat total biaya pengeluaran dalam 1 (satu) bulan sebesar Rp 6.921.162,-.
4. Jika dilihat dari segi efisiensi nilai kegunaan dari kapasitas muatan yang tersedia dari kendaraan (rata-rata okupansi), dalam hal ini jumlah paket/barang yang terangkut setiap kendaraan dari rute yang terbentuk, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dari metode eksisting, hal tersebut dibuktikan dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic*, *load factor* kendaraan sebesar 0.61, sedangkan apabila menggunakan saat ini (eksisting) *load factor* kendaraan sebesar 0.48, terjadi *gap* sebesar 28%, dengan kata lain dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat mengoptimalkan pemanfaatan kendaraan sebesar 0.13.
5. Jika dilihat dari segi efisiensi penggunaan kendaraan, metode *nearest neighbor heuristic* lebih efisien dari metode eksisting, hal tersebut dibuktikan dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* total kendaraan yang dibutuhkan pihak PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 sebanyak 11 kendaraan sedangkan apabila menggunakan metode eksisting total kendaraan yang dibutuhkan pihak PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 sebanyak 14 kendaraan, terjadi

gap sebesar 3 kendaraan, dengan kata lain dengan menggunakan metode *nearest neighbor heuristic* dapat menghemat pengeluaran biaya untuk kendaraan yang menjadi beban PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400.

V.2 Saran

Beberapa saran dalam penelitian ini antara lain :

1. PT. Pos Indonesia *Mail Processing Centre* (MPC) Bandung 40400 sebaiknya mengkaji ulang sistem pengiriman/antaran agar dalam lebih optimal.
2. Dikarenakan kendala waktu penelitian yang terbatas, maka dalam penelitian ini waktu tempuh (*travel time*) hanya berdasarkan jarak tempuh (*travel distance*) dan rata-rata kecepatan kendaraan. Sedangkan pada kenyataannya di area perkotaan waktu perjalanan (*travel time*) tergantung dari kondisi kepadatan jalan yang berbeda-beda setiap waktu. Sehingga pada penelitian selanjutnya, untuk menambah tingkat akurasi dapat menggunakan waktu perjalanan (*travel time*) yang mempertimbangkan kondisi kepadatan jalan.

Daftar Pustaka

- Aliyuddin, A., Puspitorini, P.S., Muslimin, M. (2017) Metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) Dalam Mengoptimalkan Rute Distribusi Air Minum PT. SMU, Seminar Nasional Teknik Industri 2017, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya
- Ballou, R.H. (2004) : *Business Logistics/Supply Chains Management 5 ed.* New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Basriati, S., & Sunarya, R. (2015). Optimasi distribusi Koran menggunakan metode saving matriks (studi kasus : PT. Riau Pos Intermedia). *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTKI) 7*, 448-453
- Bodin L., Golden B.M., Assad A., Ball M. (1983) : *Routing and Scheduling of Vehicles and Crews : the state of art, Computer and Operations Research*, 11 (2), 63-211
- Bulan, T.P.L (2016) Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Harga terhadap Loyalitas Konsumen pada PT. Tiki Jalur Nugraha Ekakurir Agen Kota Langsa, *Jurnal Manajemen Dan Keuangan, Vol.5, No.2*
- Council of Supply Chains Management Professional (2017)., *Supply Chains Management Terms and Glossary*
- Dantzig, G.B., and Ramser, J.H. (1959) : *The Truck Dispatching Problem, Management Science*, 6, pp. 80-91
- Diasari, S.A. (2016) Pengaruh Harga, Produk Dan Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen : Volume 5, Nomor 12, Desember 2016, ISSN : 2461-0593*
- Hadhiatma, A., Purbo, A (2017) *Vehicle Routing Problem Untuk Distribusi Barang Menggunakan Algoritma Semut*, Prosiding SNATIF Ke-4, ISBN: 978-602-1180-50-1
- Labadie, N., Prins, C., Prodhon, C. (2016) *Metaheuristic For Vehicle Routing Problem*. USA : John Wiley & Sons
- Larsen, J. (1999) : *Vehicle Routing with Time Windows – Finding Optimal Solutions Efficiently*, DORSynt, Dans Selskab for Operations Analysis
- Purnomo, A. (2010) : Analisis Rute Pendistribusian Dengan Menggunakan Metode *Nearest Insertion Heuristic* Persoalan *The Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRPTW) (Studi Kasus Di Koran Harian Pagi Tribun Jabar), Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri. “Pemberdayaan Rekayasa Industri Berbasis *Eco-Efficiency* pada Era Perdagangan Bebas”, ISBN : 978-602-98058-0-2. Bandung
- Rushton, A., Choucher P., Baker P.,(2014) *The Handbook Of Logistics And Distribution Management 5 ed. The Chartered Institute Of Logistic and Transport, United Kingdom.*
- Toth, p., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadhelpia: Society for Industrial and Mathematics.