

Usulan Rute Pengiriman Es Kristal Menggunakan Algoritme *Sweep* dan Algoritme *Nearest Neighbor* (Studi Kasus: UMKM XYZ Kudus)

Nadia Rara Putri^{1*}, Bellachyntia Reira Christata², Rangga Primadasa³

^{1,2)} Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Muria Kudus
Jalan Lingkar Utara, Gondangmanis, Bae, Kudus
nadiaraputri07@gmail.com, bellachintya.reira@umk.ac.id, rangga.primadasa@umk.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRAK

Efisiensi pada distribusi menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan dan daya saing usaha, terutama bagi UMKM yang bergerak di bidang produk dengan umur simpan pendek seperti es kristal. UMKM XYZ Kudus menghadapi kendala dalam kegiatan distribusi karena belum memiliki sistem rute pengiriman yang terstruktur. Selama ini, penentuan rute dilakukan berdasarkan intuisi pengemudi tanpa analisis jarak dan kapasitas kendaraan yang optimal, sehingga menyebabkan jarak tempuh lebih jauh, waktu pengiriman tidak efisien, serta biaya operasional meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi menggunakan *Algoritme Sweep* dan *Algoritme Nearest Neighbor* sebagai solusi dalam meningkatkan efisiensi operasional dan menekan biaya distribusi. Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui pengumpulan data lokasi outlet, jarak antar titik, serta kapasitas armada. Algoritme *Sweep* digunakan untuk mengelompokkan outlet berdasarkan kedekatan geografis dan batas kapasitas kendaraan, sedangkan Algoritme *Nearest Neighbor* digunakan untuk menentukan urutan kunjungan dengan jarak tempuh terpendek pada setiap kluster. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total jarak distribusi dapat dikurangi dari 235,529 km menjadi 213,826 km, dengan efisiensi jarak sebesar 21,703 km per hari. Biaya distribusi turun dari Rp135.164 menjadi Rp111.733 per hari atau terjadi penghematan sebesar 17,33%. Penerapan kedua Algoritme ini terbukti efektif dalam menyeimbangkan beban kerja antar armada, menghemat bahan bakar, serta mempercepat waktu pengiriman. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan lanjutan melalui integrasi *Geographic Information System (GIS)* dan Algoritme cerdas seperti *Ant Colony Optimization* maupun *Genetic Algorithm* untuk menghasilkan manajemen rute distribusi yang lebih adaptif, akurat, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Algoritme *Nearest Neighbor*, Algoritme *Sweep*, *Capacitated Vehicle Routing Problem*, Optimasi Distribusi, *Vehicle Routing Problem*.

ABSTRACT

Distribution efficiency plays a crucial role in ensuring business sustainability and competitiveness, particularly for MSMEs engaged in short shelf-life products such as crystal ice. XYZ MSME Kudus faces challenges in its distribution process due to the absence of a structured delivery route system. Currently, route determination relies on drivers' intuition without considering optimal distance and vehicle capacity analysis, resulting in longer travel distances, inefficient delivery times, and increased operational costs. This study aims to optimize distribution routes using the Sweep Algorithm and the Nearest Neighbor Algorithm as effective methods to enhance operational efficiency and reduce distribution costs. A quantitative approach was employed by collecting data on outlet locations, inter-point distances, and vehicle capacities. The Sweep Algorithm was used to cluster outlets based on geographic proximity and vehicle capacity constraints, while the Nearest Neighbor Algorithm was applied to determine the shortest travel sequence within each cluster. The results show that the total distribution distance was reduced from 235.529 km to 213.826 km, achieving a distance efficiency of 21.703 km per day. Distribution costs decreased from IDR 135,164 to IDR 111,733 per day, representing a 17.33% reduction. The implementation of both algorithms effectively balanced vehicle workloads, reduced fuel consumption, and shortened delivery times. Future research is recommended to integrate Geographic Information System (GIS) technology and advanced optimization methods such as Ant Colony Optimization and Genetic Algorithm to develop a more adaptive, accurate, and sustainable route management system.

Keywords: *Capacitated Vehicle Routing Problem*, *Distribution Optimization*, *Nearest Neighbor Algorithm*, *Sweep Algorithm*, *Vehicle Routing Problem*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang semakin pesat dan didukungnya teknologi transportasi yang semakin maju memiliki peranan penting dalam kehidupan sehari – hari. Salah satunya pada elemen transportasi pada distribusi produk. Pendistribusian produk yang tepat akan mempengaruhi tingkat kepuasan konsumen terhadap pelayanan yang diberikan. Untuk meninjau jaringan distribusi yang berjalan secara efisien, perusahaan harus mampu membuat rute distribusi yang seharusnya (Zulkarnaen et al., 2020). Proses distribusi yang baik mampu menyalurkan produk tepat waktu dan tepat jumlah tanpa adanya pembengkakan biaya operasional. Biaya transportasi mencakup biaya bahan bakar, upah dan lainnya yang perlu dilakukan optimasi untuk menekan biaya yang dikeluarkan perusahaan seminimal mungkin. Manajemen transportasi dalam distribusi penting bagi perusahaan, agar produk dapat sampai ke konsumen tepat waktu di lokasi yang telah ditentukan, dan barang dalam kondisi baik (Dimasuharto et al., 2021).

Salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang distribusi adalah UMKM XYZ. UMKM ini bergerak di bidang distribusi es kristal yang merupakan produk bersiklus hidup pendek (mudah mencair) sehingga waktu penjualan produk tersebut cukup singkat. Terbatasnya kapasitas pada armada viar, mengakibatkan masing – masing armada viar melakukan 2 (dua) kali kerja dalam memenuhi permintaan konsumen yang dibagi menjadi *shift* pagi dan *shift* siang. Adanya *shift* tersebut berlaku untuk semua viar. Dengan begitu sistem pendistribusian yang dilakukan UMKM XYZ belum maksimal karena proses pendistribusiannya tidak ada rute yang jelas. Penentuan rute distribusi dilakukan hanya menggunakan intuisi dengan mencari jalan sendiri berdasarkan pengalaman driver tanpa mengetahui jarak tempuh yang dipilih sudah minimum atau belum sehingga dapat memperbesar biaya distribusi. Biaya distribusi sendiri yang dikeluarkan UMKM perharinya adalah sebesar Rp 55.000,- /tiap armada viar.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Fatur Rahman et al., 2021) pada penentuan rute distribusi es batu dengan perubahan permintaan untuk meminimalkan biaya transportasi diperoleh hasil yang optimal. Rute baru yang dibentuk menggunakan Algoritme sweep dan nearest neighbor mengurangi jarak tempuh dari 137,68 km menjadi 90,35 km dan waktu tempuh dari 600 menit menjadi 462 menit. Selain itu, biaya transportasi berkurang sebesar 34% atau Rp51.527 per hari dibandingkan dengan rute awal. Penelitian yang dilakukan oleh (Ruben & Imran, 2020) usulan rute distribusi menggunakan *eSweep* dan *Local Search* pada Industri Makanan Sizi dengan mendapatkan solusi penyelesaian permasalahan yaitu mengurangi total jarak sebesar 27,923 km atau sebesar 15%. Penelitian yang dilakukan oleh (Winangun & Baisa, 2023) menggunakan metode *Sweep*, *Nearest Neighbor* dan metode *Local Search* untuk menentukan rute distribusi kendaraan di PT XYZ dapat menghemat jarak tempuh hingga 37,68% atau 176,09 km dibandingkan rute aktual perusahaan. Rute perancangan memiliki jarak yang lebih pendek, yaitu 291,26 km, dibandingkan dengan rute aktual yang mencapai 467,35 km. Selain itu, terdapat penghematan waktu sebesar 528,27 menit.

Untuk mendapatkan solusi optimal dalam distribusi es kristal, pendekatan manajemen transportasi berbasis *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat diterapkan (Cahyaningsih et al., 2015). VRP memiliki keterkaitan erat dengan *Traveling Salesman Problem* (TSP), yang berfokus pada penentuan rute terbaik untuk mengunjungi pelanggan dengan kendaraan yang tersedia. Jika faktor kapasitas kendaraan menjadi pembatas, masalah ini dapat diselesaikan dengan model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) (Saraswati et al., 2017). Untuk mendapatkan rute yang lebih efisien, Algoritme seperti *Sweep* dan *Nearest Neighbor* dapat digunakan sebagai metode pemecahan masalah. Algoritme penyebaran (*Sweep Algorithm*) digunakan karena dapat memberikan solusi yang sesuai dengan keadaan di lapangan, seperti kapasitas yang berbeda untuk setiap kendaraan. Terdapat dua tahapan dalam Algoritme *sweep*, yaitu tahap pengelompokan (*clustering*) dan tahap pembentukan rute (Indrayana & Asmianto, 2024). Sedangkan Algoritme *Nearest Neighbor* memiliki kelebihan dalam penentuan jarak yang dihasilkan untuk mempertimbangkan jarak terpendeknya. Hal tersebut dapat meminimalkan jarak tempuh dan waktu perjalanan yang digunakan oleh armada. Algoritme *nearest neighbor* sering digunakan dalam penentuan rute karena dalam melakukan komputasinya membutuhkan waktu yang lebih singkat (Fitriya & Rosnafi, 2024).

Oleh karena itu, maka penelitian ini dilakukan menggunakan Algoritme sweep untuk pengelompokan (*clustering*) dengan membagi *outlet* menjadi beberapa kelompok dan Algoritme *Nearest Neighbor* untuk menentukan rute pengiriman XYZ dimana kedua Algoritme tersebut dapat meminimasi jarak tempuh dengan biaya yang minimum.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian kuantitatif ini dilakukan di UMKM XYZ Kudus dengan pendekatan optimasi rute distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute pengiriman es kristal menggunakan *Algoritme Sweep* dan *Algoritme Nearest Neighbor*.

2.1 Algoritme Sweep

Algoritme *sweep* melakukan pengklasteran melalui penggabungan titik – titik dalam satu kluster dengan menempatkan depot sebagai titik pusat koordinat dan dikelilingi titik yang tersebar secara acak

sesuai letak geografis (Hutasoit et al., 2014). Berikut adalah langkah – langkah Algoritme *sweep*:

- a. Menggambar masing – masing outlet dalam koordinat kartesius dan menetapkan titik depot sebagai pusat koordinat.
- b. Menentukan semua koordinat polar pada masing – masing titik yang berhubungan dengan pusat koordinat (depot). Langkah untuk mengubah koordinat kartesius (x,y) menjadi koordinat polar (r,θ) adalah sebagai berikut:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \quad (2)$$
- c. Melakukan pengelompokan (klaster) dimulai dari titik yang memiliki sudut polar terkecil dan seterusnya secara berurutan sampai titik yang memiliki sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan.
- d. Memastikan semua titik masuk dalam klaster saat ini. Pengelompokan dihentikan ketika dalam satu klaster akan melebihi kapasitas maksimal kendaraan.

2.2 Algoritme Nearest Neighbor

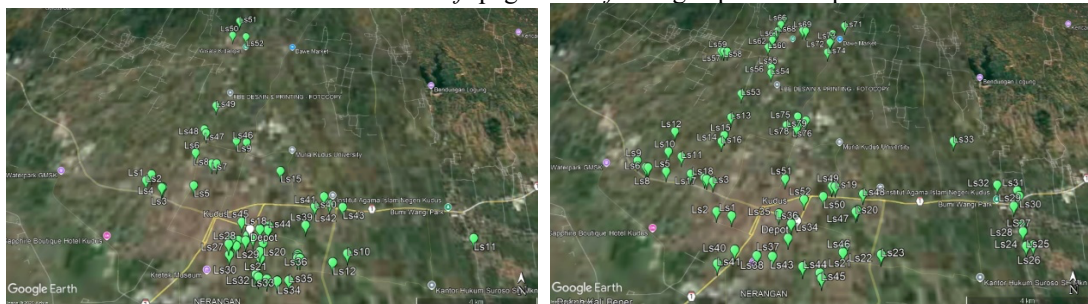
Algoritme *nearest neighbor* merupakan salah satu metode dengan pemecahan masalah distribusi konsep mendahulukan jarak terdekat dari titik awal ataupun titik terakhir yang dikunjungi dengan mengikuti batasan yang telah ditetapkan (Herawati et al., 2015). Adapun langkah – langkah dalam Algoritme *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut:

- a. Titik awal dimulai dari depot, kemudian mencari pelanggan berikutnya yang memiliki jarak terdekat dari depot sebagai rute berikutnya.
- b. Mencari pelanggan lain yang belum masuk kedalam rute dan memiliki jarak terdekat dari pelanggan terpilih sebelumnya.
- c. Ulangi langkah sebelumnya hingga semua pelanggan dalam satu *cluster* masuk kedalam rute.
- d. Apabila semua pelanggan telah masuk kedalam rute, maka Algoritme selesai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Sebaran Shift Pagi dan Shift Siang

Pendistribusian es kristal dilakukan di 52 outlet untuk *shift* pagi dan 79 outlet untuk *shift* siang di daerah Kota Kudus. Data Sebaran outlet *shift* pagi dan *shift* siang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut



Gambar 1 Sebaran Outlet Shift Pagi dan Shift Siang

Penentuan jarak titik depot ke outlet ke outlet - outlet dibantu menggunakan bantuan *software* Google Earth.

3.2 Data Jarak Tiap Outlet

Data jarak antar outlet ini berisikan data jarak antara depot dengan outlet dan outlet dengan outlet lainnya. Data jarak didapat berdasarkan hasil observasi di UMKM XYZ serta bantuan dari aplikasi *google maps*. Berikut merupakan data jarak yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Matriks Jarak Shift Pagi

		Shift Pagi													
Dari/ Ke	Depot	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	Ls5	Ls6	Ls7	Ls8	Ls9	Ls10	Ls11	Ls12	.....	Ls52
Ls8	4	3,3	3,5	3,1	3	1,6	1,1	0,45	0	1,8	8,6	16,2	8,7	.....	7,5
Ls9	4,6	4,7	4,9	5	4,9	3,6	2,7	2,3	1,8	0	8,7	16,1	10	.....	6,8
Ls10	5,5	9,6	9,6	8,8	8,7	8	9,2	8,7	8,6	8,7	0	8	0,45	.....	14,5
Ls11	10,2	17,2	17,2	17	12	15,6	16,8	16,4	16,2	16,1	8	0	7,5	.....	21,3
Ls12	4,4	9,7	9,7	9	8,9	8,1	9,3	8,9	8,7	10	0,45	7,5	0	.....	14,6
.....
Ls52	11,5	8,8	9,1	9	9	8,1	6,8	7,4	7,5	6,8	14,5	21,3	14,6	.....	0

Tabel 2. Matriks Jarak *Shift* Siang

		<i>Shift</i> Siang													
Dari/ Ke	Depot	Ls1	Ls2	Ls3	Ls4	Ls5	Ls6	Ls7	Ls8	Ls9	Ls10	Ls11	Ls12	..	Ls79
Depot	0	2,7	3,3	3,8	4,8	5,7	6,4	6,5	6,5	6,9	6,3	5,8	6,9	..	5
Ls1	2,7	0	0,6	2,2	3,1	6,1	4,8	4,8	4,9	5,3	4,7	4,2	5,3	..	5,6
Ls2	3,3	0,6	0	1,6	2,6	5,5	5,5	5,5	4,3	4,7	4,1	3,6	4,5	..	5,9
Ls3	3,8	2,2	1,6	0	0,95	3,8	3,8	3,8	2,7	3,1	2,5	2	2,8	..	5,4
Ls4	4,8	3,1	2,6	0,95	0	2,9	2,9	2,9	1,7	2,1	1,5	1	1,9	..	6
Ls5	5,7	6,1	5,5	3,8	2,9	0	0,75	0,75	0,8	1,2	2	1,3	2,3	..	6,9
Ls6	6,4	4,8	5,5	3,8	2,9	0,75	0	0,035	0,078	0,5	1,5	2,2	3,1	..	7,8
Ls7	6,5	4,8	5,5	3,8	2,9	0,75	0,035	0	0,042	0,45	1,4	2	3,1	..	7,7
Ls8	6,5	4,9	4,3	2,7	1,7	0,8	0,078	0,042	0	0,4	1,4	2,3	3,1	..	7,7
Ls9	6,9	5,3	4,7	3,1	2,1	1,2	0,5	0,45	0,4	0	1,6	2,1	2,7	..	7,3
Ls10	6,3	4,7	4,1	2,5	1,5	2	1,5	1,4	1,4	1,6	0	0,5	1	..	6,7
Ls11	5,8	4,2	3,6	2	1	1,3	2,2	2	2,3	2,1	0,5	0	1,6	..	6,3
Ls12	6,9	5,3	4,5	2,8	1,9	2,3	3,1	3,1	3,1	2,7	1	1,6	0	..	5,4
.....
Ls79	5	5,6	5,9	5,4	6	6,9	7,8	7,7	7,7	7,3	6,7	6,3	5,4	..	0

3.3 Kendaraan

Pendistribusian barang dari depot menuju outlet dilakukan menggunakan kendaraan viar. Jumlah kendaraan yang digunakan sebanyak 4 kendaraan sesuai dengan *cluster* yang dilayani perusahaan. Kapasitas viar dengan maximal 60 *pack* per kendaraan.

3.4 Clusterisasi Rute

Pengelompokan dilakukan berdasarkan titik lokasi *outlet* terdekat dari titik pusat yaitu depot dan seterusnya sampai semua lokasi *outlet* terkelompokan dengan memperhatikan wilayah pengelompokan dan kapasitas kendaraan dari permintaan *outlet*. Hasil pengelompokan rute dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Klaster *Shift* Pagi

<i>Shift</i> Pagi				
Rute	Rute Terbentuk	Jarak (km)	Total Jarak (km)	Permintaan (<i>pack</i>)
Viar 1	Ls44, Ls45, Ls43, Ls42, Ls41, Ls40, Ls15, Ls52, Ls51, Ls46, Ls50, Ls9, Ls49, Ls48, Ls47	71,72	164,255	55
Viar 2	Ls8, Ls7, Ls6, Ls5, Ls2, Ls4, Ls1, Ls3	15,05		60
Viar 3	Ls27, Ls29, Ls28, Ls30, Ls25, Ls24, Ls16, Ls26, Ls31, Ls32, Ls22, Ls33, Ls21, Ls34, Ls35, Ls20, Ls13, Ls14	23,37		54
Viar 4	Ls36, Ls37, Ls38, Ls12, Ls18, Ls10, Ls23, Ls17, Ls19, Ls11, Ls39	54,115		40

Tabel 4. Hasil Klaster *Shift* Siang

<i>Shift</i> Siang				
Rute	Rute Terbentuk	Jarak (km)	Total Jarak (km)	Permintaan (<i>pack</i>)
Viar 1	Ls29, Ls20, Ls30, Ls31, Ls47, Ls32, Ls48, Ls33, Ls50, Ls19, Ls49, Ls52, Ls71, Ls70, Ls72, Ls73	86,75	289,38	60
Viar 2	Ls74, Ls76, Ls69, Ls68, Ls77, Ls75, Ls78, Ls67, Ls66, Ls65, Ls79, Ls64, Ls63, Ls62, Ls61, Ls55, Ls60, Ls56, Ls54, Ls51, Ls57, Ls58, Ls53, Ls59	95,47		60

Tabel 4. Hasil Klaster *Shift* Siang (Lanjutan)

<i>Shift Siang</i>				
Rute	Rute Terbentuk	Jarak (km)	Total Jarak (km)	Permintaan (<i>pack</i>)
Viar 3	Ls13, Ls14, Ls15, Ls16, Ls12, Ls11, Ls10, Ls17, Ls18, Ls3, Ls4, Ls9, Ls5, Ls6, Ls7, Ls8, Ls35, Ls2	33,147		60
Viar 4	Ls1, Ls40, Ls41, Ls42, Ls39, Ls36, Ls38, Ls37, Ls34, Ls43, Ls44, Ls45, Ls21, Ls46, Ls22, Ls23, Ls24, Ls25, Ls26, Ls27, Ls28	74,011		60

Setelah diperoleh pengelompokan baru dari Algoritme *Sweep* diperoleh hasil yang dapat membuat pendistribusian menjadi lebih baik. Hal tersebut terlihat bahwa pada *shift* pagi rute 1 yang awalnya melakukan distribusi ke 9 outlet dapat menjadi distribusi ke 15 outlet, rute 2 sama tetap 8 outlet, rute 3 yang awalnya melakukan distribusi ke 28 outlet dapat menjadi distribusi ke 18 outlet, dan rute 4 yang awalnya melakukan distribusi ke 7 outlet menjadi distribusi ke 11 outlet. Selanjutnya pada *shift* siang rute 1 yang awalnya melakukan distribusi ke 18 outlet menjadi distribusi ke 16 outlet, rute 2 yang awalnya melakukan distribusi ke 15 outlet menjadi distribusi ke 24 outlet, rute 3 yang awalnya melakukan distribusi ke 19 outlet menjadi distribusi ke 18 outlet, dan rute 4 yang awalnya melakukan distribusi ke 27 outlet menjadi distribusi ke 21 outlet. Walaupun jarak yang dihasilkan tidak terlalu signifikan dengan rute perusahaan akan tetapi pembagian kapasitas yang awalnya tidak beraturan jadi merata dengan menggunakan Algoritme *Sweep*.

3.5 Pengurutan Rute

Pada pengurutan rute ini dilakukan apabila semua outlet telah masuk kedalam setiap rutenya. Pengurutan rute ini dilakukan untuk setiap *cluster* dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Berikut adalah rekapitulasi hasil pengurutan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* yang dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi Rute *Shift* Pagi

<i>Shift Pagi</i>			
Rute	Rute Terbentuk	Jarak (km)	Total Jarak (km)
Viar 1	Depot – Ls44 – Ls43 – Ls42 – Ls41 – Ls40 – Ls15 – Ls52 – Ls51 – Ls50 – Ls49 – Ls48 – Ls47 – Ls46 – Ls9 – Ls45 – Depot	43,87	
Viar 2	Depot – Ls8 – Ls7 – Ls6 – Ls1 – Ls2 – Ls3 – Ls4 – Ls5 – Depot	8,3	
Viar 3	Depot – Ls16 – Ls24 – Ls25 – Ls26 – Ls27 – Ls29 – Ls30 – Ls31 – Ls32 – Ls33 – Ls34 – Ls35 – Ls13 – Ls14 – Ls22 – Ls21 – Ls20 – Depot	15,35	84,925
Viar 4	Depot – Ls23 – Ls18 – Ls19 – Ls17 – Ls39 – Ls38 – Ls37 – Ls36 – Ls12 – Ls11 – Ls10 – Depot	17,405	

Tabel 6. Rekapitulasi Rute *Shift* Siang

<i>Shift Siang</i>			
Rute	Rute Terbentuk	Jarak (km)	Total Jarak (km)
Viar 1	Depot – Ls50 – Ls47 – Ls20 – Ls29 – Ls30 – Ls31 – Ls32 – Ls33 – Ls19 – Ls48 – Ls49 – Ls71 – Ls70 – Ls2 – Ls73 – Ls52 – Depot	38,567	
Viar 2	Depot – Ls51 – Ls75 – Ls79 – Ls53 – Ls54 – Ls55 – Ls56 – Ls57 – Ls58 – Ls59 – Ls60 – Ls61 – Ls62 – Ls63 – Ls64 – Ls65 – Ls66 – Ls67 – Ls68 – Ls69 – Ls74 – Ls76 – Ls77 – Ls78 – Depot	43,2	128,903
Viar 3	Depot – Ls35 – Ls16 – Ls15 – Ls14 – Ls13 – Ls12 – Ls11 – Ls10 – Ls9 – Ls8 – Ls7 – Ls6 – Ls5 – Ls4 – Ls3 – Ls2 – Ls1 – Ls17 – Ls18 – Depot	14,563	
Viar 4	Depot – Ls34 – Ls36 – Ls38 – Ls37 – Ls39 – Ls40 – Ls41 – Ls1 – Ls42 – Ls43 – Ls44 – Ls45 – Ls46 – Ls22 – Ls23 – Ls24 – Ls25 – Ls26 – Ls27 – Ls28 – Ls21 – Depot	32,573	

Setelah dilakukan pengelompokan rute menggunakan Algoritme *Sweep*, rute yang didapat dari

Algoritme *Sweep* dilakukan pengurutan menggunakan Algoritme *Nearest Neighbor*. Proses pengurutan rute tersebut menghasilkan jarak yang lebih pendek dibandingkan dengan jarak rute yang didapat oleh Algoritme *Sweep*, Jarak yang dihasilkan sebesar 84,925 km pada *shift* pagi dan 144,901 km pada *shift* siang. Terdapat penghematan jarak antara *shift* pagi sebesar 79,33 km dan *shift* siang sebesar 160,477 km.

3.6 Perhitungan Biaya Distribusi

Kebutuhan biaya distribusi dihitung berdasarkan jarak berangkat dari depot hingga pulang kembali ke depot, dalam hal ini jarak dari depot menuju *outlet* hingga kembali lagi ke depot dihitung sekali jalan dengan harga bahan bakar pada saat penelitian dilakukan, yaitu Rp 10.000/ liter. Sebagai asumsi konsumsi bahan bakar kendaraan, digunakan 1 liter pertalite untuk perjalanan 15 Kilometer. Biaya untuk melayani rute ini sebesar Rp 55.000/ per hari dengan jarak tempuh pelayanan tiap outlet sepanjang 58,63 km yang diambil dari rute terpanjang dari kedua shift. Maka, biaya per satu kilometer pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya per 1 km} &= \text{Biaya total} / \text{jarak tempuh} \\ &= \text{Rp}55.000,- / 95,78 \text{ km} \\ &= \text{Rp} 0,574,-/\text{km} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan perbandingan biaya transportasi rute awal dan rute usulan. Diperoleh hasil rute usulan dapat menekan biaya transportasi sebesar Rp23.431 atau 17,33%. Perbandingan biaya transportasi yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perbandingan Biaya Distribusi

Perbandingan	Cluster	Biaya	Biaya Total	Selisih Biaya
Rute Perusahaan	1	Rp16.811	Rp 135.164	Rp 23.431
	2	Rp31.951		
	3	Rp42.234		
	4	Rp44.168		
Rute Usulan	1	Rp36.318	Rp 111.733	
	2	Rp29.560		
	3	Rp17.169		
	4	Rp28.686		

3.7 Perbandingan Hasil Rute Awal dan Rute Usulan

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat diperoleh perbandingan pada rute awal dan rute usulan yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Rute Awal dan Rute Usulan

Rute	Jarak (km)	Biaya
Rute Awal Viar 1 <i>Shift</i> Pagi	9,9	Rp5.683
Rute Awal Viar 2 <i>Shift</i> Pagi	23,681	Rp13.593
Rute Awal Viar 3 <i>Shift</i> Pagi	37,15	Rp21.324
Rute Awal Viar 4 <i>Shift</i> Pagi	18,32	Rp10.515
Rute Awal Viar 1 <i>Shift</i> Siang	19,387	Rp11.128
Rute Awal Viar 2 <i>Shift</i> Siang	32,031	Rp18.358
Rute Awal Viar 3 <i>Shift</i> Siang	36,43	Rp20.910
Rute Awal Viar 4 <i>Shift</i> Siang	58,63	Rp33.653
Total	235,529	Rp 135.164
Rute Usulan Viar 1 <i>Shift</i> Pagi	43,87	Rp25.181
Rute Usulan Viar 2 <i>Shift</i> Pagi	8,3	Rp4.764
Rute Usulan Viar 3 <i>Shift</i> Pagi	15,35	Rp8.810
Rute Usulan Viar 4 <i>Shift</i> Pagi	17,405	Rp9.990
Rute Usulan Viar 1 <i>Shift</i> Siang	38,567	Rp22.137
Rute Usulan Viar 2 <i>Shift</i> Siang	43,2	Rp24.796
Rute Usulan Viar 3 <i>Shift</i> Siang	14,563	Rp8.359
Rute Usulan Viar 4 <i>Shift</i> Siang	32,571	Rp18.696
Total	213,826	Rp 111.733
Pengehematan	21,703	Rp23.431

Jadi, dapat disimpulkan untuk rute usulan dengan Algoritme *sweep* dan Algoritme *nearest neighbor*

diperoleh rute usulan shift pagi dan shift siang dengan penghematan total jarak sebesar 21,703 km dan penghematan biaya sebesar Rp23.431 atau setara dengan 17,33% per harinya.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan total 4 kluster per *shiftnya* dalam menggunakan Algoritme *sweep* dengan kapasitas maksimal adalah 60 *pack*. viar 1 *shift* pagi 55 *pack* *shift* siang 60 *pack*, viar 2 *shift* pagi 60 *pack* *shift* siang 60 *pack*, viar 3 *shift* pagi 54 *pack* *shift* siang 60 *pack*, viar 4 *shift* pagi 40 *pack* *shift* siang 60 *pack*. Kemudian dengan Algoritme *nearest neighbor* diperoleh rute viar 1 *shift* pagi dari Depot – Ls44 – Ls43 – Ls42 – Ls41 – Ls40 – Ls15 – Ls52 – Ls51 – Ls50 – Ls49 – Ls48 – Ls47 – Ls46 – Ls9 – Ls45 – Depot, Viar 2 *shift* pagi dari Depot – Ls8 – Ls7 – Ls6 – Ls1 – Ls2 – Ls3 – Ls4 – Ls5 – Depot, Viar 3 *shift* pagi dari Depot – Ls16 – Ls24 – Ls25 – Ls26 – Ls27 – Ls29 – Ls30 – Ls31 – Ls32 – Ls33 – Ls34 – Ls35 – Ls13 – Ls14 – Ls22 – Ls21 – Ls20 – Depot, Viar 4 *shift* pagi dari Depot – Ls23 – Ls18 – Ls19 – Ls17 – Ls39 – Ls38 – Ls37 – Ls36 – Ls12 – Ls11 – Ls10 – Depot. Kemudian rute viar 1 *shift* siang Depot – Ls50 – Ls47 – Ls20 – Ls29 – Ls30 – Ls31 – Ls32 – Ls33 – Ls19 – Ls48 – Ls49 – Ls71 – Ls70 – Ls2 – Ls73 – Ls52 – Depot, Viar 2 *shift* siang Depot – Ls51 – Ls75 – Ls79 – Ls53 – Ls54 – Ls55 – Ls56 – Ls57 – Ls58 – Ls59 – Ls60 – Ls61 – Ls62 – Ls63 – Ls64 – Ls65 – Ls66 – Ls67 – Ls68 – Ls69 – Ls74 – Ls76 – Ls77 – Ls78 – Depot, Viar 3 *shift* siang dari Depot – Ls35 – Ls16 – Ls15 – Ls14 – Ls13 – Ls12 – Ls11 – Ls10 – Ls9 – Ls8 – Ls7 – Ls6 – Ls5 – Ls4 – Ls3 – Ls2 – Ls1 – Ls17 – Ls18 – Depot, dan Viar 4 *shift* siang dari Depot – Ls34 – Ls36 – Ls38 – Ls37 – Ls39 – Ls40 – Ls41 – Ls1 – Ls42 – Ls43 – Ls44 – Ls45 – Ls46 – Ls22 – Ls23 – Ls24 – Ls25 – Ls26 – Ls27 – Ls28 – Ls21 Depot .

Dari kedua metode tersebut diperoleh total jarak awal keseluruhan adalah 235,529 km menjadi 213,826 km dengan penghematan jarak sebesar 21,703 km. Biaya transportasi rute usulan sebesar Rp 111.733,- per harinya. Rute hasil penelitian ini mampu menurunkan biaya transportasi sebesar 17,33% atau setara dengan Rp23.431,- per harinya.

Penelitian ini, Sebagai pengembangan lebih lanjut, penelitian ini dapat ditingkatkan dengan mempertimbangkan faktor *time windows* (jadwal pengiriman) dan kondisi lalu lintas secara *real-time* untuk memperoleh hasil optimasi yang lebih baik. Selain itu, penerapan teknologi berbasis Sistem Informasi Geografis (GIS) dan penggunaan Algoritme yang lebih canggih, seperti *Ant Colony Optimization* atau *Genetic Algorithm*, dapat menjadi solusi dalam manajemen rute distribusi yang lebih optimal di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyaningsih, W. K., Sari, R., & Hernawati, K. (2015). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (Cvrp) Menggunakan Algoritme Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2015*, 1–8.
- Dimasuharto, N., Subagyo, A. M., & Fitriani, R. (2021). Optimalisasi Biaya Pendistribusian Produk Kaca Menggunakan Model Transportasi Dan Metode Stepping Stone. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 81–88. <http://dx.doi.org/10.30656/intech.v7i2.3513>
- Faturohman, I., Chaeron, M., & Putro, G. M. (2021). *Aa Sweep Pak Chaeron*. September, 40–45.
- Fitriya, W. A. B., & Rosnafi, S. (2024). *Product Distribution Route using Nearest Neighbor Algorithm Rute Pendistribusian Barang dengan Algoritme Nearest Neighbor*. 4(July), 894–900.
- Herawati, C., Adiarto, R. H., & Mustofa, F. H. (2015). Usulan Rute Distribusi Tabung Gas 12 Kg Menggunakan Algoritme Nearest Neighbour Dan Algoritme Tabu Search di PT. X Bandung. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. ISSN: 2338-5081, 03(02), 209–220.
- Hutasoit, C. S., Susanty, S., & Imran, A. (2014). Penentuan rute distribusi es balok menggunakan Algoritme nearest neighbour dan local search (studi kasus di pt x). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2), 268–276. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/428/593>
- Indrayana, R., & Asmianto. (2024). Algoritme Sweep – Local Search Pada CVRP Dengan Pemrograman Python (Study Kasus : Distribusi Surat Kabar). *Jurnal Ilmiah Matematika Unesa*, 264–277.
- Kurniawan, R., & Prasetyo, H. (2022). *Optimasi Rute Distribusi Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem (VRP) dengan Algoritma Clarke and Wright*.
- Pradana, Y., & Hidayat, A. (2020). *Comparative Study of Vehicle Routing Optimization Using Genetic Algorithm and Ant Colony Optimization*. *Procedia Computer Science*, 179, 550–557.
- Ruben, M., & Imran, A. (2020). Usulan Rute Distribusi Menggunakan Algoritme Sweep Dan Local Search (Studi Kasus Di Perusahaan X). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(1), 40–44. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v6i1.2491>
- Santoso, D., & Ardiansyah, M. (2021). *Penerapan Algoritma Nearest Neighbor untuk Efisiensi Distribusi Produk FMCG*. *Jurnal Teknik Industri Universitas Brawijaya*, 17(3), 201–210.
- Saraswati, R., Sutopo, W., & Hisjam, M. (2017). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritme Sweep Untuk Penentuan Rute Distribusi Koran : Studi Kasus. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 11(2), 41–44. <https://doi.org/10.9744/pemasaran.11.2.41-44>

- Wahyuni, S., & Nugroho, T. (2019). *Application of Sweep Algorithm in Logistics Distribution Optimization*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 697(1), 012042.
- Winangun, A., & Baisa, S. M. (2023). *Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Algoritme Sweep , Nearest Neighbor Dan Metode Local Search Di PT XYZ*. 1–12.
- Zulkarnaen, W., Dewi Fitriani, I., Sadarman, B., & Yuningsih, N. (2020). Evaluasi Kinerja Distribusi Logistik KPU Jawa Barat Sebagai Parameter Sukses Pilkada Serentak 2018. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(2), 244–264. <http://www.journal.stiemb.ac.id/index.php/mea/article/view/373>