

# OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI FROZEN FOOD MENGGUNAKAN METODE PRINCIPAL COORDINATE ANALYSIS DAN NEAREST NEIGHBOR

Shadana Dhau<sup>1</sup>, Ridho Ananda\*<sup>1,2</sup>, Isnaini Nurisusilawati<sup>1</sup>, Nur Afrina Huda Zulkarnain<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Industri, Telkom University Purwokerto, Jl. DI. Panjaitan 128, Purwokerto, 53147, Jawa Tengah, Indonesia.

<sup>2</sup>The National University of Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

\*e-mail: [ridho@ittelkom-pwt.ac.id](mailto:ridho@ittelkom-pwt.ac.id)

## Abstrak

PT Subur Mulya Sejahtera yang bergerak di bidang distributor produk sosis merupakan salah satu distributor frozen food produk Sosis Kanzler yang berlokasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Banyak konsumen yang memesan produk di lokasi yang berbeda dengan cakupan wilayah pendistribusian antara lain adalah daerah Solo Raya. Saat ini pengiriman masih menggunakan rute awal yang belum dikaji secara analitis sehingga masih berpotensi untuk dioptimalkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk membuat sistem distribusi dapat berjalan lebih optimal ialah mengoptimalkan rute distribusi dengan pendekatan analitis. Metode nearest neighbor (NNM) merupakan salah satu metode optimisasi heuristik yang dapat digunakan untuk mencari rute optimal dalam distribusi. Visualisasi dari rute dapat dimunculkan dengan menggunakan metode principal coordinate analysis (PCoA). Berdasarkan hal itu, penelitian ini mencoba mengimplementasikan kedua metode tersebut untuk menyelesaikan masalah rute pada PT Subur Mulya Sejahtera. Hasil implementasi NNM merekomendasikan rute dengan total jarak tempuh selama satu minggu ialah 924.6 km dengan penghematan jarak sebesar 180.14 km atau sebesar 16%. Begitu pula pada biaya distribusi, ada penghematan sebesar Rp. 153.123,- atau sebesar 6% dari rute awal. Berdasarkan hasil tersebut, maka rekomendasi dari hasil analisis NNM perlu dipertimbangkan untuk memperbaiki rute distribusi pada PT Subur Mulya Sejahtera.

**Kata kunci:** Sistem distribusi, logistic, nearest neighbor, heuristic, rute optimal.

## Abstract

PT Subur Mulya Sejahtera, which is engaged in the distribution of sausage products, is one of the distributors of Kanzler Sausage frozen food products located in Yogyakarta. Many consumers order products in different locations around Solo Raya. Currently, this delivery is still using the initial route, which has not been reviewed analytically, so it still has the potential to be optimized. One of the strategies that can be utilized to make the distribution system more optimal is to optimize distribution routes using an analytical approach. The Nearest Neighbor (NNM) method is a heuristic optimization method that can be carried out to find the optimal route. Route visualization can be generated using the principal coordinate analysis (PCoA) method. Based on that, this research tries to implement both methods to overcome the problem route at PT Subur Mulya Sejahtera. The results of the NNM method recommend a route with a total distribution distance for one week of 924.6 km with a distribution distance savings of 180.14 km or 16%. Likewise, in distribution costs, there is a saving of Rp. 153,123, - or 6% of the initial route. Based on these results, the results of the NNM method are suggested improving the optimal distribution route at PT Subur Mulya Sejahtera.

**Keywords:** Distribution system, logistics, nearest neighbors, heuristic, optimal route.

## 1. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan salah satu proses penting dari setiap aktivitas bisnis dimana suatu barang produksi dikirim dari produsen ke konsumen. Untuk mendapatkan tujuan dari kegiatan distribusi, pihak tertentu perlu mengeluarkan biaya operasional. Oleh karena itu, pengoptimalan proses pengiriman penting untuk dilakukan sedemikian rupa sehingga biaya yang dikeluarkan seminimal mungkin [1].

PT Subur Mulya Sejahtera, perseroan terbatas yang bergerak di bidang distributor produk sosis Kanzler, merupakan salah satu perusahaan yang memiliki permasalahan terkait penentuan jalur distribusi. Perusahaan tersebut berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dengan beberapa aktivitas distribusi di beberapa daerah luar DIY, yakni Sukoharjo, Wonogiri, Surakarta, Boyolali, Karanganyar, Sragen, dan Klaten dengan jumlah produk yang didistribusikan stabil sesuai permintaan awal masing-masing toko. Pengiriman dilakukan satu minggu sekali untuk setiap toko dimana perusahaan dapat melakukan negosiasi untuk penentuan hari pengirimannya. PT Subur Mulya Sejahtera memiliki sebanyak 60 toko pada daerah yang telah disebutkan dimana kegiatan distribusi masih memiliki potensi untuk dapat dioptimalkan dari sisi biaya dan waktu. Hal itu dikarenakan hingga saat ini belum pernah dilakukan kajian optimasi yang

berkaitan dengan rute distribusi, traveling salesman problem (TSP) atau vehicle routing problem (VRP), pada perusahaan tersebut. Kedua metode tersebut cukup populer dan andal diterapkan dalam permasalahan rute [2,3,4]. Oleh karena itu, jika metode analisis tersebut diterapkan maka diprediksi rute pengiriman produk sosis Kanzler oleh PT Subur Mulya Sejahtera akan lebih optimal.

Pada TSP, distribusi dilakukan dari posisi tertentu, menuju ke beberapa tujuan sebanyak satu kali, dan terakhir kembali ke titik awal. Untuk mendapatkan solusi TSP, beberapa algoritme heuristic lebih disukai untuk diimplementasikan dikarenakan keandalannya mendapatkan solusi mendekati optimal dalam waktu yang relatif singkat [5]. Salah satu metode dasar heuristic yang dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan TSP ialah metode tetangga terdekat, nearest neighbor method (NNM) [6]. Dikarenakan kesederhanaannya, metode NNM cukup populer dan telah diimplementasikan dalam berbagai bidang diantaranya permasalahan optimasi rute ganda [7], klasifikasi [8] dan optimalisasi pengelompokkan [9].

Untuk mendapatkan visualisasi dari rute hasil NNM diperlukan informasi koordinat posisi dari wilayah yang menjadi titik awal dan tujuan distribusi. Seringkali informasi itu tidak dapat diakses dengan mudah sehingga diperlukan alternatif informasi lain semisal jarak antar lokasi yang dapat memberikan informasi koordinat posisi wilayah tersebut namun dengan memanfaatkan pendekatan analisis lain, salah satu algoritme yang dapat mengolah informasi jarak menjadi koordinat ialah analisis koordinat utama, principal coordinate analysis (PCoA). Algoritme PCoA telah diimplementasikan untuk mendapatkan koordinat suatu objek yang diamati, diantaranya microbiota pada manusia [10].

Berdasarkan uraian di atas, paper ini mengimplementasikan metode PCoA dan NNM untuk menyelesaikan permasalahan rute pada PT Subur Mulya Sejahtera yang belum pernah dikaji sebelumnya dengan pendekatan analitis serta mendapatkan visualisasi rute. Data yang digunakan diperoleh dari informasi hasil wawancara dengan PT Subur Mulya Sejahtera serta data jarak antara wilayah. Paper ini disusun dengan urutan sebagai berikut: (1) metode penelitian memberikan uraian secara singkat metode, data, dan alur penelitian yang digunakan, (2) hasil dan pembahasan menguraikan hasil implementasi dari metode yang digunakan, dan terakhir (3) kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan.

## 2. METODE

### 2.1. Principal Coordinate Analysis

Principal coordinate analysis (PCoA) merupakan suatu analisis yang dapat digunakan untuk memperoleh konfigurasi objek pada dimensi rendah berdasarkan informasi matriks proksimitas [11, 12]. PCoA pertama kali dipopulerkan oleh Gower [13] dan pada perkembangannya, Kruskal mengusulkan penggunaan data ordinal untuk PCoA [14]. Langkah-langkah dari prosedur PCoA yakni:

- Langkah 1. Mempersiapkan matriks jarak antarobjek, misal  $\mathbf{D} = (d_{ij})$  dengan  $d_{ij}$  merupakan jarak objek  $i$  terhadap objek  $j$  untuk setiap  $i, j$ .
- Langkah 2. Membuat matriks  $\mathbf{A} = (a_{ij})$  dengan formula sebagaimana ditunjukkan pada persamaan 1.

$$a_{ij} = -\frac{1}{2}d_{ij}^2 \quad (1)$$

Untuk setiap  $i, j$ .

- Langkah 3. Menghitung matriks  $\mathbf{B} = (b_{ij})$  menggunakan persamaan 2.

$$b_{ij} = a_{ij} - \bar{a}_{i.} - \bar{a}_{.j} + \bar{a}_{..} \quad (2)$$

Dimana

$$\bar{a}_{i.} = \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{n}; \quad \bar{a}_{.j} = \sum_{i=1}^n \frac{a_{ij}}{n}; \quad \text{dan} \quad \bar{a}_{..} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{n}$$

- Langkah 4. Menguraikan matriks  $\mathbf{B}$  yang telah didapatkan dengan menggunakan prosedur dekomposisi spektral seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$\mathbf{B} = \mathbf{V}\mathbf{\Lambda}\mathbf{V}' = \mathbf{V}\mathbf{\Lambda}^{1/2}\mathbf{\Lambda}^{1/2}\mathbf{V}' \quad (3)$$

$\mathbf{V}$  dan  $\mathbf{A}$  berturut-turut merupakan matriks dari vektor eigen  $\mathbf{B}$  dan matriks diagonal dari nilai eigen  $\mathbf{B}$ .

Langkah 5. Hitung matriks  $\mathbf{Z}$  yang memberikan informasi koordinat setiap objek pada dimensi  $q$ . Formula untuk menghitungnya menggunakan Persamaan 4.

$${}_n\mathbf{Z}_q = \mathbf{V}\mathbf{A}^{1/2} \quad (4)$$

Langkah 6. Apabila diinginkan koordinat dalam dimensi rendah misal dua dimensi maka hanya perlu mengambil dua kolom pertama sehingga  ${}_n\mathbf{Z}_2$ . Ketentuan pengambilan nilai dimensi harus memperhatikan kriteria sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$\frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{\sum_{j=1}^q \lambda_j} \times 100\% \geq 70\% \quad (5)$$

Dimana  $\lambda_i$  dan  $\lambda_j$  merupakan nilai eigen yang berurutan pada  $\mathbf{A}$  [11].

## 2.2. Nearest Neighbor

Metode *nearest neighbor* (NNM) pertama kali digunakan tahun 1983 [15]. Langkah-langkah dari NNM diuraikan oleh [16] sebagai berikut:

Langkah 1. Menentukan matriks jarak setiap konsumen.

Langkah 2. Menentukan titik awal.

Langkah 3. Memilih titik yang akan dikunjungi selanjutnya berdasarkan jarak terdekat dari lokasi sekarang dengan menggunakan ukuran jarak Euclidean apabila didapatkan koordinat objek yakni  $(x, y)$ . Formula dari perhitungan jarak objek  $i$  dengan objek  $j$  atau  $d_{ij}$  menggunakan konsep Euclidean sebagaimana ditunjukkan oleh persamaan 6.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (6)$$

Langkah 4. Langkah 3 akan berulang hingga seluruh lokasi telah dikunjungi satu kali dan kembali ke posisi awal.

## 2.3. Data dan perangkat lunak yang diperlukan

Data yang digunakan pada penelitian ini ialah data hasil wawancara dengan PT Subur Mulya Sejahtera serta data jarak dari *Google Maps*. Hasil dari wawancara didapatkan informasi terkait rute awal dan karakteristik armada yang digunakan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rute awal pada pendistribusian produk prozen PT Subur Mulya Sejahtera

| No | Hari   | Rute   |
|----|--------|--|
| 1  | SENIN  | G - KL4 - KL9 - KL10 - KL7 - KL8 - KL11 - KL6 - KL2 - KL3 - KL5 - KL1 - G        |
| 2  | SELASA | G - KL12 - SK1 - SK2 - SK6 - SK3 - SK7 - SK4 - SK5 - KL13 - G                    |
| 3  | RABU   | G - SK8 - SK14 - SK10 - SK11 - SK12 - SK9 - SK15 - SK16 - SK13 - G               |
| 4  | KAMIS  | G - SH7 - SH6 - SH9 - SH8 - SH3 - SH4 - SH5 - SK18 - SK17 - G                    |
| 5  | JUMAT  | G - SH1 - SH2 - SH10 - BO4 - BO5 - BO3 - BO6 - BO7 - BO2 - BO1 - SH11 - SH12 - G |
| 6  | SABTU  | G - SG1 - SG2 - SG3 - SG4 - SG5 - KA1 - KA2 - WG1 - WG2 - WG3 - G                |

Tabel 2. Karakteristik armada yang digunakan

| No | Karakteristik     | Kuantitas      |
|----|-------------------|----------------|
| 1  | Jumlah armada     | 1              |
| 2  | Kapasitas angkut  | 150 Kardus     |
| 3  | Rasio bahan bakar | 1/8            |
| 4  | Harga bahan bakar | Rp 6.800/liter |

Pada Tabel 1, gudang atau titik awal disimbolkan dengan G. Sedangkan daerah Klaten, Surakarta, Sukoharjo, Karanganyar, Sragen, dan Boyolali berturut-turut dinotasikan dengan KL, SK, SH, KA, SG, dan BO. Aktivitas distribusi dilakukan dari hari senin hingga hari sabtu. Rata-rata kunjungan lokasi setiap hari sebanyak 10 lokasi.

Rasio bahan bakar 1/8 berarti dalam satu kilometer perjalanan akan menghabiskan bahan bakar sekitar 1/8 liter. Kebutuhan bahan bakar tersebut relatif tinggi. Hal itu dikarenakan armada yang digunakan memiliki *container* yang dilengkapi dengan pendingin sehingga kebutuhan energi atau bahan bakar menjadi lebih besar. Informasi yang lain yakni jumlah toko yang dikunjungi sebanyak 60 toko dan upah untuk setiap supir dan *helper* berturut-turut Rp 95.000/hari dan Rp 85.000/hari. Tabel 3 memberikan informasi jumlah permintaan untuk masing-masing toko yang menjadi tujuan distribusi PT Subur Mulya Sejahtera. Kode menunjukkan kode dari lokasi tujuan distribusi dan N menunjukkan simbol dari jumlah permintaan untuk masing-masing lokasi yang bersesuaian.

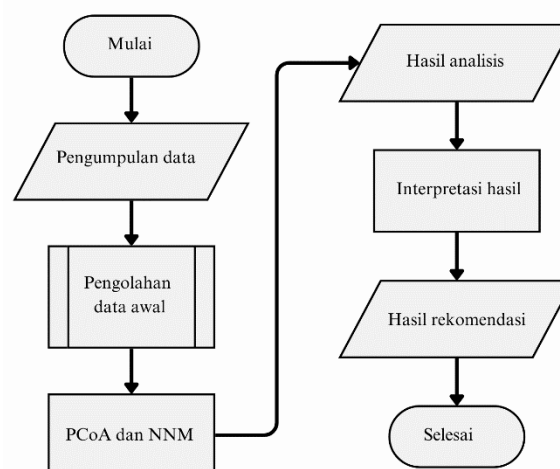
Tabel 3. Jumlah permintaan untuk setiap lokasi

| Kode | N  | Kode | N  | Kode | N  | Kode | N  | Kode | N  | Kode | N  |
|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
| KL1  | 4  | KL11 | 2  | SK8  | 6  | SK18 | 4  | SH10 | 2  | SG1  | 10 |
| KL2  | 8  | KL12 | 4  | SK9  | 16 | SH1  | 5  | SH11 | 24 | SG2  | 4  |
| KL3  | 6  | KL13 | 40 | SK10 | 5  | SH2  | 9  | SH12 | 28 | SG3  | 12 |
| KL4  | 2  | SK1  | 6  | SK11 | 12 | SH3  | 4  | BO1  | 4  | SG4  | 12 |
| KL5  | 6  | SK2  | 15 | SK12 | 6  | SH4  | 10 | BO2  | 6  | SG5  | 9  |
| KL6  | 8  | SK3  | 4  | SK13 | 6  | SH5  | 6  | BO3  | 8  | KA1  | 6  |
| KL7  | 6  | SK4  | 9  | SK14 | 12 | SH6  | 42 | BO4  | 4  | KA2  | 12 |
| KL8  | 18 | SK5  | 4  | SK15 | 6  | SH7  | 5  | BO5  | 6  | WG1  | 5  |
| KL9  | 25 | SK6  | 4  | SK16 | 32 | SH8  | 14 | BO6  | 8  | WG2  | 6  |
| KL10 | 28 | SK7  | 45 | SK17 | 12 | SH9  | 50 | BO7  | 2  | WG3  | 45 |

Perangkat lunak yang digunakan untuk proses analisis ialah Matlab 2021b dan Excel. Data yang terkumpul dari *Google Maps* kali pertama dihimpun dalam Excel. Selanjutnya analisis PCoA dan penentuan rute dengan KNN menggunakan Matlab.

#### 2.4. Alur penelitian

Alur penelitian yang digunakan terdiri dari tiga tahap utama yakni tahap perencanaan, analisis, dan interpretasi hasil analisis. Tahap perencanaan meliputi studi lapangan, studi pustaka, identifikasi masalah, dan pengumpulan data. Tahap analisis meliputi pengolahan data menggunakan PCoA dan NNM. Sedangkan tahap interpretasi hasil meliputi penentuan rute optimal setiap hari kerja, perhitungan biaya distribusi, serta perbandingan hasil analisis dengan rute awal yang digunakan. Tahap selanjutnya ialah kesimpulan dan saran dari interpretasi yang didapatkan. Alur penelitian secara ringkas disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

### 3. HASIL

#### 3.1. Biaya distribusi pada rute awal Subur Mulya Sejahtera

Pada subbab ini dijabarkan terlebih dahulu jarak tempuh ( $S(x)$ ), jumlah angkutan ( $N(x)$ ), dan biaya distribusi ( $C(x)$ ) yang telah dikeluarkan PT Subur Mulya Sejahtera berdasarkan rute yang sudah dijadwalkan dan diuraikan secara lengkap pada Tabel 4. Satuan dari  $S(x)$ ,  $N(x)$ , dan  $C(x)$  berturut-turut ialah kilometer, kardus, dan rupiah. Rumus dari cost diperoleh dari jumlah bahan bakar ditambahkan dengan jumlah supir dan *helper*.

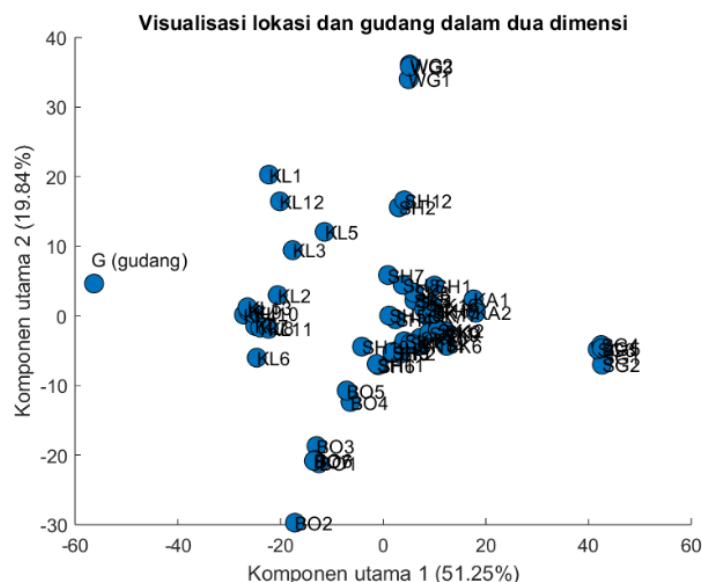
Tabel 4. Jarak tempuh, jumlah angkutan, dan biaya distribusi berdasarkan rute awal

| Hari          | $S(x)$        | $N(x)$     | $C(x)$             |
|---------------|---------------|------------|--------------------|
| Senin         | 122.2         | 113        | Rp283.870          |
| Selasa        | 162.3         | 131        | Rp317.955          |
| Rabu          | 147.8         | 101        | Rp305.630          |
| Kamis         | 176.3         | 147        | Rp329.855          |
| Jumat         | 251.4         | 106        | Rp393.690          |
| Sabtu         | 244.7         | 121        | Rp387.995          |
| <b>Jumlah</b> | <b>1104.7</b> | <b>719</b> | <b>Rp2.018.995</b> |

Tabel 1 menunjukkan informasi bahwa lokasi pendistribusian terbanyak terjadi di hari jumat yakni sebanyak 12 lokasi. Sedangkan yang paling sedikit pada hari selasa, rabu, dan kamis yakni 9 lokasi. Apabila dikaitkan dengan informasi Tabel 4, hari jumat dengan lokasi terbanyak memiliki korelasi yang kuat dengan biaya distribusinya yakni terbesar dibandingkan hari lain. Jarak tempuh di hari jumat juga terbesar, namun jumlah produk yang dikirim relatif sedikit, yaitu nomor dua terendah.

#### 3.2. Visualisasi data pada dimensi dua

Visualisasi digunakan untuk menampilkan data dan hasil analisis agar dapat memberikan pemahaman informasi hasil analisis secara lebih mendalam. Pada penelitian ini, visualisasi jarak antar objek digunakan analisis PCoA. Gambar 2 menunjukkan hasil visualisasi dari matriks jarak antar objek yang datanya diperoleh dari *Google Maps*.



Gambar 2. Visualisasi dari matriks jarak antarobjek

Pada visualisasi yang ditunjukkan Gambar 2, diperoleh komponen utama pertama bernilai 51.25% dan komponen utama kedua bernilai 19.84% yang berarti total nilai yang diperoleh dari visualisasi tersebut ialah 71.09%. Hal itu berarti visualisasi tersebut dapat mempertahankan informasi jarak antar objek sebanyak lebih dari 70% dari data asal sehingga dikatakan visualisasi tersebut memiliki kualitas yang cukup baik.

### 3.3. Metode Nearest Neighbor

Selanjutnya disajikan model matematika dari problem TSP yang akan diselesaikan sebelum hasil dari analisis NNM dijabarkan. Fungsi objektif dari penelitian ini yakni meminimumkan total jarak tempuh sebagaimana ditunjukkan oleh Persamaan 7.

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{hij} d_{ij} \quad (7)$$

Dengan kendala:

1. Setiap lokasi harus menjadi tempat mulai sebanyak satu kali.

$$\sum_{h=1}^6 \sum_{j=1}^n X_{hij} = 1, \quad \forall i$$

2. Setiap lokasi harus dikunjungi satu kali dalam satu minggu.

$$\sum_{h=1}^6 \sum_{i=1}^n X_{hij} = 1, \quad \forall j$$

3. Jumlah angkutan armada setiap hari tidak lebih dari 150 kardus.

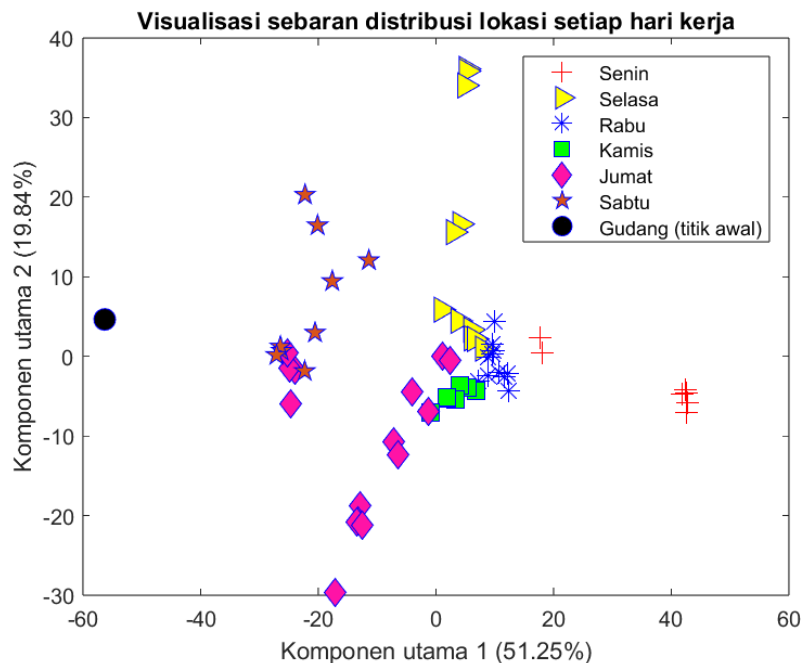
$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_j X_{hij} \leq 150, \quad \forall h$$

4. Kendala nonnegatif dan bilangan bulat.

$$X_{hij} \in \{0,1\}$$

$$k_j \geq 0$$

Dimana  $X_{hij}$  armada memutuskan berangkat (1) atau tidak (0) pada hari  $h$  dari lokasi  $i$  ke lokasi  $j$ .  $d_{ij}$  merupakan jarak dari lokasi  $i$  ke lokasi  $j$ .  $k_j$  merupakan permintaan barang oleh toko yang berada di lokasi  $j$ .



Gambar 3. Jadwal distribusi produk frozen berdasarkan analisis NNM

## 5. DISKUSI

Tabel 5 menunjukkan rute hasil analisis dengan menggunakan NNM berdasarkan data jarak antarobjek yang telah diperoleh. Rute masing-masing hari tersebut diilustrasikan oleh Gambar 3. Sedangkan jarak tempuh ( $S(x)$ ), jumlah angkutan ( $N(x)$ ), dan biaya distribusi ( $C(x)$ ) yang telah dikeluarkan PT Subur Mulya Sejahtera dari hasil analisis NNM disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Rute hasil analisis NNM pada pendistribusian produk prozen PT Subur Mulya Sejahtera

| No | Hari   | Rute   |
|----|--------|--|
| 1  | Senin  | G-KA1-KA2-SG3-SG5-SG4-SG1-SG2-G                                    |
| 2  | Selasa | G-WG2-WG3-WG1-SH12-SH2-SH7-SH8-SK8-SK5-SK4-SK13-G                  |
| 3  | Rabu   | G-SK7-SK17-SK15-SK16-SH1-SK12-SK9-SK3-SK6-SK11-SK10-G              |
| 4  | Kamis  | G-SK7-SK17-SK15-SK16-SH1-SK12-SK9-SK3-SK6-SK11-SK10-G              |
| 5  | Jumat  | G-SH11-SH10-SH5-SH4-BO5-BO4-BO3-BO6-BO7-BO1-BO2-KL6-KL8-KL7-KL10-G |
| 6  | Sabtu  | G-KL9-KL13-KL4-KL11-KL2-KL3-KL5-KL12-KL1-G                         |

Tabel 6. Jarak tempuh, jumlah angkutan, dan biaya distribusi berdasarkan rute awal

| Hari          | S(x)         | N(x)       | C(x)               |
|---------------|--------------|------------|--------------------|
| Senin         | 203.6        | 65         | Rp353.043          |
| Selasa        | 171.8        | 137        | Rp326.069          |
| Rabu          | 148.6        | 147        | Rp306.306          |
| Kamis         | 129.1        | 133        | Rp289.736          |
| Jumat         | 164.5        | 140        | Rp319.847          |
| Sabtu         | 106.9        | 97         | Rp270.872          |
| <b>Jumlah</b> | <b>924.6</b> | <b>719</b> | <b>Rp1.865.872</b> |

Tabel 5. Perbandingan jarak ( $S(x)$ ) dan biaya distribusi ( $C(x)$ ) rute awal dengan rute rekomendasi NNM

| Hari          | S(x)          |              | C(x)               |                    |
|---------------|---------------|--------------|--------------------|--------------------|
|               | Awal          | NNM          | Awal               | NNM                |
| Senin         | 122.2         | 203.6        | Rp283.870          | Rp353.043          |
| Selasa        | 162.3         | 171.8        | Rp317.955          | Rp326.069          |
| Rabu          | 147.8         | 148.6        | Rp305.630          | Rp306.306          |
| Kamis         | 176.3         | 129.1        | Rp329.855          | Rp289.736          |
| Jumat         | 251.4         | 164.5        | Rp393.690          | Rp319.847          |
| Sabtu         | 244.7         | 106.9        | Rp387.995          | Rp270.872          |
| <b>Jumlah</b> | <b>1104.7</b> | <b>924.6</b> | <b>Rp2.018.995</b> | <b>Rp1.865.872</b> |

Tabel 6 menunjukkan bahwa hari Jumat merupakan hari dengan lokasi yang banyak dikunjungi yakni sebanyak 15 lokasi. Walaupun hari Jumat paling banyak lokasi yang dikunjungi, namun biaya distribusi yang diperlukan tidak terbesar, yakni hanya Rp 319.847,- di bawah biaya pada hari senin dan selasa. Jarak tempuh di hari Jumat juga masih dibawah hari senin dan selasa.

Apabila jarak tempuh dan biaya dibandingkan antara rute awal dengan rute hasil NNM maka diperoleh informasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7. Pada tabel tersebut, diketahui bahwa NNM merekomendasikan rute yang menghasilkan jarak tempuh dan biaya distribusi yang lebih kecil dari pada rute awal yang digunakan PT Subur Mulya Sejahtera. Ada penghematan dari sisi jarak tempuh dan waktu yakni sebesar 180,14 km (16%) dan Rp 153.123,- (6%). Di samping itu, apabila kembali kepada Tabel 5, jumlah pengangkutan di hari Senin dan Sabtu dapat dioptimalkan mungkin dengan mencari toko lain disekitar rute yang dilalui.

## 6. KESIMPULAN

Penentuan rute distribusi dengan menggunakan metode *nearest neighbour* (NNM) telah menghasilkan rute distribusi usulan yang mendekati optimal dan lebih baik daripada rute yang selama ini digunakan oleh perusahaan. Total jarak tempuh selama satu minggu pada penggunaan rute usulan ini adalah 924.6 km memperoleh penghematan jarak sebanyak 180.14 km atau sebesar 16% dan biaya distribusi pada rute usulan selama satu minggu adalah sebesar Rp.1.865.872,-. Penurunan biaya bahan bakar yang dihasilkan sebesar Rp. 153.123,- atau sebesar 6%. Utilitas rata-rata untuk satu kendaraan selama satu minggu pada penggunaan rute usulan adalah sebesar 79.89% diperoleh dari rata-rata perbandingan jumlah pengangkutan dengan kapasitas pengangkutan. Berdasarkan hasil penelitian, maka rekomendasi dari hasil analisis NNM perlu dipertimbangkan untuk memperbaiki rute distribusi pada PT Subur Mulya Sejahtera.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Telkom University Purwokerto untuk dukungan dalam riset ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Pauziah A, Muchtar D, Ihsan M, Tarman. Optimasi distribusi konveksi pakaian dengan pendekatan simulasi(Studi kasus cv. Xyz). *Journal of Management and Industrial Engineering (JMIE)* [Internet]. 30 September 2024;3(2):62–72.
- [2]. Gunduz M, Aslan M. DJAYA: A discrete Jaya algorithm for solving traveling salesman problem. *Applied Soft Computing* [Internet]. Juli 2021;105:107275.
- [3]. Pop PC, Cosma O, Sabo C, Sitar CP. A comprehensive survey on the generalized traveling salesman problem. *European Journal of Operational Research* [Internet]. Mei 2024;314(3):819–35.
- [4]. Cheikhrouhou O, Khoufi I. A comprehensive survey on the multiple traveling salesman problem: applications, approaches and taxonomy. *Computer Science Review* [Internet]. Mei 2021;40:100369.
- [5]. Kumar V, Yadav SM. A state-of-the-Art review of heuristic and metaheuristic optimization techniques for the management of water resources. *Water Supply* [Internet]. 1 April 2022;22(4):3702–28.
- [6]. Liang YJ, Luo ZX. A survey of truck–drone routing problem: literature review and research prospects. *J Oper Res Soc China* [Internet]. Juni 2022;10(2):343–77.
- [7]. Dereci U, Karabekmez ME. The applications of multiple route optimization heuristics and meta-heuristic algorithms to solid waste transportation: A case study in Turkey. *Decision Analytics Journal* [Internet]. September 2022;4:100113.
- [8]. Ananda R, Prasetiadi A. Classification based on configuration objects by using procrustes analysis. *JINFOTEL* [Internet]. 30 Mei 2021;13(2):76–83.
- [9]. Wang J, Wen Q, Chen Z. A fast heuristic k-means algorithm based on nearest neighbor information. Dalam: Jain LC, Kountchev R, Tai Y, Kountcheva R, editor. *3D Imaging—Multidimensional Signal Processing and Deep Learning* [Internet]. Singapore: Springer Nature Singapore; 2022 . hlm. 111–9.
- [10]. Jiao L, Kourkoumpetis T, Hutchinson D, Ajami NJ, Hoffman K, White DL, dkk. Spatial characteristics of colonic mucosa-associated gut microbiota in humans. *Microb Ecol* [Internet]. April 2022;83(3):811–21.
- [11]. Ananda R, Dewi AR, Amin MBM, Huda M, Gushelmi G. Unsupervised feature selection based on self-configuration approaches using multidimensional scaling. *Jambura Journal of Mathematics* [Internet]. 1 Agustus 2023;5(2):351–62.

- [12].Ananda R, Prasetiadi A. Hierarchical and k-means clustering in the line drawing data shape using procrustes analysis. JOIV : Int J Inform Visualization [Internet]. 23 September 2021;5(3):306.
- [13].Gower JC. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. Biometrika [Internet]. Desember 1966;53(3/4):325.
- [14].Kruskal JB. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. Psychometrika [Internet]. Maret 1964;29(1):1–27.
- [15].Bräysy O, Gendreau M. Vehicle routing problem with time windows, part ii: metaheuristics. Transportation Science [Internet]. Februari 2005;39(1):119–39.
- [16].Sahin M. Solving TSP by using combinatorial Bees algorithm with nearest neighbor method. Neural Comput & Applic [Internet]. Januari 2023;35(2):1863–79.