

Usulan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Sweep dan 1-0 Insertion Intra Route di CV. XYZ

Vina Fahrezi Riyadi^{1*}, Arif Imran¹, Firda Nur Rizkiani¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: vinafahrezi24@gmail.com

Received 21 08 2023 | Revised 28 08 2023 | Accepted 28 08 2023

ABSTRAK

Kegiatan distribusi ini menjadi salah satu pencapaian penting bagi perusahaan manufaktur agar dapat beroperasi dengan efisien dan efektif. CV. XYZ dalam melakukan pendistribusiannya hanya berdasarkan perkiraan saja tanpa perhitungan jarak tempuh, kapasitas alat angkut atau waktu tempuhnya. Perusahaan melakukan pengiriman dengan permintaan yang bervariasi di antara pelanggannya dan setiap kendaraan memiliki batasan kapasitas maksimum. Permasalahan tersebut dikenal sebagai Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP). Salah satu untuk menyelesaikan permasalahan pada perusahaan tersebut menggunakan Algoritma Sweep dan 1-0 Insertion Intra Route. Berdasarkan hasil pengolahan data, usulan rute distribusi untuk mendapatkan jarak tempuh minimum menggunakan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route yang menghasilkan total jarak 248,6 km dengan waktu 14,380 jam. Penghematan jarak terhadap rute aktual diperoleh sebesar 22,09%.

Kata kunci: Rute Distribusi, Algoritma Sweep, Insertion, VRP

ABSTRACT

This distribution activity is one of the important achievements for manufacturing companies in order to operate efficiently and effectively. However, CV. XYZ carries out its distribution based solely on estimates without calculating the distance traveled, the capacity of the conveyance, or the travel time. The company handles deliveries with varying demands among its customers, and each vehicle has a maximum capacity limitation. This problem is known as the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP). One way to solve the problem in the company is to use the Sweep Algorithm and 1-0 Insertion Intra Route. Based on the results of data processing, the proposed distribution route to minimize mileage uses the 1-0 Insertion Intra Route Algorithm, resulting in a total distance of 248.6 km with a travel time of 14.380 hours. This approach achieves a distance savings of 22.09% compared to the actual route.

Keywords: Distribution Routing, Sweep Algorithm, Insertion, VRP

1. PENDAHULUAN

Pendistribusian sangat penting bagi setiap perusahaan untuk mengirimkan barang dan jasa agar sampai ke tangan konsumen. Semua pihak mulai dari penyedia, produsen, distributor, pengecer, dan pelanggan memiliki peranan yang signifikan dalam menghasilkan produk yang berkualitas, terjangkau, dan cepat (Pujawan & ER, 2017). Kegiatan distribusi ini menjadi salah satu pencapaian penting bagi perusahaan manufaktur agar dapat beroperasi dengan efisien dan efektif.

CV. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri makanan. Setiap harinya memproduksi berbagai makanan kue kering seperti brownies, biskuit koin, bolu rege, bolu es, dan basreng yang nantinya akan disebar ke toko yang ada di wilayah Kota Bandung dan sekitarnya. Pendistribusian akan dilakukan ke 23 toko dengan menggunakan alat angkut berjumlah 3 buah mobil box carry yang masing-masing memiliki kapasitas angkut sebanyak 450 bal. Rute distribusi yang dilalui oleh perusahaan saat ini hanya berdasarkan perkiraan saja tanpa perhitungan jarak tempuh, kapasitas angkut atau waktu tempuhnya. Hal ini menyebabkan pengiriman produk menjadi tidak tepat waktu, pemanfaatan kapasitas kendaraan kurang ideal, dan akan menambah biaya yang lebih besar. Rute distribusi yang tepat akan menghasilkan jarak yang minimal, biaya yang cukup dalam pengiriman dan waktu tempuh yang singkat.

Permasalahan penentuan rute distribusi ini disebut Vehicle Routing Problem (VRP). Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan masalah optimisasi kombinatorial yang kompleks untuk memecahkan masalah penentuan rute pengiriman armada yang melayani satu atau lebih pelanggan suatu perusahaan berdasarkan satu atau lebih gudang yang ada (Toth & Vigo, 2002). Permasalahan dengan kapasitas kendaraan yang terbatas disebut Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), hal tersebut pelanggan merupakan tujuan pengiriman dan permintaan yang bersifat deterministik, kendaraan identik yang terletak di depot pusat dan batasan berupa kapasitas muatan dari kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian barang (Toth & Vigo, 2002). Salah satu untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah Algoritma Sweep dan 1-0 Insertion Intra Route. Penggunaan Algoritma Sweep memiliki dua tahapan yaitu tahapan pengelompokan (clustering) dan tahapan pembentukan rute menggunakan Nearest Neighbor. Penggunaan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route dilakukan dengan cara memindahkan konsumen ke tempat lain dalam rute itu agar mendapatkan jarak yang lebih pendek.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Identifikasi Masalah

CV. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri makanan. Setiap harinya perusahaan akan melakukan kegiatan pendistribusian produknya ke beberapa toko yang ada di wilayah Kota Bandung, dimana permintaan setiap toko pun berbeda-beda. Penentuan rute distribusi yang digunakan CV. XYZ hanya berdasarkan perkiraan tanpa adanya perhitungan jarak tempuh, waktu tempuh kapasitas angkut atau biaya transportasi. Selain itu, pada pemanfaatan kapasitas alat angkutnya pun masih kurang efektif dan efisien sehingga menjadi permasalahan perusahaan yang dapat mengeluarkan biaya lebih besar. Kendaraan yang dimiliki oleh perusahaan saat ini berjumlah 3 buah mobil box carry dengan masing-masing memiliki kapasitas 450 bal. Bal adalah wadah plastik berbentuk seperti bantal yang digunakan untuk mengemas makanan kue kering. Setiap bal mampu menampung 2,6 kg makanan dan memiliki volume yang serupa.

2.1 Studi Literatur

Studi literatur membahas tentang teori-teori yang dipakai untuk memecahkan permasalahan yang diteliti dan untuk mendukung pengolahan data yang bersumber dari beberapa jurnal, buku, skripsi, dan sebagainya yang mendukung penelitian ini. Teori tersebut diantaranya meliputi pengertian Supply Chain Management (SCM), Distribusi, Vehicle Routing Problem (VRP), Algoritma Sweep, Metode Nearest Neighbor, dan Algoritma 1-0 Insertion, serta penelitian terdahulu.

2.2 Metode Penyelesaian Masalah

Permasalahan untuk mendapatkan rute terpendek yang dapat meminimalkan jarak tempuh dan waktu tempuh dengan bantuan kendaraan disebut Vehicle Routing Problem (VRP), penyelesaian permasalahan ini dapat menggunakan Algoritma Sweep. Algoritma Sweep adalah algoritma yang menggunakan proses dua tahap, dimana tahap pertama mengelompokkan (clustering) pelanggan berdasarkan area dan kendaraan yang tersedia, dan tahap kedua membuat rute untuk setiap cluster (Ruben & Imran, 2020). Metode Nearest Neighbor dimana pembentukan awal rute sesuai dengan jarak waktu terdekat yang dituju dan kapasitas setiap kendaraan dapat dialokasikan (Wulandari, 2020). Hasil dari pembentukan rute oleh Nearest Neighbor akan diperbaiki menggunakan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route untuk mendapatkan total jarak paling minimum.

2.3 Pengumpulan Data

Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan adanya data-data yang dibutuhkan seperti data perusahaan, data lokasi setiap toko, data permintaan setiap toko, data kendaraan beserta kapasitasnya, waktu loading dan unloading, serta rute distribusi yang digunakan perusahaan saat ini.

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi tahapan penggunaan metode yang dilakukan, dimulai dari pembentukan rute awal perusahaan menggunakan Algoritma Sweep. Kemudian hasil dari pembentukan rute tersebut dicari jarak yang lebih pendek menggunakan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route untuk mendapatkan jarak tempuh minimum. Langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut:

1. Membuat Diagram Kartesius
Diagram kartesius merupakan sebuah diagram yang terdiri dari sumbu X dan sumbu Y, dimana satu titik tersebut memiliki koordinat. Gudang sebagai awal titik pusat (0,0) yang dilakukan dengan bantuan aplikasi Geo Gebra.
2. Membuat Koordinat Polar
Koordinat polar merupakan koordinat yang terdiri dari sumbu r dan θ , dimana satu titik tersebut memiliki koordinat. Gudang sebagai awal titik pusat (0°) dan koordinat kartesius dirubah menjadi koordinat polar yang diperoleh dengan bantuan aplikasi Geo Gebra.
3. Mengurutkan Koordinat Polar
Pengurutan koordinat polar dimulai dari toko dengan sudut polar terkecil hingga yang terbesar beserta demand setiap tokonya, dimana gudang sebagai titik pusat dengan sudut (0°) karena seluruh pengiriman dimulai dari perusahaan tersebut.
4. Membuat Matriks Jarak Tempuh dan Waktu Tempuh
Pengolahan data selanjutnya adalah melakukan rekapitulasi jarak tempuh dan waktu tempuh antara gudang dengan setiap toko dan lokasi toko dengan toko lainnya. Untuk mengetahui jarak tempuh menggunakan bantuan aplikasi Google Maps dan waktu tempuh berdasarkan rata-rata kecepatan mobil di jalan raya.
5. Membuat Pengelompokan (clustering)
Pengelompokan (clustering) ini menggunakan Algoritma Sweep dan akan dilakukan

berdasarkan koordinat polar terkecil hingga terbesar. Berikut langkah-langkahnya:

- a. Membuat cluster.
 - b. Input titik toko yang memiliki sudut koordinat terkecil.
 - c. Menghitung jumlah permintaan dan kapasitas kendaraan.
 - d. Apabila permintaan lebih kecil dari kapasitas kendaraan maka langkah kembali ke b, jika permintaan lebih besar dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah berikutnya.
 - e. Menghitung waktu loading dan unloading. Rumus loading dan unloading, sebagai berikut:
Waktu Loading = $\frac{\text{demand} \times \text{waktu loading}}{\text{jumlah orang bekerja}}$ (1)
Waktu Unloading = $\frac{\text{demand} \times \text{waktu unloading}}{\text{jumlah orang bekerja}}$ (2)
 - f. Menghitung total jarak dan waktu pendistribusian.
 - g. Jika seluruh toko belum dilewati maka kembali ke langkah a, jika seluruh toko sudah dilewati maka pembuatan cluster telah selesai.
6. Membuat Rute Baru Menggunakan Metode Nearest Neighbor
- Penggunaan Metode Nearest Neighbor adalah dengan mencari titik terdekat dengan titik sebelumnya, dimana tujuan tahap ini yaitu mendapatkan jarak tempuh yang minimum untuk setiap rute setelah dilakukannya pengurutan di matriks jarak. Berikut langkah-langkahnya:
- a. Input rute hasil pengelompokan dan matriks jarak.
 - b. Menghitung jarak tempuh dari gudang ke setiap toko.
 - c. Pilih jarak tempuh yang paling pendek untuk tujuan berikutnya.
 - d. Menghitung jarak tempuh toko yang sudah dikunjungi menuju toko yang belum dikunjungi.
 - e. Apabila seluruh toko belum dilewati maka kembali ke langkah c, jika seluruh toko sudah dilewati maka pembuatan rute sudah selesai.
7. Algoritma 1-0 Insertion Intra Route
- Penggunaan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route setelah dilakukannya pembentukan rute menggunakan Metode Nearest Neighbor dengan tujuan untuk mendapatkan hasil total jarak paling minimum untuk setiap rute. Berikut langkah-langkahnya:
- a. Input rute yang diperoleh dari metode Nearest Neighbor.
 - b. Lakukan pertukaran untuk setiap titik toko di iterasi n.
 - c. Hitung jarak tempuh dari setiap rute baru yang terbentuk.
 - d. Apabila jarak dari rute baru lebih kecil dari rute awal maka kembali ke langkah b, jika jarak rute baru lebih besar dari rute awal maka dilanjutkan ke langkah berikutnya.
 - e. Apabila seluruh titik toko pada cluster n sudah dilakukan pertukaran maka perbaikan rute telah selesai, jika seluruh titik toko pada cluster n belum dilakukan pertukaran maka kembali ke langkah a.
8. Perhitungan Rute Distribusi Perusahaan
- Pada pengolahan data tahap ini akan dilakukannya proses perhitungan rute distribusi perusahaan meliputi total jarak tempuh dan total waktu tempuh. Hal ini bertujuan untuk membandingkan hasil rute distribusi perusahaan dengan hasil rute distribusi rancangan, sehingga perusahaan dapat mengetahui apakah dalam kegiatan pendistribusiannya sudah efektif dan efisien atau belum.
9. Menghitung Utilitas Alat Angkut
- Perhitungan utilitas alat angkut ini untuk mengetahui pemanfaatan penggunaan kapasitas dari alat angkut yang digunakan pendistribusian. Perhitungan utilitas dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Utilitas} = (\text{Jumlah permintaan/kapasitas alat angkut}) \times 100\% \quad (3)$$

10. Menghitung Penghematan Jarak Tempuh

Pada Tahap ini akan dilakukan perhitungan penghemataan jarak tempuh berdasarkan rute rancangan yang memiliki jarak tempuh paling minimum dengan rute distribusi yang digunakan perusahaan saat ini. Langkah ini akan membandingkan hasil rute distribusi perusahaan saat ini dengan rute rancangan. Berikut rumus perhitungannya (Sitepu & Imran, 2022):

$$\text{Penghematan Jarak} = \frac{(\text{Jarak rute aktual} - \text{jarak rute rancangan})}{\text{Jarak Rute aktual}} \times 100\% \quad (4)$$

2.5 Analisis

Pada tahapan ini menganalisa hasil dari perhitungan yang dilakukan pada pengolahan data dalam memecahkan masalah yang dilakukan dengan menggunakan Algoritma Sweep dan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route. Kemudian hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan rute yang digunakan oleh perusahaan saat ini.

2.6 Kesimpulan

Pada tahapan ini berisikan kesimpulan dan yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Algoritma Sweep dan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route setelahdibandingkan dengan rute yang digunakan oleh perusahaan selama ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

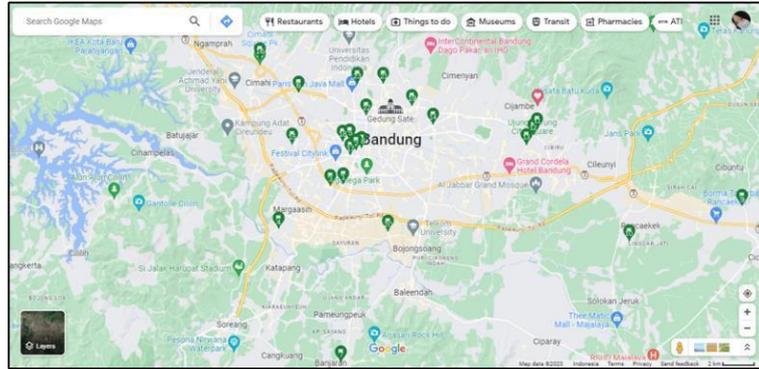
3.1 Data Lokasi Toko

CV. XYZ memiliki pelanggan sebanyak 23 toko yang tersebar di wilayah Kota Bandung dan sekitarnya, dimana perusahaan menjadi lokasi awal untuk pengiriman produk ke setiap toko. Lokasi setiap toko dibutuhkan untuk melakukan pengolahan data sebagai tolak ukur dari jarak tempuh yang akan dilakukannya pendistribusian, pengiriman disebarkan ke beberapa titik toko yang tersebar di wilayah Kota Bandung dan sekitarnya. Berikut Tabel 1. Data lokasi setiap toko.

Tabel 1. Data Lokasi Toko

No	Daerah	Nama Toko	No	Daerah	Nama Toko
T0	Ujung berung	CV. XYZ	T12	Ujung berung	Toko Pak Entis
T1	Kopo	Surya Mas	T13	Ujung berung	Toko Pak Ari
T2	Cibadak	Senang	T14	Cicadas	Box Jaya
T3	Caringin	Air Mancur	T15	Melong raya	Triwandi
T4	Kopo	Bintang Jaya	T16	Kol Masturi	Toko H. Ijan
T5	Saritem	Toko 75	T17	Cibadak	Sinar Baru
T6	Gunung Batu	Ganda Mekar	T18	Ciroyom	Lautan rasa
T7	Banjaran	Arlen	T19	Jalaprang	Toko Cadaz
T8	Cibadak	Air Mancur 2	T20	Dayeuhkolot	Satria Raja
T9	Parmun	Aa Ratu	T21	Dago	Toko Chika
T10	Parmun	Sersan	T22	Cihampelas	Toko Nabila
T11	Ujung berung	Toko Pak Ade	T23	Pasteur	Toko Puspa

Berikut Gambar 1. Titik setiap toko yang tersebar di wilayah Kota Bandung dan sekitarnya dengan menggunakan bantuan aplikasi Google Maps.



Gambar 1. Titik Lokasi Setiap Toko

3.2 Data Permintaan

Data permintaan yang digunakan yaitu berupa jumlah produk yang akan didistribusikan ke beberapa toko di wilayah Kota Bandung dan sekitarnya setiap hari, permintaan setiap toko pun berbeda-beda. Berikut Tabel 2. Data permintaan toko.

Tabel 2. Data Permintaan Toko

No	Nama Toko	Demand (Bal)	No	Nama Toko	Demand (Bal)
T1	Surya Mas	100	T13	Toko Pak Ari	30
T2	Senang	100	T14	Box Jaya	30
T3	Air Mancur	150	T15	Triwandi	75
T4	Bintang Jaya	100	T16	Toko H. Ijan	50
T5	Toko 75	100	T17	Sinar Baru	30
T6	Ganda Mekar	100	T18	Lautan rasa	75
T7	Arlen	75	T19	Toko Cadaz	100
T8	Air Mancur 2	100	T20	Satria Raja	125
T9	Aa Ratu	100	T21	Toko Chika	75
T10	Sersan	75	T22	Toko Nabila	75
T11	Toko Pak Ade	30	T23	Toko Puspa	75
T12	Toko Pak Entis	30			

3.3 Waktu Loading dan Waktu Unloading

Waktu loading merupakan waktu penyelesaian proses awal seperti mengambil barang dari gudang menuju mobil, sedangkan waktu unloading merupakan waktu penyelesaian proses akhir yaitu mengambil barang dari mobil lalu disimpan di toko yang dituju. Dalam proses loading dilakukan oleh 5 orang pekerja, sedangkan proses unloading dilakukan oleh 2 orang pekerja.

3.4 Diagram Kartesius

Diagram kartesius dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi Geo Gebra. Berikut Tabel 3 merupakan diagram kartesius dengan sumbu X dan sumbu Y.

Tabel 3. Diagram Kartesius

No	Koordinat Kartesius		No	Koordinat Kartesius	
	X	Y		X	Y
T1	-3,464	-1,409	T13	-0,198	-0,707
T2	-3,234	-0,796	T14	-1,863	-0,340
T3	-3,694	-1,443	T15	-4,374	-0,696
T4	-4,612	-2,203	T16	-4,949	0,833
T5	-3,349	-0,618	T17	-3,338	-0,886
T6	-4,259	0,236	T18	-3,474	-0,646
T7	-3,506	-4,594	T19	-2,240	-0,006
T8	-3,137	-0,755	T20	-2,669	-2,256
T9	3,642	-1,795	T21	-2,752	0,391
T10	1,632	-2,430	T22	-3,055	-0,174
T11	-0,001	-0,382	T23	-3,212	0,390
T12	-0,073	-0,530			

3.5 Koordinat Polar

Titik koordinat kartesius diubah menjadi koordinat polar yang didapatkan dari bantuan aplikasi Geo Gebra, pengurutan koordinat polar dimulai dari toko dengan sudut polar terkecil hingga yang terbesar. Berikut Tabel 4. merupakan koordinat polar dengan sumbu r dan sumbu θ .

Tabel 4. Koordinat Polar

No	Koordinat Polar		Demand (Bal)	No	Koordinat Polar		Demand (Bal)
	r (cm)	θ°			r (cm)	θ°	
T16	5,019	170,450	50	T17	3,454	194,864	30
T21	2,780	171,918	75	T3	3,966	201,335	150
T23	3,236	173,074	75	T1	3,739	202,133	100
T6	4,265	176,832	100	T4	5,111	205,536	100
T19	2,240	180,147	100	T20	3,494	220,206	125
T22	3,060	183,268	75	T7	5,779	232,650	75
T15	4,429	189,037	75	T13	0,734	254,363	30
T14	1,894	190,355	30	T12	0,535	262,139	30
T5	3,405	190,454	100	T11	0,382	269,908	30
T18	3,534	190,532	75	T10	2,927	303,887	75
T8	3,226	193,527	100	T9	4,060	333,759	100
T2	3,330	193,826	100				

3.6 Matriks Jarak dan Matriks Waktu

Matrik jarak tempuh merupakan jarak dari gudang menuju toko dan lokasi toko menuju toko lainnya. Matriks waktu tempuh menggunakan rata-rata kecepatan jalan raya di daerah pemukiman yaitu 30 km/jam. Untuk mengetahui jarak tempuh menggunakan bantuan aplikasi Google Maps (Kemenuh, 2015).

3.7 Tahap Pengelompokan (Clustering)

Tahap pengelompokan (clustering) dimulai dari toko yang memiliki sudut polar terkecil dan seterusnya secara berurutan sampai toko yang memiliki sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan. Urutan toko yang memiliki sudut polar terkecil hingga toko yang memiliki sudut polar terbesar beserta permintaan toko dapat dilihat pada Tabel 4. pengelompokan (clustering) berhenti ketika kapasitas pada kendaraan sudah maksimal dan tidak melebihi kapasitas kendaraan. Jika kapasitas kendaraan sudah maksimal dan toko

berikutnya belum dikelompokkan, maka akan dilanjutkan pada pengelompokkan selanjutnya dengan kendaraan yang berbeda. Jika semua toko sudah dikunjungi, maka tahap pengelompokkan sudah selesai. Rekapitulasi hasil pengelompokkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Pengelompokkan (clustering)

Kelompok (Cluster)	Rute Distribusi Hasil Pengelompokkan (clustering)	Waktu Tempuh (jam)	Jarak Tempuh (km)
1	T0-T16-T21-T23-T6-T19-T0	5,094	67,2
2	T0-T22-T15-T14-T5-T18-T0	3,219	59,9
3	T0-T8-T2-T17-T3-T0	2,566	37,7
4	T0-T1-T4-T20-T7-T13-T0	3,852	76,3
5	T0-T12-T11-T10-T9-T0	2,419	48,3
Total		17,151	289,4

3.8 Rute Baru Menggunakan Nearest Neighbor

Tahap selanjutnya adalah pembuatan rute baru menggunakan metode Nearest Neighbor, dimana hasil rute dari pengelompokkan (clustering) akan diolah kembali menjadi rute terbaru. Pembuatan rute baru ini bertujuan untuk meminimasi jarak tempuh yang akan dilalui oleh kendaraan pada masing-masing cluster. Langkah awal pembuatan rute ini dimulai dari gudang menuju toko dengan jarak tempuh yang paling dekat, setelah itu dilanjutkan menuju toko berikutnya dengan jarak tempuh yang paling dekat sampai kembali ke gudang. Rekapitulasi hasil pembuatan rute menggunakan Nearest Neighbor dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Nearest Neighbor

Kelompok (cluster)	Rute Distribusi Nearest Neighbor	Waktu Tempuh (Jam)	Jarak Tempuh (km)
1	T0-T19-T21-T23-T6-T16-T0	3,198	54,6
2	T0-T14-T22-T5-T18-T15-T0	2,743	45,6
3	T0-T8-T2-T17-T3-T0	2,566	37,7
4	T0-T13-T20-T1-T4-T7-T0	3,794	69,4
5	T0-T11-T12-T10-T9-T0	2,386	47,3
Total		14,687	254,6

3.9 Algoritma 1-0 Insertion Intra Route

Selain Algoritma Sweep, untuk menyelesaikan permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP) dapat dilakukan perbaikan menggunakan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route. Tujuan dari Algoritma 1-0 Insertion Intra Route ini untuk mendapatkan total jarak tempuh paling minimum, dimana akan ada penyisipan di setiap titik untuk mencari jarak tempuh paling dekat dari gudang menuju toko a dan dari toko a menuju toko b hingga kembali lagi ke gudang. Algoritma ini telah digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan rute oleh Imran & Okdinawati, (2012), Imran dkk., (2016) dan Ramadhan dkk., (2018). Algoritma ini menggunakan hasil dari Metode Nearest Neighbor disetiap cluster. Rekapitulasi hasil perbaikan rute menggunakan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Algoritma 1-0 Insertion Intra Route

Kelompok (cluster)	Rute Distribusi 1-0 Insertion Intra Route	Waktu Tempuh (Jam)	Jarak Tempuh (km)
1	T0-T19-T21-T23-T16-T6-T0	2,961	51,7
2	T0-T14-T5-T18-T15-T22-T0	2,719	44,9
3	T0-T2-T8-T17-T3-T0	2,599	37,7
4	T0-T13-T1-T4-T7-T20-T0	3,714	67
5	T0-T11-T12-T10-T9-T0	2,386	47,3
Total		14,380	248,6

3.10 Perhitungan Rute Distribusi Perusahaan

Rute distribusi yang digunakan perusahaan saat ini hanya berdasarkan perkiraan tanpa adanya perhitungan matematis. Terdapat 7 rute yang akan dilalui oleh 3 kendaraan, masing-masing kendaraan dapat mengunjungi 3-5 titik toko tergantung pesanan yang akan dikirim. Rekapitulasi hasil perhitungan rute distribusi perusahaan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rute Distribusi Perusahaan

Kendaraan	Rute Distribusi Perusahaan	Kelompok (cluster)	Waktu Tempuh (Jam)	Jarak Tempuh (km)
1	T0-T11-T12-T13-T14-T0	1	1,113	21
2	T0-T9-T10-T0	2	2,186	47,5
3	T0-T1-T15-T0	3	2,036	43
1	T0-T2-T5-T8-T17-T18-T0	4	2,778	41,5
2	T0-T3-T6-T16-T0	5	2,897	55,9
3	T0-T4-T7-T20-T0	6	3,463	72,9
1	T0-T19-T21-T22-T23-T0	7	2,363	37,3
Total			16,837	319,1

3.11 Utilitas Alat Angkut

Perhitungan utilitas alat angkut bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan kapasitas yang tersedia pada suatu kendaraan (Sitepu & Imran, 2022). Pengolahan ini membutuhkan data permintaan untuk setiap rute pengiriman dan kapasitas angkut untuk setiap kendaraan. Rekapitulasi perhitungan utilitas alat angkut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Utilitas Alat Angkut

Kelompok (cluster)	Utilitas Rute Perusahaan (%)	Utilitas Rute Rancangan (%)
1	26,67%	88,89%
2	38,89%	78,89%
3	38,89%	84,44%
4	90,00%	95,56%
5	66,67%	52,22%
6	66,67%	
7	72,22%	
Rata-rata	57,14%	80,00%

3.12 Penghematan Jarak Tempuh

Berdasarkan pengolahan data di atas untuk hasil total jarak tempuh dari rute distribusi perusahaan saat ini yaitu sejauh 319,1 km, sedangkan total jarak tempuh dari rute distribusi rancangan yaitu sejauh 248,6 km. Oleh karena itu, dibutuhkannya perhitungan untuk mengetahui penghematan jarak tempuh kedua rute tersebut. Hasil penghematan jarak tempuh dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Penghematan Jarak Tempuh

Rute	Jarak Tempuh (km)	Penghematan (%)
Perusahaan	319,1	
Rancangan (1-0 Insertion Intra Route)	248,6	22,09%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data, hasil rute rancangan dengan menggunakan Algoritma 1-0 Insertion Intra Route lebih optimal dibandingkan dengan rute perusahaan saat ini. Hasil total jarak tempuh pada rute rancangan didapat 248,6 km dengan total waktu tempuh selama 14,380 jam. Jumlah rute yang didapat berdasarkan rute rancangan secara keseluruhan adalah 5 rute. Hasil utilitas angkut berdasarkan rute rancangan mendapatkan rata-rata sebesar 80%. Penghematan jarak tempuh yang diperoleh sebesar 22,09%

DAFTAR PUSTAKA

- Kemenhub. (2015, agustus 11). Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Retrieved Juni 30, 2023, from Kemenhub keluarkan aturan batas kecepatan kendaraan: <https://dephub.go.id/post/read/kemenhub-keluarkan-aturan-batas-kecepatan-kendaraan>
- Imran, A., & Okdinawati, L. (2012). Adaptation of the variable Neighborhood search heuristic to solve the vehicle routing problem. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (1), 10-15.
- Imran, A., Luis, M., & Okdinawati, L. (2016). A variable neighborhood search for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem. *Jurnal Teknologi*, 78(9), 53-58.
- Pujawan, I. N., & ER, M. (2017). *Supply Chain Managment Edisi 3*. Yogyakarta: ANDI.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Bolonga, Italy: Society for Industrial and Applied mathematics.
- Ramadhan, F., Imran, A., Rizana, A.F. (2018). A record-to-record travel algorithm for multi-product and multi-period inventory routing problem. *5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 274-278.
- Wulandari. (2020). Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Nearest Neighbors dan Metode Branch and Bound untuk Meminimumkan Biaya di PT. X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 7-12.