

# **Pengelompokan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah di Wilayah Bandung Barat Menggunakan Pendekatan *Savings Matriks* dan Metode *Nearest Neighbor* (Studi Kasus di PD. Kebersihan Kota Bandung)**

**Hasni Fatimah Safitri<sup>1</sup>, Drs. R. Hari Adianto, M. T.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Jl. Phh. Mustofa No. 23, Bandung, 40124, Indonesia  
Email: hasnifatimah13@gmail.com

Received 01 03 2022 | Revised 25 03 2022 | Accepted DD MM YYYY

## **ABSTRAK**

Penelitian yang dilakukan di PD. Kebersihan ini membahas tentang penentuan rute kendaraan pengangkutan sampah yang ada di wilayah Bandung Barat. Kondisi pengangkutan sampah yang ada di wilayah Bandung Barat belum memiliki rute pasti yang mengakibatkan pada saat proses pengangkutan sampah hanya mengandalkan intuisi seorang supir saja dan TPS yang dikunjungi perharinya hanya 1 hingga 2 TPS saja. Rute pengangkutan sampah dibuat dengan adanya memperhatikan adanya fasilitas antara, rute kendaraan yang bersifat majemuk. Maka dapat dimodelkan ke dalam VRP yang disebut Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF). Penentuan rute pengangkutan sampah dibuat menggunakan pendekatan savings matriks dan metode nearest neighbor. Hasil dari penelitian dengan total 39 TPS ini menghasilkan 7 tur dengan container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 6 tur dengan container kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Pengelompokan rute menggunakan savings matriks ini menghasilkan jarak yang ditempuh sebesar 1843,9 km untuk container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 1557,9 km untuk container kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Setelah melakukan penentuan rute dengan menggunakan metode nearest neighbor, dihasilkan 1808,9 km untuk container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 1543,2 km untuk container kapasitas 6 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci** : Minimasi Rute, Savings Matriks, Vehicle Routing Problem, Multiple Trips, Intermediate Facility, Nearest Neighbor

## **ABSTRACT**

Research conducted at PD. this cleanliness discusses the determination of the route of garbage transport vehicles in the West Bandung area. The condition of transportation of garbage in the West Bandung area has not had a definite route that resulted in the process of transporting garbage only relying on the intuition of a driver only and polling stations visited per day only 1 to 2 polling stations only. The route of transporting waste is made by paying attention to the existence of intermediate facilities, vehicle routes that are compound. It can then be modeled into a VRP called Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF). Determination of waste transport routes is made using savings matriks approach and nearest neighbor method. The results of the study with a total of 39 polling stations resulted in 7 tours with a capacity container of 12 m<sup>3</sup> and 6 tours with a container capacity of 6 m<sup>3</sup>. Grouping routes using savings matriks resulted in a distance traveled of 1843.9 km for a container capacity of 12 m<sup>3</sup> and 1557.9 km for a container capacity of 6 m<sup>3</sup>. After determining the route using the nearest neighbor method, it was produced 1808.9 km for a container capacity of 12 m<sup>3</sup> and 1543.2 km for a container capacity of 6 m<sup>3</sup>.

**Keywords**: Route Minimization, Savings Matriks, Vehicle Routing Problem, MultipleTrips, Intermediate Facility, Nearest Neighbo

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pengelolaan sampah sangat penting dilakukan oleh setiap Dinas Kebersihan yang ada di Kota Bandung ini. Hal itu dilakukan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya penumpukan sampah yang menyebabkan ketidaknyamanan bagi masyarakat, banjir, dan menimbulkan berbagai penyakit. Adapun beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah masalah tersebut dapat terjadi seperti proses pembuangan sampah atau proses daur ulang sampah. Saat ini pengelolaan dan pengangkutan sampah Kota Bandung dilaksanakan oleh PD. Kebersihan Kota Bandung yang berada di Jalan Surapati No. 126, Kelurahan Cihaur Geulis, Kecamatan Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat. PD. Kebersihan saat ini mengelola tumpukan sampah di TPS yang ada di 4 wilayah seperti Bandung Barat, Bandung Timur, Bandung Selatan, dan Bandung Utara. Pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Barat belum memiliki rute yang terstruktur dan jam kerja yang tidak pasti, hal ini mengakibatkan pada saat melakukan proses pengangkutan sampah ini hanya mengandalkan intuisi seorang supirnya saja. Setiap hari nya pun supir hanya mengunjungi 1 hingga 2 TPS saja dengan menjalankan 14 container dengan kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 12 container dengan kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Dibeberapa TPS pun timbulan sampahnya ada yang melebihi batas kapasitas kendaraan yang menyebabkan supir harus kembali lagi ke TPS tersebut untuk mengambil sisa sampah yang masih belum terangkut. Selama proses pengangkutan sampah pun supir dapat pergi dan pulang di waktu yang tidak menentu asalkan waktu bekerja maksimal 8 jam. Dalam proses pemecahan masalah rute pembuangan sampah di Kota Bandung ini, lokasi pool kendaraan sampah berfungsi sebagai depot, TPS sebagai konsumen, TPA sebagai fasilitas antara (intermediate facility), jumlah timbulan sampah di setiap TPS sebagai permintaan, truck sampah sebagai kendaraan dan jam kerja sopir sebagai horizon perencanaan. Rute pengangkutan sampah dibuat dengan adanya memperhatikan adanya fasilitas antara, rute kendaraan yang bersifat majemuk. Maka varian VRP yang terbentuk adalah Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF).

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dibuat karena melihat kondisi pengangkutan sampah menggunakan container di PD Kebersihan Kota Bandung belum terstruktur, maka penulis akan mengusulkan rute perjalanan kendaraan pengangkutan dan pengambilan sampah di setiap TPS menuju ke TPA ini dapat menghasilkan rute yang dilalui oleh kendaraan tersebut agar lebih baik.

### 1.3 Batasan dan Asumsi

Batasan yang digunakan adalah:

1. Penelitian dilakukan di Wilayah Bandung Barat
2. Kondisi kendaraan sudah siap pakai (tidak perlu mengisi BBM)
3. Tidak memperhitungkan biaya administrasi dan biaya yang lainnya.

4. Penjadwalan kendaraan pengangkut sampah yang dibuat hanya 1 hari, yaitu pada saat semua TPS di angkut di hari yang sama (Senin).
5. Jumlah timbulan sampah di kendaraan maksimal sebesar 25% dari kapasitas kendaraan, sehingga kapasitas container 12 m<sup>3</sup> dapat mengangkut sampah melebihi kapasitas kendaraan.

Asumsi yang digunakan adalah:

1. Kecepatan rata-rata kendaraan 40km/jam
2. Waktu pelayanan loading di setiap TPS selama 10 menit dan waktu unloading di TPA selama 5 menit dengan kondisi di TPA lancar tidak ada antrian.
3. Jarak dari i ke j sama dengan jarak j ke i
4. Data jarak didapatkan dari google maps
5. Jalan yang dilalui tidak macet

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Perumusan Masalah**

PD. Kebersihan memiliki pool yang berbeda di setiap wilayahnya. Pool merupakan tempat perkumpulan dan pemberhentian akhir container sampah. PD. Kebersihan hanya memiliki 1 TPA, lokasi TPA ini memiliki jarak yang jauh yaitu di TPA Sarimukti, dan perusahaan belum memiliki rute yang pasti untuk mengangkut sampah di setiap TPS yang ada di wilayah Bandung Barat ini yang menyebabkan pada proses pengangkutan sampah belum efektif dan efisien karena rute perjalanan yang dilalui hanya sebatas intuisi supir aja. Di setiap harinya perusahaan hanya memberikan data TPS untuk dikunjungi. Selama proses pengangkutan sampah, supir hanya mengangkut 1 hingga 2 TPS saja dan pengambilan sampah di setiap TPS waktunya berbeda-beda. Apabila saat mengambil sampah di TPS tidak dapat terangkut dalam 1 kali pengangkutan maka supir kembali lagi ke TPS tersebut untuk mengangkut sisa sampah.

### **2.2 Studi Literatur**

Studi literatur yang menjelaskan teori-teori untuk memecahkan masalah yang ada pada penelian tugas akhir ini seperti teori teknik pengolahan sampah, teori transportasi, teori clarke & wright savings, teori nearest neighbor, dan teori Vehicle Routing Problem (VRP).

### **2.3 Metode Pemecahan Masalah**

Dalam penentuan rute menggunakan model vehicle routing problem (VRP) dengan karakteristik yang dapat dilihat dari kondisi dilapangan yaitu pengangkutan sampah dari TPS menuju TPA dilakukan dengan satu kendaraan hanya dapat melayani satu rute sepanjang horison perencanaan (multi trips), dan TPA yang berfungsi sebagai tempat untuk menurunkan sampah dalam container (intermediate facility). Dalam penelitian ini metode yang dapat digunakan adalah menggunakan pendekatan savings matriks dan metode nearest neighbor. Metode ini digunakan karena memperhitungkan nilai penghematan jarak yang dapat dilihat dari nilai savings matriks yang terbesar sampai dengan nilai terkecil untuk mengelompokkan TPS yang akan digabungkan menggunakan metode nearest neighbor. Perhitungan savings matriks mempertimbangkan adanya intermediate facility dalam penelitian ini yaitu TPA.

### **2.4 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Pengumpulan data yang tersedia akan mempengaruhi hasil pengolahan data untuk usulan pemecahan masalah yang terjadi. Data yang dibutuhkan untuk penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini seperti data umum perusahaan, data jumlah TPS dan timbulan sampah, jadwal pengangkutan sampah, sistem pengangkutan sampah, data jarak

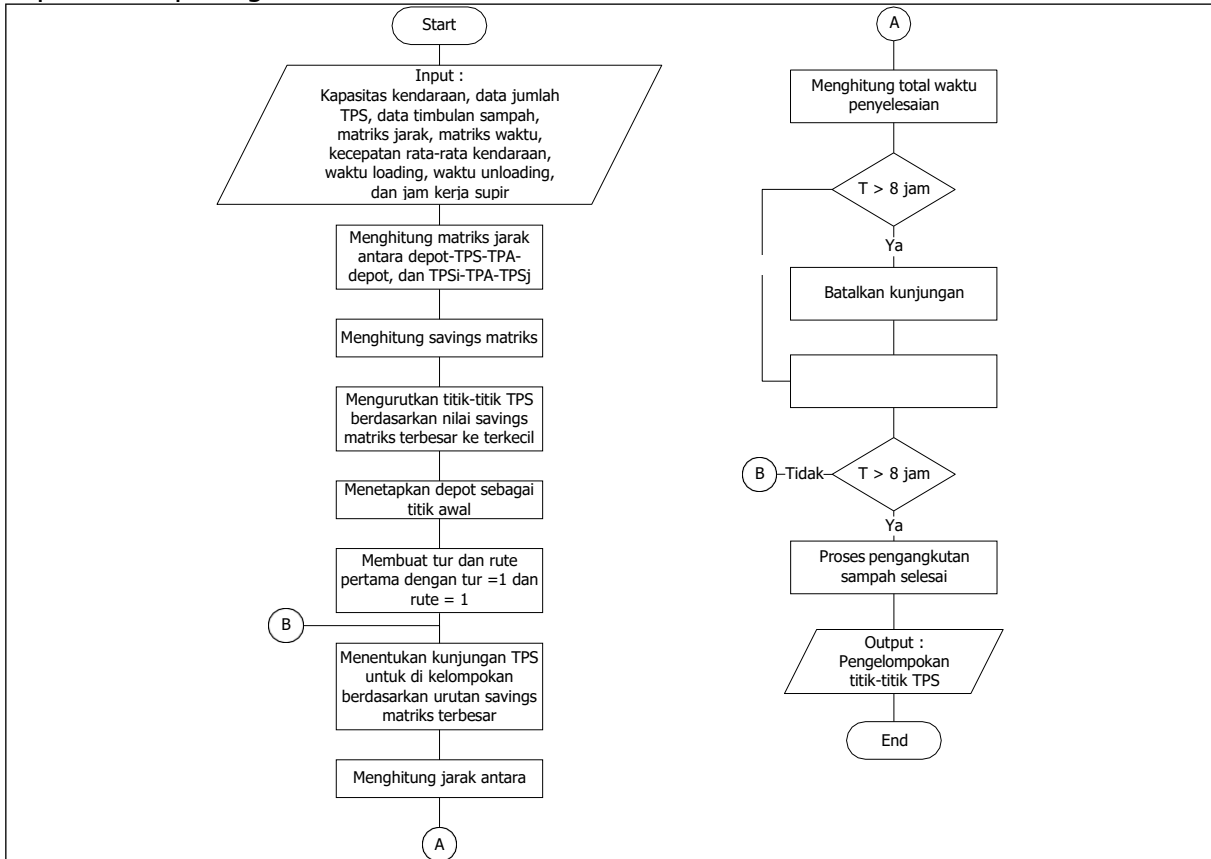
awal, data waktu, jam kerja supir, tempat pembuangan akhir (TPA), karakteristik permasalahan, waktu loading, dan waktu unloading.

## 2.5 Pengolahan Data

Pengolahan data pada permasalahan VRP ini diselesaikan dengan pendekatan savings matriks dengan perhitungan berdasarkan nilai savings matriks terbesar hingga nilai terkecil.

### 2.5.1 Pengelompokan Rute Menggunakan Pendekatan *Savings Matriks*

Langkah-langkah dalam pengelompokan rute menggunakan pendekatan savings matriks dapat dilihat pada gambar dibawah ini dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Savings Matriks

Penjelasan langkah-langkah dapat dilihat dibawah ini:

#### Langkah 1

Input data kapasitas kendaraan, data jumlah TPS, data timbulan sampah di tiap TPS, matriks jarak, matriks waktu, kecepatan rata-rata kendaraan, waktu loading, waktu unloading, dan waktu jam kerja supir.

#### Langkah 2

Menghitung matriks jarak antara depot-TPS-TPA-depot, dan TPSi-TPA-TPSj. Contoh perhitungan matriks jarak antara TPS 1 dan TPS 5 untuk input perhitungan savings matriks dapat dilihat dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 d(D\text{-}TPS\ 1\text{-}TPA\text{-}D) &= (D\text{-}TPS\ 1) + (TPS\ 1\text{-}TPA) + (TPA\text{-}D) & (1) \\
 &= 6,7 + 39,6 + 42,2 \\
 &= 88,5
 \end{aligned}$$

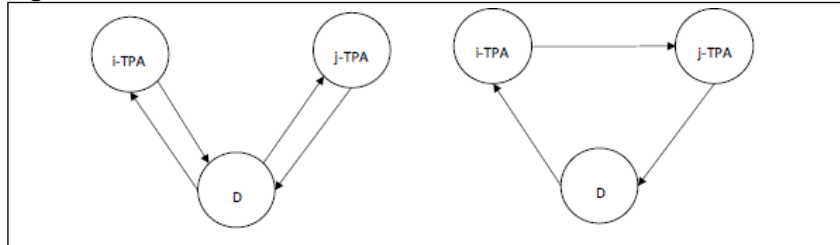
$$\begin{aligned}
 d(D\text{-}TPS\ 5\text{-}TPA\text{-}D) &= (D\text{-}TPS\ 5) + (TPS\ 5\text{-}TPA) + (TPA\text{-}D) & (2) \\
 &= 7,3 + 41,7 + 42,2 \\
 &= 91,2
 \end{aligned}$$

Pengelompokan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah di Wilayah Bandung Barat Menggunakan Pendekatan *Savings Matriks* dan Metode *NearestNeighbor* (Studi Kasus di PD. Kebersihan Kota Bandung)

$$\begin{aligned}
 d(\text{TPS 1-TPA-TPS 5}) &= \text{TPS 1-TPA} + \text{TPA-TPS 5} \\
 &= 39,6 + 41,7 \\
 &= 81,3
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

**Langkah 3**

Mengitung savings matriks



Gambar 2. Ilustrasi Savings Matriks dengan Intermediate Facility

$$S_{(i,j)} = d_{(D,i)} + d_{(D,j)} - d_{(i,j)} \tag{4}$$

$$S(i,j) = d(D-i-TPA-D) + d(D-j-TPA-D) - d(i-TPA-j) \tag{5}$$

Contoh perhitungan :

$$S_{(i,j)} = d_{(D,i)} + d_{(D,j)} - d_{(i,j)} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 S(\text{TPS1,TPS5}) &= d(D-TPS 1-TPA-D) + d(D-TPS 5-TPA-D) - d(\text{TPS 1-TPA-TPS 5}) \\
 &= 88,5 + 91,2 - 81,3 \\
 &= 98,4
 \end{aligned}$$

**Langkah 4**

Mengurutkan titik-titik TPS berdasarkan nilai savings matriks terbesar ke terkecil. Contoh engurutan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Savings Matriks

No	Urutan Route	Savings
1	Depot-TPS 5-TPA-TPS 6-Depot	101,1
2	Depot-TPS 6-TPA-TPS 8-Depot	101,1
3	Depot-TPS 1-TPA-TPS 6-Depot	100,5
4	Depot-TPS 6-TPA-TPS 7-Depot	100,4
5	Depot-TPS 6-TPA-TPS 31-Depot	100,3
6	Depot-TPS 21-TPA-TPS 31-Depot	100,2
7	Depot-TPS 6-TPA-TPS 13-Depot	100,2
8	Depot-TPS 6-TPA-TPS 14-Depot	99,9
9	Depot-TPS 21-TPA-TPS 37-Depot	99,8
10	Depot-TPS 6-TPA-TPS 37-Depot	99,8

**Langkah 5**

Menetapkan depot sebagai titik awal

**Langkah 6**

Membuat tur dan rute pertama seperti Tabel 2.

Tabel 2. Pengelompokan Tur 1

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loading	Unloading				
1	1	Depot	-	0	0	0	0	0	0	480

**Langkah 7**

Menentukan titik TPS yang akan dikunjungi pertama berdasarkan nilai savings matriks terbesar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengelompokan Tur 1 (D-TPS 5)

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loadin g	Unloadin g				
1	1	Depot	-	0	0	0	0	0	0	480
		Depot	TPS 5	7,3	10	0	10,95	20,95	20,95	

**Langkah 8**

Menghitung jarak antara

**Langkah 9**

Menghitung waktu loading sebesar 10 menit dan menambahkan waktu tempuh

$T > 8$  jam, batalkan kunjungan

$T < 8$  jam, ulangi langkah 7

**Langkah 10**

Melakukan perjalanan ke TPA terlebih dahulu karena sistem pengangkutan sampah ini bak container yang menempel di container ditukarkan dengan bak container yang ada di TPS. Setelah sampah yang ada di bak container dibuang, container melakukan pengangkutan sampah kembali ke TPS selanjutnya. Dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengelompokan Tur 1(D-TPS 5-TPA)

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loadin g	Unloadin g				
1	1	Depot	-	0	0	0	0	0	0	480
		Depot	TPS 5	7,3	10	0	10,95	20,95	20,95	
		TPS 5	TPA	41,7	0	5	62,55	67,55	88,5	

**Langkah 11**

Menghitung waktu unloading sebesar 5 menit dan menambahkan waktu tempuh

$T > 8$  jam, batalkan kunjungan

$T < 8$  jam, ulangi langkah 7

**Langkah 12**

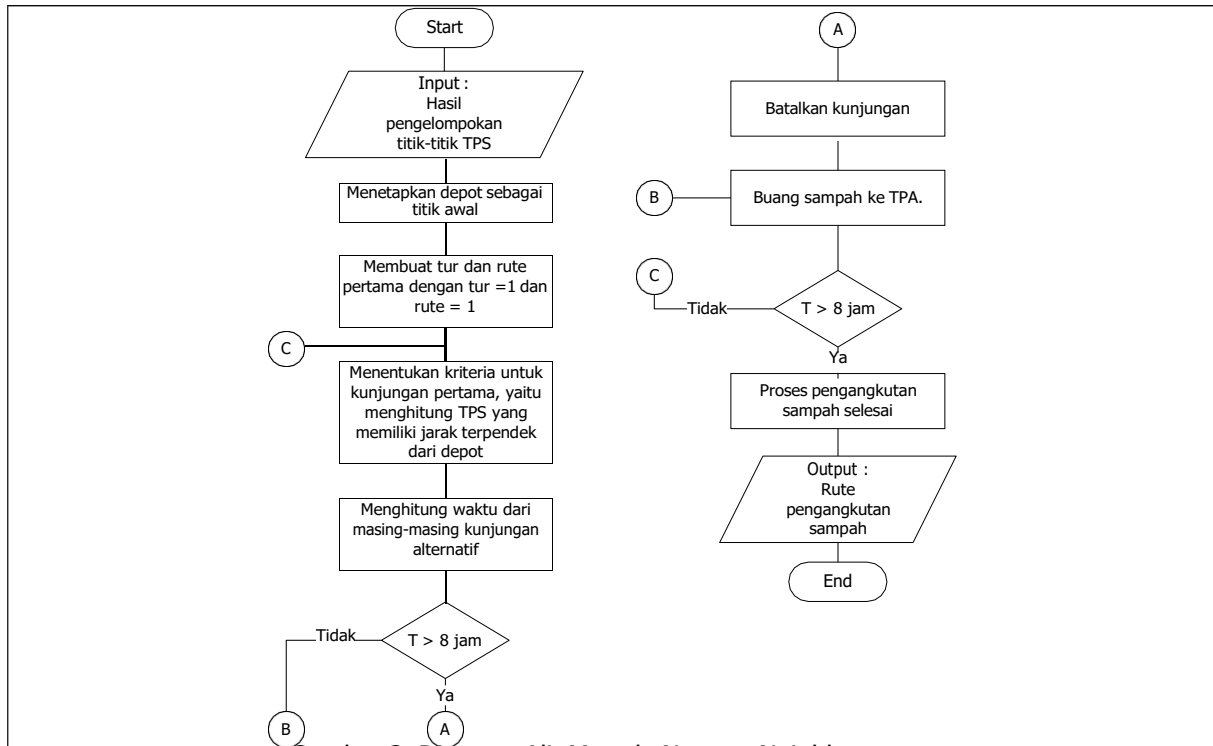
Apabila waktu proses pengangkutan mendekati 8 jam atau bahkan melebihi 8 jam, maka proses di berhentikan dan proses pengangkutan telah selesai.

Lakukan proses yang sama untuk proses pengelompokan rute untuk pengangkutan sampah dengan container kapasitas  $6 \text{ m}^3$ .

**2.5.2 Penentuan Rute Menggunakan Metode *Nearest Neighbor***

Langkah-langkah dalam penentuan rute menggunakan metode nearest neighbor dapat dilihat pada gambar dibawah ini dibawah ini:

Pengelompokan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah di Wilayah Bandung Barat Menggunakan Pendekatan *Savings Matriks* dan Metode *NearestNeighbor* (Studi Kasus di PD. Kebersihan Kota Bandung)



Gambar 3. Diagram Alir Metode Nearest Neighbor

Penjelasan langkah-langkah dapat dilihat dibawah ini:

**Langkah 1**

Pengelompokan titik-titik TPS sebagai input awal

**Langkah 2**

Depot ditetapkan sebagai titik awal

**Langkah 3**

Membuat tur dan rute

**Langkah 4**

Menentukan kriteria untuk kunjungan pertama, yaitu menghitung jarak dari depot ke tiap TPS yang telah dikelompokan. Jarak terpendek dari titik terakhir adalah titik yang terpilih dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Alternatif Tur 1 Rute 1

No	Alternatif Tur	Total Jarak
1	Depot TPS 5	7,3
2	Depot TPS 6	9,4
3	Depot TPS 8	7,3

**Langkah 5**

Menghitung waktu loading sebesar 10 menit dan waktu tempuh dari setiap alternatif rute dapat dilihat pada Tabel 6. dan Tabel 7.

Tabel 6. Perhitungan Waktu Alternatif 1

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loading	Unloading				
1	1	Depot	TPS 5	7,3	10	0	10,95	20,95	20,95	480

Tabel 7. Perhitungan Waktu Alternatif 2

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loadin g	Unloadin g				
1	1	Depot	TPS 8	7,3	10	0	10,95	20,95	20,95	480

$T > 8$  jam, batalkan kunjungan

$T < 8$  jam, ulangi langkah 4

### Langkah 6

Melakukan perjalanan ke TPA terlebih dahulu karena sistem pengangkutan sampah ini bak container yang menempel di container ditukarkan dengan bak container yang ada di TPS. Setelah sampah yang ada di bak container dibuang, container melakukan pengangkutan sampah kembali ke TPS selanjutnya. Dapat dilihat pada Tabel 8. untuk alternatif 1 dan Tabel 9. untuk alternatif 2.

Tabel 8. Perhitungan Total Waktu untuk Alternatif 1

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loadin g	Unloadin g				
1	1	Depot	TPS 5	7,3	10	0	10,95	20,95	20,95	480
		TPS 5	TPA	41,7	0	5	62,55	67,55	88,5	

Tabel 9. Perhitungan Total Waktu untuk Alternatif 2

Tur	Rute	Tempat		Jarak (km)	Waktu Pelayanan		Waktu Tempuh (menit)	Waktu Penyelesaian (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Horizon Penyelesaian (menit)
		Dari	Ke		Loadin g	Unloadin g				
1	1	Depot	TPS 8	7,3	10	0	10,95	20,95	20,95	480
		TPS 8	TPA	39,2	0	5	58,8	63,8	84,75	

### Langkah 7

Menghitung waktu unloading sebesar 5 menit dan menambahkan waktu tempuh

$T > 8$  jam, batalkan kunjungan

$T < 8$  jam, ulangi langkah 4

### Langkah 8

Apabila waktu proses pengangkutan mendekati 8 jam atau bahkan melebihi 8 jam, maka proses di berhentikan dan proses pengangkutan telah selesai.

Lakukan proses yang sama untuk proses penentuan rute untuk pengangkutan sampah dengan container kapasitas  $6 \text{ m}^3$ .

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan rute dengan pendekatan savings matriks didapatkan tur dan rute untuk melakukan proses pengangkutan sampah yang ada di wilayah Bandung Barat yang terdiri dari 7 tur untuk pengangkutan sampah dengan container kapasitas  $12 \text{ m}^3$  dan 6 tur untuk pengangkutan sampah dengan container kapasitas  $6 \text{ m}^3$ , jadi jumlah tur keseluruhan sebanyak 13 tur. Dalam 1 tur dilayani oleh satu container sehingga jumlah container yang dibutuhkan adalah 7 container dengan kapasitas  $12 \text{ m}^3$  dan 6 container dengan kapasitas  $6 \text{ m}^3$ . Pengangkutan sampah yang dilalui oleh container kapasitas  $12 \text{ m}^3$  dan  $6 \text{ m}^3$  hanya mengunjungi 3 TPS saja di setiap tur nya. Hal ini terjadi karena pada saat proses



Pengelompokan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah di Wilayah Bandung Barat Menggunakan Pendekatan *Savings Matriks* dan Metode *NearestNeighbor* (Studi Kasus di PD. Kebersihan Kota Bandung)

pengangkutan sampah menggunakan sistem pengangkutan HSC (Hauled Container System) dengan pola pengangkutan dengan cara 3, container hanya dapat menukarkan bak container yang kosong dengan bak container yang sudah terisi sampah di setiap TPS, setelah itu container menuju TPA untuk membuang sampah yang terisi di bak container, lalu container pun menuju TPS selanjutnya untuk menukarkan kembali bak container yang kosong dengan yang sudah terisi sampah di TPS yang dikunjungi. Total waktu penyelesaian terakhir tur masih berada dalam horizon perencanaan yaitu 480 menit atau 8 jam dengan waktu penyelesaian kurang lebih 7 jam. Pengelompokan rute pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Barat menggunakan pendekatan *savings matriks* dengan container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengelompokan Rute Menggunakan Container dengan Kapasitas 12 m<sup>3</sup>

<b>Tur</b>	<b>Rute</b>	<b>Jarak (km)</b>
1	Depot-TPS 6-TPA-TPS 5-TPA-TPS 8-TPA-Depot	272,5
2	Depot-TPS 1-TPA-TPS 7-TPA-TPS 31-TPA-Depot	264,5
3	Depot-TPS 21-TPA-TPS 13-TPA-TPS 14-TPA-Depot	262,5
4	Depot-TPS 37-TPA-TPS 11-TPA-TPS 16-TPA-Depot	262,5
5	Depot-TPS 33-TPA-TPS 32-TPA-TPS 10-TPA-Depot	262,4
6	Depot-TPS 17-TPA-TPS 24-TPA-TPS 18-TPA-Depot	262,4
7	Depot-TPS 25-TPA-TPS 28-TPA-TPS 23-TPA-Depot	256,3
Total		1843,1

Pengelompokan rute pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Barat menggunakan pendekatan *savings matriks* dengan container kapasitas 6 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengelompokan Rute Menggunakan Container dengan Kapasitas 6 m<sup>3</sup>

<b>Tur</b>	<b>Rute</b>	<b>Jarak (km)</b>
1	Depot-TPS 38-TPA-TPS 39-TPA-TPS 3-TPA-Depot	270,6
2	Depot-TPS 34-TPA-TPS 2-TPA-TPS 26-TPA-Depot	248,3
3	Depot-TPS 4-TPA-TPS 9-TPA-TPS 15-TPA-Depot	263,3
4	Depot-TPS 35-TPA-TPS 36-TPA-TPS 12-TPA-Depot	263,1
5	Depot-TPS 29-TPA-TPS 30-TPA-TPS 20-TPA-Depot	253,3
6	Depot-TPS 22-TPA-TPS 19-TPA-TPS 27-TPA-Depot	259,3
Total		1557,9

Total jarak keseluruhan yang dilalui semua supir sebesar 3401 km. Setelah dilakukan pengelompokan TPS, maka dilanjutkan menentukan urutan rute untuk mengetahui TPS mana yang terlebih dahulu di kunjungi oleh container. Hasil penentuan rute pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Barat menggunakan metode *nearest neighbor* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Penentuan Rute Menggunakan Container dengan Kapasitas 12 m<sup>3</sup>

<b>Tur</b>	<b>Rute</b>	<b>Jarak (km)</b>
1	Depot-TPS 5-TPA-TPS 8-TPA-TPS 6-TPA-Depot	248,6
2	Depot-TPS 7-TPA-TPS 1-TPA-TPS 31-TPA-Depot	259,9
3	Depot-TPS 21-TPA-TPS 13-TPA-TPS 14-TPA-Depot	262,5
4	Depot-TPS 37-TPA-TPS 11-TPA-TPS 16-TPA-Depot	262,5
5	Depot-TPS 10-TPA-TPS 33-TPA-TPS 32-TPA-Depot	261,9
6	Depot-TPS 18-TPA-TPS 17-TPA-TPS 24-TPA-Depot	257,9
7	Depot-TPS 23-TPA-TPS 25-TPA-TPS 28-TPA-Depot	255,6
Total		1808,9

Penentuan rute pengangkutan sampah di Wilayah Bandung Barat menggunakan pendekatan savings matriks dengan container kapasitas 6 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Penentuan Rute Menggunakan Container dengan Kapasitas 6 m<sup>3</sup>

<b>Tur</b>	<b>Rute</b>	<b>Jarak (km)</b>
1	Depot-TPS 39-TPA-TPS 3-TPA-TPS 38-TPA-Depot	268,2
2	Depot-TPS 34-TPA-TPS 2-TPA-TPS 26-TPA-Depot	248,3
3	Depot-TPS 9-TPA-TPS 4-TPA-TPS 15-TPA-Depot	259,8
4	Depot-TPS 36-TPA-TPS 35-TPA-TPS 12-TPA-Depot	261,6
5	Depot-TPS 20-TPA-TPS 29-TPA-TPS 30-TPA-Depot	250,3
6	Depot-TPS 19-TPA-TPS 22-TPA-TPS 27-TPA-Depot	255
Total		1543,2

Jarak yang di lalui oleh container dengan kapasitas 12 m<sup>3</sup> sebelum dilakukan penentuan rute menggunakan metode nearest neighbor sebesar 1843,1 km dan untuk container kapasitas 6 m<sup>3</sup> sebesar 1557,9 km sedangkan setelah dilakukan penentuan rute menggunakan metode nearest neighbor untuk container kapasitas 12 m<sup>3</sup> sebesar 1808,9 km dan untuk container kapasitas 6 m<sup>3</sup> sebesar 1543,2 km. Adanya penghematan jarak setelah melakukan penentuan rute dengan menggunakan metode nearest neighbor sebesar 34,2 km untuk container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 14,7 km untuk container kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Hal ini terjadi karena pada saat menentukan rute TPS yang akan dikunjungi terlebih dahulu melihat jarak terkecil antara titik awal (depo) atau titik terakhir dengan TPS yang sudah dikelompokkan.

#### 4. KESIMPULAN

Pembuatan rute dengan menggunakan pendekatan *savings matriks* dan metode *nearest neighbor* dengan container kapasitas 12 m<sup>3</sup> menghasilkan 7 tur dan dengan container kapasitas 6 m<sup>3</sup> menghasilkan 6 tur. Total jarak yang dilalui oleh container kapasitas 12 m<sup>3</sup> pada saat proses pengelompokan menggunakan pendekatan *savings matriks* ini sebesar 1843,1 km dan yang dilalui oleh container kapasitas 6 m<sup>3</sup> sebesar 1557,9 km. Namun setelah dilakukan penentuan rute TPS mana yang terlebih dahulu dikunjungi, terjadi pengurangan total jarak yang dilalui yaitu sebesar 1808,9 km untuk container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 1543,2 km untuk container kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Terjadinya sedikit penghematan total jarak sebesar 34,2 km untuk container kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 14,7 km untuk container kapasitas 6. Total jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melakukan pengangkutan sampah di setiap TPS yang tersebar di Bandung Barat ini sebanyak 7 container dengan kapasitas 12 m<sup>3</sup> dan 6 container dengan kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Jumlah yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah kendaraan yang digunakan saat ini oleh PD. Kebersihan sebanyak 26 container dengan kapasitas 6 m<sup>3</sup> sebanyak 12 dan kapasitas 12 m<sup>3</sup> sebanyak 14.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2002). Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan (SNI19-2454- 2002). Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Fitria, L., Susanty, S. & Suprayogi, 2009. Penentuan Rute Truk Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah di Bandung. *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), pp. 51-60.

Glover, F., Kochenberger, Gary, A. (2003). *Handbook of metaheuristic*. New York : Kluwer Academic Publisher.

Gunawan, H. (2014). *Pengantar Transportasi dan Logistik*. Depok : PT RajaGrafindo Persada. Hillier, Frederick S., Lieberman, Gerald J. (2001). *Introduction To Operation Research*, 7<sup>th</sup> ed. New York : McGraw-Hill.

Markov, I., Varone, S. & Bierlaire, M., 2015. Integrating a Heterogeneous Fixed Fleet and a Flexible Assignment of Destination Depots in the Waste Collection VRP with Intermediate Facilities. *Transportation Research Part B*, pp. 1-18.

Martono, R. V. (2020). *Dasar-Dasar Manajemen Rantai Pasok*. Jakarta : PT Bumi Aksara. Nasution. (1996). *Manajemen Transportasi*. Jakarta : Ghalia Indonesia.

Pujawan, I. N., Er, Mahendrawathi. (2017). *Supply Chain Management Edisi 3*. Yogyakarta : ANDI.

Toth, P., Vigo, D. (2015). *The Vehicle Routing Problem Society for Industrial and Applied Mathematics*. Philadelphia : SIAM.

Safitri, Adianto