

**PERANCANGAN RUTE PERJALANAN BARU PENGANGKUTAN SAMPAH DI PD.  
KEBERSIHAN WILAYAH KOTA BANDUNG BAGIAN BARAT MENGGUNAKAN  
METODE VEHICLE ROUTING PROBLEM CLARK WRIGHT SAVINGS**

**Rifky Muhamad Judit Putra, Ir. Wahyu Katon, MT.**  
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan  
Email : [rifkyjudit@yahoo.com](mailto:rifkyjudit@yahoo.com)

**ABSTRAK**

*Sampah merupakan masalah yang umum terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, Yogyakarta dan Semarang. Meningkatnya jumlah sampah dikarenakan meningkatnya jumlah penduduk (Dyah Ernawati, dkk, 2012). Dari masalah tersebut dibutuhkan suatu sistem distribusi pengangkutan sampah yang dapat menentukan rute terpendek dengan kapasitas yang maksimal. Untuk memperbaiki hal tersebut, maka dilakukan perancangan ulang rute distribusi sampah yang semula berawal dari Pool dalam keadaan kosong lalu menuju ke TPS, kemudian dibuang ke TPA dan kembali ke Pool dalam keadaan kosong menjadi dari berawal Pool dalam keadaan kemudian menuju ke TPS lalu ke Stasiun Peralihan Antara (SPA) kemudian dibuang ke TPA dan kembali ke Pool dalam keadaan kosong. Perancangan rute digunakan sistem distribusi pengangkutan sampah dengan menggunakan pendekatan Vehicle Routing Problem (VRP) dan Nearest Neighbor. Dari pengolahan dihasilkan sebanyak 11 rute dengan data sebagai berikut : Rute 1 dengan jarak tempuh 30,40 km dan waktu perjalanan 1,66 jam, rute 2 dengan jarak tempuh 30,90 km dan waktu perjalanan 1,69 jam, rute 3 dengan jarak tempuh 28,43 km dan waktu perjalanan 1,55 jam, rute 4 dengan jarak tempuh 29,21 km dan waktu perjalanan 1,60 jam, rute 5 dengan jarak tempuh 31,12km dan waktu perjalanan 1,70 jam, rute 6 dengan jarak tempuh 30,09 km dan waktu perjalanan 1,64 jam, rute 7 dengan jarak tempuh 26,68 km dan waktu perjalanan 1,46 jam, rute 8 dengan jarak tempuh 25,56 km dan waktu perjalanan 1,40 jam, rute 9 dengan jarak tempuh 25,82 km dan waktu perjalanan 1,41 jam, rute 10 dengan jarak tempuh 20,97 km dan waktu perjalanan 1,15 jam, rute 11 dengan jarak tempuh 23,75 km dan waktu perjalanan 1,30 jam. Rute ini sudah dikatakan lebih baik karena setelah dilakukan perbandingan antara rute yang menggunakan Clark Wright Saving dengan rute yang menggunakan metode Clark Wright Saving ditambahkan dengan Nearest Neighbor. berdasarkan Cluster maka dihasilkan jarak tempuh dengan total jarak 327,94 km dan waktu tempuh 17,92 jam.*

*Kata kunci : Vehicle Routing Problem, Clark Wright Saving, Nearest Neighbor*

**ABSTRAK**

*Litter is a problem that commonly occurs in big cities such as Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, Yogyakarta and Semarang. The increasing amount of garbage due to the increasing population (Dyah Ernawati, dkk, 2012). Of those problems required a distribution system transporting garbage that can determine the shortest route with maximum capacity. To fix it, then done remodeling the original garbage distribution route started from the Pool in an empty and then headed to the POLLING STATIONS, then disposed of to landfill and returned to the Pool in an empty Pool in the area started being from the State of then head to the POLLING STATIONS and then to Transition Between Stations (SPA) then dumped into landfill and returned to the Pool in an empty. Routing junk freight distribution system used by using the approach of Vehicle Routing Problem (VRP) and Nearest Neighbor. Resulting from processing as much as 11 routes with the following data: Route 1 with 30.40 km mileage and travel time 1.66 hours, route 2 with 30.90 km mileage and travel time 1.69, Route 3 with 28.43 km mileage and travel time 1.55 , the route mileage 29.21 4 km and the travel time 1.60, route 5 with mileage 31, 12 km and the travel time is 1.70, route 6 with 30.09 km mileage and travel time 1.64 hours, Route 7 with 26.68 km mileage and travel time 1.46 hours , the route 8 with 25.56 km mileage and travel time 1.40, route 9 with mileage 25.82 km and the travel time is 1.41, route 10 with mileage 20.97 km and travel time 1.15 hours, route 11 with mileage 23.75 km and travel time is 1.30 hours. This route is already said to be better because after comparison between routes that use the*

*Clark Wright Saving with a route that uses the methods of Clark Wright Saving added with Nearest Neighbor. Based on the Cluster then produced with the total mileage distance 327.94 km and it takes hours, 17.92.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesatnya tingkat perkembangan pembangunan dan pertumbuhan di wilayah Kota Bandung menyebabkan timbulnya permasalahan-permasalahan baru seperti sarana dan pra-sarana yang disediakan oleh pemerintah kurang memadai dan tidak sebanding dengan tingkat pertumbuhan yang terjadi. Salah satu masalahnya yaitu pengelolaan sampah khususnya terhadap proses pengangkutan sampah yang perlu ditingkatkan karena tingginya tingkat pertumbuhan di Kota Bandung. Sampah merupakan masalah yang umum terjadi di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, Yogyakarta dan Semarang. Meningkatnya jumlah sampah dikarenakan meningkatnya jumlah penduduk (Dyah Ernawati, dkk., 2012). Untuk dapat mewujudkan hal tersebut dibutuhkan peranan dari pemerintah dan penduduk setempat disertakan oleh suatu sistem distribusi pengangkutan sampah yang efektif.

Dari masalah yang muncul tersebut dibutuhkan suatu sistem distribusi pengangkutan sampah yang dapat menentukan rute terpendek dengan kapasitas yang maksimal dengan menggunakan pendekatan Vehicle Routing Problem (VRP). Vehicle Routing Problem (VRP) adalah sebuah pendekatan yang menentukan suatu rute perjalanan dimana suatu rute dilewati oleh sebuah kendaraan yang bermula dan berakhir pada depot. Perancangan rute alternatif ini dilakukan dengan mengembangkan suatu metode algoritma yaitu metode Clarke And Wright Savings. Metode Clarke And Wright Savings digunakan untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik, dan algoritma ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini jumlah rute pengangkutan yang cukup banyak. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan rute pengangkutan dari tiap-tiap TPS ke SPA dengan cara menentukan urutan rute distribusi yang sesuai dengan kapasitas dari alat angkut tersebut. Algoritma savings digunakan karena dalam proses perhitungannya tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter, tetapi juga menggunakan waktu untuk memperoleh

nilai penghematan yang terbesar untuk kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik dengan nilai savings yang terbesar.

Kota Bandung khususnya di bagian Bandung Barat merupakan salah satu kota yang mengalami permasalahan terhadap pengolahan sampah. Proses pengangkutan sampah berawal dari Pool (depot) ke TPS lalu menuju ke SPA dan kembali ke depot tanpa memperhatikan kapasitas dari truk angkut tersebut, proses pengangkutan sampah tersebut kurang efektif khususnya pada kapasitas dari alat angkut tersebut. Dari permasalahan tersebut dibutuhkan suatu penelitian lebih lanjut mengenai pengoptimalan proses pengangkutan sampah. Rute pendistribusian alat angkut harus dapat dimaksimalkan, penentuan rute yang baik dapat mempersingkat jarak dan waktu pengangkutan yang akhirnya akan berdampak terhadap penghematan biaya.

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan, maka diperoleh rumusan masalah yaitu, bagaimana menentukan rute terbaik pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung bagian Barat diukur dari jarak tempuh dan volume sampah?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Agar dalam pelaksanaan lebih mengarah kepada maksud dan tujuan penulisan, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini dilakukan di Kota Bandung bagian Bandung Barat.
2. Penelitian dilakukan terhadap armada transportasi yang menggunakan kendaraan *Dump Truck* bermuatan  $6m^3$ .
3. Rute tidak meliputi jalur dari SPA ke TPA.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu membuat rute optimal pengangkutan sampah di Wilayah Kota Bandung bagian Bandung Barat diukur dari jarak tempuh dan volume sampah.

### 1.5 Asumsi

1. Seluruh kendaraan diasumsikan layak jalan.
2. Biaya *maintenance* tidak dimasukkan kedalam perhitungan biaya.

3. Jalan yang dilalui dianggap mampu untuk dilewati.
4. Kebijakan dari pemerintah dianggap stabil.
5. Jumlah operator dianggap sudah cukup.
6. Pengangkutan sampah diasumsikan hanya dilakukan 1 rit.

**2. LANDASAN TEORI**

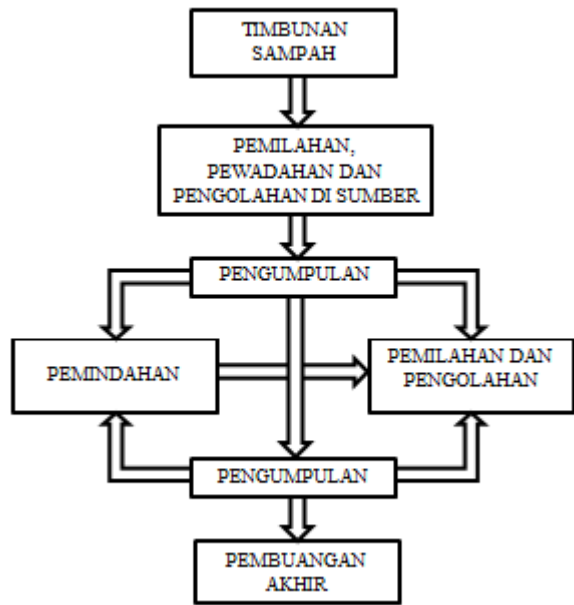
**2.1 Sampah**

Sampah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Sementara didalam UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang kelingkungan.

Menurut Kamus Lingkungan (1994) sampah adalah bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk digunakan secara biasa atau khusus dalam produksi atau pemakaian; barang rusak atau cacat selama manufaktur; atau materi berlebihan atau buangan. Sedangkan menurut Badan Standarisasi Nasional (2002) sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan.

**2.2 Teknik operasional pengelolaan sampah**

Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan yang terdiri dari kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir sampah harus bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan sejak dari sumbernya.



**Gambar 1. Diagram Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan**

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002, 4)

Catatan :

- Pengelolaan sampah dikelola secara khusus sesuai aturan yang berlaku.
- Kegiatan Pemilahan dapat pula dilakukan pada kegiatan pengumpulan pemindahan.
- Kegiatan pemilahan dan daur ulang diutamakan dari sumber sampah.

**2.3 Vehicle Routing Problem**

Menurut Toth dan Vigo dalam Rahmawati (2014, h. 7) VRP adalah merancang *m* set rute kendaraan dengan biaya rendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap konsumen hanya dikunjungi sekali, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan. Solusi dari sebuah VRP yaitu menentukan sejumlah rute, yang masing-masing dilayani oleh suatu kendaraan yang berasal dan berakhir pada depot, sehingga kebutuhan pelanggan terpenuhi, semua permasalahan operasional terselesaikan dan biaya transportasi secara umum diminimalkan.

Menurut Solomon dalam Rahmawati (2014, h. 7), variasi dari VRP antara lain:

1. *Capacitated VRP* (CVRP), yaitu setiap kendaraan punya kapasitas yang terbatas.
2. *VRP with Time Windows* (VRPTW), yaitu setiap pelanggan harus disuplai dalam jangka waktu tertentu.

3. *Multiple Depot VRP* (MDVRP), yaitu distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.
4. *VRP with Pick-Up and Delivering* (VRPPD), yaitu pelanggan mungkin mengembalikan barang pada depot asal.
5. *Split Delivery VRP* (SDVRP), yaitu pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.
6. *Stochastic VRP* (SVRP), yaitu munculnya 'random values' (seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan).
7. *Periodic VRP*, yaitu pengantar hanya dilakukan dihari tertentu.

Menurut Fisher (1995), VRP didefinisikan sebagai sebuah pencarian atas cara penggunaan yang efisien dari sejumlah *vehicle* yang harus melakukan perjalanan untuk mengunjungi sejumlah tempat untuk mengantar dan/atau menjemput orang/barang. VRP berkaitan dengan permasalahan bagaimana mendatangi pelanggan dengan menggunakan kendaraan yang ada, sehingga permasalahan ini erat kaitannya dengan permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP).

Model matematika VRP didasarkan pada teori *graf* yang menghubungkan antar titik dengan sebuah garis. Masalah penentuan jalur optimal melalui sebuah himpunan lokasi didefinisikan melalui sebuah *graf*  $G = (V,E)$ , dengan  $V = \{v_0, v_1, \dots, v_n, v_{n+1}\}$  merupakan himpunan titik dan  $E = \{(v_1, v_2) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$  merupakan himpunan garis. Titik  $v_0$  merepresentasikan sebuah depot,  $v_{n+1}$  merupakan depot semu, dan  $v_1, \dots, v_n$  sebagai pelanggan.

Didefinisikan :

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{jika ada perjalanan dari } i \text{ ke } j \\ & \text{menggunakan kendaraan } k \\ 0 & \text{jika tidak ada perjalanan dari } i \text{ ke } j \\ & \text{menggunakan kendaraan } k \end{cases}$$

dan

$$c_{ij} = \text{jarak dari } i \text{ ke } j$$

Meninimumkan:

$$\sum_i \sum_j \sum_k c_{ij} x_{ijk}$$

Dengan kendala:

$$\sum_i \sum_k x_{i,(n+1),k} = 1, \text{ untuk } j = 0, 1, \dots, n$$

$$\sum_j \sum_k x_{0jk} = 1, \text{ untuk } i = 0, 1, \dots, n$$

$$\sum_i \sum_k x_{ijk} = 1, \text{ untuk } i = 0, 1, \dots, n$$

$x_{ijk} \in A$  untuk setiap  $i, j$  dan  $k$

(Sumber : Christofides, M., "The Vehicle Routing Problem", 1974)

Tujuan dari VRP adalah untuk meminimalkan jarak yang dilalui oleh kendaraan yang melayani sekumpulan pelanggan dengan cara menentukan rute untuk masing-masing kendaraan dalam memenuhi permintaan pelanggan seperti diilustrasikan pada Gambar 2.11 (Heru Kusdarwanto, 2010).

### 2.4 Clarke and Wright Saving

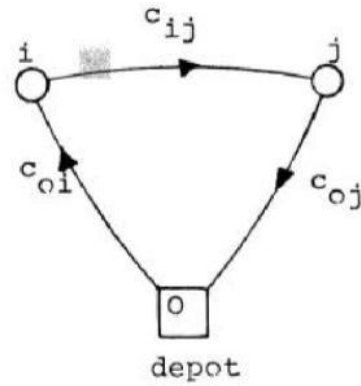
Formulasi dari algoritma *Clarke and Wright* yaitu sejumlah kendaraan  $K$  dengan kapasitas  $Q$  dan jumlah permintaan  $q_i$  untuk didistribusikan ke beberapa titik  $V_j (j=1,2,\dots,n)$  berawal dari depot, dengan jarak antar node  $C_{ij}$ , diantara beberapa titik diharuskan memenuhi yang terdekat untuk meminimalkan total jarak yang di tempuh kendaraan.

Algoritma *Clarke and Wright Savings* melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan node-node yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai penghematan yang terbesar yaitu jarak tempuh antara node awal dan node tujuan. Untuk proses perhitungannya, metode ini tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter, tetapi juga waktu untuk memperoleh nilai penghematan yang terbesar kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik. Langkah-langkah pada metode ini adalah sebagai berikut (Clarke and Wright, 1964):

1. Menentukan jumlah kapasitas maksimum kendaraan yang tersedia dan alokasi kendaraan yang digunakan untuk pengiriman barang ke pelanggan, mengasumsikan bahwa setiap node permintaan pada rute awal suatu kendaraan secara terpisah. Dimana setiap node membentuk rute tersendiri yang dilayani oleh kendaraan yang berbeda. Seperti pada

gambar 2.1. yaitu rute o-i-o dilayani oleh satu kendaraan, dan rute o-j-o dilayani oleh kendaraan lain yang berbeda, dalam hal ini o untuk depot, i dan j untuk node ang lain.

2. Membuat matriks jarak yaitu matriks jarak antara depot dengan node dan antar node. Pengukuran jarak dari node A ke B sama dengan jarak dari B ke A sehingga matriks jarak ini termasuk matriks simetrik. Bentuk umum matriks jarak ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.



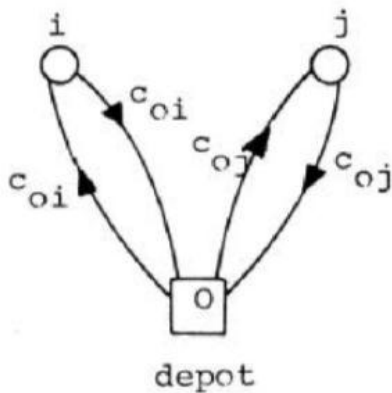
Tabel 1. Tipe Pemindahan (Transfer)

	$v_0$	...	$v_i$	...	$v_j$	...	$v_n$
$v_0$	0						
...		0					
$v_i$	$C_{oi}$		0				
...				0			
$v_j$	$C_{oj}$		$C_{ij}$		0		
...						0	
$v_n$	$C_{on}$		$C_{in}$		$C_{jn}$		0

Menghitung nilai penghematan ( $S_{ij}$ ) berupa jarak tempuh dari satu kendaraan yang menggantikan dua kendaraan untuk melayani node i dan j.

$$S_{i,j} = C_{oi} + C_{oj} - C_{ij}$$

Nilai penghematan adalah jarak yang dapat dihemat jika rute o-i-o digabungkan dengan rute o-j-o menjadi rute tunggal o-i-j-o yang dilayani oleh satu kendaraan (ditunjukkan dalam Gambar 2.12)



Gambar 2. Clark and Wright Saving

Gambar 3. Clark and Wright Saving 2

3. Membuat matriks penghematan, dimana bentuk umum dari matriks penghematan yang dikembangkan oleh Clarke and Wright disajikan pada Tabel 2.2.

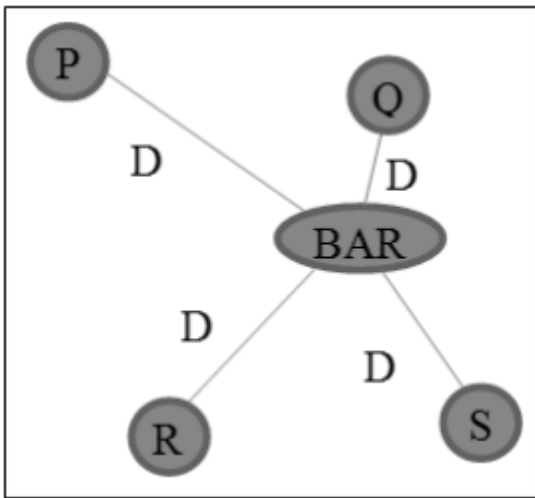
Tabel 2. Tipe Pemindahan (Transfer)

	$v_1$	...	$v_i$	...	$v_j$	...	$v_n$
$v_1$	0						
...		0					
$v_i$	$S_{1i}$		0				
...				0			
$v_j$	$S_{1j}$		$S_{ij}$		0		
...						0	
$v_n$	$S_{1n}$		$S_{in}$		$S_{jn}$		0

Memilih sebuah jalur dimana 2 rute yang dapat dikombinasikan menjadi satu rute tunggal. Nilai penghematan tertinggi diambil, kemudian memilih jarak yang terdekat dengan jalur sebelumnya. Iterasi akan berhenti apabila semua entri dalam baris dan kolom sudah terpilih.

### 2.5 Nearest Neighbor

*k-Nearest Neighbor* (kNN) termasuk kelompok *instance-based learning*. Algoritma ini juga merupakan salah satu teknik *lazy learning*. kNN dilakukan dengan mencari kelompok k objek dalam data training yang paling dekat (mirip) dengan objek pada data baru atau data *testing* (Wu, 2009). Contoh kasus, misal diinginkan untuk mencari solusi terhadap masalah seorang pasien baru dengan menggunakan solusi dari pasien lama. Untuk mencari solusi dari pasien baru tersebut digunakan kedekatan dengan kasus pasien lama, solusi dari kasus lama yang memiliki kedekatan dengan kasus baru digunakan sebagai solusinya. Terdapat pasien baru dan 4 pasien lama, yaitu P, Q, R, dan S (Gambar 2). Ketika ada pasien baru maka yang diambil solusi adalah solusi dari kasus pasien lama yang memiliki kedekatan terbesar.



**Gambar 4. Clark and Wright Savings**

Misal  $D_1$  adalah jarak antara pasien baru dengan pasien P,  $D_2$  adalah jarak antara pasien baru dengan pasien Q,  $D_3$  adalah jarak antara pasien baru dengan pasien R,  $D_4$  adalah jarak antara pasien baru dengan pasien S. Dari ilustrasi gambar terlihat bahwa  $D_2$  yang paling terdekat dengan kasus baru. Dengan demikian maka solusi dari kasus pasien Q yang akan digunakan sebagai solusi dari pasien baru tersebut. Ada banyak cara untuk mengukur jarak kedekatan antara data baru dengan data lama (data *training*), diantaranya *euclidean distance* dan *manhattan distance (city block distance)*, yang paling sering digunakan adalah *euclidean distance* (Bramer,2007), yaitu:

$$\sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2}$$

Dimana  $a = a_1, a_2, \dots, a_n$ , dan  $b = b_1, b_2, \dots, b_n$  mewakili  $n$  nilai atribut dari dua *record*.

Untuk atribut dengan nilai kategori, pengukuran dengan *euclidean distance* tidak cocok. Sebagai penggantinya, digunakan fungsi sebagai berikut (Larose, 2006):

$$different(a_i, b_i) = \begin{cases} 0 & \text{jika } a_i = b_i = 1 \\ \text{selainnya} & \end{cases}$$

Dimana  $a_i$  dan  $b_i$  adalah nilai kategori. Jika nilai atribut antara dua *record* yang dibandingkan sama maka nilai jaraknya 0, artinya mirip, sebaliknya, jika berbeda maka nilai kedekatannya 1, artinya tidak mirip sama sekali. Misalkan atribut warna dengan nilai merah dan merah, maka nilai kedekatannya 0, jika merah dan biru maka nilai kedekatannya 1. Untuk mengukur jarak dari atribut yang mempunyai nilai besar, seperti atribut

pendapatan, maka dilakukan normalisasi. Normalisasi bisa dilakukan dengan *min-max normalization* atau *Z-score standardization* (Larose, 2005). Jika data *training* terdiri dari atribut campuran antara numerik dan kategori, lebih baik gunakan *min-max normalization* (Larose, 2005).

Untuk menghitung kemiripan kasus, digunakan rumus (Kusrini, 2009):

$$Similarity(p, q) = \frac{\sum_{i=1}^n f(p_i q_i) X w_i}{w_i}$$

Keterangan :

P = Kasus baru

q = Kasus yang ada dalam penyimpanan

n = Jumlah atribut dalam tiap kasus

i = Atribut individu antara 1 sampai dengan

n

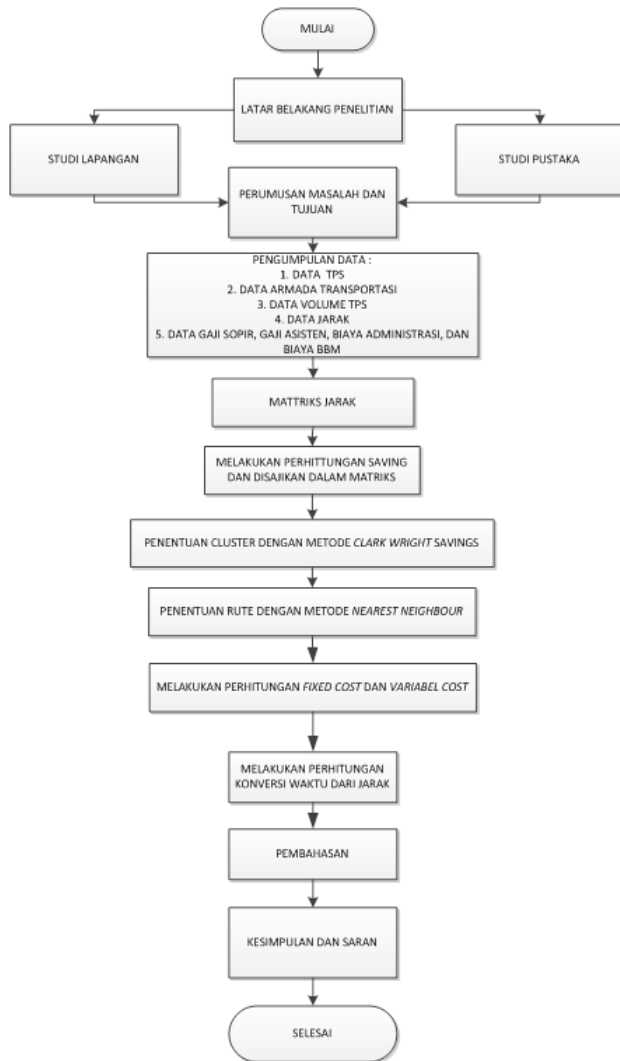
f = Fungsi similarity atribut i antara kasus p dan kasus q

w = Bobot yang diberikan pada atribut ke-i

### 1. KERANGKA PEMECAHAN MASALAH

Diagram alir dari pemecahan masalah ditunjukkan pada Gambar 4. Pada tahapan penelitian yang dilakukan terlihat bahwa proses pengumpulan data dimulai dengan pengumpulan data TPS, kemudian data jarak antar masing-masing TPS dan volume dari setiap TPS guna untuk proses perhitungan saving dalam menentukan cluster dan rute. Kemudian hasil yang terbaik diantara Clark Wright Saving dan Nearest Neighbour dijadikan satu rute perjalanan yang akan dipakai di PD. Kebersihan Wilayah Kota Bandung Bagian Barat.





Gambar 5. Kerangka Pemecahan Masalah

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengelompokkan Cluster Berdasarkan Nilai Saving

Data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai Matriks Jarak dan Tabel 2 sebagai Matriks Saving

Tabel 3. Matriks Jarak

Tabel 4. Matriks Saving

Hasil pengumpulan data jarak dan telah diolah menjadi nilai saving selanjutnya nilai saving tersebut diurutkan berdasarkan nilai yang paling besar (Tabel 5).

Tabel 5. Urutan Nilai Saving

##### a. Cluster 1

- Pilih nilai *saving* yang terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node J-L dengan nilai sebesar 28067. Gabungkan node J dan L menjadi satu rute, maka rute yang terbentuk yaitu: *Cluster 1* = Pool- J-L-SPA-Pool (Pool – PT. Inkaba – Jiatsu Rajut Sablon – SPA – Pool) . Volume dari PT. Inkaba dan Jiatsu Rajut Sablon masing-masing yaitu 1,5m<sup>3</sup> dan 2m<sup>3</sup> maka total dari volume sampah masih belum melewati kapasitas dari kendaraan yaitu 7,2 m<sup>3</sup>.
- Pilih nilai *saving* terbesar berikutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute yang sebelumnya yaitu node L-AG yang memiliki nilai *saving* sebesar 26780. Gabungkan node J-L dengan node L-AG yang menghasilkan rute J-L-AG dengan total volume sampah sebesar 5,5m<sup>3</sup>. Kapasitas kendaraan masih mampu untuk mengangkut 1,7m<sup>3</sup> sampah, oleh karena itu ditambahkan kembali node yang berhubungan dengan node J-L-AG yang memiliki volume kurang dari 1,7m<sup>3</sup>.
- Nilai *saving* terbesar berikutnya yang berkaitan dengan node J-L-AG yang terbesar yaitu node I-J dengan nilai *saving* 19390. Gabungkan node I-J dengan *Cluster 1*, maka *cluster* yang terbentuk adalah: *Cluster 1* = POOL-J-L-AG-I-

SPA-POOL (Pool - PT. Inkaba - Rajut Sablon – Mayasari - Baso Panghegar – SPA - Pool) dengan jumlah volume sampah sebesar  $6,5\text{m}^3$ . Volume belum melebihi kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$  tetapi dilihat dari volume di setiap TPS tidak ada yang memiliki volume kurang dari  $1\text{m}^3$  oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 1* selesai dan dilanjutkan untuk membuat rute perjalanan selanjutnya. Seluruh node yang telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

b. *Cluster 2*

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node A-B. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: Pool-A-B-SPA-Pool (Pool – Sribaduga – Elizabeth – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $3\text{m}^3$  dan masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ .
- Pilih nilai *saving* terbesar selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute sebelumnya, maka node yang dihasilkan yaitu node B-AE dengan nilai *saving* sebesar 25610. Hubungkan node B-AE dengan rute sebelumnya: Pool-A-B-AE-SPA-Pool (Pool – Sribaduga – Elizabeth – RS. Sentosa - Pool) dengan volume sampah yang diangkut sebesar  $6\text{m}^3$  dan masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ . Kapasitas kendaraan masih mampu untuk mengangkut  $1,2\text{m}^3$  sampah, oleh karena itu ditambahkan kembali node yang berhubungan dengan node A, B, dan AE yang memiliki volume kurang dari  $1,2\text{m}^3$ .
- Pilih nilai *saving* terbesar selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute sebelumnya dan kapasitas yang kurang dari  $1,2\text{m}^3$ , maka node yang dihasilkan yaitu node B-W dengan nilai *saving* sebesar 18945. Hubungkan node B-W dengan rute sebelumnya: Pool-A-B-AE-W-SPA-Pool (Pool – Sribaduga – Elizabeth – RS. Sentosa – Karisma - Pool) Volume sampah sudah mencapai  $7\text{m}^3$  oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 2* selesai. Seluruh node yang telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

c. *Cluster 3*

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node Y-Z dengan nilai *saving* 27627. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: Pool-Y-Z-SPA-Pool (Pool – Hotel Nyland – RS. Hermina – SPA - Pool). Rute ini

memiliki jumlah volume sebesar  $5\text{m}^3$  dimana Y dengan volume  $2\text{m}^3$  dan Z dengan volume  $3\text{m}^3$ , jumlah masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ .

- Pilih nilai *saving* terbesar selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute Y dan Z, maka node yang dihasilkan yaitu node Y-AC dengan nilai *saving* sebesar 27380. Hubungkan node Y-AC dengan rute sebelumnya: Pool-Y-Z-AC-SPA-Pool (Pool – Hotel Nyland – RS. Hermina – PT. Abadi - SPA - Pool) dengan volume sampah yang diangkut sebesar  $6,5\text{m}^3$  sampah. Dilihat dari volume sampah setiap TPS tidak dimungkinkan bahwa kendaraan dapat mengangkut node lainnya, oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 3* selesai. Seluruh node yang telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

d. *Cluster 4*

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node F-G dengan nilai *saving* 27427. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: Pool-F-G-SPA-Pool (Pool – Bdg. Express – Wiyata Guna – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $6\text{m}^3$ . Kapasitas kendaraan masih mampu untuk mengangkut  $1,2\text{m}^3$  sampah, oleh karena itu ditambahkan kembali node yang berhubungan dengan node J-L-AG yang memiliki volume kurang dari  $1,2\text{m}^3$ .
- Pilih nilai *saving* terbesar selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute F dan G, maka node yang dihasilkan yaitu F-S. Hubungkan node F-S dengan rute sebelumnya: Pool-F-G-S-SPA-Pool Pool (Pool – Bdg. Express – Wiyata Guna – Universal - SPA - Pool) dengan volume sampah yang diangkut sebesar  $7\text{m}^3$ . Dilihat dari volume sampah setiap TPS tidak dimungkinkan bahwa kendaraan dapat mengangkut node lainnya, oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 4* selesai. Seluruh node yang telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

e. *Cluster 5*

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node D-E dengan nilai *saving* 26780. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: Pool-D-E-SPA-Pool (Pool – Kopo Jaya – Surya Putra – SPA - Pool). Rute ini



memiliki jumlah volume sebesar  $3,5\text{m}^3$  dimana D dengan volume  $2\text{m}^3$  dan E dengan volume  $1,5\text{m}^3$ , jumlah masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ .

- Nilai *saving* terbesar berikutnya yang berkaitan dengan node D-E dengan kapasitas yang tidak melebihi batas yaitu node D-H dengan nilai *saving* 25750. Gabungkan node D-E dengan *Cluster* yang sebelumnya, maka *cluster* yang terbentuk adalah: *Cluster 5* = POOL-D-E-H-SPA-POOL (Pool - Kopo Jaya – Surya Putra – SPA - Pool) dengan jumlah volume sampah sebesar  $5\text{m}^3$ . Volume belum melebihi kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ .
- Nilai *saving* terbesar berikutnya dengan kapasitas yang tidak melebihi batas yaitu node D-AF dengan nilai *saving* 24920 dan volume sebesar  $1,5\text{m}^3$ . Gabungkan node D-AF dengan *Cluster* yang sebelumnya, maka *cluster* yang terbentuk adalah: *Cluster 5* = POOL-D-E-H-AF-SPA-POOL (Pool - Kopo Jaya – Surya Putra – Bina Bakti - Stasiun Barat - SPA - Pool) dengan jumlah volume sampah sebesar  $6,5\text{m}^3$ . Dilihat dari volume sampah setiap TPS tidak dimungkinkan bahwa kendaraan dapat mengangkut node lainnya, oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 5* selesai. Seluruh node yang telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

#### f. Cluster 6

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node K-AB. Gabungkan node tersebut menjadi satu rute yaitu: Pool-K-AB-SPA-Pool (Pool – Bak Pandu – Mega Raya – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $5,5\text{m}^3$  dan masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ .
- Pilih nilai *saving* terbesar selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute sebelumnya dan kapasitas yang tidak melewati batas yang ditentukan, maka node yang dihasilkan yaitu node C-K dengan nilai *saving* sebesar 19820. Hubungkan node C-K dengan rute sebelumnya: *Cluster 6* = Pool-K-AB-C-SPA-Pool (Pool – Bak Pandu – Mega Raya - PT.CBL – SPA - Pool) dengan volume sampah yang diangkut sebesar  $7\text{m}^3$  dan masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ . Dilihat dari volume sampah setiap TPS tidak dimungkinkan bahwa kendaraan dapat mengangkut node lainnya, oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 6* selesai. Seluruh node yang

telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

#### g. Cluster 7

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node N-O dengan nilai *saving* 21590. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: *Cluster 7* = Pool-N-O-SPA-Pool (Pool – RS. Rajawali – Tjin Hin – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $5\text{m}^3$ . Kapasitas kendaraan masih mampu untuk mengangkut  $2,2\text{m}^3$  sampah, oleh karena itu ditambahkan kembali node yang berhubungan dengan node N-O yang memiliki volume kurang dari  $2,2\text{m}^3$ .

#### h. Cluster 8

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving*, yaitu node M-Q dengan nilai *saving* 20690. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: Pool-M-Q-SPA-Pool (Pool – Depag – RW.06 Maleber – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $7\text{m}^3$  dimana M dengan volume  $2\text{m}^3$  dan Q dengan volume  $5\text{m}^3$ , jumlah masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$  namun tidak dimungkinkan untuk mengangkut node lain, maka Cluster 8 selesai.

#### i. Cluster 9

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving* dengan kapasitas yang tidak melebihi batas angkut yaitu node P-AA dengan nilai *saving* 18610. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: Pool-P-AA-SPA-Pool (Pool – King Singer – Cendrawasih – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $4,5\text{m}^3$  dimana P dengan volume  $2,5\text{m}^3$  dan AA dengan volume  $2\text{m}^3$ , jumlah masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ .
- Pilih nilai *saving* terbesar selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan rute sebelumnya dan kapasitas yang tidak melewati batas yang ditentukan, maka node yang dihasilkan yaitu node U-AA dengan nilai *saving* sebesar 18610. Hubungkan node U-AA dengan rute sebelumnya: *Cluster 9* = Pool-P-AA-U-SPA-Pool (Pool – King Singer – Cendrawasih – Sunson - SPA - Pool) dengan volume sampah yang diangkut sebesar  $6,5\text{m}^3$  dan masih belum melewati kapasitas kendaraan sebesar  $7,2\text{m}^3$ . Dilihat dari volume sampah setiap TPS tidak dimungkinkan bahwa kendaraan dapat mengangkut node lainnya, oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 9* selesai. Seluruh node yang

telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

#### j. Cluster 10

- Pilih nilai *saving* terbesar dalam matriks *saving* yang tidak melebihi kapasitas angkut yaitu node T-V dengan nilai *saving* 17752. Gabungkan node tersebut ke dalam satu rute yaitu: *Cluster 10* = Pool-T-V-SPA-Pool (Pool – RW. 05 Cigondewah – Big II My Love – SPA - Pool). Rute ini memiliki jumlah volume sebesar  $7m^3$  dimana T dengan volume  $4m^3$  dan V dengan volume  $3m^3$ . Dilihat dari volume sampah setiap TPS tidak dimungkinkan bahwa kendaraan dapat mengangkut node lainnya, oleh karena itu rute perjalanan *Cluster 10* selesai. Seluruh node yang telah digunakan pada *cluster* sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena node tersebut telah dilalui oleh kendaraan.

#### k. Cluster 11

- TPS AH atau Jl. Rajawali Timur dengan volume sampah  $6m^3$ , walaupun kapasitas kendaraan masih dapat menampung sebesar  $1,2m^3$  tetapi tidak ada TPS lain yang masih tersedia memiliki volume sampah dibawah  $1,2m^3$ , Maka *Cluster 12* selesai.

Maka dengan demikian dari semua TPS yang berada di Kota Bandung Bagian Barat dapat dibagi menjadi 11 cluster untuk pengangkutan sampah mulai dari Pool – TPS – SPA – POOL. Daftar cluster yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Daftar Cluster

	RUTE	VOLUME	TOTAL	KETERANGAN RUTE
CLUSTER 1	POOL-J-L-AG-I-R-SPA-POOL	1,5+2+1+0,5	6,5	POOL-PT.INKABA-RAJUT SABLON-MAYASARI-BASO PANGHEGAR-SUKARAJA-SPA-POOL
CLUSTER 2	POOL-A-B-AE-W-SPA-POOL	2+1+3+1	7	POOL-SRIBADUGA-ELIZABETH-RS.SENTOSA-KARISMA-SPA-POOL
CLUSTER 3	POOL-Y-Z-AC-SPA-POOL	2+3+1,5	6,5	POOL-HTL.NYLAND-RS.HERMINA-PT.ABADI-SPA-POOL
CLUSTER 4	POOL-F-G-S-SPA-POOL	3+3+1	7	POOL-BDG.EXPRESS-WIYATA GUNA-UNIVERSAL-SPA-POOL
CLUSTER 5	POOL-D-E-H-AF-SPA-POOL	2+1,5+1,5+1,5	6,5	POOL-KOPO JAYA-SURYA PUTRA-BINA BAKTI-STASIUN BARAT-SPA-POOL
CLUSTER 6	POOL-K-AB-C-SPA-POOL	4+1,5+1,5	7	POOL-BAK PANDU-MEGA RAYA-PT. CBL-SPA-POOL
CLUSTER 7	POOL-N-O-AD-SPA-POOL	3+2+2	7	POOL-RS. RAJAWALI-TJIN HIN-HOTEL ENDAH PARAHYANGAN-SPA-POOL
CLUSTER 8	POOL-M-Q-SPA-POOL	2+5	7	POOL-DEPAG-RW.06 MALEBER-SPA-POOL
CLUSTER 9	POOL-P-AA-U-SPA-POOL	2,5+2+2	6,5	POOL-KING SINGER-CENDRAWASIH-SUNSON-SPA-POOL
CLUSTER 10	POOL-T-V-SPA-POOL	4+3	7	POOL-RW.05 CIGONDEWAH-BIG II MY LOVE-SPA-POOL
CLUSTER 11	POOL-AH-SPA-POOL	6+1	7	POOL-JL.RAJAWALI TIMUR-SUKARAJA-SPA-POOL

Dari cluster tersebut maka dibuat rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan jarak tempuh, rute yang terjadi dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Daftar Rute

NO	KETERANGAN RUTE	TOTAL JARAK (Meter)	JARAK (KM)	TOTAL WAKTU PERJALANAN (JAM)	TOTAL WAKTU PERJALANAN (MENIT)	RATA RATA KECEPATAN (KM/JAM)
1	POOL-PT.INKABA-RAJUT SABLON-MAYASARI-BASO PANGHEGAR-SUKARAJA-SPA-POOL	35351	35,351	1,93	116	18,3
2	POOL-SRIBADUGA-ELIZABETH-RS.SENTOSA-SPA-POOL	35507	35,507	1,94	116	
3	POOL-HTL.NYLAND-RS.HERMINA-PT.ABADI-SPA-POOL	28433	28,433	1,55	93	
4	POOL-BDG.EXPRESS-WIYATA GUNA-UNIVERSAL-SPA-POOL	31303	31,303	1,71	103	
5	POOL-KOPO JAYA-SURYA PUTRA-BINA BAKTI-STASIUN BARAT-SPA-POOL	31409	31,409	1,72	103	
6	POOL-BAK PANDU-MEGA RAYA-PT.CBL-SPA-POOL	41360	41,36	2,26	136	
7	POOL-RS. RAJAWALI-TJIN HIN-HOTEL ENDAH PARAHYANGAN-SPA-POOL	25200	25,2	1,38	83	
8	POOL-DEPAG-RW.06 MALEBER-SPA-POOL	25560	25,56	1,40	84	
9	POOL-KING SINGER-CENDRAWASIH-SUNSON-SPA-POOL	25820	25,82	1,41	85	
10	POOL-RW.05 CIGONDEWAH-BIG II MY LOVE-SPA-POOL	21717	21,717	1,19	71	
11	POOL-JL.RAJAWALI TIMUR-SUKARAJA-SPA-POOL	29900	29,9	1,63	98	

Dengan terbentuknya rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*, maka disini dapat dibandingkan dengan hasil pembuatan cluster yang dibuat dengan metode *Clark Wright Saving*. Maka hasilnya sebagai berikut:

Tabel 8. Perbandingan Rute

NO	RUTE CLARK WRIGHT SAVINGS	TOTAL JARAK (meter)	RUTE NEAREST NEIGHBOR	TOTAL JARAK (meter)
1	POOL-PT.INKABA-RAJUT SABLON-MAYASARI-BASO PANGHEGAR-SUKARAJA-SPA-POOL	35351	POOL-SUKARAJA-BASO PANGHEGAR-PT.INKABA-RAJUT SABLON-MAYASARI-SPA-POOL	30403
2	POOL-SRIBADUGA-ELIZABETH-RS.SENTOSA-SPA-POOL	35507	POOL-KARISMA-ELIZABETH-SRIBADUGA-RS.SENTOSA-SPA-POOL	30902
3	POOL-HTL.NYLAND-RS.HERMINA-PT.ABADI-SPA-POOL	28433	POOL-HOTEL NYLAND-RS.HERMINA-PT.ABADI-SPA-POOL	28433
4	POOL-BDG.EXPRESS-WIYATA GUNA-UNIVERSAL-SPA-POOL	31303	POOL-UNIVERSAL-BDG.EXPRESS-WIYATA GUNA-SPA-POOL	29213
5	POOL-KOPO JAYA-SURYA PUTRA-BINA BAKTI-STASIUN BARAT-SPA-POOL	31409	POOL-KOPO JAYA-SURYA PUTRA-STASIUN BARAT-BINA BAKTI-SPA-POOL	31129
6	POOL-BAK PANDU-MEGA RAYA-PT.CBL-SPA-POOL	41360	POOL-PT.CBL-BAK PANDU-MEGA RAYA-SPA-POOL	30090
7	POOL-RS. RAJAWALI-TJIN HIN-HOTEL ENDAH PARAHYANGAN-SPA-POOL	25200	POOL-RS. RAJAWALI-HTL ENDAH P-TJIN HIN-SPA-POOL	26685
8	POOL-DEPAG-RW.06 MALEBER-SPA-POOL	25560	POOL-DEPAG-RW.06 MALEBER-SPA-POOL	25560
9	POOL-KING SINGER-CENDRAWASIH-SUNSON-SPA-POOL	25820	POOL-KING SINGER-CENDRAWASIH-SUNSON-SPA-POOL	25820
10	POOL-RW.05 CIGONDEWAH-BIG II MY LOVE-SPA-POOL	21717	POOL-BIG II MY LOVE-RW.05 CIGONDEWAH-SPA-POOL	20970
11	POOL-PASAR RAJAWALI-SPA-POOL	24980	POOL-PSR RAJAWALI-SPA-POOL	24980
12	POOL-JL.RAJAWALI TIMUR-SUKARAJA-SPA-POOL	29900	POOL-SUKARAJA-JL RIWL TMR-SPA-POOL	23752
TOTAL		356540	TOTAL	327937
WAKTU TEMPUH/JAM		19,48	WAKTU TEMPUH/JAM	17,92

Dari perbandingan yang telah dilakukan maka didapatkan rute yang terpilih berdasarkan jarak yaitu :

Tabel 9. Rute Terpilih

NO	KETERANGAN RUTE	TOTAL JARAK (Meter)	JARAK (KM)	TOTAL WAKTU PERJALANAN (JAM)	TOTAL WAKTU PERJALANAN (MENIT)	RATA RATA KECEPATAN (KM/JAM)
1	POOL-SUKARAJA-BASO PANGHEGAR-PT.INKABA-RAJUT SABLON-MAYASARI-SPA-POOL	30403	30,403	1,66	100	18,3
2	POOL-KARISMA-ELIZABETH-SRIBADUGA-RS.SENTOSA-SPA-POOL	30902	30,902	1,69	101	
3	POOL-HOTEL NYLAND-RS.HERMINA-PT.ABADI-SPA-POOL	28433	28,433	1,55	93	
4	POOL-UNIVERSAL-BDG.EXPRESS-WIYATA GUNA-SPA-POOL	29213	29,213	1,60	96	
5	POOL-KOPO JAYA-SURYA PUTRA-STASIUN BARAT-BINA BAKTI-SPA-POOL	31129	31,129	1,70	102	
6	POOL-PT.CBL-BAK PANDU-MEGA RAYA-SPA-POOL	30090	30,09	1,64	99	
7	POOL-RS. RAJAWALI-HTL ENDAH P-TJIN HIN-SPA-POOL	26685	26,685	1,46	87	
8	POOL-DEPAG-RW.06 MALEBER-SPA-POOL	25560	25,56	1,40	84	
9	POOL-KING SINGER-CENDRAWASIH-SUNSON-SPA-POOL	25820	25,82	1,41	85	
10	POOL-BIG II MY LOVE-RW.05 CIGONDEWAH-SPA-POOL	20970	20,97	1,15	69	
12	POOL-SUKARAJA-JL RIWL TMR-SPA-POOL	23752	23,752	1,30	78	
TOTAL		327937	327,937	17,92	1075	

Selanjutnya yaitu perhitungan biaya distribusi, dihitung berdasarkan rute yang terjadi. Maka, *variable cost* dihitung dengan mempertimbangkan total jarak tempuh dalam satu rute, sementara biaya yang tidak bergantung dengan total jarak tempuh merupakan *fixed cost*. Diketahui :

*Fixed Cost* = Biaya pengemudi + Biaya Assisten (4orang) + lainnya  
 = Rp. 103.846 + Rp. 276.923 + Rp. 10.000  
 = Rp. 390.769,-

- Rute 1

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2.060/km x 30,40 km  
 = Rp. 62.630,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 62.630  
 = Rp. 453.399,-

- Rute 2

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 30,90 km  
 = Rp. 63.658,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 63.658  
 = Rp. 454.427,-

- Rute 3

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 28,43 km  
 = Rp. 58.571,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 58.571  
 = Rp. 449.340,-

- Rute 4

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 29,21 km  
 = Rp. 60.178,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 60.178  
 = Rp. 450.947,-

- Rute 5

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 31,13 km  
 = Rp. 64.125,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 64.125  
 = Rp. 454.894,-

- Rute 6

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 30,09 km  
 = Rp. 61.985,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 61.985  
 = Rp. 452.754,-

- Rute 7

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 26,69 km  
 = Rp. 54.971,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 54.971  
 = Rp. 445.740,-

- Rute 8

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 25,56 km  
 = Rp. 52.653,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 52.653  
 = Rp. 443.422,-

- Rute 9

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 25,58 km  
 = Rp. 53.189,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 53.189  
 = Rp. 443.958,-

- Rute 10

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 20,97 km  
 = Rp. 43.198,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 43.198  
 = Rp. 433.967,-

- Rute 11

*Variable Cost* = Biaya bahan bakar Solar x Jarak tempuh  
 = Rp. 2060/km x 23,75 km  
 = Rp. 48.929,-  
 Total = *Fixed Cost* + *Variable Cost*  
 = Rp. 390.769 + Rp. 48.929  
 = Rp. 439.698,-

Total Biaya Keseluruhan Rute Baru yang Terpilih

= Rp. 4.922.566,-

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data terhadap penentuan rute baru pengangkutan sampah di PD. Kebersihan Wilayah Kota Bandung Bagian Barat menggunakan metode *Clark Wright Saving* terhadap 34 TPS dengan kendaraan berjenis *Dump Truck* berukuran  $6m^3$  dengan rute yang dimulai dari Pool kemudian menuju ke TPS hingga kapasitas terpenuhi lalu dibuang ke SPA dan kembali ke Pool dalam keadaan kosong. Setelah dilakukan pengolahan data dapat disimpulkan bahwa terdapat 11 rute terpendek yang dihasilkan dari rute pengangkutan menggunakan metode *Clark Wright Saving* yang ditambahkan dengan metode *Nearest Neighbor*. Rute tersebut adalah sebagai berikut:

1. Rute 1 : Pool – Sukaraja – Baso Panghegar – PT. Inkaba – Rajut Sablon – Mayasari – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 30,40 km dan Total Waktu Perjalanan 1,66 jam.
2. Rute 2 : Pool – Karisma – Elizabeth – Sribaduga – RS. Sentosa – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 30,90 km dan Total Waktu Perjalanan 1,69 jam.
3. Rute 3 : Pool – Hotel Nyland – RS. Hermina – PT. Abadi – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 28,43 km dan Total Waktu Perjalanan 1,55 jam.
4. Rute 4 : Pool – Universal – Bandung Express – Wiyata Guna – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 29,21 km dan Total Waktu Perjalanan 1,60 jam.
5. Rute 5 : Pool – Kopo Jaya – Surya Putra – Stasiun Barat – Bina Bakti – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 31,13 km dan Total Waktu Perjalanan 1,70 jam.
6. Rute 6 : Pool – PT. CBL – Bak Pandu – Mega Raya – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 30,09 km dan Total Waktu Perjalanan 1,64 jam.
7. Rute 7 : Pool – RS. Rajawali – Hotel Endah Parahyangan – Tjin Hin – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 26,69 km dan Total Waktu Perjalanan 1,46 jam.
8. Rute 8 : Pool – Depag – RW. 06 Maleber – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 25,56 km dan Total Waktu Perjalanan 1,40 jam.
9. Rute 9 : Pool – King Singer – Cendrawasih – SUNSON – SPA – Pool

Jarak Tempuh 25,82 km dan Total Waktu Perjalanan 1,41 jam.

10. Rute 10 : Pool – Big II My Love – RW. 05 Cigondewah – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 20,97 km dan Total Waktu Perjalanan 1,15 jam.
11. Rute 11 : Pool – Sukaraja – Jl. Rajawali Timur – SPA – Pool  
Jarak Tempuh 23,75 km dan Total Waktu Perjalanan 1,30 jam.

Data tersebut dihasilkan dari pembuatan *Cluster* dengan menggunakan metode *Clark Wright Saving* yang selanjutnya dibuat rute dengan metode *Nearest Neighbor*. Dari hasil perbandingan dapat disimpulkan bahwa 11 rute optimal dihasilkan dari rute yang menggunakan *Clark Wright Savings* dan *Nearest Neighbor* yaitu Rute 1, Rute 2, Rute 3, Rute 4, Rute 5, Rute 6, Rute 8, Rute 9, Rute 10 dan Rute 11 sedangkan 1 rute lainnya dihasilkan dari metode *Clark Wright Saving* yaitu Rute 7. Biaya untuk rute pengangkutan sampah di PD. Kebersihan Wilayah Kota Bandung Bagian Barat adalah sebagai berikut:

1. Rute 1 = Rp. 453.399,-
2. Rute 2 = Rp. 454.427,-
3. Rute 3 = Rp. 449.340,-
4. Rute 4 = Rp. 450.947,-
5. Rute 5 = Rp. 454.894,-
6. Rute 6 = Rp. 452.754,-
7. Rute 7 = Rp. 445.740,-
8. Rute 8 = Rp. 443.422,-
9. Rute 9 = Rp. 443.958,-
10. Rute 10 = Rp. 433.967,-
11. Rute 11 = Rp. 439.698,-

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data, maka saran untuk penelitian ini adalah:

1. Jika PD. Kebersihan Kota Bandung Bagian Barat menggunakan rute ini, PD. Kebersihan Kota Bandung Bagian Barat dapat menggunakan 1 jadwal pengangkutan yang kosong untuk diisi dengan TPS yang baru terdaftar setelah rute pengangkutan ini dibuat.
2. Pihak PD. Kebersihan Kota Bandung Bagian Barat sebaiknya melakukan perawatan secara berkala untuk mencegah kerusakan dari kendaraan.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat lebih mengoptimalkan biaya untuk rute perjalanan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bramer, Max. 2007. *Principles of Data Mining*. London : Springer.
2. Christofides, M., *The Vehicle Routing Problem*, NATO Conference on Combinatorial Optimization, Paris, July 1974.
3. Clarke, G., Wright, J.W.: (1964). *Scheduling of Vehicles from Central Depo to a Number of Delivery Points*. Operations Research, 12, 568-581.
4. Dimiyati, T. T., Dimiyati, A., 2004. *Operations Research (Model-model Pengambilan Keputusan)*. Sinar Baru Algesindo. Bandung.
5. Fisher, M.L. 1995. *Vehicle Routing in Operations Research and Management Science*, Vol.8. Amsterdam, New York, Elsevier.
6. Gunawan, Herry, 2014. *Pengantar Transportasi dan Logistik*, Jakarta.
7. Isharyani, Muriani Emelda., Aswar., Wahyuda., 2015. *Penerapan Metode Nearest Neighbour Untuk Menentukan Rute Distribusi Roti Tawar Citarasa Bakery PT KMBU Bontang*. Teknik Industri Universitas Mulawarman Samarinda.
8. Kusriani & Luthfi, E.T. 2009. *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta : Andi Publishing.
9. Larose, D. T. 2005. *Discovering Knowledge in Data*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
10. Miro, Fidel, 2012. *Sistem Transportasi*, Jakarta.
11. Purnomo, Agus. 2010. *Penentuan Rute Pengiriman dan Biaya Transportasi dengan Menggunakan Metode Clarke and Wright Saving Heuristic di PT. The Botol Sosro Bandung*. Teknik Industri Universitas Pasundan.
12. Rodrigue, Paul Jean., Comtois, Claude., Slack, Brian., 2006. *The Geography of Transport System*.
13. Vercellis, Carlo. 2009. *Business Intelligent: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Southern Gate, Chichester, West Sussex : John Wiley & Sons, Ltd.