

MODEL DISTRIBUSI DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KAPASITAS ANGKUT

Nurlaela Kumala Dewi¹, Budi Nur Siswanto², Karina Allianz Hiber³

¹Program Studi Manajemen Transportasi, Sekolah Tinggi Manajemen Logistik
Indonesia, Jl. Sariasih No. 54 Sarijadi, Bandung 40151, Indonesia

^{2,3}Program Studi Manajemen Logistik, Sekolah Tinggi Manajemen Logistik Indonesia,
Jl. Sariasih No. 54 Sarijadi, Bandung 40151, Indonesia

E-mail: karinaallianzh@gmail.com

ABSTRAK

Biaya transportasi merupakan salah satu komponen yang perlu diperhatikan dalam kegiatan distribusi agar tidak terjadi pengeluaran yang berlebihan bagi perusahaan. Aspek yang perlu diperhatikan untuk meminimumkan biaya transportasi tersebut di antaranya yaitu dengan cara mengoptimalkan jarak dan waktu tempuh pendistribusian dari titik awal hingga ke konsumen. Proses pengiriman roti pada salah satu perusahaan distributor roti di Kota Bandung saat ini belum membagi wilayah pengirimannya per zona wilayah, dan *sales* menentukan rutenya berdasarkan intuisinya sendiri. Sedangkan kapasitas angkut kendaraan memiliki batasan. Sehingga, seringkali *sales* harus kembali ke depot untuk mengambil roti lagi agar dapat melanjutkan proses pendistribusian ke toko-toko yang belum dikunjungi. Hal ini akan menambah waktu distribusi serta biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Oleh karena itu, untuk meminimumkan adanya biaya operasional kendaraan yang dikeluarkan di kemudian hari, perlu dilakukan adanya pembagian wilayah distribusi dan juga penentuan rute pendistribusian dengan menggunakan salah satu jenis *Vehicle Routing Problem* (VRP) yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) dengan menggunakan Algoritma Sweep dan juga Tabu Search. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan titik impas atau *breakeven point* dari masing-masing *cluster* per armadanya. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa hasil pengelompokan dengan Algoritma Sweep terdapat tiga *cluster* pendistribusian dengan masing-masing menggunakan satu armada. Kemudian dilanjutkan dengan proses *routing* dengan Tabu Search diperoleh hasil yang lebih baik dengan penghematan jarak tempuh sebesar 27,27%; penghematan waktu tempuh sebesar 26,95%; dan penghematan biaya operasional kendaraan sebesar 27,26%. Titik impas terjadi pada saat roti berjumlah 379 pcs atau biaya penjualan yang diperoleh sebesar Rp 109.725,209.

Kata Kunci: Distribusi, *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), Algoritma Sweep, Tabu Search, *Breakeven Point* (BEP)

ABSTRACT

Transportation costs are one of the components that need to be considered in distribution activities to avoid excessive expenditure for the company. Aspects that need to be considered to minimize transportation costs are the optimization of distance and travel time from the starting point to the consumer. The process of delivering bread to one of the bread distributor companies in the city of Bandung at this time has not divided the shipping area by zone, and the sales determine the route based on their own intuition. While the vehicle carrying capacity has limits. So, the sales often must return to the depot to get bread again in order to continue the distribution process to shops that have not yet been visited. This will add distribution time and costs to the company. Therefore, to minimize vehicle operating costs incurred in the future, it is necessary to divide the distribution area and also determine the distribution route by using one type of Vehicle Routing Problem (VRP), namely Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) using the Algorithm Sweep and also Taboo Search. Then proceed with determining the breakeven point or breakeven point of each cluster per vehicle. Based on the calculation results, it is known that the results of grouping with the Sweep Algorithm have three distribution clusters, each using one vehicle. Then proceed with the routing process with Tabu Search obtained better results with

mileage savings of 27.27%; travel time savings of 26.95%; and savings in vehicle operating costs by 27.26%. The breakeven point occurs when the bread is 379 pcs or the sales cost obtained is Rp. 109,725,209.

Keywords: *Distribution, Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), Sweep Algorithm, Taboo Search, Breakeven Point (BEP)*

1. PENDAHULUAN

Logistik secara singkat merupakan rangkaian seluruh kegiatan perpindahan barang dari lokasi atau titik awal hingga lokasi atau titik tujuan. Salah satu aktivitas ialah adanya kegiatan pendistribusian. Menurut pendapat ahli Soekartawi (2001), distribusi merupakan suatu aktivitas penyaluran barang atau jasa mulai dari diterimanya pesanan dari konsumen hingga barang yang dipesan dikirimkan kepada konsumen yang bersangkutan. Namun, di dalam dalam kegiatan distribusi ada satu faktor yang perlu diperhatikan yaitu bagaimana menciptakan kepuasan dari konsumen. Dalam kegiatan distribusi biaya transportasi merupakan salah satu komponen yang perlu diperhatikan agar tidak terjadi pengeluaran yang berlebih bagi perusahaan. Aspek yang perlu diperhatikan untuk meminimumkan biaya transportasi tersebut di antaranya yaitu dengan cara mengoptimalkan jarak dan waktu tempuh pendistribusian dari titik awal hingga ke konsumen. Penelitian dilakukan di salah satu perusahaan distributor roti yang berada di Kota Bandung. Dalam proses pengirimannya saat ini distributor belum membagi wilayah pengiriman *sales* per zona wilayah, dan juga *sales* menentukan rutenya berdasarkan intuisinya sendiri. Sedangkan kapasitas angkut kendaraan memiliki batasan. Sehingga, dengan kondisi tersebut seringkali terjadi adanya *sales* yang kembali ke depot untuk mengambil roti lagi agar dapat melanjutkan proses pendistribusian ke toko-toko yang belum dikunjungi. Hal ini akan menambah waktu serta biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Oleh karena itu, untuk meminimumkan adanya biaya operasional kendaraan yang dikeluarkan di kemudian hari, perlu dilakukan adanya *clustering* pendistribusian dan juga penentuan rute yang harus dilakukan, serta menentukan titik impas dari hasil biaya yang diperoleh.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan penjelasan alur yang terstruktur dan tersistematis mengenai bagaimana proses penelitian dilakukan oleh seorang peneliti. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Algoritma Sweep, sementara untuk membuat *clustering* pelanggan digunakan metode *Capacitated Vehicle Routing Problem*, dan proses penentuan rutenya menggunakan Tabu Search. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengelompokkan sejumlah pelanggan berdasarkan titik koordinat polar yang dekat dengan depot. Metode Tabu Search dipilih digunakan pada penelitian ini karena metode ini memiliki keunggulan dari metode metaheuristik lainnya yaitu kemampuannya untuk mencari solusi dengan memiliki struktur memori yang fleksibel dan tidak menggunakan pembentukan solusi secara acak seperti metode lainnya. Kemudian, dilanjutkan dengan pencarian Biaya Operasional dan *Breakeven Point* agar biaya yang dikeluarkan minimum dan menghasilkan keuntungan perusahaan.

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Distribusi

Kegiatan distribusi selalu dan pasti dilakukan oleh perusahaan-perusahaan yang memproduksi barang baik dalam jumlah kecil maupun besar. Distribusi ialah suatu proses

bagaimana memindahkan dan menyimpan barang dari sumber (*source*) untuk sampai ke tujuan (*destination*) dengan tujuan meminimalkan transportasi dan biaya pengiriman (Pujawan, 2010). Proses distribusi diperlukan karena kegiatan tersebut merupakan salah satu proses penting untuk kelancaran pemasaran produk dari penjual kepada pelanggan.

2.1.2. Transportasi

Transportasi merupakan suatu alat (*tools*) yang digunakan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Kegiatan transportasi adalah kebutuhan yang penting dalam aktivitas logistik dan *supply chain* bagi perusahaan-perusahaan yang memang membutuhkan transportasi untuk mengirimkan produknya ke pelanggan. Sehingga, transportasi sangat berperan penting dalam aktivitas manajemen rantai pasok. Dalam konteks rantai pasok, transportasi berperan penting karena sangatlah jarang suatu produk diproduksi dan dikonsumsi dalam satu lokasi yang sama. Strategi rantai pasok yang diimplementasikan dengan sukses memerlukan pengelolaan transportasi yang tepat. Manajer transportasi pada suatu perusahaan bertanggung jawab terhadap pergerakan sediaan barang dari perusahaan ke pelanggannya. Pengelolaan kegiatan transportasi yang efektif dan efisien akan memastikan pengiriman barang dari perusahaan ke pelanggan dengan tepat waktu, tepat jumlah, tepat kualitas, dan tepat penerima. Selain itu, biaya transportasi merupakan komponen biaya yang terbesar dalam struktur biaya logistik. Tidak kurang dari 60% dari total biaya logistik perusahaan merupakan biaya transportasi. Aktivitas transportasi mengacu pada pergerakan produk dari satu lokasi ke lokasi lain dalam rantai pasokan.

2.1.3. Optimasi

Optimasi adalah proses pencarian satu atau lebih penyelesaian layak (*feasible*) yang berhubungan dengan nilai-nilai ekstrim dari satu atau lebih nilai objektif pada suatu masalah sampai tidak terdapat solusi ekstrim lain yang dapat ditemukan (Berlianty dan Miftahol, 2010:8). Optimasi memegang peranan penting dalam mendesain suatu sistem. Melalui optimasi, suatu sistem dapat mengeluarkan biaya yang lebih murah, mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi, mempersingkat waktu proses dan optimalisasi yang lain.

2.1.4. Biaya operasional kendaraan

Biaya operasi kendaraan merupakan total biaya yang dikeluarkan oleh pemakai jalan dengan menggunakan moda tertentu dari zona asal ke zona tujuan. Adapun biaya operasi kendaraan terdiri dari dua komponen yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap (*fixed cost*) merupakan biaya yang tidak berubah (tetap walaupun terjadi perubahan pada volume produksi jasa sampai ke tingkat tertentu). Adapun komponen penyusun biaya tetap biasanya terdiri dari: Biaya Penyusutan Kendaraan, Perizinan dan Administrasi, Asuransi Kendaraan. Sedangkan biaya tidak tetap (*variable cost*) adalah biaya yang dikeluarkan pada saat kendaraan beroperasi. Biaya tidak tetap sering juga disebut sebagai biaya variabel (*variable cost*), karena biaya ini sangat bervariasi tergantung hasil yang diproduksi. Komponen biaya yang termasuk ke dalam biaya tidak tetap ini adalah: Pemakaian BBM, Penggunaan Ban, dan Biaya Perawatan. Adapun beberapa metode Biaya Operasional Kendaraan yaitu: Metode PCI 1988, Metode *Road User Cost Model* (RUCM) 1992, dan Metode Lapi ITB 1996.

2.1.5. Breakeven Point (BEP)

Breakeven Point atau biasa juga dikenal dengan analisis titik impas merupakan suatu cara yang digunakan untuk mengambil suatu keputusan pada permasalahan tertentu yang berkaitan dengan harga, biaya, volume produksi dan penjualan, serta keuntungan. Menurut Prawirosentono (2001), perhitungan BEP dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui pendekatan matematis dan juga pendekatan grafis.

2.1.6. Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

CVRP merupakan salah satu variasi dari permasalahan VRP dengan adanya penambahan kendala yaitu kapasitas kendaraan yang identik. Setiap kendaraan yang melayani konsumen disyaratkan memiliki batasan kapasitas sehingga banyaknya konsumen yang dilayani oleh setiap kendaraan. Permasalahan CVRP ini bertujuan untuk meminimumkan total jarak tempuh rute perjalanan kendaraan dalam mendistribusikan barang dari depot ke sejumlah konsumen. Permasalahan CVRP adalah menentukan himpunan dari K rute kendaraan yang memenuhi kondisi berikut:

- Setiap rute berawal dan berakhir di depot,
- Setiap konsumen harus dilayani tepat satu kali oleh satu kendaraan,
- Total permintaan konsumen dari setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan,
- Total jarak dari semua rute diminimumkan.

Permasalahan tersebut kemudian diformulasikan ke dalam model matematika dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan. Pemodelan untuk CVRP memiliki parameter-parameter sebagai berikut:

- V himpunan pelanggan
- E himpunan rusuk berarah (arc), $\{(vi, vj):vi, vj \in i \neq j\}$
- C_{ij} jarak antara pelanggan vi ke pelanggan vj
- d_i jumlah permintaan pada pelanggan vi
- Q kapasitas kendaraan

Didefinisikan variabel keputusannya adalah sebagai berikut

$$X_{ij} = \begin{cases} \{1\} & \text{jika ada perjalanan dari pelanggan } V_i \text{ ke pelanggan } V_j \\ \{0\} & \text{jika selainnya} \end{cases}$$

Selanjutnya fungsi tujuannya sendiri yaitu untuk meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan. Dimana, jika Z adalah fungsi tujuan, maka:

Minimumkan

$$z = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} C_{ij} X_{ij} \quad (2.1)$$

Adapun pembatas atau kendala-kendalanya ialah sebagai berikut:

$$\sum_{j \in V, j \neq i} X_{ij} = 1, \quad \forall i \in V \quad (2.2)$$

$$\sum_{i \in V} d_i \sum_{j \in V, j \neq i} X_{ij} \leq Q \quad (2.3)$$

$$\sum_{j \in V} X_{0j} = 1 \quad (2.4)$$

$$\sum_{i \in V} X_{i,n+1} = 1 \quad (2.5)$$

$$\sum_{i \in V} X_{i,j} - \sum_{j \in V} X_{i,j} = 0, \forall i, j \in V \quad (2.6)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, i \neq j \quad (2.7)$$

Penjelasan dari persamaan formulasi matematis pada pembatas di atas yaitu sebagai berikut:

- Persamaan (2.2) berarti menjamin setiap pelanggan hanya dikunjungi satu kali oleh satu kendaraan. Jika x_{ij} bernilai 1, artinya ada perjalanan dari pelanggan v_i ke v_j . Sebaliknya jika x_{ij} bernilai 0, artinya tidak ada perjalanan dari pelanggan v_i ke v_j , sehingga dapat dikatakan bahwa variabel x_{ij} memiliki keterikatan.
- Persamaan (2.3) menjamin setiap kendaraan tidak melebihi kapasitas kendaraan untuk memenuhi total permintaan dalam satu rute. Muatan kendaraan untuk memenuhi kapasitas pelanggan harus dimaksimalkan namun tidak lebih dari kapasitas angkut kendaraan itu sendiri dalam satu rute.
- Persamaan (2.4) menjamin bahwa setiap rute perjalanan kendaraan berawal dari depot.
- Persamaan (2.5) menjamin setiap rute perjalanan kendaraan berakhir di depot.
- Persamaan (2.6) menjamin kekontinuan rute, artinya kendaraan yang mengunjungi satu pelanggan, setelah selesai melayani akan meninggalkan pelanggan tersebut.
- Persamaan (2.7) merupakan variabel keputusan yang merupakan anggota dari $\{0,1\}$ atau biasa disebut dengan bilangan *integer biner*.

2.1.7. Algoritma Sweep

Algoritma sweep merupakan algoritma dua tahap, yaitu tahap pertama terdiri dari *clustering agent* yang mana *clustering* awal dilakukan dengan menggabungkan titik-titik dalam satu *cluster* berdasarkan kapasitas maksimal kendaraan, dan tahap kedua adalah membentuk rute-rute untuk masing-masing *cluster*. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan CVRP dengan menggunakan algoritma sweep (Arunya Boonkleaw etc., 2009):

- Tahap *Clustering* (Pengelompokan)
Tahap pertama dalam algoritma sweep adalah mengelompokkan masing-masing titik agen ke dalam sebuah *cluster*.
- Tahap Pembentukan Rute
Tahap kedua dalam algoritma sweep yaitu membentuk rute-rute berdasarkan *cluster* yang telah diperoleh pada tahapan *clustering*. Setiap *cluster* akan menjadi sebuah permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP).

2.1.8. Tabu Search

Tabu Search pertama kali diperkenalkan oleh Glover pada tahun 1986. Tabu Search merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar dari Tabu Search adalah suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Tujuan dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu

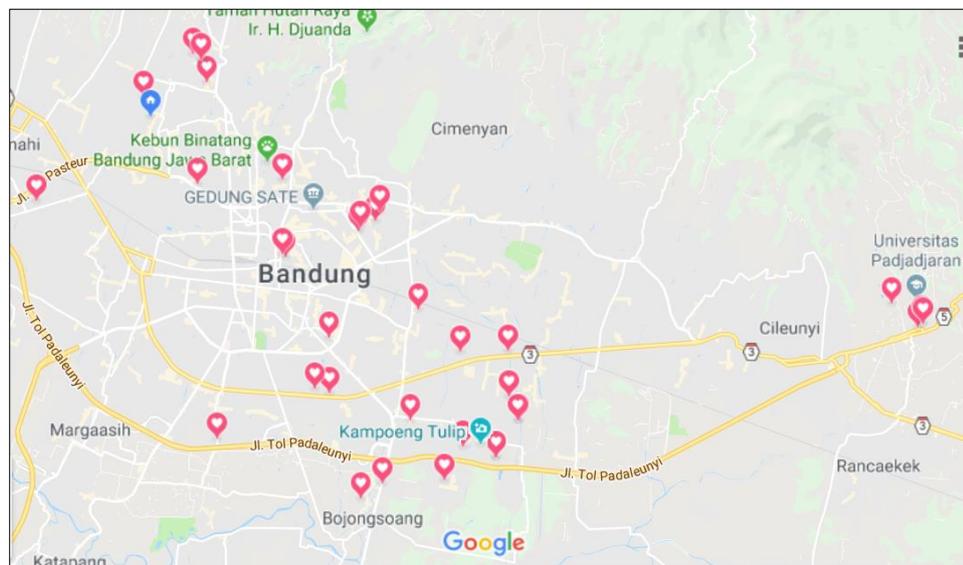
iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya. Menurut Glover dan Laguna (1997) kata tabu atau “taboo” berasal dari bahasa Tongan, suatu bahasa Polinesia yang digunakan oleh suku Aborigin pulau Tonga untuk mengindikasikan suatu hal yang tidak boleh “disentuh” karena kesakralannya. Menurut kamus Webster, tabu berarti larangan yang dipaksakan oleh kebudayaan sosial sebagai suatu tindakan pencegahan atau sesuatu yang dilarang karena berbahaya. Bahaya yang harus dihindari dalam Tabu Search adalah rute perjalanan yang tidak layak, dan terjebak tanpa ada jalan keluar.

Untuk menunjang sistematis dari tujuan Tabu Search digunakan dua macam *tools*, yaitu *adaptive memory* dan *responsive exploration*. Keutamaan dari *adaptive memory* menuntun suatu prosedur yang mampu melakukan pencarian solusi dengan lebih ekonomis dan efektif. *Responsive exploration* lebih menekankan pada tahapan tiap proses yang harus dilalui selama proses pencarian itu berlangsung, di mana pada setiap tahapan tersebut mempunyai suatu variabel keputusan yang akan menuntun pada tahapan berikutnya sampai akhir proses pencarian dihentikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.1. Kondisi saat ini

Data penelitian ini menggunakan data pengiriman hari Senin, 18 Maret 2019. Peneliti mengambil hari tersebut dikarenakan berdasarkan wawancara dengan pihak perusahaan, proses pengiriman terbanyak dan yang sering mengalami kendala adanya proses dua kali pengiriman per *sales* pada bulan-bulan sebelumnya ada pada hari Senin. Perusahaan ini memiliki 35 pelanggan yang harus dikirimkan produk roti di hari tersebut. Gambar 1 merupakan sebaran dari pada titik-titik pelanggan dengan satu depot. Untuk proses pengiriman roti perusahaan ini menggunakan armada jenis sepeda motor dengan kapasitas angkut per masing-masing armada 450 *pcs* roti.



Gambar 1. Sebaran titik pelanggan

Setelah itu, membuat daftar pengiriman permintaan pelanggan dan proses pencarian matriks jarak, dan waktu tempuh antartitik dari depot ke pelanggan-pelanggan. Kemudian dilanjutkan dengan mencari berapa besaran biaya operasional kendaraan yang digunakan. Adapun pada kondisi awal rute yang dilalui oleh perusahaan dengan tiga armadanya yaitu sebagai berikut.

- a. Kendaraan 1 dan *sales* A yaitu dengan rute yang dilaluinya secara berurutan ialah: Depot → Bmart → Ryan → SMPN 48 → SMAN 25 → SMKN 14 → Bougenville → SMPN 42 → Al-Hidayah → Laksana → RS Hermina → Depot → Istek → DT → Depot, dengan jarak tempuh yang dilalui yaitu 83,33 km. Sedangkan untuk waktu tempuhnya yaitu 124,995 menit.
- b. Kendaraan 2 dan *Sales* B rute yang dilalui secara berurutan ialah sebagai berikut: Depot → SMPN 27 → SMAN 14 → SMPN 14 → Pussenif → SMKN 9 → Mumuh → Kopeg → Student → Tokema → Langgeng Jaya → Bale → Ading → Depot, dengan jarak tempuh yang dilalui yaitu 84,97 km. Sedangkan untuk waktu tempuhnya yaitu 126,705 menit.
- c. Kendaraan 3 dan *Sales* C rute yang dilaluinya secara urut ialah: Depot → Inaba → Astra → SMPN 13 → RS Al-Islam → Koppontren → SMP Santo Yusup → Polban → Dharmawinata → Toko 27 → Toko Ogi → Rs Kasih Bunda → Depot, dengan jarak tempuh yang dilaluinya yaitu 168,35 km. Jarak tempuh keseluruhan pada rute eksisting yaitu sebesar 72,75 km. Sedangkan untuk waktu tempuhnya yaitu 109,125 menit.

Dalam perhitungan biaya operasional kendaraan untuk Total Biaya Tetap per hari diperoleh hasil sebesar Rp 91.840 per hari per armada. Sedangkan untuk Biaya Tidak Tetapnya diperoleh hasil sebesar Rp 344 per km. Untuk biaya tidak tetap ini nantinya akan dikalikan dengan jumlah jarak yang digunakan per masing-masing armada. Adapun untuk biaya operasional tidak tetap per hari per armada untuk kondisi saat ini yaitu sebagai berikut:

- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales* A = Rp 344 per km x 83,33 km
= Rp 28.666
- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales* B = Rp 344 per km x 84,97 km
= Rp 29.230
- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales* C = Rp 344 per km x 72,75 km
= Rp 25.026

Total biaya operasional tidak tetapnya per hari untuk seluruh armada yaitu Rp 82.922. Oleh karena itu, dalam rute eksisting bisa diketahui total keseluruhan biaya operasional kendaraan yaitu dengan menjumlahkan seperti perhitungan berikut:

BOK = Biaya Tetap + Biaya Tidak Tetap

- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales* A = Rp 91.840 + 28.666 = Rp 120.506
- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales* B = Rp 91.840 + 29.230 = Rp 121.070
- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales* C = Rp 91.840 + 25.026 = Rp 116.866

Sehingga, biaya operasional kendaraan yang harus dikeluarkan per hari yaitu sebesar Rp 358.442.

3.1.2. Rute usulan

Berdasarkan hasil pengolahan dengan mengelompokkan pelanggan dan proses pencarian rute usulan menggunakan CVRP dengan Algoritma Sweep dan Tabu Search menggunakan parameter berikut: *tenure* sebanyak jumlah titik kunjungan per *cluster* dan nilai *tenure maximum*-nya ialah pangkat dua dari jumlah titik yang dikunjungi. Dan juga *stop* yang diatur sama dengan jumlah pangkat dua daripada pelanggan yang dimiliki setiap *cluster*-nya. Dan setiap kendaraan hanya boleh mengunjungi satu toko dan kendaraan bertugas mulai dari Depot dan berakhir di Depot. Sehingga, diperoleh hasil sebagai berikut.

- a. Rute kendaraan 1 untuk *Sales A* urutan rutenya ialah sebagai berikut: Depot → SMPN 14 → SMAN 14 → SMPN 27 → Pussenif → Istek → Toko Ogi → Toko 27 → Dharmawinata → DT → Kopeg → Tokema → Bale → Depot, dengan total jarak tempuh 66,08 km. Sedangkan untuk waktu tempuhnya yaitu 99,72 menit.
- b. Rute yang dilalui kendaraan 2 untuk *sales B* urutan rutenya ialah sebagai berikut: Depot → Inaba → Astra → SMPN 13 → SMP Santo Yusup → Mumuh → RS Hermina → Polban → RS Kasih Bunda → Koppontren → Student → Bmart → Depot, dengan total jarak tempuh 54,8 km. Sedangkan untuk waktu tempuhnya yaitu 82,2 menit.
- c. Rute kendaraan 3 untuk *sales C* urutan rutenya sebagai berikut: Depot → SMKN 9 → RS Al-Islam → Laksana → SMPN 42 → Bougenville → SMPN 48 → SMAN 25 → SMKN 14 → Ryan → Al-Hidayah → Langgeng → Ading → Depot, dengan total jarak tempuh 54,44 km. Sedangkan untuk waktu tempuhnya yaitu 81,66 menit.

Dengan biaya operasional yang dikeluarkan yaitu:

- a. Biaya tetap: Rp 91.840
- b. Biaya tidak tetapnya sebagai berikut:
 - ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales A* = Rp 344 per km x 66,08 km
= Rp 22.732
 - ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales B* = Rp 344 per km x 54,8 km
= Rp 18.851
 - ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales C* = Rp 344 per km x 54,44 km
= Rp 18.727

Total biaya operasional tidak tetapnya per hari untuk seluruh armada yaitu Rp 60.310. Oleh karena itu, dalam rute usulan ini bisa diketahui total keseluruhan biaya operasional kendaraan yaitu dengan menjumlahkan seperti perhitungan berikut:

BOK = Biaya Tetap + Biaya Tidak Tetap

- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales A* = Rp 91.840 + 22.732 = Rp 114.572
- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales B* = Rp 91.840 + 18.851 = Rp 110.691
- ✓ Untuk Kendaraan dan *Sales C* = Rp 91.840 + 18.727 = Rp 110.567

Sehingga, biaya operasional kendaraan yang harus dikeluarkan per hari yaitu sebesar Rp 335.830. Adapun, dalam penentuan biaya distribusi ini perlu dilakukan pencarian berapa banyak jumlah satuan (*pcs*) roti yang harus dikirimkan atau jumlah uang penjualan (Rp) yang harus diterima agar terjadi titik impas atau *breakevent point* pada proses kegiatan pendistribusian roti. Sehingga, berdasarkan biaya yang dikeluarkan perusahaan dalam kondisi usulan, diperoleh hasil BEP sebesar 379 *pcs* roti atau jika dalam bentuk uang penjualan sebesar Rp 109.725,209 untuk satu armada dalam sekali pengiriman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diketahui terdapat tiga *cluster* pendistribusian dengan masing-masing menggunakan satu armada. Hasilnya adalah antara rute awalan dan usulan memiliki selisih perbandingan, baik dari segi jarak dan waktu tempuh. Usulan juga akan meminimumkan biaya operasional kendaraan yang digunakan oleh perusahaan. Adapun penghematan yang diperoleh yaitu untuk jarak tempuh penghematannya sebesar 27,27%; waktu tempuh sebesar 26,95%; dan biaya operasional kendaraan sebesar 27,26% dengan titik impas dengan penghematan biaya tersebut sebesar 379 *pcs* roti atau senilai Rp 109.725,209 per armada per pengiriman.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini disarankan perusahaan dapat mempertimbangkan pengelompokan zona pendistribusian dan menggunakan rute yang telah diusulkan. Untuk

penelitian berikutnya, dapat dilakukan penelitian dengan mempertimbangkan kapasitas roti yang diangkut berdasarkan jenis rotinya, dan juga dengan menggunakan metode yang berbeda ataupun dengan metode yang sama dengan mengubah parameter tabu search yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariffien, Afferdhy. (2018). *Pedoman Tugas Akhir Program Studi Manajemen Logistik*. Bandung: Program Studi Manajemen Logistik.
- Berlianty, I. dan Miftahol, A. (2010). *Teknik-Teknik Optimasi Heuristik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Chopra, S. dan Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation 6th Edition*. NJ: Pearson Education.
- Dewi, Nurlaela K., dkk. (2017). *Logistic Travel Distance and Time Optimization of Raw Rattan Materials in Indonesia*. Transport Research Procedia. Shanghai, 10-15 July 2016 World Conference on Transport Research (WCTR).
- Dewi, Nurlaela K., dkk. (2015). *Optimization of Rattan Raw Material Supply Chain Route Case Study: Rattan Katingan Indonesia*. Proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.10.
- Gendreau, M. Laporte, G. and Potvin. J-Y. (1999). *Metaheuristics for The Vehicle Routing Problem*. Technical Report G-98-52, GERAD.
- Harry, S dan Syamsudin, N. (2011). *Penerapan Supply Chain Management pada Proses Management Distribusi dan Transportasi untuk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman*. Jurnal Poros Teknik, Volume 3, Nomor 1, Halaman 26-33.
- Ibaraki, Toshihide., Koji, N., Mutsunori., Y. (2005). *Metaheuristik: Progress as Real Problem Solvers*. Retrieved from <https://www.springer.com>.
- Juwita, Rini. (2012). *Penentuan Titik Distribusi yang Optimal dari Perusahaan Fast Moving Consumer Goods dengan Algoritma Tabu Search*. Program Studi Teknik Industri, Univeristas Indonesia.
- Mubin, Chairul. (2011). *Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jenis Sepeda Motor*. Depok: Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Pradhana, Fajar Eksa. (2011). *Penerapan Algoritma Tabu Search untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem*. Semarang: Jurusan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Prawirosentono, Suyadi. (2001). *Manajemen Operasi, Analisis, dan Studi Kasus Edisi Ketiga*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Pujawan, I., & Mahendrawati. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Qondiyana, D. (2017). *Penerapan Algoritma Sweep dalam Menyelesaikan CVRP pada Optimasi Rute Distribusi*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Savitri, Hana. (2017). *Pemodelan Vehicle Routing Problem with Time Windows untuk Mengoptimasi Rute Distribusi Produk Sari Roti dengan Metode Algoritma Sweep dan Mixed Integer Linear Programming (Studi Kasus pada CV. Jogja Transport)*. Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Soekartawi. (2001). *Pengantar Agroindustri*. Raja Grapindo Persada. Jakarta.