



Usulan Rute Optimal Distribusi Sampah *Shift* I Kota Sumbawa Besar Menggunakan Metode *GVRP*

Koko Hermanto ^{a*}, Eki Ruskartina ^b

^aUniversitas Teknologi Sumbawa, Jl. Olat Maras, Ds. Batu Alang, Kec. Moyo Hulu, Kab. Sumbawa, 84371, Indonesia.
Email: kokoaction88@gmail.com

^b Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Olat Maras, Ds. Batu Alang, Kec. Moyo Hulu, Kab. Sumbawa, 84371, Indonesia.
Email: ekiruskartina@gmail.com

ABSTRACT

Generalized vehicle routing problem (GVRP), for each vertex of the graph is partitioned into vertex sets and called groups, it will be determined the optimal route given to each set group includes exactly one vertex of each group. Furthermore, the cluster generalized vehicle routing problem (CGVRP) was introduced which aims to determine the optimal route for each vertex for each cluster. The optimal route can be solved using the Dijkstra Algorithm. The distribution of waste in the city of Sumbawa Besar is still considered to be less than optimal, so this system can be implemented by making direct connections between each polling station. This system produces the shortest route, travel details, distance between polling stations and travel costs.

Keywords : Waste Distribution, Optimal Route, *GVRP*, *CGVRP*, Dijkstra's algorithm

1. Pendahuluan

Masalah rute terpendek suatu masalah yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari diberbagai sektor kehidupan, antara lain di bidang transportasi, komunikasi dan komputasi. Masalah ini menjadi masalah yang penting karena berkaitan dengan masalah meminimumkan biaya dan efisiensi waktu yang dibutuhkan. Masalah rute terpendek untuk semua pasangan vertek adalah masalah menentukan lintasan terpendek untuk setiap vertek yang ada.

Pendistribusian sampah merupakan salah satu bagian penting dari kegiatan distribusi barang atau jasa yang dilakukan instansi pemerintah. Penentuan rute perjalanan dari

kantor Dinas Lingkungan Hidup atau gudang armada pendistribusian sampah menuju ke tiap-tiap TPS dan berakhir di TPA sangat rumit maka harus diperhatikan sehingga proses pengangkutan dapat dilakukan dengan secara tepat sesuai dengan banyaknya unit armada pendistribusian sampah yang nantinya dapat menghempat biaya bahan bakar.

Kota Sumbawa Besar merupakan ibu kota kabupaten Sumbawa. Sesuai dengan slogan dari kota ini yaitu "BESAR" merupakan singkatan dari Bersih, Elok, Sehat, Aman dan Rapi. Hal ini menjadi tantangan bagi pemerintah dan warga agar slogan ini bukan hanya slogan saja tetapi juga benar diterapkan.

* Corresponding author. kokoaction88@gmail.com

Kota Sumbawa Besar merupakan kota terluas wilayahnya dan terpadat penduduknya di kabupaten Sumbawa dikarekan menjadi pusat pemerintahan, banyak tempat pendidikan dan usaha yang berkembang di kabupaten Sumbawa. Meningkatnya jumlah penduduk di kota Sumbawa, akan meningkatkan pula jumlah volume sampah di kota Sumbawa Besar. Berdasarkan pemberitaan dari “Kabar Sumbawa” (Jumat,18/11.2016) Kota Sumbawa Besar dengan jumlah penduduk 60.189 jiwa, diketahui produksi sampah pada tahun 2016, telah mencapai 313,73 meter kubik perharinya, dari jumlah tersebut yang dapat terlayani dari TPS ke TPA hanya 94 meter kubik saja perharinya, dan yang tersisa sekitar 379 kubik. Jika masalah ini dibiarkan terus-menerus maka akan menimbulkan dampak yang tidak baik untuk warga sehingga perlu dilakukan pengolahan sampah yang tepat. Pengelolaan sampah sendiri masih menggunakan paradigma lama yaitu kumpul-angkut-buang. Metode yang digunakan dalam penyusunan usulan rute optimal pada pendistribusian sampah di kota Sumbawa Besar adalah menggunakan metode *generalized vehicle routing problem (GVRP)*, dalam penerapan metode ini setiap TPS dikelompokkan berdasarkan kelurahan masing-masing dengan tetap memperhatikan kapasitas *dump truk* dengan menggunakan algoritma Dijkstra ditentukan rute terpendek dari gudang ke setiap TPS yang dipilih perwakilan setiap kelompok masing-masing. Selanjutnya metode ini dikembangkan lagi mejadi metode *cluster generalized vehicle routing problem (CGVRP)* yaitu menentukan rute terpendek setiap TPS pada kelompok masing-masing tetap menggunakan algoritma yang sama. Metode *GVRP* merupakan metode baru, perkembangan dari metode *vehicle routing problem (VRP)*. Pada metode *VRP* setiap vertek yang terhubung harus dihitung bobot minimalnya untuk menentukan rute optimalnya, sedangkan pada metode *GVRP* hanya dihitung bobot minimal setiap vertek pada masing-masing kelompok saja, jadi dapat dieliminasi bobot yang menghubungkan suatu vertek dengan vertek yang lain di kelompok yang berbeda dan kendaraan yang mengunjungi kelomok tersebut berbeda. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi Dinas Lingkungan Hidup di Kabupaten Sumbawa atau instansi terkait dalam menentukan rute terpendek untuk pendistribusian barang atau jasa.

2. Dasar Teori

2.1 Teori Graph

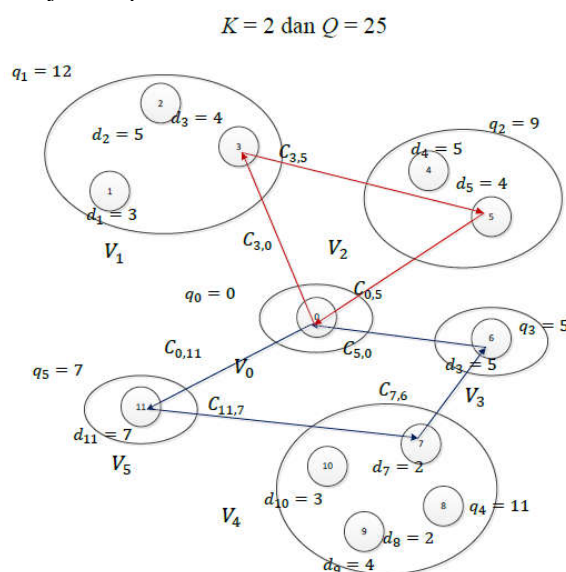
Berikut dijelaskan definisi graph.

Definisi 1. *Graph G merupakan pasangan (V,A) di mana V himpunan berhingga dengan $V \neq \emptyset$ yang anggotanya disebut titik (vertek) dan himpunan berhingga A yang anggotanya disebut sisi (edge). Secara matematis ditulis, $G = (V,A)$. V adalah himpunan vertek dan A adalah himpunan edge.*

2.2 Generalized Vehicle Routing Problem (GVRP)

Definisi 3. *GVRP adalah masalah mencari rute terpendek yang direpresentasikan dengan sebuah graph berarah $G = (V,A)$ dengan $V = \{0,1,2, \dots, n\}$ sebagai himpunan vertex dan $A = \{(i,j) | i, j \in V, i \neq j\}$ himpunan edge. Nilai c_{ij} bernilai tidak negatif untuk setiap edge $(i,j) \in A$, himpunan vertek dibagi menjadi $k+1$ himpunan bagian tak kosong saling eksklusif, yang disebut dengan kelompok 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 $l \neq p$).*

Setiap rute kendaraan mengunjungi tepat satu vertek dari sejumlah kelompok dan memenuhi kendala kapasitas. Berikut contoh kasus menentukan rute terpendek menggunakan metode *GVRP* dan koleksi rute yang layak ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Contoh Solusi Layak *GVRP*

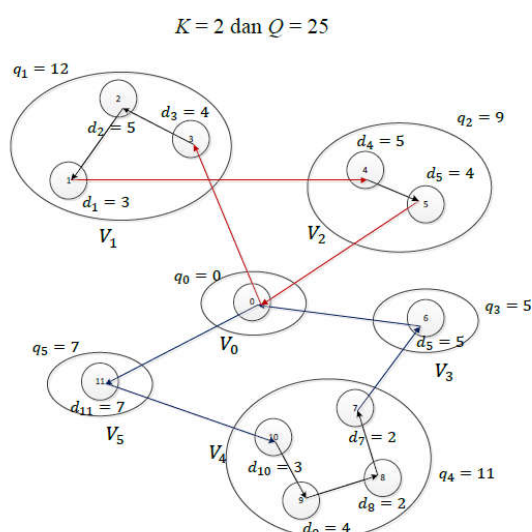
Gambar 1 menjelaskan solusi layak *GVRP* dari suatu masalah pendistribusian barang yang dilakukan oleh dua kendaraan distribusi yang identik dengan kapasitas kendaraan $Q = 25$. Kendaraan pertama pendistribusian dimulai dari gudang (v_0) menuju vertek tiga (v_3) dengan permintaannya (d_3) = 4 dan vertek v_3 mewakili kelompok satu (V_1) dengan jumlah permintaan kelompok satu (q_1) = 12 kemudian kendaraan pertama menuju vertek lima (v_5) dengan permintaan vertek lima (d_5) = 4 dan vertek v_5 mewakili kelompok kedua (V_2) dengan jumlah permintaan kelompok kedua (q_2) = 9 selanjutnya kendaraan pertama tersebut kembali lagi ke v_0 .

Sedangkan kendaraan kedua pendistribusian dimulai dari gudang (v_0) menuju vertek sebelas (v_{11}) dengan permintaannya vertek sebelas (d_{11}) = 7 dan v_{11} mewakili kelompok kelima (V_5) dengan jumlah permintaan kelompok lima (q_5) = 7 kemudian kendaraan kedua

menuju vertek tujuh (v_7) dengan permintaannya vertek tujuh (d_7) = 2 dan vertek v_5 mewakili kelompok empat (V_4) dengan jumlah permintaan kelompok empat (q_4) = 11, kemudian menuju vertek enam (v_6) dengan permintaannya vertek enam (d_6) = 5 dan vertek lima (v_5) mewakili cluster tiga (V_3) dengan jumlah permintaan pada kelompok tiga (q_3) = 5 selanjutnya kendaraan tersebut kembali lagi ke v_0 .

2.3 Clustered Generalized Vehicle Routing Problem (CGVRP)

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 jalur Halmiton pada tiap vertek, serta muatan masing-masing kendaraan tidak melebihi kapasitas Q . Ilustrasi *CGVRP* dan solusi layak yang merupakan lanjutan dari masalah *GVRP* pada Gambar 1 sebelumnya disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Solusi Layak *CGVRP*

Gambar 2 menjelaskan solusi layak *CGVRP* dari suatu masalah pendistribusian barang yang dilakukan oleh dua kendaraan distribusi yang identik dengan kapasitas kendaraan $Q = 25$. Kendaraan pertama pendistribusian dimulai dari depot v_0 menuju vertek v_3 dengan permintaannya $d_3 = 4$ kemudian menuju vertek v_2 dengan permintaan $d_2 = 2$ selanjutnya menuju vertek v_1 dengan permintaan $d_1 = 3$ merupakan vertek-vertik yang ada di kelompok V_1 dengan jumlah permintaan $q_1 = 12$. Kemudian kendaraan pertama menuju vertek v_4 dengan permintaannya $d_4 = 5$ kemudian menuju vertek v_5 dengan permintaan $d_5 = 4$ merupakan vertek-vertik yang berada di kelompok V_2 dengan jumlah permintaan $q_2 = 9$ selanjutnya kendaraan pertama tersebut kembali lagi ke depot. Begitu juga dengan pendistribusian kendaraan kedua. Jadi rute optimal dari pendistribusian tersebut adalah jumlahan seluruh jarak edge-edge yang dilalui dua kendaraan

pendistribusian tersebut.

2.4 Algoritma Dijkstra

Misalkan:

$V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$.

L = Himpunan titik-titik $\in V(G)$ yang sudah terpilih (titik permanen) dalam jalur path terpendek.

$D(j)$ = Jumlah bobot path terkecil dari v_1 ke v_j .

$W(i, j)$ = bobot garis dari titik v_i ke titik v_j .

$W^*(i, j)$ = Jumlah bobot terkecil dari v_1 ke titik v_j .

Algoritma Dijkstra untuk mencari path terpendek adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi : $L = \{ \}$; $V = \{v_2, v_3, \dots, v_n\}$
2. Untuk $i = 2, \dots, n$, lakukan $D(i) = W(1, i)$
3. Selama $v_n \notin L$, lakukan:
 - a. Pilih titik $v_k \in V - L$ dengan $D(k)$ terkecil.
 $L = L \cup \{v_k\}$
 - b. untuk setiap $v_j \in V - L$ lakukan:
jika $D(k) + W(k, j) < D(j)$ maka ganti $D(j)$ dengan $D(k) + W(k, j)$

Prinsip algoritma Dijkstra dalam menentukan rute terpendek dari suatu graph adalah pada waktu penentuan rute yang akan dipilih, akan dianalisis setiap bobot dari vertek yang belum dipilih, lalu dipilih vertek dengan bobot yang paling kecil. Apabila ada bobot yang lebih kecil melalui vertek tertentu, maka bobot akan dapat berubah, artinya rute lintasan akan berubah. Algoritma Dijkstra akan berhenti ketika semua simpul sudah terlewati.

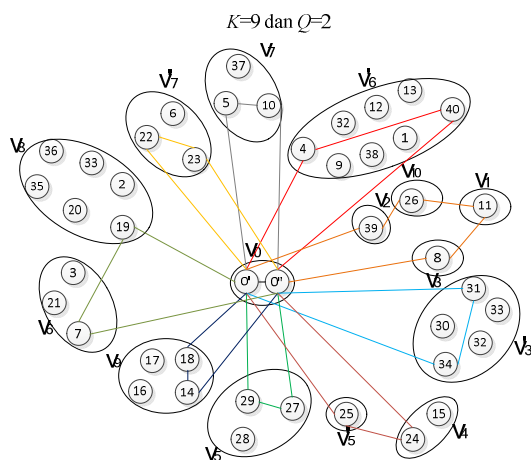
3. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Lokasi Penelitian
Penelitian dilakukan pada area pelayanan pengambilan sampah yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup kabupaten Sumbawa.
- 2) Sampel Data
Jumlah armada, kapasitas armada, volume sampah di TPS, lokasi TPS, lokasi TPA, jarak dari TPA ke setiap TPS dan jarak TPS kesetiap TPS.
- 3) Pemodelan *GVRP*, *CGVRP*, dan algoritma Dijkstra
 - Menentukan jarak antar TPA ke TPS, gudang ke TPA, gudang ke setiap TPS dan jarak antar TPS
 - Mendefinisikan kelompok setiap TPS yaitu pengkelompokan berdasarkan kelurahan dengan tetap memperhatikan kapasitas *dump truk*.
 - Menggunakan algoritma Dijkstra mencari jarak terpendek tiap-tiap TPS yang telah disusun model *GVP* dan *CGVRP*.
 - Pembentukan rute berdasarkan urutan TPS yang dilalui.

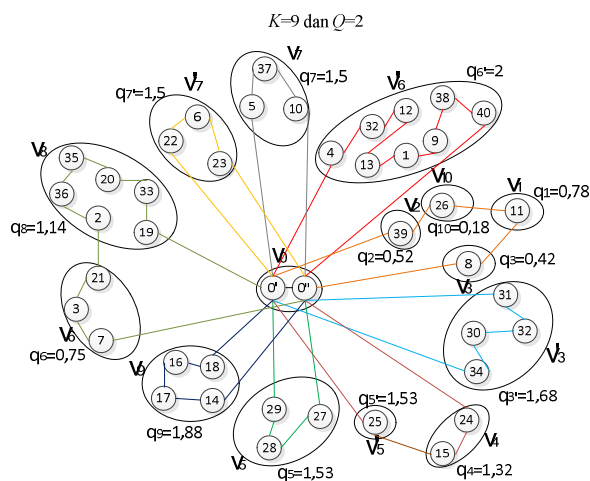
			• Gang karya iii (29)	0,51
9.	Brang Bara (V_6)	0,75	• Kampung Mande (7)	0,25
			• Jalan sultan kaharuddin (3)	0,25
			• Brang Bara (21)	0,25
10	Brang Bara (V'_6)	2,0	• Pendopo (1)	0,25
			• Jalan Kartini (13)	0,25
			• Jalan Merdeka (9)	0,25
			• Jalan Dr. Wahidin (12)	0,25
			• SDN 10, SD 8 (38)	0,25
			• jalan sudirman (4)	0,25
			• jalan ratulangi (40)	0,25
			• jalan Cendrawasih (32)	0,25
11.	Seketeng (V_7)	1,50	• jalan udang (5)	0,5
			• Jalan Urip Sumoharjo (10)	0,5
			• jalan tamrin (37)	0,5
12.	Seketeng (V'_7)	1,50	• Tanjakan Ai Awak (6)	0,5
			• Pasar Seketeng (23)	0,5
			• Jalan Raberas (22)	0,5
13.	Uma Sima (V_8)	1,14	• Kantor Bupati (2)	0,19
			• Gang Mangga I (20)	0,19
			• kebayan (33)	0,19
			• taman samping kantor bupati (35)	0,19
			• SD katolik, SMP katolik, SMA katolik (36)	0,19
			• Jalan Yos Sudarso (19)	0,19
14.	Desa Labuhan Sumbawa (V_9)	1,88	• jalan Cendrawasih (18)	0,47
			• Jalan Garuda (14)	0,47
			• Kauman I (16)	0,47
			• BTN Olat Rarang Blok Kecil (17)	0,47
15.	Desa Pungka (V_{10})	0,18	• Pungka (26)	0,18

Di mana kelurahan Brang Biji, Brang Bara dan Seketeng harus dipilah menjadi dua kelurahan karena produksi sampah setiap hari melebihi kapasitas *dump truk*, sedangkan gudang ($0'$) dan TPA ($0''$) dijadikan satu kelompok. Diketahui bahwa kapasitas *dump truk* 2 m^3 dan berdasarkan volume sampah yang disajikan pada Tabel 2 maka jumlah unit *dump truk* yang digunakan pada rute usulan adalah 9 unit saja. Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dengan menggunakan algoritma Dijkstra dapat disusun model *GVRP* pada gamabr 3.



Gambar 3. Solusi Model GVRP

Setelah diperoleh model GVRP seperti pada Gambar 3 selanjutnya dengan menggunakan metode Dijkstra akan ditentukan solusi model CGVRP dengan menentukan rute terpendek tiap TPS pada masing-masing kelompok, yaitu disajikan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Solusi Model CGVRP

Hasil analisa data diperoleh total rute usulan adalah 196.652 meter. Bahan bakar yang digunakan oleh *dump truk* adalah solar dengan harga perliteranya Rp. 6.500,- dan satu liter dapat menempuh jarak 8000 meter, sehingga biaya perjalanan pada *shift* pertama sebesar Rp 159.779,- per hari dan jumlah unit *dump truk* yang digunakan adalah 9 unit.

5. Kesimpulan

Hasil analisis data menunjukkan rute usulan menggunakan metode GVRP lebih optimal dibandingkan dengan metode yang selama ini digunakan oleh Dinas Lingkungan Hidup dengan selisih jarak 83.855 meter perhari.

Ucapan terima kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknoogi Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK – DIKTI) Republik Indonesia atas dukungan dana melalui Program Penelitian Dosen Pemula tahun anggaran 2018 sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai dengan harapan.. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dantzig, G., dan Ramser, J. *The truck dispatching problem*. Management Science,(1959), 6:80–91.
- Fauzi, Imron 2011, *Penggunaan Algoritma Dijkstra Dalam Pencarian Rute Tercepat Dan Rute Terpendek (Studi Kasus Pada Jalan Raya antara Wilayah Blok M dan Kota)*.
- Gendreau, Michel. Dkk. 2010. *A Tabu Search Heuristic for the Vehicle Routing Problem*. Jstor. Management Science, Vol. 40, No. 10 (Oct., 1994), pp. 1276-1290.
- Ghiani, G., dan Improta, G. *An efficient transformation of the generalized vehicle routing problem*, Eur. J. Oper. Res. 122 (2000) 11–17.
- Siang, Jek Jong. 2014. *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis Edisi 2*. Yogyakarta: ANDI.
- Laporte, G., dan Palekar, U. *Some applications of the clustered traveling salesman problem*, J. Oper. Res. Soc. 53 (2002) 972–976.
- P. C. Pop. 2007. *New Integer Programming Formulations of the Generalized Travelling Salesman Problem*. American Journal of Applied Sciences 4 (11): 932-937, 2007, ISSN 1546-9239
- _____. 2012. *Generalized Network Design Problems Modeling and Optimization*. Boston: de Gruyter.
- _____, Kara, Imdat., dan A., H., Marc. 2011. *New mathematical models of the generalized vehicle routing problem and extensions*. :Elsevier. Applied Mathematical Modelling 36(2012) 97–107
- Susanna S. 2012. *Discrete Mathematics with Application, 4th Edition*. Boston, Amerika Serikat: DePaul University.