

Proposed Package Distribution Routes at PT. Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung

Usulan Rute Distribusi Paket di PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung

Arida Murti Martikasari ^{1*)}, Irwan Yulianto²⁾

¹⁾Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Jalan Sariasih No.54, Bandung 40151
Email: aridamartikasari@gmail.com

²⁾Universitas Al Masoem, Jalan Raya Cipacing No.22, Cipacing, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363
Email: irwan.yulianto@gmail.com

*) Corresponding author

Abstract: Pos Indonesia is a delivery service provider company that has a central distribution center in the region of West Java, which is the Mail Processing Center Bandung. MPC Bandung has a function to regulate the distribution of packages according to the destination area. The company has a target to minimize transportation costs when shipping goods. The delivery process carried out by MPC Bandung can be modeled as the Vehicle Routing Problem (VRP). This research focuses on the efficiency of the distribution routes of documents and packages to 12 destination post offices in the secondary West Java Region. Analysis was conducted using two classical heuristic methods, Clarke and Wright Savings and Nearest Neighbor, with the aim of obtaining a more optimal route in order to minimize transportation costs. Alternative 2, which is designed using the CAWSA method, was chosen to be the best alternative because it produces the shortest mileage output of 894.2 km per day with a savings of 54.11% on the existing route, which has a total mileage of 1,948.7 km. This alternative was chosen as a proposed route improvement for the company. The transportation cost efficiency was obtained at 50.94% from Rp. 115.546.200 for the existing route to Rp. 56,686,500 for the selected route.

Keywords: Vehicle Routing Problem, Clarke and Wright Savings Algorithm, Nearest Neighbor Algorithm

Abstrak: PT.Pos Indonesia (Persero) merupakan perusahaan penyedia jasa pengiriman yang memiliki unit sentral distribusi di wilayah regional Jawa Barat yaitu Mail Processing Center Bandung. MPC Bandung memiliki fungsi untuk mengatur pendistribusian paket menurut cakupan wilayah tujuan, yaitu pengiriman ke wilayah primer (ibukota provinsi), sekunder (Jawa Barat) dan tersier (internal Bandung). Perusahaan memiliki target untuk meminimalkan biaya transportasi. Proses pengiriman yang dilakukan oleh MPC Bandung dapat dibuat pemodelan ke dalam Vehicle Routing Problem (VRP), fokus penelitian adalah efisiensi rute distribusi dokumen dan paket ke 12 kantor pos tujuan di wilayah sekunder (Jawa Barat). Dilakukan analisis menggunakan dua metode heuristik klasik yaitu Clarke and Wright Savings Algorithm (CAWSA) dan Nearest Neighbor Algorithm (NNA) dengan tujuan memperoleh usulan rute dengan kinerja yang lebih baik sehingga dapat mengurangi biaya transportasi. Alternatif 2 yang dirancang menggunakan metode heuristik CAWSA terpilih menjadi alternatif terbaik yang menghasilkan output jarak tempuh minimum yaitu sebesar 894,2 km per hari dengan penghematan sebesar 54.11% terhadap rute eksisting yang memiliki total jarak tempuh 1.948,7 km, alternatif ini terpilih sebagai usulan rute perbaikan bagi perusahaan. Diperoleh efisiensi biaya transportasi sebesar 50,94% dari sebesar Rp.115.546.200 untuk rute eksisting menjadi Rp. 56.686.500 untuk rute usulan terpilih.

Kata Kunci : Vehicle Routing Problem, Clarke and Wright Savings Algorithm, Nearest Neighbor Algorithm

DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v6i02.656>

Received: 03, 2024. Accepted: 07, 2024.

Published: 09, 2024

PENDAHULUAN

Sektor kurir, paket, dan ekspres di Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dalam jangka waktu lima tahun terakhir, hal ini didukung oleh pertumbuhan e-commerce yang kian pesat. Data GlobalWebIndex dalam Datareportal (2020) menjelaskan bahwa Indonesia merupakan negara yang menempati posisi tertinggi dalam akses e-commerce di bandingkan negara-negara lain di dunia. Tahun 2020 terdapat lebih dari 515 perusahaan yang tergabung dalam Asosiasi Perusahaan Jasa Pengiriman Ekspres, Pos dan Logistik Indonesia (<https://asperindo.id/web.asperindo/membership/lists/52>) yang diprediksi akan terus bertambah di tahun-tahun berikutnya. Peraturan presiden no.74 tahun 2017 tentang road map Sistem Perdagangan Nasional berbasis Elektronik (SPNBE) memaparkan salah satu program pemerintah yaitu meningkatkan kapasitas penyedia pengiriman barang nasional/lokal untuk memenuhi kebutuhan pengiriman di seluruh Indonesia dengan menguatkan penyedia jasa pengiriman barang lokal/ nasional yang berdaya saing, serta revitalisasi, restrukturisasi, dan modernisasi PT.Pos Indonesia (Persero) sebagai penyedia jasa Pos Nasional dengan target output PT. Pos Indonesia yang modern dan berdaya saing. Perusahaan menyebutkan bahwa terdapat penurunan pendapatan dari aktivitas jasa kurir secara umum sebesar 15% pada kuartal awal tahun 2020 yang berbanding terbalik dengan peningkatan aktifitas jasa kurir di perusahaan lainnya saat pandemi covid-19. Hal ini juga sejalan dengan adanya penurunan demand di PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung.

Penelitian ini dilakukan di PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung yang merupakan pusat antaran (transporting) dan sebagai kantor pusat operasional di wilayah Regional V Jawa Barat, kantor pos ini berfungsi untuk mendukung kinerja kantor pos lainnya. PT.Pos Indonesia (Persero) memiliki target untuk meminimalkan biaya transportasi yang tidak efisien pada aspek pengiriman barang. Sebagai pusat antaran, PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung harus dapat meningkatkan kinerja pengiriman barang agar tercapai kepuasan konsumen, selain itu efisiensi biaya transportasi perlu dipertimbangkan agar dapat memaksimalkan profit sehingga dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Rute pengiriman eksisting di PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung menuju kantor pos di wilayah sekunder (Jawa Barat) belum diketahui kinerjanya dan penentuan rute masih berdasarkan estimasi. Fokus pada penelitian adalah pengiriman dokumen dan paket dari MPC Bandung ke 12 kantor pos di wilayah jaringan sekunder (Jawa Barat),

METODOLOGI

Permasalahan di perusahaan yaitu belum terdapat efisiensi kinerja rute pengiriman sehingga biaya transportasi menjadi tidak efisien, setelah dilakukan identifikasi permasalahan tersebut termasuk ke dalam Vehicle Routing Problem (VRP). VRP memiliki karakteristik yaitu kendaraan mengirimkan paket dari depot awal ke depot tujuan dan kembali ke depot awal di lokasi yang sama, jumlah demand bervariasi sesuai dengan keinginan pelanggan, dan armada hanya dapat mengunjungi lokasi tujuan sebanyak satu kali, kondisi lain yang terkait dengan VRP adalah jumlah kiriman ke tiap lokasi tujuan tidak dapat melebihi kapasitas armada yang tersedia (Octora et al., n.d.)

PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung merupakan sentral pengolahan pos di Jawa Barat yang berfungsi sebagai depot pengiriman barang berupa paket dan dokumen ke seluruh wilayah cakupan. Saat ini PT.Pos Indonesia Mail Processing Center Bandung memiliki rute eksisting yang belum diketahui kinerjanya. Karakteristik permasalahan VRP berdasarkan hasil observasi dan wawancara adalah sebagai berikut:

1. Single Depot Non-Open Vehicle Routing Problem: Kendaraan berangkat dari depot awal di MPC Bandung dan kembali ke depot awal.
2. Deterministic Demand: Permintaan pelanggan telah diketahui, data yang diperoleh

merupakan data tahun 2020, digunakan rata-rata jumlah permintaan selama 3 bulan.

3. Jarak pengiriman untuk keberangkatan dan kepulangan armada adalah sama (simetris).

Penelitian dilakukan berdasarkan tujuan yaitu untuk efisiensi rute pengiriman barang dengan merancang rute usulan menggunakan dua metode heuristik Clarke and Wright Savings dan Nearest Neighbor Algorithm. Proses pengiriman yang dilakukan oleh MPC Bandung dapat dibuat pemodelan ke dalam permasalahan rute kendaraan. Metode Clarke and Wright Savings Algorithm dipilih karena dapat mencari solusi permasalahan rute kendaraan yang kompleks dengan cara yang lebih sederhana dengan hasil yang mendekati optimal (Damayantie, 2021), sedangkan metode Nearest Neighbor merupakan metode yang sangat efektif digunakan, dapat diselesaikan dengan waktu yang singkat dan menghasilkan output berupa perbaikan rute dengan kualitas yang layak (14. Suryani, S., Kuncoro, K.R., Dan Fathimahhayati, L.D., (2018) *Perbandingan Penerapan Metode Nearest Neighbour Dan Insertion Untuk Penentuan Rute Distribusi Optimal Produk Roti Pada Ukm Hasan Bakery Samarinda. Pro*, n.d.)

Tahapan-tahapan pada perancangan rute menggunakan metode Clarke and Wright Savings Algorithm adalah sebagai berikut:

- Langkah 1
Input matriks jarak MPC Bandung ke kantor pos sekunder dan jarak antara kantor pos sekunder dengan kantor pos sekunder lainnya.
- Langkah 2
Menghitung nilai penghematan jarak dengan menggunakan formula $s(i,j) = d(D,i) + d(D,j) - d(i,j)$. Dimana $d(D,i)$ adalah jarak antara depot dan titik i , dan $d(D,j)$ adalah jarak antara depot dan titik j , $d(i,j)$ adalah jarak dari titik i ke j dengan kontrain $d(i,j) = d(j,i)$ dan dimana titik i dan j merupakan lokasi pengiriman kantor pos sekunder yang dipasok oleh Mail Processing Center Bandung dan D merupakan depot utama yaitu MPC Bandung.
- Langkah 3
Membuat savings list berdasarkan nilai matriks penghematan jarak dengan cara mengurutkan nilai penghematan terbesar hingga terkecil.
- Langkah 4
Membentuk alternatif rute awal dengan memilih kombinasi pasangan kantor pos yang memiliki nilai penghematan terbesar ke dalam rute.
- Langkah 5
Menghitung total demand kantor pos terpilih. Apabila demand kurang dari kapasitas armada (2.200 kg atau 4.000 kg) maka berlanjut ke langkah 7, apabila demand melebihi kapasitas armada maka hapus pelanggan terakhir dan rute pada alternatif tersebut telah terbentuk, apabila masih terdapat kantor pos yang belum masuk rute maka kembali ke langkah 4.
- Langkah 6
Menghitung waktu tempuh armada berdasarkan jarak dan kecepatan rata-rata. Apabila waktu tempuh kurang dari batas waktu pengiriman yaitu pukul 23.00 maka berlanjut ke langkah 7 apabila waktu tempuh melebihi batas maka hapus pelanggan terakhir dan rute pada alternatif tersebut telah terbentuk, apabila masih terdapat kantor pos yang belum masuk rute maka kembali ke langkah 4.
- Langkah 7
Memilih pasangan kantor pos selanjutnya dengan nilai savings terbesar berdasarkan kantor pos terakhir yang terpilih, kemudian kembali ke langkah 5, jika seluruh kantor pos telah masuk ke dalam rute maka stop iterasi rute distribusi usulan pada alternatif tersebut telah terbentuk.

Tahapan-tahapan pada perancangan rute menggunakan metode Nearest Neighbor Algorithm adalah sebagai berikut:

1. Langkah 1 : Input matriks jarak antara MPC Bandung dengan kantor pos tujuan dan jarak antar kantor pos tujuan.

2. Langkah 2 : Memilih titik awal pengiriman (0) yaitu depot MPC Bandung, kemudian berlanjut ke langkah 3.
3. Langkah 3 : Membuat tabel perbandingan jarak dari depot MPC Bandung ke kantor pos lainnya, kemudian berlanjut ke langkah 4.
4. Langkah 4 : Menentukan titik yang memiliki jarak terdekat (i) dari MPC Bandung dan kemudian kedua titik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya, kemudian berlanjut ke langkah 5.
5. Langkah 5 : Melakukan perhitungan total pengiriman dan total waktu tempuh pengiriman, apabila jumlah kiriman melebihi kapasitas armada dan atau waktu pengiriman melebihi batas yang ditentukan maka stop iterasi, rute pada iterasi pertama telah terbentuk, jika masih terdapat kantor pos yang belum masuk ke dalam rute maka kembali ke langkah 2 dengan membuat iterasi baru, apabila jumlah kiriman kurang dari kapasitas armada dan waktu pengiriman masih memungkinkan maka berlanjut ke langkah 6.
6. Langkah 6 : Pilih kantor pos terakhir sebagai titik awal (i-1), kembali ke langkah 3 sampai semua titik telah termasuk ke dalam rute, maka berlanjut ke langkah 7.
7. Langkah 7 : Proses pemecahan permasalahan rute metode Nearest Neighbor telah selesai dan terpilih rute-rute distribusi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

- Perhitungan Demand Pengiriman

Berikut merupakan hasil pengolahan data total berat kiriman harian :

Tabel 1. Demand Kiriman Per Hari

Tujuan	Total Berat Kiriman (Kg) 3 bulan	Rata-rata Kiriman Per Hari (Kg)
Karawang	18.443,73	200,48
Purwakarta	30.944,39	336,35
Subang	6.633,64	72,10
Garut	37.144,84	403,75
Tasikmalaya	20.684,06	224,75
Ciamis	10.806,26	117,46
Banjar	10.357,08	112,58
Cianjur	144.231,18	1567,73
Sukabumi	53.137,87	577,59
Cirebon	112.120,66	1218,70
Majalengka	20.441,51	222,19
Sumedang	25.018,31	271,94

Sumber : Olah Data, 2020

- Perhitungan Jarak Tempuh Rute Eksisting

Terdapat 8 rute distribusi paket dari hub MPC Bandung menuju 12 kantor pos tujuan di wilayah jaringan transportasi sekunder (inbound). Tabel 2 merupakan hasil perhitungan jarak tempuh rute eksisting berdasarkan jarak tempuh yang diperoleh dari google maps, pada penelitian ini jarak diasumsikan simetris untuk keberangkatan dan kepulangan armada.

Tabel 2. Jarak Pengiriman Rute Eksisting

No	Rute Pengiriman Sekunder	Jarak (km)
1	MPC Bandung-Cianjur-Sukabumi 1- MPC Bandung	209
2	MPC Bandung-Cianjur-Sukabumi 2- MPC Bandung	209

3	MPC Bandung-Majalengka-Cirebon-MPC Bandung	357,5
4	MPC Bandung-Subang-Purwakarta-Karawang-MPC Bandung	250,7
5	MPC Bandung-Tasikmalaya-Ciamis-Banjar-MPC Bandung	292,4
6	MPC Bandung-Garut-Tasikmalaya-Ciamis-Banjar-MPC Bandung	418,3
7	MPC Bandung-Garut-MPC Bandung	123,8
8	MPC Bandung-Sumedang-MPC Bandung	88
	Total Jarak	1.948,7

Sumber : Olah Data, 2020



Sumber : Dokumentasi pribadi (2020)

Gambar 2. Visualisasi Rute Eksisting Pengiriman Ke Wilayah Sekunder (2020)

- Perhitungan Penghematan Jarak Tempuh
Formula yang digunakan untuk perhitungan saving matrix adalah sebagai berikut :

$$s(i,j) = D(0,i) + D(0,j) - D(i,j)$$

Perhitungan saving matrix digunakan untuk memperoleh hasil penghematan jarak tempuh apabila satu kendaraan mengunjungi lebih dari satu lokasi secara bersamaan (<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab2/2011-1-00752-tisi%202.pdf>).

- Menentukan Peringkat Nilai Savings Distance
Dilakukan penentuan urutan nilai penghematan dari nilai terbesar hingga nilai terkecil. kemudian dilakukan perhitungan jumlah kiriman dan kelayakan kiriman berdasarkan kapasitas angkut maksimal armada yang tersedia.
- Perancangan Rute Usulan dengan menggunakan Clarke and Wright Savings Algorithm
Tahapan-tahapan penyelesaian CVRP menggunakan metode Clarke and Wright Savings Algorithm (Octora et al., n.d.) adalah sebagai berikut :
 - Step 1
Input matriks jarak antar kantor pos sekunder (inbound) dan jarak antara MPC Bandung dan kantor pos sekunder (inbound) .
 - Step 2
Menghitung nilai penghematan jarak dengan menggunakan formula $s(i,j) = d(D,i) + d$

- (D,j) – d (i,j).
- Step 3
Membuat saving list berdasarkan nilai matriks penghematan jarak dengan cara mengurutkan nilai penghematan paling besar hingga paling kecil.
- Step 4
Membentuk alternatif rute awal dengan memilih kombinasi pasangan kantor pos yang memiliki nilai penghematan terbesar ke dalam rute.
- Step 5
Menghitung total demand kantor pos terpilih. Apabila demand kurang dari kapasitas armada maka berlanjut ke langkah 7, apabila demand melebihi kapasitas armada maka hapus pelanggan terakhir dan rute pada alternatif tersebut telah terbentuk, apabila masih terdapat kantor pos yang belum masuk rute maka kembali ke langkah 4.
- Step 6
Menghitung waktu tempuh armada berdasarkan jarak dan kecepatan rata-rata. Apabila waktu tempuh kurang dari batas waktu pengiriman, maka berlanjut ke langkah 7 apabila waktu tempuh melebihi batas maka hapus pelanggan terakhir dan rute pada alternatif tersebut telah terbentuk, apabila masih terdapat kantor pos yang belum masuk rute maka kembali ke langkah 4.
- Step 7
Memilih pasangan kantor pos selanjutnya dengan nilai savings terbesar berdasarkan kantor pos terakhir yang terpilih, kemudian kembali ke langkah 5, jika seluruh kantor pos telah masuk ke dalam rute maka stop iterasi.

Pada perancangan rute diperhatikan bahwa jumlah permintaan dalam satu rute tidak dapat melebihi kapasitas armada yang tersedia dan waktu pengiriman untuk masing-masing kantor tidak dapat melebihi waktu yang ditentukan (pukul 23.00). Pembentukan rute usulan dilakukan dengan berdasarkan urutan nilai penghematan jarak (savings). Kapasitas armada yang digunakan MPC Bandung untuk pengiriman ke kantor tujuan di wilayah sekunder adalah :

1. Truk Colt Diesel Double (CDD) dengan kapasitas 4 ton sebanyak 1 kendaraan
 2. Truk Colt Diesel Enkel (CDE) dengan kapasitas 2,2 ton sebanyak 7 kendaraan
- Perancangan rute usulan pada masing-masing alternatif dibentuk berdasarkan kombinasi kapasitas dan ketersediaan armada yang memungkinkan. Berikut merupakan kombinasi kapasitas armada untuk masing-masing alternatif :

Tabel 4. Kombinasi Rute Berdasarkan Kapasitas Armada (Kg)

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Rute 1	2.200	4.000	2.200	2.200
Rute 2	4.000	2.200	2.200	2.200
Rute 3	2.200	2.200	2.200	4.000

Sumber : Olah Data, 2020

Berikut merupakan hasil perancangan rute alternatif 1,2,3 dan 4 dengan menggunakan metode Clarke and Wright Savings Algorithm :

Tabel 5. Rute Usulan Metode Clarke and Wright Savings

Alt.	Rute usulan metode CAWSA	Jarak Tempuh (km)	Total Jarak/ hari (km)
1	Rute 1	394,9	962,40
	Rute 2	443,7	
	Rute 3	123,8	

2	Rute 1	448,2	894,2
	Rute 2	209	
	Rute 3	237	
3	Rute 1	394.9	964
	Rute 2	209	
	Rute 3	360.1	
4	Rute 1	394.9	964

Sumber : Olah Data, 2020

- Perancangan Rute Usulan dengan menggunakan Nearest Neighbor Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan VRP dengan menggunakan algoritma Nearest Neighbor Algorithm :

Step 1 : Input matriks jarak antara MPC Bandung dengan kantor pos tujuan dan jarak antar kantor pos tujuan.

Step 2 : Memilih titik awal pengiriman (0) yaitu depot MPC Bandung, kemudian berlanjut ke step 3.

Step 3 : Membuat tabel perbandingan jarak dari depot MPC Bandung ke kantor pos lainnya, kemudian berlanjut ke step 4.

Step 4 : Menentukan titik yang memiliki jarak terdekat (i) dari MPC Bandung dan kemudian kedua titik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya, kemudian berlanjut ke step 5.

Step 5 : Melakukan perhitungan total pengiriman dan total waktu tempuh pengiriman, apabila jumlah kiriman melebihi kapasitas armada dan atau waktu pengiriman melebihi batas yang ditentukan maka stop iterasi, rute pada iterasi pertama telah terbentuk, jika masih terdapat kantor pos yang belum masuk ke dalam rute maka kembali ke step 2 dengan membuat iterasi baru, apabila jumlah kiriman kurang dari kapasitas armada dan atau waktu pengiriman masih memungkinkan maka berlanjut ke step 6.

Step 6 : Pilih kantor pos terakhir sebagai titik awal (i-1), kembali ke step 3 sampai semua titik telah termasuk ke dalam rute, maka berlanjut ke step 7.

Step 7 : Proses pemecahan permasalahan rute metode Nearest Neighbor telah selesai dan terpilih rute-rute distribusi.

Berikut merupakan hasil perancangan rute alternatif 1,2,3 dan 4 dengan menggunakan metode Nearest Neighbor Algorithm :

Tabel 6. Rute Usulan Nearest Neighbor Algorithm

Alternatif	Rute	Jarak (km)	Total jarak (km)
1	MPC-SMD-MJL-CN-TSM-CI-BJR-GRT-MPC	460,2	1.006,9
	MPC-SU-PWK-KRW-CJ-MPC	338,7	
	MPC-SI-MPC	208	
2	MPC-SMD-MJL-CN-TSM-CI-BJR-MPC	443,8	936,8
	MPC-SU-PWK-KRW-CJ-SI-MPC	369,2	
	MPC-GRT-MPC	123,8	
3	MPC-SMD-MJL-CN-TSM-CI-BJR-MPC	443,8	1.073,90
	MPC-SU-PWK-KRW-CJ-MPC	369,2	
	MPC-GRT-SI-MPC	123,8	
4	MPC-SMD-MJL-CN-TSM-CI-BJR-MPC	443,8	1.073,90
	MPC-SU-PWK-KRW-CJ-MPC	307,2	
	MPC-GRT-SI-MPC	322,9	

Sumber : Olah Data, 2020

Tabel 9. Rute Usulan Metode CAWSA

Alternatif	Rute.	Kombinasi Rute usulan metode CAWSA	Jumlah Kiriman (Kg)
1	1	MPC-MJL-CN-BJR-CI-TSM-MPC	1.895,49
	2	MPC-CJ-SI-KRW-PWK-SU-SMD-MPC	3.026,12
	3	MPC-GRT-MPC	403,68
2	1	MPC-MJL-CN-BJR-CI-TSM-GRT-SMD-MPC	2.571,10
	2	MPC-CJ-SI-MPC	2.145,32
	3	MPC-PWK-KRW-SU-MPC	608,87
3	1	MPC-MJL-CN-BJR-CI-TSM-MPC	1.895,49
	2	MPC-CJ-SI-MPC	2.145,32
	3	MPC-PWK-KRW-SU-SMD-GRT-MPC	1.284,48
4	1	MPC-MJL-CN-BJR-CI-TSM-MPC	1.895,49
	2	MPC-CJ-SI-MPC	2.145,32
	3	MPC-PWK-KRW-SU-SMD-GRT-MPC	1.284,48

Sumber : Olah data (2020)

Hasil olah data diketahui terdapat perbedaan jumlah rute, dan perbedaan urutan kunjungan kantor pos antara rute eksisting dan rute usulan yang dirancang menggunakan 2 metode heuristik. Terdapat 8 buah rute pada rute eksisting, dan 4 alternatif rute usulan yang dihasilkan metode CAWSA, serta 4 alternatif rute usulan yang dihasilkan metode NN, masing-masing alternatif rute usulan memiliki 3 rute dengan urutan kunjungan yang berbeda. Dari alternatif-alternatif tersebut terpilih 1 Alternatif rute usulan terbaik sehingga terdapat efisiensi jumlah rute sebanyak 5 rute dari sebelumnya 8 rute menjadi 3 rute yang diusulkan bagi perusahaan.

- Analisis Perbandingan Jarak Tempuh Rute Eksisting dan Rute Usulan Menggunakan Metode Clarke And Wright Savings (CAWSA) dan Nearest Neighbor (NNA)

Tabel 10. Jarak Tempuh Rute Eksisting

No	Rute Eksisting	Jarak Tempuh /hari (Km)
1	MPC Bandung-Cianjur-Sukabumi 1-MPC Bandung	209
2	MPC Bandung-Cianjur-Sukabumi 2-MPC Bandung	209
3	MPC Bandung-Majalengka-Cirebon-MPC Bandung	357,5
4	MPC Bandung-Subang- Purwakarta-Karawang- MPC Bandung	250,7
5	MPC Bandung-Tasikmalaya-Ciamis-Banjar-MPC Bandung	292,4
6	MPC Bandung-Garut-Tasikmalaya-Ciamis-Banjar-MPC Bandung	418,3
7	MPC Bandung-Garut-MPC Bandung	123,8
8	MPC Bandung-Sumedang-Bandung	88
Total		1.948,7

Sumber : MPC Bandung dan Olah data (2020)

Tabel 11. Efisiensi Jarak Tempuh

Alt.	Total Jarak/ hari (km) Metode CAWSA	Efisiensi	Alt.	Total Jarak /hari (km) Metode NNA	Efisiensi
1	962,40	50.61 %	1	1.006,9	48.33%
2	894,2	54.11 %	2	936,8	51.93%

3	964	50.53 %	3	1.073,9	44.89%
4	964	50.53 %	4	1.073,9	44.89%

Sumber : MPC Bandung dan Olah data (2020)

Berdasarkan olah data metode CAWSA dan NNA .Total jarak tempuh masing-masing alternatif lebih pendek dibandingkan dengan total jarak tempuh rute eksisting yang mencapai 1.948,7 km (dapat dilihat pada tabel 10). Alternatif 2 metode CAWSA terpilih menjadi rute usulan terbaik karena memiliki total jarak tempuh terpendek dibandingkan dengan alternatif-alternatif lainnya, total jarak tempuh alternatif 2 metode CAWSA terhadap total jarak tempuh rute eksisting memiliki penghematan sebesar 54,11% yang merupakan presentase penghematan paling besar dibandingkan alternatif lain.

- Analisis Perbandingan Jumlah Armada Rute Eksisting dan Rute Usulan Terpilih Pada rute eksisting terdapat 8 rute dimana digunakan 1 armada yang melayani masing-masing rute, sehingga jumlah armada yang digunakan untuk pengiriman paket setiap harinya adalah 8 buah. Terdapat 3 rute pada rute usulan terpilih (CAWSA), keseluruhan armada yang digunakan tiap harinya adalah 3 armada, dengan penghematan sebanyak 5 armada.
- Analisis Perbandingan Biaya Transportasi Rute Eksisting dan Usulan Terpilih Terdapat perbedaan biaya transportasi yang signifikan antara rute usulan dan rute eksisting. Untuk total biaya transportasi per bulan untuk rute eksisting adalah sebesar Rp115,546,200, sedangkan untuk rute usulan terpilih adalah sebesar Rp 56,686,500.00. Berdasarkan hasil perhitungan ini terdapat penghematan biaya sebesar 50,94% dalam satu bulan.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat efisiensi jumlah rute dari 8 buah rute eksisting menjadi 3 buah rute usulan terpilih. Usulan rute perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode heuristik yaitu CWNA dan NNA diketahui bahwa terdapat perbedaan jumlah rute dan perbedaan urutan kunjungan kantor pos pada pengiriman paket dan dokumen Mail Processing Center Bandung.
2. Terpilih 1 alternatif rute usulan terbaik bagi perusahaan yaitu alternatif 2 metode CAWSA. Rute usulan alternatif 2 memiliki jarak tempuh 894,2 km /hari dan memiliki efisiensi sebesar 54,11% terhadap rute eksisting perusahaan yang memiliki jarak tempuh 1.928,7 km /hari.
3. Terdapat efisiensi sebanyak 5 armada yaitu dari 8 buah kendaraan menjadi 3 buah kendaraan yang terdiri dari armada CDD dan CDE.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi dkk. (2014) : Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode Nearest Neighbor dan Metode Sequential Insertion". Jurnal Institut Teknologi Nasional,Vol(1).<http://jurnalonline.itenas.ac.id>. Diakses 8 April 2015.
- Asteria, C., (2008): Penentuan Distribusi Dengan Algoritma Tabu Search Untuk VRP Dengan Time Windows, Universitas Indonesia.
- Ball, M.O., Golden, B.L., Assad, A.A., dan Bodin, L.D., (1983): Planning For Truck Fleet Size In The Presence Of A Common-Carrier Option. A Journal Of The Decision Sciences Institute, Decision Sciences, Volume14, Issue 1983, Pages 103-120
- Ballou, R.H., (1999): Business Logistics Management: Planning organizing, and Controlling the Supply Chain. 5th ed., Prentice-Hall, Inc. New Jersey
- Bhagya, T.G., (2021). Algoritma Genetik Pada Penjadwalan Transportasi Kapal Laut (Studi Kasus PT. Pelni). *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 5(2). 81-92.
- Caric, T., dan Gold, H., (2008): Vehicle Routing Problem. University of Zagreb:In-the Croatia.

- Chopra, Sunil, dan Meindl, P., (2010): Supply chain management: Strategy, planning, and operations. New Jersey: Prentice Hall.
- Clarke, G. dan Wright, J. W., (1964): Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Point. *Operations Research*, 12(4): 568-581
- Damayantie. A., (2021): Usulan Perbaikan Rute Kendaraan Perusahaan Distributor Air Minum Dalam Kemasan PT. X Kota Bandung, Program Studi Magister Transportasi, Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan, Institut Teknologi Bandung.
- Dantzig, G.B. dan Ramser, J.H., (1959): The Truck Dispatching Problem. *Management Science*, Vol 6, No. 1 pp 80-91.
- Kallehauge, B., Larsen, J., dan Marsen, O.B.G., (2001): Lagrangean Duality Applied on Vehicle Routing with Time Windows”, Technical Report, IMM, Technical University of Denmark.
- Kumar, Suresh N. dan Panneerselvam, Ramasamy. (2012). A Survey on The Vehicle Routing Problem and Its Variants. *Intelligent Information Management* Vol. 04 No. 03 Page 66–74.
- Miro, F., (2005): Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi. Erlangga. Jakarta.
- Octora, L., (2014): Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke And Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Bandung*.
- Suryani, S., Kuncoro, K.R., dan Fathimahhayati, L.D., (2018): Perbandingan Penerapan Metode Nearest Neighbour Dan Insertion Untuk Penentuan Rute Distribusi Optimal Produk Roti Pada Ukm Hasan Bakery Samarinda. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Taha, H.A., (2017): *Operations Research An Introduction*, 10th edition. Pearson Education.
- Toth, P. and Vigo, D., (2002): An Overview of vehicle routing problems. Editor. *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Siam. Halaman 1-26.
- Yeun, L.C., Ismail, W.R., Omar, K., Dan Zirour, M., (2008): Vehicle Routing Problem: Models And Solutions. *Journal Of Quality, Measurement and Analysis*, Jqma 4(1) 2008, 205-218.
- Zheng, W., Liao, Z., dan Qin, J., (2017). Using a four-step heuristic algorithm to design personalized day tour route within a tourist attraction. *Tour. Manag.* (Vol. 62, pp. 335– 349).

Daftar Pustaka dari Situs Internet (web site) dan dokumen pemerintah :

Peraturan Presiden nomor 74 Tahun 2017 tentang Peta Jalan Sistem Perdagangan Nasional Berbasis Elektronik (Road Map e-Commerce).

Datareportal, 2020. Digital 2019 Spotlight: Ecommerce In Indonesia, informasi diperoleh melalui situs internet: <https://datareportal.com/reports/digital2019-ecommerce-in-indonesia> diakses tanggal 30 Januari 2020.