

# Penentuan Rute Pembukaan Gerai Baru dengan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* Pendekatan *Nearest Neighbor*

Granita Hajar<sup>1\*</sup>, Desita Nur Rachmaniar<sup>1</sup>, Muhammad Dzulfikar Fauzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Logistik, Telkom University

<sup>2</sup>Program Studi Informatika, Telkom University

Jl. Ketintang No. 156 Ketintang, Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur, 60231

## Abstrak

Industri makanan dan minuman mulai banyak mendapatkan perhatian di kalangan masyarakat. Hal ini diperkuat dengan mulai banyaknya gerai-gerai makanan dan minuman yang mulai bermunculan. Bahkan dalam satu kota, terutama Surabaya, bisa memiliki belasan gerai karena antusiasme masyarakat yang begitu tinggi. Salah satu gerai minuman yang sedang populer saat ini adalah minuman boba atau *bubble drink*. Penelitian sebelumnya telah dilakukan penentuan gerai potensial yang akan dibuka. Setelah mendapatkan rekomendasi gerai baru penelitian ini dilanjutkan dengan melakukan penentuan rute pengiriman bahan baku dengan batasan waktu operasional dari masing-masing outlet. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute pendistribusian bahan baku yang baru untuk gerai-gerai minuman yang ada di beberapa lokasi sehingga dapat meminimumkan jarak tempuh dan biaya transportasi. Penelitian ini menggunakan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* atau VRPTW dengan pendekatan *nearest neighbor*. VRPTW merupakan VRP yang paling ideal yang sering digunakan pada dunia industri. Saat ini terdapat sembilan gerai dengan time windows yang berbeda-beda. Hasil dari penelitian ini didapatkan dua rute dengan jarak tempuh masing-masing 96.4 km dan 35.7 km dengan *total cost* Rp.68.000,- sedangkan waktu tempuh 289.2 menit dan 163.5 menit dengan *total cost* Rp.89.828,- dalam sekali melakukan pengiriman.

**Kata kunci:** Rute; VRP; VRPTW; *Nearest Neighbor*; *Time Windows*

## Abstract

*The food and beverage industry are gaining significant attention among the public, as evidenced by the increasing number of food and drink outlets emerging. In some cities, specially Surabaya there are even dozens of outlets due to the high level of enthusiasm among people. One particularly popular type of drink outlet currently is boba or bubble tea. Previous research has been conducted to identify potential locations for new outlets. Following the recommendations for new outlets, the research continued by determining the delivery routes for raw materials. The objective of this research is to establish new distribution routes for existing beverage outlets across several locations to minimize travel distance and transportation costs. This study utilizes the Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), which is the most used VRP model in the industrial sector. The results of this research yielded two routes, with distances of 96.4 km and 35.7 km respectively with total cost Rp.68.000,-, and travel times of 289.2 minutes and 163.5 minutes with total cost Rp.89.828,-.*

**Keywords:** Route; VRP; VRPTW; *Nearest Neighbor*; *Time Windows*

\*Corresponding author

Alamat email: [granita@telkomuniversity.ac.id](mailto:granita@telkomuniversity.ac.id)

<https://doi.org/10.35261/gijtsi.v5i01.11323>

Diterima 29 April 2024; Disetujui 14 Mei 2024; Terbit Online 31 Mei 2024

## Pendahuluan

Industri makanan dan minuman mulai banyak mendapatkan perhatian di kalangan masyarakat. Berdasarkan data statistik, didapatkan bahwa kontribusi sektor makanan dan minuman terhadap GDP mengalami peningkatan setiap tahunnya selama 3 tahun terakhir dengan rata-rata 2,66% (2021), 4,00% (2022) dan 4,79% (2023) [1]. Hal ini diperkuat dengan mulai banyaknya gerai-gerai makanan dan minuman yang mulai bermunculan. Kemunculan gerai-gerai yang mulai tersebar dimana-mana merupakan akibat dari adanya kebutuhan, gaya hidup masyarakat dan perkembangan teknologi [2]. Gerai minuman sedang populer saat ini adalah minuman-minuman kekinian seperti minuman boba atau *bubble drink*. Minuman boba adalah minuman manis dengan topping bola-bola yang dibuat dari campuran tepung dan gula sehingga berwarna hitam dan bertekstur kenyal [3]. Minuman boba memiliki peluang bisnis yang cukup menjanjikan jika dilihat dari pangsa pasar dan *trend* yang berkembang saat ini. Hal ini yang menjadi dasar para produsen untuk berlomba-lomba memperbanyak gerai usahanya, salah satunya dengan cara membuka gerai baru. Perencanaan serta analisis yang matang dari beberapa pilihan alternatif menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam membuka gerai baru.

Banyaknya gerai baru yang tersebar di beberapa tempat, membuat produsen mulai mengalami permasalahan pengiriman bahan baku terutama dalam rute pendistribusian. Dengan bertambahnya beberapa gerai baru, secara tidak langsung akan menambah kompleksitas rute yang dapat mengakibatkan pembengkakan biaya hingga keterlambatan waktu pengiriman. Penelitian penentuan rute ini dilatar belakangi oleh pembukaan gerai baru [4]. Perlu adanya penentuan rute yang baru dan salah satu metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan rute adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang merupakan pengembangan dari *Traveling Salesman Problem* (TSP). Konsep dasar VRP yaitu melibatkan node yang disebut dengan demand maupun pelanggan. Kendaraan yang digunakan dalam melakukan perjalanan dimulai dan diakhiri pada depot yang sama. Penyelesaian case VRP adalah penentuan rute optimal dengan tujuan meminimalkan biaya dengan didasari total jarak atau waktu tempuh dan juga meminimalkan jumlah penggunaan kendaraan [5] VRP merupakan metode dalam menentukan rute pengiriman dengan tujuan meminimasi biaya transportasi, total jarak serta waktu tempuh kendaraan [6]. Tujuan utama VRP menemukan rute yang optimal atau mendekati optimal, sekumpulan kendaraan yang mengunjungi pelanggan dengan biaya dan jarak seminimal mungkin [7]. Selain mempertimbangkan waktu tempuh, jarak dan kapasitas kendaraan, faktor lainnya seperti ketersediaan waktu pelayanan gerai atau outlet dapat mempengaruhi penentuan rute yang optimal [8]. Permasalahan ini sering disebut dengan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW).

VRPTW merupakan perkembangan dari model VRP yang bertujuan melayani pelanggan dengan meminimumkan biaya, jarak dan waktu perjalanan ke beberapa titik yang lokasinya terpisah tanpa mengabaikan batasan kapasitas dan waktu layanan operasional dari masing-masing pelanggan [9]. VRPTW merupakan salah satu masalah optimisasi kombinatorial termasuk dalam *NP-Hard Optimization problem*. VRPTW muncul dari kebutuhan dunia industri untuk mengoptimalkan pengiriman barang dengan memperhatikan batasan waktu. Tujuan dari VRPTW adalah melakukan perencanaan rute dan penjadwalan pengiriman dengan mempertimbangkan waktu dengan biaya total seminimal mungkin. VRPTW disebutkan sebagai salah satu varian dari VRP yang paling realistis dan relevan dalam praktiknya [10]. Penyelesaian VRPTW dikembangkan dalam metode eksak dan juga pendekatan heuristic. Penggunaan metode eksak dapat memberikan Solusi optimal namun tidak efisien jika digunakan dalam menemukan

Solusi dalam skala yang besar. Sedangkan pendekatan heuristic memberikan solusi yang baik dalam rentang waktu yang singkat namun tidak menjamin optimalitasnya.

Algoritma *nearest neighbor* merupakan salah satu pendekatan heuristic yang cepat dan efektif untuk menyelesaikan VRPTW. Pendekatan ini dengan cara memilih titik atau pelanggan yang akan dikunjungi berdasarkan jarak yang terdekat. Nearest neighbor untuk VRPTW diperuntukkan untuk menentukan rute kendaraan dengan memilih pelanggan terdekat dari depo atau pelanggan sebelumnya untuk dilayani dengan memperhatikan batasan waktu setiap pelanggan [11]. Pendekatan *improve nearest neighbor* yang dilakukan oleh Xu dan Ohno pada tahun 2016 menghasilkan solusi yang lebih baik, dari kualitas rute dan waktu ketika digunakan dalam penyelesaian masalah VRPTW. Pendekatan nearest neighbor bisa menjadi lebih efisien dan efektif untuk menangani VRPTW [12]. Selain itu, penggunaan *nearest neighbor* untuk mengatasi keterlambatan pengiriman di UMKM, menghasilkan penghematan biaya sebesar 12,82% dan waktu 9,14% [13].

Seperti penelitian yang dilakukan oleh Fatma, penggunaan model VRPTW dapat memberikan hasil enam rute baru dengan 42 titik pelanggan (depot) yang tersebar di beberapa lokasi dengan pengurangan jarak tempuh perjalanan sebesar 97,86 dan penghematan biaya sebesar 15% terhadap rute sebelumnya [13]. Perancangan rute dengan model VRPTW untuk kasus pengelolaan limbah medis juga dilakukan oleh Silalahi, dengan hasil pengolahan penggunaan model VRPTW dan algoritma *Nearest Neighbor* menunjukkan rute yang optimal membutuhkan waktu tempuh selama 58,5jam untuk total 6 kendaraan dari 14 rumah sakit dengan batasan jam pelayanan masing-masing rumah sakit rujukan. Hasil ini dinilai cukup baik dalam kinerja distribusi limbah medis di Surabaya [14]. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model VRPTW cukup efektif dalam penentuan rute. Selain itu, penggunaan *Nearest Neighbor* untuk mengatasi keterlambatan pengiriman di UMKM, menghasilkan penghematan biaya sebesar 12,82% dan waktu 9,14% [15]. Permasalahan VRP juga bisa diselesaikan dengan kombinasi dari metode heuristic dan metaheuristic untuk penentuan rute tercepat distribusi barang basah dengan penggunaan bahan bakar seminimal mungkin, menghasilkan pengurangan jarak 11,79% (area Jabodetabek), 8,98% (area Surabaya) dan 0% (area Bandung) [16]. Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan sebelumnya, Penelitian ini dilakukan dengan adanya gerai baru menjadikan perlu pencarian rute yang optimal kembali. Penelitian ini bertujuan untuk merancang rute pendistribusian baru untuk gerai minuman dengan menggunakan metode *vehicle routing problem with time windows* dengan menggunakan pendekatan *nearest neighbor*.

## Metode Penelitian

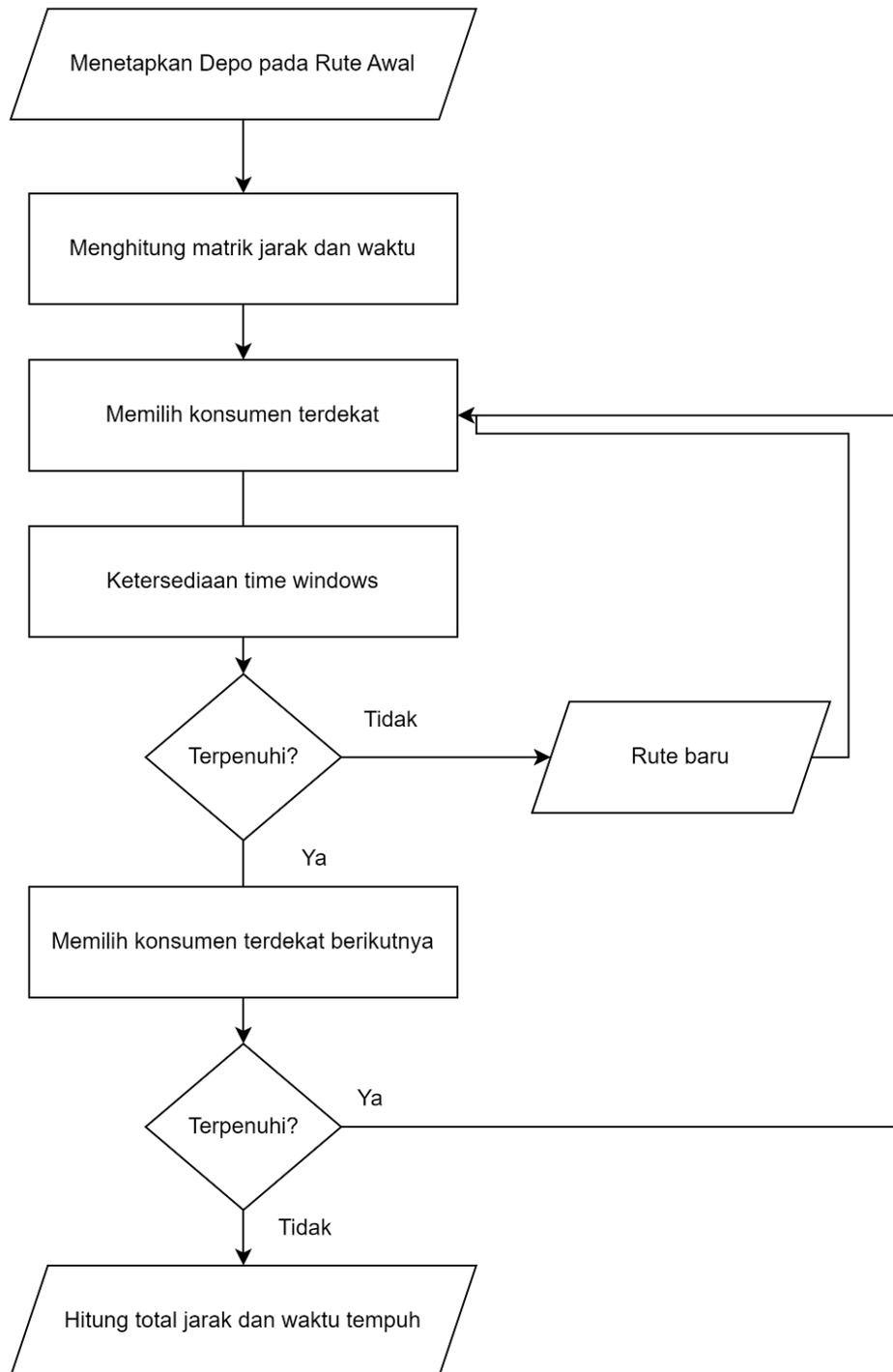
Penelitian ini menggunakan VRPTW dengan pendekatan *nearest neighbor* dalam menghitung rute dengan penambahan gerai baru. Gambar 1 merupakan alur penelitian. Penelitian ini dimulai dari menetapkan depo awal di simbolkan dengan titik 0 sedangkan gerai dengan angka 1,2,...9. Terdapat satu depo dan sembilan gerai. Penelitian ini melakukan dua perhitungan, pertama melakukan perhitungan untuk rute sebelum adanya penambahan gerai baru, kedua perhitungan pencarian rute dengan menggunakan sembilan gerai.

Berikut langkah-langkah menggunakan metode *Nearest Neighbor*:

- Menetapkan Depo titik awal kendaraan berangkat dan mengakhiri perjalanannya
- Menghitung matriks jarak antara titik atau *node*, dimulai dari depo (node 0)
- Cari jarak terdekat dari depo ke node yang lain dengan mempertimbangkan *time windows* (waktu). Kendaraan tidak diperbolehkan untuk datang ketika node atau

gerai belum buka dan tidak boleh melebihi waktu yang telah ditentukan. Kendaraan segera berangkat seawal mungkin sehingga dapat tiba ketika gerai telah buka. Kendaraan segera berangkat seawal mungkin sehingga dapat tiba ketika gerai telah buka.

- Menghitung waktu yang ditempuh untuk mencapai pelanggan tersebut
- Ulangi langkah-langkah sebelumnya jika waktu masih tersedia, jika tidak maka membuat rute baru dengan menjadikan depo 0 sebagai titik awal.
- Lakukan hingga semua node dikunjungi



**Gambar 1.** Alur Penentuan Rute Baru

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan VRPTW dalam menentukan rute baru dengan adanya gerai baru. VRPTW memiliki tujuan yang sama dengan VRP yaitu meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan dan meminimalkan total waktu tempuh. Gerai di notasikan dengan berupa angka 1,2,3....i sedangkan depo dinotasikan dengan 0. Penentuan rute baru ini dengan mempertimbangkan waktu yang diperbolehkan untuk melakukan *loading* dan *unloading* barang. Batasan waktu atau time windows ini bervariasi sesuai dengan kebijakan gerai masing-masing. Time windows dinotasikan sebagai  $[a_i, b_i]$ , dimana  $a_i$  adalah dimulainya pelayanan sedangkan  $b_i$  adalah akhir dari waktu pelayanan. Berikut ini merupakan formulasi dari VRPTW :

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika kendaraan } k \text{ segera melayani } j \text{ setelah mengunjungi } i \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Fungsi tujuan:  
Minimasi

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n C_{ijk} X_{ijk} \quad (1)$$

Batasan

$$\sum_{i=0}^n \sum_{k=1}^K X_{ijk} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=0}^n \sum_{k=1}^K X_{0jk} = K \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{k=1}^K X_{i0k} = K \quad (4)$$

$$X_{ijk}(T_{ik} + S_i + t_{jk} - T_{jk}) \leq 0 \quad (5)$$

$$a_i \leq T_{ik} \leq b_i \quad k = 1 \dots \dots K; (i, j) = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$X_{ijk} \in \{0,1\} \quad (7)$$

Notasi:

$K$  = Jumlah kendaraan  $k = 1 \dots \dots, K$

$C_{ij}$  = *travelling cost* (jarak)dari node  $i$  ke node  $j$

$T_{ik}$  = waktu memulai pelayanan di pelanggan  $i$  dengan menggunakan kendaraan  $k$

$s_i$  =waktu pelayanan di pelanggan  $i$

$t_{ij}$  = waktu perjalanan yang dibutuhkan dari  $i$  ke  $j$

$a_i$  = *earliest time* pelanggan  $i$

$b_i$  = *latest time* pelanggan  $i$

Fungsi tujuan meminimalkan biaya ada pada persamaan 1. Pembatasan yang menjamin hanya dalam satu rute terdapat kendaraan  $k$  yang melayani gerai  $j$  dan tepat langsung ke gerai  $j$  terdapat pada persamaan 2. Sedangkan Persamaan 3 dan 4 fungsi pembatas yang menjamin bahwa jumlah kendaraan yang meninggalkan (keluar) depo harus sama dengan jumlah kendaraan yang kembali (masuk) ke depo. Persamaan 5 dan 6 menjamin setiap gerai hanya dapat dilayani dalam rentang waktu tertentu. Persamaan 7 merupakan uji konsistensi variable dan akan bernilai 1 apabila ada kendaraan  $k$  dari pelanggan  $i$  langsung segera mengunjungi pelanggan  $j$ .

Langkah awal penelitian ini dengan menentukan depo atau titik awal dan juga menghitung matrik jarak dan waktu pada setiap node. Asumsi penelitian ini menggunakan data jarak antar node menggunakan data dari *Google Maps* tanpa mempertimbangkan kemacetan, kecepatan kendaraan diasumsikan 20 km/jam dengan tanpa adanya macet maupun *traffic light* dan jarak simetris. Asumsi yang lain kendaraan keluar depo dengan seawal mungkin. Pengiriman dimulai pukul 06.00. Tabel 1 merupakan matrik jarak tempuh setiap node sedangkan tabel 2 merupakan waktu tempuh yang didapatkan perkalian kecepatan kendaraan dan jarak tempuh.

Tabel 1. Matriks Jarak

|   | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9  |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 0 | 0   | 19  | 18  | 17  | 16  | 14  | 13  | 11  | 4.7 | 40 |
| 1 | 19  | 0   | 12  | 11  | 11  | 9.4 | 17  | 15  | 21  | 24 |
| 2 | 18  | 12  | 0   | 0.7 | 3.6 | 3.9 | 8.4 | 5.7 | 9.2 | 29 |
| 3 | 17  | 11  | 0.7 | 0   | 2.6 | 3.2 | 9.7 | 5.7 | 11  | 31 |
| 4 | 16  | 11  | 3.6 | 2.6 | 0   | 4.7 | 11  | 8.4 | 11  | 26 |
| 5 | 14  | 9.4 | 3.9 | 3.2 | 4.7 | 0   | 10  | 8   | 7.4 | 27 |
| 6 | 13  | 17  | 8.4 | 9.7 | 11  | 10  | 0   | 10  | 8   | 35 |
| 7 | 11  | 15  | 5.7 | 5.8 | 8.4 | 8   | 10  | 0   | 7   | 32 |
| 8 | 4.7 | 21  | 9.2 | 11  | 11  | 7.4 | 8   | 7   | 0   | 45 |
| 9 | 40  | 24  | 29  | 31  | 26  | 27  | 35  | 32  | 45  | 0  |

Tabel 2. Matriks Waktu Tempuh

|   | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0 | 0    | 57   | 54   | 51   | 48   | 42   | 39   | 33   | 14.1 | 120 |
| 1 | 57   | 0    | 36   | 33   | 33   | 28.2 | 51   | 45   | 63   | 72  |
| 2 | 54   | 36   | 0    | 2.1  | 10.8 | 11.7 | 25.2 | 17.1 | 27.6 | 87  |
| 3 | 51   | 33   | 2.1  | 0    | 7.8  | 9.6  | 29.1 | 17.1 | 33   | 93  |
| 4 | 48   | 33   | 10.8 | 7.8  | 0    | 14.1 | 33   | 25.2 | 33   | 78  |
| 5 | 42   | 28.2 | 11.7 | 9.6  | 14.1 | 0    | 30   | 24   | 22.2 | 81  |
| 6 | 39   | 51   | 25.2 | 29.1 | 33   | 30   | 0    | 30   | 24   | 105 |
| 7 | 33   | 45   | 17.1 | 17.4 | 25.2 | 24   | 30   | 0    | 21   | 96  |
| 8 | 14.1 | 63   | 27.6 | 33   | 33   | 22.2 | 24   | 21   | 0    | 135 |
| 9 | 120  | 72   | 87   | 93   | 78   | 81   | 105  | 96   | 135  | 0   |

Selanjutnya melihat data *time windows* dari setiap gerai pada tabel 3. *Time windows* ini dipergunakan awal untuk menemukan gerai mana yang dapat dikunjungi pertama kali. Gerai 9 merupakan gerai baru, sebelum melakukan pencarian rute baru dilakukan pencarian rute sebelum adanya Gerai 9.

**Tabel 3.** *Time Windows* Setiap Titik

| Gerai | <i>a (earliest)</i> | <i>b (latest)</i> | <i>Service time</i> |
|-------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1     | 480                 | 780               | 60                  |
| 2     | 420                 | 570               | 60                  |
| 3     | 420                 | 630               | 60                  |
| 4     | 480                 | 570               | 60                  |
| 5     | 540                 | 1200              | 60                  |
| 6     | 540                 | 960               | 60                  |
| 7     | 420                 | 540               | 60                  |
| 8     | 480                 | 720               | 60                  |
| 9     | 360                 | 840               | 60                  |

Langkah berikutnya melakukan perhitungan pencarian rute awal sebelum adanya Gerai 9 dengan menggunakan delapan gerai. Pencarian rute ini menggunakan perhitungan manual disebabkan titik *node* yang relatif cukup sedikit dan masih dapat digunakan perhitungan sederhana. Pencarian rute ini diawali dengan mencari gerai mana yang buka paling awal. Kendaraan akan menuju gerai tersebut seawal mungkin agar dapat tiba saat gerai telah buka. Waktu untuk *loading* dan *unloading* barang yaitu 60 menit. Setelah selesai mengirimkan barang, kendaraan langsung menuju ke gerai selanjutnya dengan mempertimbangan *time windows*. Langkah ini dilakukan sampai tidak ada gerai yang dapat dikunjungi lagi dan kendaraan kembali ke depo awal. Tabel 4 merupakan salah satu contoh perhitungan VRPTW untuk delapan gerai.

**Tabel 4.** Perhitungan Rute 1

|        | Dari | Ke | Berangkat | Waktu Tempuh (Menit) | Tiba  | <i>Service (Menit)</i> | Keluar |
|--------|------|----|-----------|----------------------|-------|------------------------|--------|
| Rute 1 | 0    | 7  | 387       | 33                   | 420   | 60                     | 480    |
|        | 7    | 3  | 480       | 17.1                 | 497.1 | 60                     | 557.1  |
|        | 3    | 5  | 557.1     | 9.6                  | 566.7 | 60                     | 626.7  |
|        | 5    | 8  | 626.7     | 22.2                 | 648.9 | 60                     | 708.9  |
|        | 8    | 6  | 708.9     | 24                   | 732.9 | 60                     | 792.9  |

Rute awal dimulai depo mengirimkan ke Gerai 7 dan pengiriman terakhir ke Gerai 6 dengan waktu tempuh masing-masing 144.9 menit dan 133.8 menit dengan jarak tempuh 48.4 km dan 51.6 km ditunjukkan pada tabel 5.

**Tabel 5.** Rute dengan Sebelum Penambahan Gerai Baru

| Rute | <i>Sequence</i> | Total Waktu Tempuh (menit) | Total Jarak Tempuh (km) |
|------|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| 1    | 0-7-3-5-8-6-0   | 144.9                      | 48.4                    |
| 2    | 0-2-4-1-0       | 133.8                      | 51.6                    |

Gerai sebelum adanya penambahan rute berjumlah delapan gerai. Pengiriman pertama dimulai dari depo menuju Gerai 7 dilanjutkan ke Gerai 3 lalu menuju Gerai 5 dan Gerai 8 dan diakhir di Gerai 6 sebelum kembali ke depo. Rute kedua diawali dari depo menuju ke Gerai 2 setelahnya menuju Gerai 4 dan pengiriman terakhir di Gerai 1. Jika ada penambahan gerai baru atau Gerai 9 dilakukannya perhitungan ulang dengan langkah yang sama. Tabel 6 menunjukkan perhitungan rute pertama setelah menambahkan gerai baru.

**Tabel 6.** Perhitungan Rute 1 dengan Sembilan Gerai

|        | Dari | Ke | Berangkat | Waktu Tempuh (Menit) | Tiba  | Service (Menit) | Keluar |
|--------|------|----|-----------|----------------------|-------|-----------------|--------|
| Rute 1 | 0    | 9  | 360       | 120                  | 480   | 60              | 540    |
|        | 9    | 1  | 540       | 72                   | 612   | 60              | 672    |
|        | 1    | 5  | 672       | 28.2                 | 700.2 | 60              | 760.2  |
|        | 5    | 6  | 760.2     | 30                   | 790.2 | 60              | 850.2  |
|        | Dari | Ke | Berangkat | Waktu Tempuh (Menit) | Tiba  | Service (Menit) | Keluar |
| Rute 2 | 0    | 7  | 387       | 33                   | 420   | 60              | 480    |
|        | 7    | 2  | 480       | 17.1                 | 497.1 | 60              | 557.1  |
|        | 2    | 3  | 557.1     | 2.1                  | 559.2 | 60              | 619.2  |
|        | 3    | 4  | 619.2     | 7.8                  | 627   | 60              | 687    |
|        | 4    | 8  | 619.2     | 33                   | 652.2 | 60              | 712.2  |

Setelah dilakukan perhitungan ulang dengan sembilan gerai, terdapat perbedaan rute pengiriman. Terdapat dua rute yang dapat memenuhi semua gerai yang akan dikunjungi. Rute tersebut disajikan pada tabel 7. Rute pertama waktu tempuh untuk menyelesaikan semua gerai adalah 289.2 menit dengan jarak tempuh 96.4 km sedangkan untuk rute kedua menghabiskan waktu tempuh 163.5 menit dengan jarak tempuh 35.7 km.

**Tabel 7.** Rute Setelah Penambahan Gerai Baru

| Rute | Sequence      | Total Waktu Tempuh (menit) | Total Jarak Tempuh (km) |
|------|---------------|----------------------------|-------------------------|
| 1    | 0-9-1-5-6-0   | 289.2                      | 96.4                    |
| 2    | 0-7-2-3-4-8-0 | 163.5                      | 35.7                    |

Tabel 7 menunjukkan dengan sembilan gerai, rute awal dikunjungi adalah Gerai 9 dimana gerai tersebut adalah gerai terjauh dan memiliki time windows paling awal. Setelah mengunjungi Gerai 9 perjalanan selanjutnya mengunjungi Gerai 1 dan dilanjutkan menuju Gerai 5. Rute pertama berakhir setelah mengunjungi Gerai 5 dan kendaraan kembali ke depo. Rute kedua, kendaraan mengunjungi Gerai 7 menuju gerai 2 dilanjutkan ke Gerai 3 dan Gerai 4. Sebelum kembali ke depo rute terakhir yaitu Gerai 8. Tabel 8 menunjukkan perbandingan sebelum dan sesudah penambahan gerai baru.

**Tabel 8.** Perbandingan Sebelum dan Sesudah

| Rute | Sebelum       | Sesudah       |
|------|---------------|---------------|
| 1    | 0-7-3-5-8-6-0 | 0-9-1-5-6-0   |
| 2    | 0-2-4-1-0     | 0-7-2-3-4-8-0 |

Perbandingan pada tabel 8 merupakan perbandingan rute sebelum dan sesudah adanya penambahan gerai baru. *Total cost* diperoleh dari perkalian jarak dengan harga solar. Harga solar diasumsikan Rp.6.800/liter dalam satu liter dapat menempuh 10 km. *Total cost* rute awal dengan delapan gerai adalah Rp. 68.000,- sedangkan rute sesudah adanya penambahan gerai menjadi sembilan gerai yakni Rp.89.828,-. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara total cost dalam pengiriman tersebut, hal ini disebabkan gerai baru memiliki jarak tempuh yang cukup jauh dari depo maupun dari gerai-gerai lainnya.

## Kesimpulan

Adanya penambahan rute baru menjadikan rute pengiriman yang berbeda. Penentuan rute ini menggunakan VRPTW dengan nearest neighbor, dari hasil perhitungan didapatkan dua rute. Rute pertama dimulai dari depo menuju ke gerai 9 lalu dilanjutkan ke gerai 1 dan gerai 5. Setelah menuju gerai 5, kendaraan menuju ke gerai 6 dan kembali ke depo. Rute kedua pengiriman dimulai dari depo menuju ke Gerai 7 dan 2. Pengiriman dilanjutkan menuju Gerai 3 dan 4 dan berakhir di Gerai 8 sebelum kembali ke depo. Rute 1 dan 2 masing-masing menempuh jarak 289.2 km dan 163.5 km dengan waktu tempuh 96.4 menit dan 35.7 menit. Penelitian ini menggunakan pendekatan *nearest neighbor*, pengembangan untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan rute yang optimal dapat menggunakan pendekatan heuristik *tabu search*.

## Daftar Pustaka

- [1] "Badan Pusat Statistik [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTA0IzI=/pertumbuhan-ekonomi--triwulan-iv-2023.html>. [Accessed: April 2024]
- [2] M. Ramadhani and N. E. Ikhsan, "Pengaruh Experiential Marketing dan Variasi Produk Terhadap Minat Beli Ulang Pada Outlet Street Boba Cabang Rawamangun," *JAMBIS: Jurnal Administrasi Bisnis*, vol. 2, no. 4, pp. 595-607, 2022.
- [3] M. T. Veronica and I. M. B. Ilmi, "Minuman Kekinian di Kalangan Mahasiswa Depok dan Jakarta," *Indonesian Journal of Health Development*, vol. 2, no. 2, pp. 83-91, 2020.
- [4] M. D. Fauzi, G. Hajar and A. Kholik, "Penentuan Pembukaan Gerai dengan Menggunakan Analytic Hierarchy Process Empat Layer," *JSON: Jurnal Sistem Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 4, pp. 458-463, 2022.
- [5] P. Toth and D. Vigo, "The Vehicle Routing Problem", *SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications*, 2014.
- [6] P. Toth and D. Vigo, *Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications*, 2nd ed., USA: SIAM, 2014.
- [7] G. Laporte, "Fifty Years of Vehicle Routing," *Transportation Science*, vol. 43, no. 4, pp. 408–416, 2009.
- [8] M. K. Karim, B. D. Setiawan and P. P. Adikara, "Optimasi Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) pada Rute Mobile Grapari (MOGI) Telkomsel Cabang Malang Menggunakan Algoritma Genetika," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 8, pp. 2702-2709, 2018.
- [9] D. M. Kamal, L. Nafisah and M. S. A. Khannan, "Analisis Penentuan Rute Distribusi dengan Pendekatan Vehicle Routing Problem Mempertimbangkan Time Windows dan Permintaan untuk Meminimasi biaya Transportasi," *Prosiding Industrial Engineering Conference (IEC)*, 2020.
- [10] T. Bektas and G. Laporte, "The Multiple Traveling Salesman Problem: An Overview of Formulations and Solution Procedures," *Omega*, vol. 39, no. 4, pp. 325–336, 2011.
- [11] M. P. De Aragão dan A. Subramanian, "A Fast and Effective Heuristic for the Vehicle Routing Problem with Time Windows based on the Fast Nearest Neighbor Algorithm," *European Journal of Operational Research*, vol. 233, no. 3, pp. 568-578, 2014

- [12] X. Xu and K. Ohno, "An improved nearest neighbor algorithm for vehicle routing problems with time windows," *Procedia Engineering*, vol. 137, pp. 398-405, 2016
- [13] J. Halim, R. M. Heryanto and D. T. Liputra, "Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Savings Matrix dengan Algoritma Nearest Insert, Nearest Neighbour, dan Farther Insert pada UMKM Peralatan Plastik", *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 04, no. 01, pp. 33-47, 2023
- [14] E. Fatma, W. Kartika and A. N. Madyanti, "Penentuan Rute Pengangkut Limbah Medis Optimal Menggunakan Vehicle Routing Problem With Time Windows pada Kasus Multi Depot," *JMO: Jurnal Manajemen dan Organisasi*, vol. 13, no. 4, pp. 324-335, 2022.
- [15] S. A. Silalahi, "Rute Distribusi Limbah Medis Covid-19 dengan Metode VRPTW dan Nearest Neighbor", *JMTRANSLOG: Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*, vol. 08, no.03, pp. 285-298, 2021
- [16] A. Chandra and B. Setiawan, "Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP)", *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*, vol. 05, no.02, pp. 105-116, 2018