

# Analisa Optimasi Rute Transportasi Antar Jemput Siswa Menggunakan Model *CGVRP* dan Algoritma Dijkstra di SDIT Darus Sunnah

Koko Hermanto<sup>1</sup>, Tita Dwi Ermayanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Teknologi Sumbawa, koko.hermanto@uts.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Teknologi Sumbawa, Titadwie2397@gmail.com

**Abstract.** School transportation is one of the facilities provided by the school in the process of picking up students. In the process of picking up, taking the optimal route is needed to save costs and time. The purpose of this study is to develop a model School transportation routes using the Clustered Generalized Vehicle Routing Problem (CGVRP) model and the Dijkstra algorithm to get a more optimal route from the route that has been used. Furthermore, comparing the real distance from the shuttle transportation routes with the distance from the results of this case study using the CGVRP model and the Dijkstra algorithm. From the research results obtained by using the CGVRP model and the Dijkstra algorithm which is applied to the case study of shuttle students at Darus Sunnah SDIT We found that our result has shorter distance when compared to the distance of the usual route.. The total distance on the SDIT Darus Sunnah route is 2.746.416 meters and costs Rp. 2.214.288 in a month. While the distance from the proposed route obtained 2.333.616 meters for at Rp. 1.881.478 in a month. Therefore the difference in the distance from the real route and the proposed route is 357.288 meters with a difference in cost of Rp. 332.820, - in a month.

**Keywords:** *CGVRP method, Dijkstra Algorithm, shortest route, SDIT Darus Sunnah.*

**Abstrak.** Angkutan sekolah merupakan salah satu sarana yang disediakan oleh pihak sekolah dalam proses antar jemput peserta didik. Dalam proses antar jemput tersebut diperlukan rute yang optimal agar dapat menghemat biaya dan waktu. Tujuan penelitian ini untuk menyusun model rute transportasi antar jemput peserta didik dengan memodelkan permasalahan ke model *Clustered Generalized Vehicle Routing Problem (CGVRP)* dan Algoritma Dijkstra untuk mendapatkan rute yang lebih optimal dari rute yang selama ini digunakan. Selanjutnya membandingkan jarak rute real transportasi antar jemput dengan jarak rute hasil dari studi kasus ini dengan menggunakan model *CGVRP* dan Algoritma Dijkstra. Dari hasil penelitian diperoleh hasil dengan menggunakan model *CGVRP* dan Algoritma Dijkstra yang diterapkan pada studi kasus antar jemput peserta didik di SDIT Darus Sunnah rute lebih pendek dibandingkan dengan jarak yang digunakan sebelumnya. Total jarak pada rute SDIT Darus Sunnah yaitu 2.746.416 meter dengan biaya Rp. 2.214.288 dalam sebulan. Sedangkan jarak pada rute usulan didapatkan 2.333.616 meter dengan biaya Rp.1.881.478 dalam sebulan. Sehingga didapatkan selisih jarak dari rute real dan rute usulan yaitu 357.288 meter dengan selisih biaya Rp. 332.820,- dalam sebulan.

**Kata Kunci:** *Metode CGVRP, Algoritma Dijkstra, rute terpendek, SDIT Darus Sunnah.*

## 1 Pendahuluan

Angkutan sekolah merupakan salah satu sarana yang dipersiapkan oleh beberapa sekolah yang diperuntukan mengantar jemput siswa-siswi sekolah demi kelancaran proses belajar mengajar. Sehingga dalam proses mengantar jemput siswa-siswi dari rumah ke sekolah ataupun sebaliknya sekolah ingin mempertimbangkan efisiensi waktu serta biaya. Dimana dalam hal ini biasanya pengendara selalu mengedepankan pengalaman pribadinya dalam pengantaran dan dirasa kurang efisien jika pengalaman tersebut ternyata bukan merupakan suatu pilihan terbaik yang bisa diambil saat menjalankan tugasnya. Untuk itu diperlukan ketepatan dalam pemilihan jalur atau rute dalam menentukan tujuan-tujuan yang akan dituju.

Masalah rute terpendek salah satu masalah sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya pada bidang transportasi. Masalah menentukan rute terpendek menjadi masalah yang penting dikarenakan berkaitan dengan masalah meminimumkan biaya dan waktu yang dibutuhkan [1].

Pada penelitian ini, untuk menentukan rute terpendek pelayanan transportasi antar jemput SDIT menggunakan model *CGVRP* dan algoritma Dijkstra. Model *CGVRP* merupakan pengembangan dari metode *Generalized Vehicle Routing Problem (GVRP)* dimana setiap vertek-vertrek yang menjadi tujuan dipartisi menjadi sejumlah rangkaian vertek-vertrek yang disebut kluster kemudian ditentukan rute yang optimal dari depot ke sejumlah kluster yang telah ditetapkan yang meliputi tepat satu vertek dari setiap kluster, selanjutnya dimulai dari vertek tersebut akan dikunjungi setiap vertek yang dikunjungi tepat satu kali untuk menentukan rute optimal pada masing-masing kluster yang terbentuk serta kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian lebih dari satu kendaraan yang identik dan kapasitasnya terbatas. Metode ini biasanya digunakan untuk meminimalisasikan biaya dan kendaraan dalam proses pendistribusian [1].

Algoritma Dijkstra merupakan sebuah algoritma digunakan untuk memecahkan masalah pencarian rute terpendek dengan menghitung bobot terkecil dari setiap vertek. Setiap bobot dari vertek yang belum terpilih akan dianalisis, kemudian dipilih vertek dengan bobot yang paling kecil. Apabila terdapat bobot yang lebih kecil melalui vertek tertentu, maka rute akan berubah mengikuti bobot yang lebih kecil tersebut, artinya rute lintasan akan berubah. Analisa algoritma Dijkstra akan berhenti saat vertek sudah melewati semuanya [2].

Sehingga dari latar belakang tersebut metode ini membantu SDIT mengoptimal pelayanan transportasi antar jemput dengan perhitungan yang hampir pasti karena di SDIT sendiri untuk penentuan rutenya masih menggunakan perkiraan. Dengan pengoptimalan rute tersebut sekolah dapat meminimalkan biaya serta waktu kerja lebih efektif.

## 2 Tinjauan pustaka

### 2.1 Teori Graph

Graph  $G$  didefinisikan sebagai pasangan himpunan  $(V, A)$  ditulis dengan notasi  $G = (V, A)$ , dimana  $V$  merupakan himpunan tidak-kosong dari vertek (simpul atau

node) dan  $A$  merupakan himpunan edge (sisi) yang menghubungkan sepasang vertek [3].

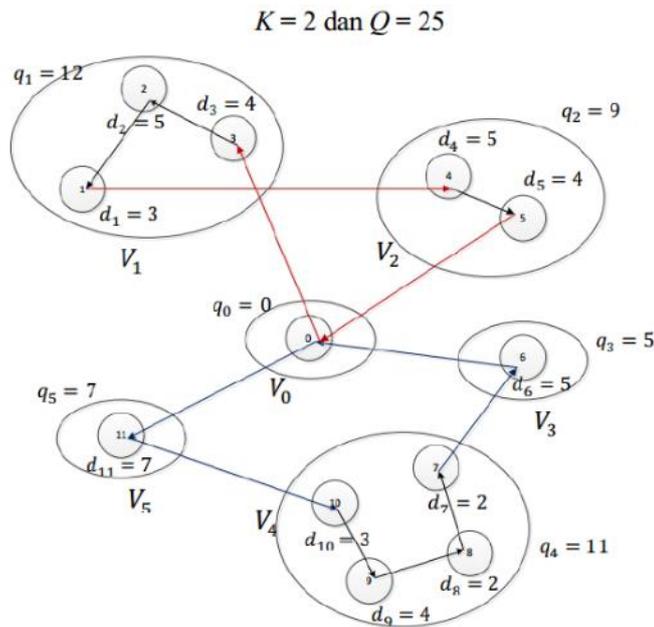
Graph Isomorfik merupakan Dua buah Graph yang sama tetapi secara geometri berbeda disebut Graph yang saling isomorfik. Dua buah Graph,  $G_1$  dan  $G_2$  dikatakan isomorfik jika terdapat korespondensi satu-satu antara vertek-vertek keduanya dan antara sisi-sisi keduanya sedemikian sehingga hubungan kebersisian tetap terjaga.

Lintasan Hamilton adalah lintasan melalui tiap vertek di dalam graph tepat satu kali. Bila lintasan itu kembalike vertek awal membentuk lintasan tertutup (sirkuit), maka lintasan tertutup dinamakan sirkuit Hamilton. Dengan kata lain, sirkuit Hamilton adalah sirkuit yang melalui tiap vertek di dalam graph tepat satu kali, kecuali vertek awal (sekaligus vertek akhir) yang dikunjungi dua kali.

## 2.2 Clustered Generalized Vehicle Routing Problem (CGVRP)

Masalah *generalized vehicle routing problem* dinotasikan *GVRP* adalah masalah mencari rute terpendek yang direpresentasikan dengan sebuah graph berarah  $G = (V, A)$  dengan  $V = \{0, 1, 2, \dots, n\}$  sebagai himpunan vertek dan  $A = \{(i, j) | i, j \in V, i \neq j\}$  himpunan edge  $C_{ij}$  bernilai nonnegative untuk setiap edge  $(i, j) \in A$ , himpunan vertek dibagi menjadi  $k + 1$  himpunan bagian tak kosong saling bebas, yang disebut dengan kluster  $V_0, V_1, \dots, V_k$  (i.e.  $V = V_0 \cup V_1 \cup \dots \cup V_k$  dan  $V_l \cap V_p = \emptyset$  untuk semua  $l, p \in \{0, 1, \dots, k\}$  dan  $l \neq p$ ) [4].

Varian dari *GVRP* didefinisikan sebagai masalah umum kluster rute kendaraan atau *clustered generalized vehicle routing problem* yang dinotasikan sebagai *CGVRP*, dimana semua vertek setiap kluster harus dikunjungi secara berurutan dalam rute kendaraan. Dengan demikian tujuan *CGVRP* adalah untuk menentukan koleksi biaya minimum dari  $m$  tur kendaraan yang berawal dan berakhir di depot sehingga vertek dari tiap graph dikunjungi tepat satu kali dengan melakukan lintasan Halmiton pada tiap vertek, serta muatan masing-masing kendaraan tidak melebihi kapasitas  $Q$  [4]. Ilustrasi *CGVRP* dan solusi layak yang merupakan lanjutan dari masalah *GVRP*, yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Solusi layak CGVRP

Gambar 1 menjelaskan solusi layak CGVRP dari suatu masalah pendistribusian barang yang dilakukan oleh dua kendaraan yang identik dengan kapasitas kendaraan  $Q = 25$ . Kendaraan pertama pendistribusian dimulai dari gudang  $v_0$  menuju vertek  $v_3$  dengan permintaan  $d_3 = 4$  kemudian menuju vertek  $v_2$  dengan permintaan  $d_2 = 5$  selanjutnya menuju vertek  $v_1$  dengan permintaan  $d_1 = 3$  merupakan vertek-vertek yang ada di kluster  $V_1$  dengan jumlah permintaan  $d_1 = v_4 + v_2 + v_4 = 12$ . Karena jumlah permintaan di kluster  $V_1$  masih kurang dari kapasitas kendaraan maka kendaraan pertama ditugaskan menuju klaster  $V_2$  yang memiliki jumlah permintaan  $q_2 = 9$ , diawali menuju vertek  $v_4$  dengan permintaan  $d_4 = 5$  kemudian menuju vertek  $v_5$  dengan permintaan  $d_5 = 4$ . Karena total jumlah permintaan di  $V_1$  dan  $V_2$  adalah 21 maka tidak memungkinkan kendaraan pertama untuk mengunjungi kluster yang lain, selanjutnya kendaraan pertama tersebut kembali lagi ke gudang. Begitu juga dengan pendistribusian kendaraan kedua. Jadi rute optimal dari pendistribusian tersebut adalah jumlahan seluruh jarak edge-edge yang dilalui dua kendaraan pendistribusian tersebut [2].

### 2.3 Algoritma Dijkstra

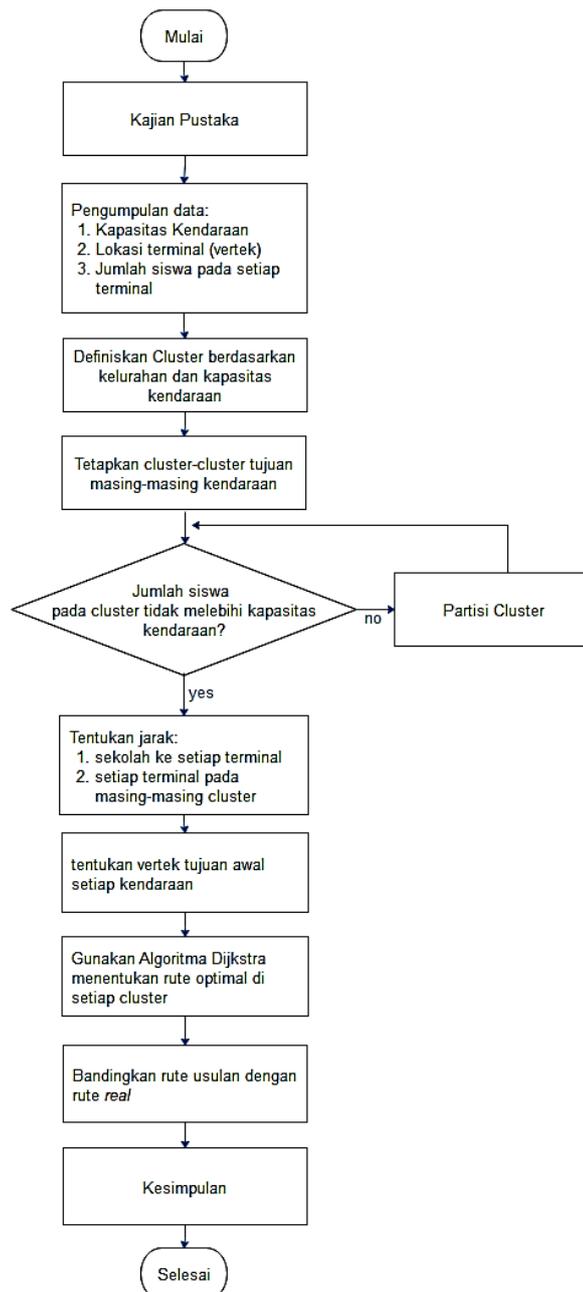
Algoritma Dijkstra adalah algoritma pencarian graph yang memecahkan masalah jalur terpendek yang bersumber dari satu vertek untuk sebuah graph dengan bobot vertek tidak boleh negatif. Langkah prosedural algoritma dijkstra adalah sebagai berikut [5]:

1. Inisialisasi :  $L = \{ \}$  ;  $V = \{v_1, v_2, v_3 \dots, v_n\}$
2. Untuk  $i = 1, 2, \dots, n$ , Lakukan  $D(i) = W_{(1,i)}$
3. Selama  $v_n \notin L$  ( $v_n$  belum merupakan titik permanen) lakukan :
  - a. Pilih titik  $v_k \in V - L$  (titik tidak permanen) dengan  $D(k)$  terkecil.  
 $L = L \cup \{ v_k \}$  (jadikan  $v_k$  menjadi titik permanen)

- b. Untuk setiap  $v_j \in V - L$  lakukan :  
Jika  $D(k) + W_{(kj)} < D(j)$  maka ganti  $D(j)$  dengan  $D(k) + W(k,j)$

### 3 Metodologi Penelitian

Analisis terhadap pengolahan data untuk mengoptimasikan rute transportasi antar jemput siswa SDIT Darus Sunnah dengan menggunakan model *Clustered Generalized Vehicle Routing Problem (CGVRP)* dan algoritma Dijkstra, dilakukan langkah-langkah penelitian sebagai berikut :



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

## 4 Hasil dan Diskusi

Antar jemput peserta didik oleh SDIT Darus Sunnah kota Sumbawa Besar dari rumah ke sekolah dan sebaliknya menggunakan 3 kendaraan dengan total jarak tempuh mobil yaitu 57.217 meter per satu kali jalan, dengan total biaya Rp.46.131,- per satu kali jalan. Sehingga dalam satu bulan total jarak yang ditempuh yaitu 2.746.416 meter dengan total biaya yaitu Rp. 2.214.288,-. Kendaraan tersebut memiliki kapasitas yang berbeda-beda yaitu 12 orang, 12 orang, dan 10 orang.

Dalam Pengukuran jarak untuk setiap terminal dapat diasumsikan bahwa kemacetan di rute antar jemput diabaikan sehingga jalan selalu dapat dilewati, dan jarak dari terminal ke-i ke terminal ke-j sama dengan jarak terminal ke-j ke terminal ke-i. Jarak setiap terminal dihitung dengan menggunakan google earth. Jarak antar terminal dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 1.** Jarak antar Terminal

Lokasi	Kode lokasi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Sekolah	0	0																		
Lempeh	1	4361	0																	
Samapuin	2	3395	2388	0																
Panto Daeng	3	2742	1409	1158	0															
Karang Goreng	4	2794	1940	689	531	0														
Brangbiji 1	5	6443	2068	3986	3491	4008	0													
Brangbiji 2	6	5608	1242	3160	2656	3182	835	0												
Brangbiji 3	7	4649	288	2206	1697	2228	1780	954	0											
Labuhan 1	8	7120	2759	5147	4168	4699	1286	2121	3047	0										
Labuhan 2	9	6880	2523	4911	3932	4463	1050	1885	2811	240	0									
Labuhan 4	10	7554	3193	5581	4602	5133	1720	2555	3481	434	665	0								
Olatrarang	11	6379	2814	5202	4223	4754	1746	2581	3507	840	696	1274	0							
Karang dima	12	7231	4997	7385	6406	6937	3524	4359	5285	2238	2474	1804	3078	0						
kebayan	13	5212	851	2770	2260	2791	2467	1641	687	3610	3374	4044	3665	5848	0					
Seketeng 1	14	5275	4257	2212	3095	2564	5912	5077	4118	7016	6780	7450	7071	9254	2927	0				
seketeng 2	15	5065	4047	2147	2885	2354	5702	4867	3908	6806	6570	7240	6861	9044	3421	494	0			
seketeng 3	16	5033	4015	2155	2853	2322	5670	4835	3876	6774	6538	7208	6829	9012	2645	704	1000	0		
bugis 1	17	3673	1317	1309	879	1410	2976	2150	1196	4076	3840	4510	4131	6314	1721	2605	2595	2563	0	
bugis 2	18	4386	1624	1478	1469	1644	3251	2425	1471	4383	4147	4817	4438	6621	2027	2266	2056	2024	590	0

*Sumber: Peneliti*

Selanjutnya setiap terminal dikelompokkan berdasarkan kelurahan masing-masing dengan tetap memperhatikan kapasitas kendaraan yaitu total siswa yang dijemput tidak melebihi kapasitas kendaraan bila melebihi kapasitas kendaraan maka dibentuk kelompok baru. jumlah siswa dan pengelompokan setiap terminal disajikan pada Tabel 2

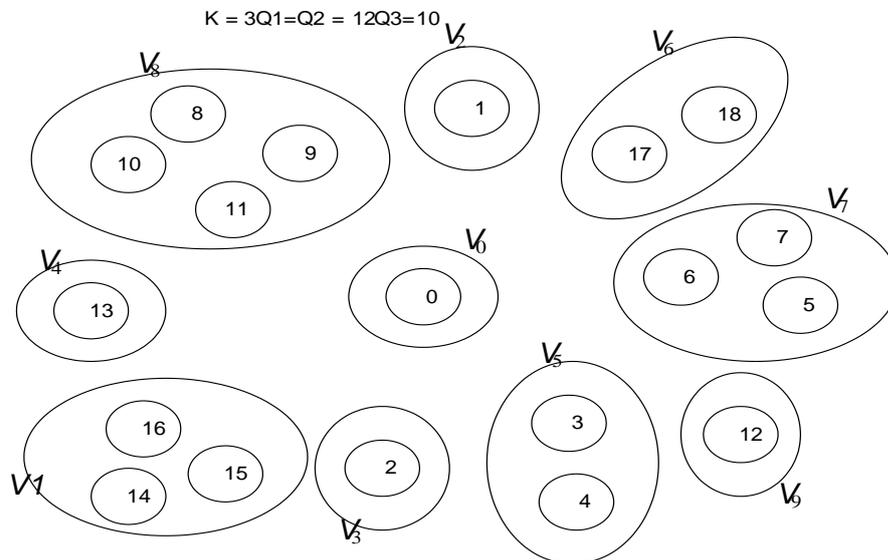
**Tabel 2.** Pengelompokkan terminal

No.	Kelurahan	Kode Kluster	Tugas Kendaraan	Terminal	Kode Vertek	Total siswa	Jumlah Siswa
1	Lempeh	V2	Kendaraan 1	Lempeh	1	1	1
2	Labuhan	V8		Labuhan 1	8	4	11
				Labuhan 2	9	2	
				Labuhan 3	11	2	

No.	Kelurahan	Kode Kluster	Tugas Kendaraan	Terminal	Kode Vertek	Total siswa	Jumlah Siswa
				Labuhan 4	10	3	
3	Seketeng	V1	Kendaraan 2	Seketeng 1	14	1	4
				Seketeng 2	15	2	
				Seketeng 3	16	1	
4	Kebayan	V3		Kebayan	13	1	1
5	Samapuin	V4		Samapuin	2	2	2
6	Brang Bara	V5		Pantodaeng	3	2	5
				Karang Goreng	4	3	
7	Bugis	V6	Kendaraan 3	Bugis 1	17	1	2
				Bugis 2	18	1	
8	Brangbiji	V7		Brangbiji 1	5	2	5
				Brangbiji 2	6	1	
				Brangbiji 3	7	2	
9	Karang dima	V9		karang dima	12	3	3
<b>Total</b>						34	34

**Sumber: Peneliti**

Berdasarkan Tabel 2 dapat diilustrasikan lokasi dan pengelompokan terminal ke model *GVRP* seperti Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** pengelompokan terminal

Pada pembahasan selanjutnya akan dijelaskan contoh analisa perhitungan dengan menggunakan algoritma Dijkstra pada kendaraan 1 yang ditugaskan pada kluster V2 dan V8.

Kendaraan ke-1 ditugaskan mengunjungi dua *Kluster* yaitu *Kluster* 2 dan *Kluster* 8. Ditentukan tujuan awal dari kendaraan 1 yaitu vertek yang paling pendek dari kedua *Kluster* tersebut, yang dapat dilihat pada matriks dibawah ini

$$G = \begin{matrix} & v_0 & v_1 & v_8 & v_9 & v_{10} & v_{11} \\ v_0 & [\infty & 4361 & 7120 & 6880 & 7554 & 6379] \end{matrix}$$

Dari matriks diatas tujuan awal kendaraan 1 yaitu  $v_1$  yang berada di *Kluster* 2. Selanjutnya akan ditentukan tujuan dari kendaraan 1 ke *Kluster* 8 (karena *Kluster* 2 hanya memiliki satu vertek) maka tujuan vertek utama di *Kluster* 8 dapat ditentukan sebagai berikut:

$$G = \begin{matrix} & v_1 & v_8 & v_9 & v_{10} & v_{11} \\ v_1 & [\infty & 2756 & 2523 & 3193 & 2814] \end{matrix}$$

Dari matriks di atas maka tujuan selanjutnya adalah  $v_9$ . Selanjutnya dengan menggunakan metode Algoritma Dijkstra akan ditentukan rute pada *Kluster* 8:

$$G = \begin{matrix} & v_8 & v_9 & v_{10} & v_{11} \\ v_8 & [\infty & 240 & 434 & 840] \\ v_9 & [240 & \infty & 665 & 696] \\ v_{10} & [434 & 665 & \infty & 1274] \\ v_{11} & [840 & 696 & 1274 & \infty] \end{matrix}$$

$I = 0$

Mula-mula  $L = \{v_9\}$  dan  $v = \{v_8, v_{10}, v_{11}\}$

$D(8) = G(9,8) = 240$

$D(10) = G(9,10) = 665$

$D(11) = G(9,11) = 696$

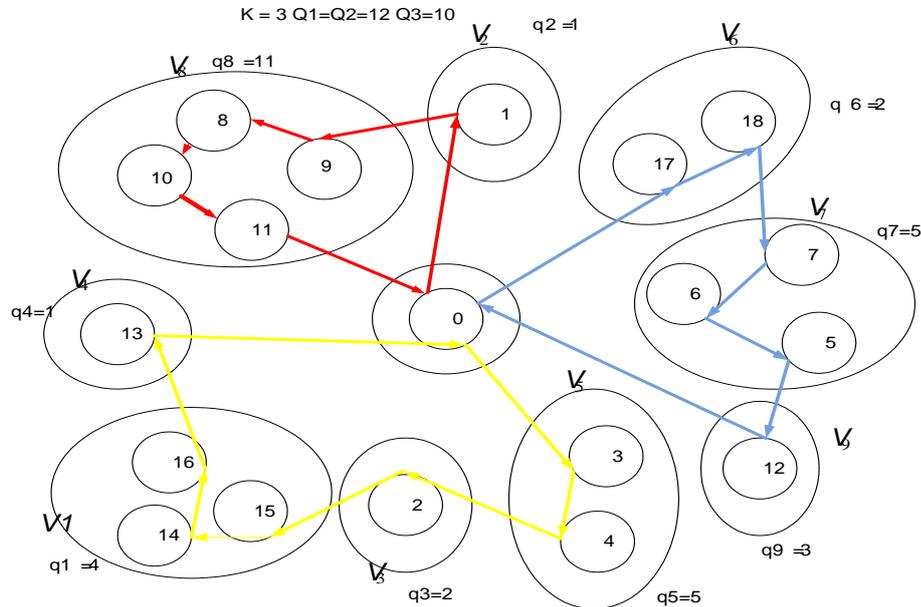
Pada iterasi pertama,  $D(9) = 0$  dan diambil sebagai titik permanen pertama  $L = \{v_9\}$ . Iterasi selengkapnya tampak pada tabel 3.

**Tabel 3** Iterasi dari Kluster 8

I	D(9)	D(8)	D(10)	D(11)	L
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\{v_9\}$
1	-	Min $\{\infty, 0 + 240\} = 240\}$	Min $\{\infty, 0 + 665\} = 665$	Min $\{\infty, 0 + 696\} = 696$	$\{v_9, v_8\}$
2	-		Min $\{665, 240 + 434\} = 665$	Min $\{696, 240 + 840\} = 696$	$\{v_9, v_8, v_{10}\}$
3				Min $\{696, 665 + 1274\} = 696$	$\{v_9, v_8, v_{10}, v_{11}\}$

= Rute Terpilih

Dengan cara yang sama dapat ditentukan rute antar jemput untuk kendaraan-kendaraan yang lainnya, sehingga hasil yang didapatkan dari hasil analisa dapat dimodelkan dalam graph model *CGVRP* sebagai penyelesaian layak disajikan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Rute antar jemput SDIT Darus Sunnah model *CGVRP*

Dari Gambar 2 dapat dilihat solusi usulan rute antar jemput peserta didik di SDIT Darus Sunnah. Diperoleh total rute sepanjang 48.617 meter per satu kali jalan. Bahan bakar yang digunakan oleh mobil pengantaran adalah bensin dengan harga perliternya Rp. 6.450,- dan satu liter dapat menempuh jarak 8.000 meter, sehingga biaya bahan bakar untuk pengantaran siswa adalah Rp 39.197- per satu kali jalan. Dimana dalam sehari terdapat 2 kali perjalanan sehingga sehari menempuh jarak  $2 \times 48.617$  meter = 97.234 meter maka biaya yang dikeluarkan dalam sehari yaitu  $2 \times \text{Rp.}39.197 = \text{Rp.}78.395,-$ . Dimana Sekolah aktif selama 24 hari dalam satu bulan maka total jarak yang ditempuh yaitu jarak  $24 \times 97.234$  meter = 2.333.616 meter dan biaya yang dikeluarkan sebesar  $24 \times \text{Rp.}78.395 = \text{Rp.}1.881.478,-$ .

## 5 Kesimpulan

Proses antar jemput yang dilakukan dengan metode *CGVRP* dan Algoritma Dijkstra menghasilkan rute yang mampu mengoptimalkan jarak dari sekolah ke terminal-terminal yang telah ditentukan. Metode *CGVRP* menggunakan Algoritma Dijkstra yang diterapkan pada studi kasus antar jemput peserta didik di SDIT Darus Sunnah dan SDIT Samawa Cendekia lebih hemat dibandingkan dengan jarak yang digunakan sebelumnya. Total jarak pada rute SDIT Darus Sunnah yaitu 2.746.416 meter dengan biaya Rp. 2.214.288 dalam sebulan. Sedangkan jarak pada rute usulan didapatkan 2.333.616 meter dengan biaya Rp.1.881.478 dalam sebulan. Penghematan jarak tempuh untuk SDIT Darus

Sunnah sebesar 357.288 meter dalam satu bulan sehingga diperoleh hemat biaya bahan bakar distribusi sebesar Rp. 332.820,- dalam satu bulan.

## **6 Ucapan Terma kasih**

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah serta pihak-pihak sekolah SDIT Darus Sunnah kota Sumbawa Besar yang telah terlibat memberikan informasi-informasi yang dibutuhkan pada penelitian ini.

## **7 Daftar Pustaka**

- [1] Hermanto, K., & Ruskartina, E. 2017. Usulan Rute Optimal Distribusi Sampah *Shift I* Kota Sumbawa Besar Menggunakan Metode *GVRP*. *Eigen Mathematics Journa*. 1(2):7-12.
- [2] Hermanto, K., & Ruskartina, E. 2017. Optimasi Rute Truk Pengangkutan Sampah Di Kota Sumbawa Besar *Shift II* Menggunakan *GVRP*. *Jurnal UJMC*.4(2):15-23.
- [3] Munir, Rinaldi. 2005. "*Matematika Diskrit*". Bandung: Informatika Bandung.
- [4] Petrica, POP.2011.A New Efficient Transformation Of The Generalized Vehicle Routing Problem Into The Classical Vehicle Routing Problem".*Jurnal Riset Operasi*.North University of Baia Mare.Romania.
- [5] Jek Siang, Jong.2014."*Riset Operasi Pada Pendekatan Algoritmis*". Yogyakarta: Penerbit Andi.