

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA WARSHALL DAN DIJKSTRAA PADA METODE GVRP DALAM PENENTUAN RUTE TERPENDEK (STUDI KASUS : PT YAKULT CABANG SUMBAWA)

Berry Firmansyah¹, Koko Hermanto^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sumbawa

*Corresponding Author email: koko.hermanto@uts.ac.id

Abstrak

Diterima :

Bulan Januari
2021

Diterbitkan :

Bulan Februari
2021

Keyword :

Rute terpendek,
General Vehicle
Problem,
Algoritma
Warshall,
Algoritma
Dijkstra

Yakult merupakan salah satu perusahaan industri besar yang bergerak di bidang pembuatan susu fermentasi. Perusahaan ini memiliki aktivitas usaha yaitu menjual dan mendistribusikan susu fermentasi kepada Toko-toko. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis perbandingan Algoritma Warshall dan Dijkstra pada metode GVRP dalam penentuan rute terpendek. Adapun metode General Vehicle Routing Problem (GVRP) dipakai untuk memudahkan dalam mengelompokkan banyak toko (vertek) menjadi berbagai kelompok (kluster) sehingga dapat menentukan rute optimal dan biaya yang minimal. Algoritma Warshall merupakan metode yang memudahkan untuk menentukan rute terpendek dari semua titik ke semua titik serta memiliki metode yang sederhana dan mudah diimplementasikan. Sementara algoritma Dijkstra adalah metode untuk mencari jalur terpendek antara 2 titik dari titik awal ke titik tujuan. Dalam penelitian ini dianalisis bahwa algoritma Warshall dan Dijkstra untuk penentuan rute terpendek memiliki cara perhitungan dan hasil yang hampir sama dengan selisih total jarak 800 meter dengan selisih biaya Rp 645 dalam sekali jalan. Perbedaan rute hanya berada pada kluster 6 dan kluster 9. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa baik Algoritma Warshall dan Algoritma Dijkstra memiliki cara perhitungan yang hampir sama dengan total jarak dan biaya memiliki selisih yang relatif kecil.

PENDAHULUAN

Dalam dunia bisnis, banyak aspek yang mempengaruhi keberhasilan suatu perusahaan dalam bertahan dan bersaing yaitu di bidang pemasaran, produksi serta proses sistem distribusi. Salah satu aspek yang mempengaruhi keberhasilan pada perusahaan adalah sistem transportasi dan distribusi. Transportasi dan distribusi merupakan dua komponen yang selalu mempengaruhi keunggulan kompotitif suatu perusahaan karena penurunan biaya transportasi dapat meningkatkan keuntungan perusahaan secara tidak langsung.

Ada berbagai macam perusahaan industri yang ada di kabupaten Sumbawa, salah satunya perusahaan susu fermentasi yaitu Yakult. Yakult merupakan salah satu perusahaan industri besar yang bergerak di bidang pembuatan susu fermentasi. Perusahaan ini memiliki aktivitas usaha yaitu menjual dan mendistribusikan susu fermentasi kepada toko-toko dalam kegiatan operasional usahanya. Salah satu kantor cabang berada di Kabupaten Sumbawa dengan wilayah distribusi meliputi daerah-daerah sekitar Sumbawa.

Oleh karena itu, diperlukan strategi yang tepat yang diperlukan untuk menekan biaya rute distribusi seminimal mungkin. Dalam mendistribusikan produk ke berbagai daerah tentunya membutuhkan biaya transportasi yang tidak sedikit jumlahnya.

Mengetahui akan pentingnya proses pendistribusian yang tepat, maka penelitian ini dilakukan untuk membandingkan berbagai metode terhadap rute distribusi pada perusahaan Yakult dalam mencari solusi agar biaya distribusi menjadi optimal. Dari latar belakang tersebut, maka penulis menggunakan metode General Vehicle Routing Problem (GVRP), Algoritma Warshall dan Algoritma Dijkstra untuk mengolah data dan mencari rute terpendek. Karena pada metode ini memiliki kelebihan yaitu: menurut Petrica (2011) metode GVRP memudahkan dalam mengelompokkan banyak toko (vertek) menjadi berbagai kelompok (kluster) agar memudahkan dalam menentukan rute optimal dan biaya yang minimal. Algoritma Warshall adalah metode yang memudahkan menentukan rute terpendek dari semua titik ke semua titik serta memiliki metode yang sederhana dan mudah diimplementasikan. Sementara Algoritma Dijkstra digunakan untuk mencari jalur terpendek antara 2 titik dari titik awal ke titik tujuan (Jong Jek Siang, 2014).

Beberapa penelitian tentang model *general vehicle routing problem* (GVRP) dengan metode Dijkstra dalam pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari, seperti yang pernah diaplikasikan oleh Hermanto & Ermayanti (2019) dan Gautama & Hermanto (2020) pada penentuan rute terpendek bus sekolah. Selain itu juga juga aplikasi model GVRP dapat

digunakan dalam menentukan rute terpendek pendistribusian sampah yang pernah dilakukan oleh Hermanto & Ruskartina (2018) dan Hermanto & Ruskartina (2018b) serta dapat juga diaplikasikan dalam penentuan rute terpendek pendistribusian gas LPG seperti yang dilakukan oleh Hermanto et al (2020).

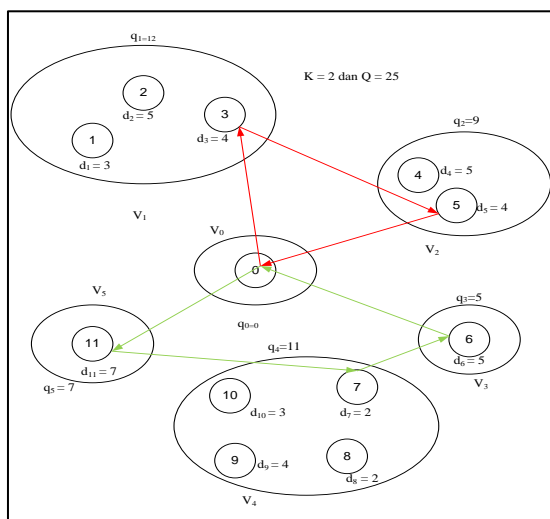
LANDASAN TEORI

Teori Graf

Graf adalah objek abstrak matematis, yang mana mengandung vertek dan edge. Edge menghubungkan sepasang vertek. Di sepanjang edge yang ada pada graf memungkinkan bergerak dari satu vertek ke vertek lainnya. Tergantung pada apakah atau tidak seseorang dapat berjalan di sepanjang edge oleh kedua sisi atau hanya satu sisi tergantung graf tersebut merupakan directed graf atau undirected graf (Magzhan & Jani, 2013).

General Vehicle Routing Problem (GVRP)

Penggunaan *GVRP* dimaksudkan untuk mencari rute terpendek yang direpresentasikan dengan sebuah graf berarah $G = (V,A)$ dengan $V = \{1,2,3, \dots, n\}$ sebagai himpunan vertek dan $A = \{(i,j)/i,j \in V, i \neq j\}$ himpunan edge. Nilai c_{ij} tidak bernilai negatif untuk setiap edge $(i,j) \in A$, himpunan vertek dibagi menjadi $k+1$ himpunan bagian tak kosong saling eksklusif, yang disebut dengan kluster $V_0, V_1, V_2, \dots, V_k (V = V_0 \cup V_1 \cup \dots \cup V_k$ dan $V_l \cap V_p = \emptyset$ untuk semua $l, p \in \{0, 1, \dots, k\}$ dan $l \neq p$. Kluster V_0 hanya memiliki satu vertek 0, yang mewakili depot dan n sisa vertek-vertiknya terbagi menjadi k kluster, yang mewakili konsumen yang tersebar secara geografis (Petrica C. Pop dan Andrei Horvat-Marc, 2012). Ilustrasi *GVRP* dan solusi layak yang merupakan lanjutan dari masalah *GVRP*, yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh solusi layak *GVRP*
Sumber : Hermanto, 2015.

Algoritma Warshall

Algoritma Warshall merupakan algoritma yang lebih efisien untuk mencari jarak terpendek dari semua titik ke semua titik. Algoritma warshall untuk mencari path terpendek merupakan algoritma yang sederhana dan mudah implementasinya. Prinsip dasarnya tidak jauh berbeda dengan algoritma Dijkstra. Pada iterasi ke-1, dihitung jarak terpendek dari semua titik ke semua titik apabila *path*-nya melalui titik V_i .

Algoritma warshall untuk mencari path terpendek adalah sebagai berikut :

1. $W = W^{(0)}$
2. Untuk $k = 1$ hingga n , lakukan: {pengujian jarak lewat titik V_k }
Untuk $i = 1$ hingga n , lakukan:
Untuk $j = 1$ hingga n lakukan:
Jika $W_{ij} > W_{i,k} + W_{k,j}$ maka tukar W_{ij} dengan $W_{i,k} + W_{k,j}$
3. $W^* = W$

Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra ditemukan oleh Edsger Dijkstra pada tahun 1959, adalah algoritma pencarian graf yang memecahkan masalah jalur terpendek yang bersumber dari satu vertek untuk sebuah graf dengan bobot vertek tidak boleh negatif (Asti, 2013). Analisis dilakukan dengan cara memeriksa vertek dengan bobot terkecil dan memasukkannya ke dalam himpunan solusi dengan awal pencarian vertek asal membutuhkan pengetahuan tentang semua jalur dan bobotnya, sehingga dibutuhkan pertukaran informasi dengan semua vertek.

METODE PENELITIAN

Analisis terhadap hasil pengolahan data untuk analisis perbandingan Algoritma Warshall dan Dijkstra pada *Generalized Vehicle Routing Problem (GVRP)* dalam penentuan rute terpendek, maka perlu di lakukan sebagai berikut :

1. Data yang sudah dikumpulkan langsung diolah menggunakan metode *GVRP* dan Algoritma Warshall :
 - a. Memodelkan dalam bentuk graf yaitu model *GVRP*
 - b. Gunakan Algoritma Warshall untuk menyusun model *CGVRP* dari studi kasus
2. Menganalisis perbandingan rute usulan berupa contoh penerapan beberapa metode dalam menentukan rute terpendek terhadap rute distribusi Yakult dalam kota sumbawa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

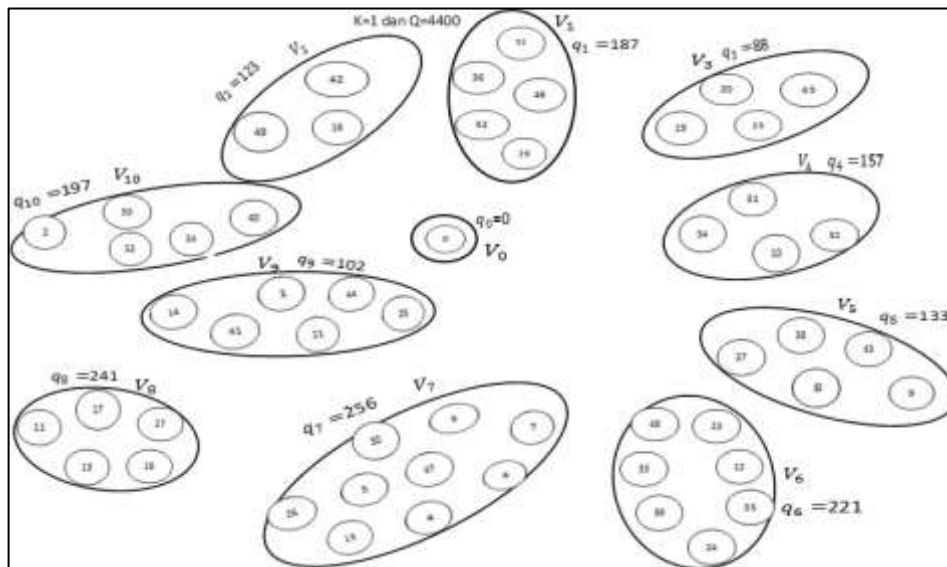
Deskripsi Masalah

Depot atau gudang Yakult beralamat Jl. Labu Puntii, Karang Dima, Labuhan Badas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat dan terletak pada posisi geografis 8°28'06.8"S 117°22'40.1"E, merupakan perusahaan yang bergerak dalam pembuatan dan pengiriman susu fermentasi. Proses pendistribusian dilakukan dengan mengirimkan Yakult ke toko-toko langganan. Pendistribusian yakult di kota Sumbawa menggunakan 1 kendaraan mobil box yang menempuh 8 km meter per liter dengan kapasitas

menghitung total jarak dibagi jarak tempuh per liter dikali dengan harga bensin. Jarak setiap terminal ditentukan menggunakan google maps dengan tetap memperhatikan jarak yang sebenarnya.

Simulasi Penyelesaian kasus Model GVRP

Setiap toko tujuan dikelompokkan berdasarkan masing-masing kelurahan. Kelurahan definisikan sebagai kluster, kluster disusun berdasarkan jarak terdekat dari depot sedangkan toko definisikan sebagai vertek. Pengelompokkan tetap memperhatikan kapasitas kendaraan dan bila melebihi kapasitas harus menggunakan kendaraan lain. Jumlah toko dan pengelompokkan sesuai



muatan 4400 pack yakult yang berbahan bakar bensin dengan harga bensin Rp 6.450 pada tahun 2019. Perhitungan biaya didapatkan dengan cara

kelurahan. Dapat diilustrasikan lokasi dan pengelompok pada gambar seperti Gambar 2 berikut:

Gambar 2. Pengelompokkan toko

Berdasarkan Gambar 2 setelah dikelompokkan selanjutnya dimodelkan rute GVRP yaitu langkah pertama menentukan satu titik tujuan dari vertek 0 ke semua vertek yang ada dan yang memiliki jarak terdekat dengan vertek 0 dan diperoleh vertek terdekat yaitu vertek 29 yang mewakili kluster 1, langkah kedua menentukan satu titik akhir dari semua vertek yang ada ke vertek 0 dan yang memiliki jarak terdekat dengan vertek 0 kecuali kluster 1 karena sudah dipilih dan diperoleh vertek terdekat yaitu vertek 16 yang mewakili kluster 2. Langkah ketiga menentukan titik tujuan dari vertek 29 ke semua vertek kecuali kluster yang telah terpilih dan diperoleh vertek terdekat yaitu vertek 19 yang mewakili kluster 3 dan seterusnya dilakukan dengan langkah yang sama. Setelah semua kluster mempunyai masing-masing titik awal yang telah dipilih sehingga pemodelan GVRP di ilustasikan pada gambar 3.

Menentukan rute terpendek menggunakan Algoritma Warshall

Perhitungan solusi optimal menggunakan model CGVRP dan Algoritma Warshall dari model GVRP:

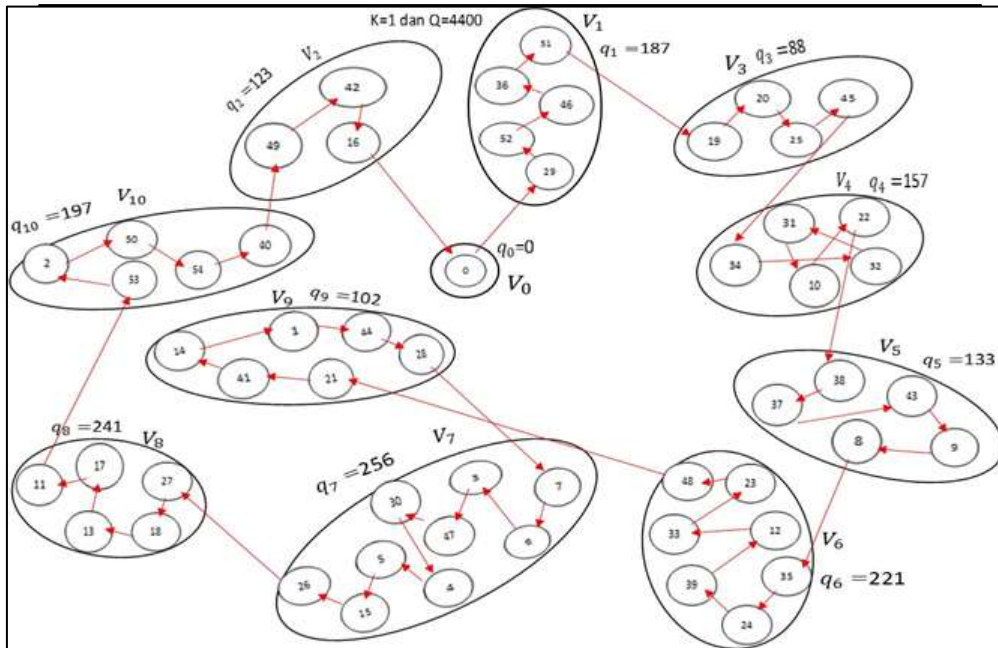
- a. Penyelesaian pada kluster 1

Berdasarkan model GVRP diatas sudah dipilih titik awal pada kluster 1 yaitu vertek 29.

$$i = v_{29}, v_{36}, v_{46}, v_{51}, v_{52}$$

$$j = v_{29}, v_{36}, v_{46}, v_{51}, v_{52}$$

		v_{29}	v_{36}	v_{46}	v_{51}	v_{52}
v_{29}		∞	1900	1000	4500	350
v_{36}		1900	∞	900	4100	1600
v_{46}		1000	900	∞	3500	650
v_{51}		4500	4100	3500	∞	3700
v_{52}		350	1600	650	3700	∞



Gambar 3 Model GVRP

Dari matriks diatas langkah selanjutnya pada perhitungan Algoritma Warshall yaitu melakukan iterasi untuk mencari jarak terdekat untuk setiap vertek, karena jarak terdekat setiap vertek sudah ada maka tidak perlu lagi melakukan iterasi. Selanjutnya untuk mencari rute teroptimal yang melalui semua vertek dengan menggunakan matrik Z. Matrik Z berfungsi untuk menentukan titik tujuan dari vertek awal dengan memilih jarak yang paling kecil dari vertek yang ada kecuali yang sudah terpilih.

$$Z = \begin{matrix} & v_{29} & v_{36} & v_{46} & v_{51} & v_{52} \\ \begin{matrix} v_{29} \\ v_{36} \\ v_{46} \\ v_{51} \\ v_{52} \end{matrix} & \begin{bmatrix} v_{52} & v_{52} & v_{52} & v_{52} & v_{52} \\ v_{51} & v_{51} & v_{51} & v_{51} & v_{51} \\ v_{36} & v_{36} & v_{36} & v_{36} & v_{36} \\ v_{46} & v_{46} & v_{46} & v_{46} & v_{46} \\ v_{46} & v_{46} & v_{46} & v_{46} & v_{46} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Berdasarkan matrik Z diketahui rute terpendek $v_{29}-v_{52}-v_{46}-v_{36}-v_{51}$ dengan total jarak 6000 meter.

Setelah melakukan perhitungan dengan cara yang sama pada semua kluster didapatkan data dari perhitungan masing-masing kluster dengan menggunakan GVRP setelah itu menggunakan model CGVRP dalam menghitung didalam kluster dan untuk menentukan urutan vertek yang dilalui

didalam kluster menggunakan Algoritma Warshall didapatkan keseluruhan rute terpendek yang digunakan dalam pendistribusian. Dengan rute terpendek sebagai berikut:

$v_{0}-v_{29}-v_{52}-v_{46}-v_{36}-v_{51}-v_{19}-v_{20}-v_{25}-v_{45}-v_{34}-v_{32}-v_{31}-v_{10}-v_{22}-v_{38}-v_{37}-v_{43}-v_{9}-v_{8}-v_{35}-v_{24}-v_{39}-v_{12}-v_{33}-v_{23}-v_{48}-v_{21}-v_{41}-v_{14}-v_{1}-v_{44}-v_{28}-v_{7}-v_{6}-v_{3}-v_{47}-v_{30}-v_{4}-v_{5}-v_{15}-v_{26}-v_{27}, v_{18}, v_{13}, v_{17}, v_{11}-v_{53}-v_{2}-v_{50}-v_{54}-v_{40}-v_{49}-v_{42}-v_{16}-v_{0}$ dengan total jarak sebesar 49400 meter. Dari hasil perhitungan rute terpendek dapat diilustrasikan pada gambar 4.

Menentukan rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra

Perhitungan solusi optimal menggunakan model CGVRP dan Algoritma Dijkstra dari model GVRP:

a. Penyelesaian pada kluster 1
Berdasarkan model GVRP diatas sudah dipilih titik awal pada kluster 1 yaitu vertek 29.

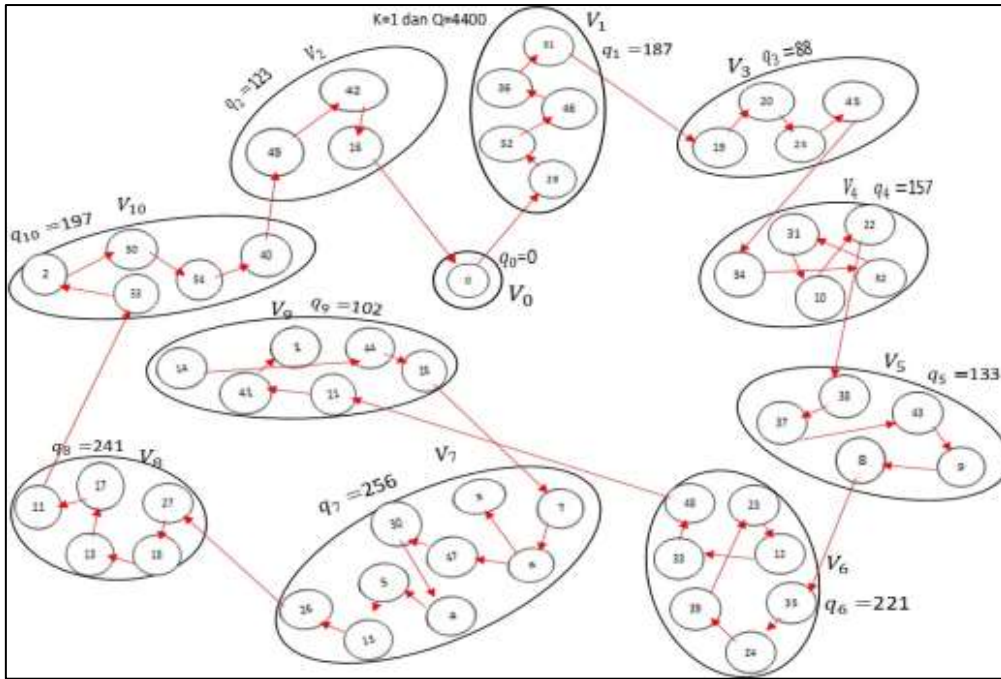
$$i = v_{29}, v_{36}, v_{46}, v_{51}, v_{52}$$

$$j = v_{29}, v_{36}, v_{46}, v_{51}, v_{52}$$

v_{29}	v_{36}	v_{46}	v_{51}	v_{52}
----------	----------	----------	----------	----------

$$W = \begin{matrix} v_{29} \\ v_{36} \\ v_{46} \\ v_{51} \\ v_{52} \end{matrix} \begin{bmatrix} \infty & 1900 & 1000 & 4500 & 350 \\ 1900 & \infty & 900 & 4100 & 1600 \\ 1000 & 900 & \infty & 3500 & 650 \\ 4500 & 4100 & 3500 & \infty & 3700 \\ 350 & 1600 & 650 & 3700 & \infty \end{bmatrix}$$

Berdasarkan data matrik tersebut selanjutnya melakukan itersi yang diilustrasikan dalam tabel 1.



Gambar 4. Model CGVRP menggunakan perhitungan Algoritma Warshall

Tabel 1 Iterasi penyelesaian kluster 1

i	D(29)	D(36)	D(46)	D(51)	D(52)	L
0	0	∞	∞	∞	∞	v_{29}
1	-	$\text{Min}\{\infty, 0+1900\}$ =1900	$\text{Min}\{\infty, 0+1000\}$ =1000	$\text{Min}\{\infty, 0+4500\}$ =4500	$\text{Min}\{\infty, 0+3500\}$ =3500	v_{29}, v_{52}
2	-	$\text{Min}\{1900, 350+1600\}$ =1900	$\text{Min}\{1000, 350+650\}$ =1000	$\text{Min}\{4500, 350+3700\}$ =4050	-	v_{29}, v_{52}, v_{46}
3	-	$\text{Min}\{1900, 1000+900\}$ =1900	-	$\text{Min}\{4050, 1000+3500\}$ =4050	-	$v_{29}, v_{52}, v_{46}, v_{36}$
4	-	-	-	$\text{Min}\{4050, 1900+4100\}$ =4050	-	$v_{29}, v_{52}, v_{46}, v_{36}, v_{51}$

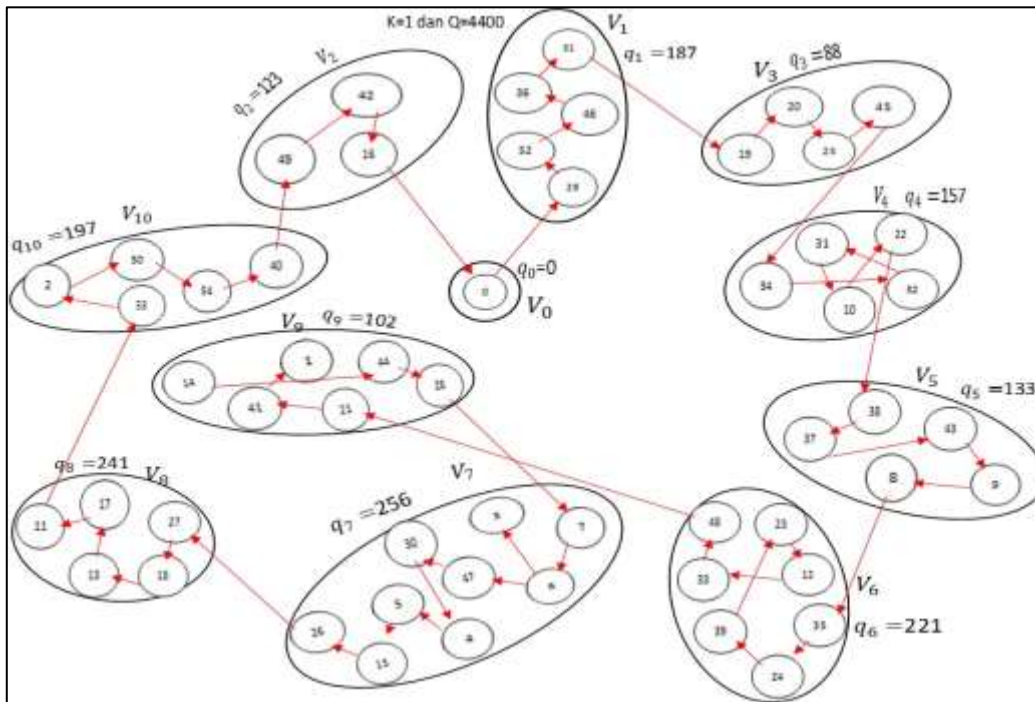
Keterangan = Rute Terpilih

Berdasarkan tabel diatas diketahui rute terpendek $v_{29}-v_{52}-v_{46}-v_{36}-v_{51}$ dengan total jarak 6000 meter.

Setelah melakukan perhitungan dengan cara yang sama pada semua kluster didapatkan data dari perhitungan masing-masing kluster dengan menggunakan GVRP setelah itu menggunakan model CGVRP dalam menghitung didalam kluster dan untuk menentukan urutan vertek yang dilalui didalam kluster menggunakan Algoritma Dijkstra didapatkan keseluruhan rute terpendek yang

digunakan dalam pendistribusian. Dengan rute terpendek sebagai berikut:

$v_0-v_{29}-v_{52}-v_{46}-v_{36}-v_{51}-v_{19}-v_{20}-v_{25}-v_{45}-v_{34}-v_{32}-v_{31}-v_{10}-v_{22}-v_{38}-v_{37}-v_{43}-v_9-v_8-v_{35}-v_{24}-v_{39}-v_{23}-v_{12}-v_{33}-v_{48}-v_{21}-v_{41}-v_1-v_{14}-v_{44}-v_{28}-v_7-v_6-v_3-v_{47}-v_{30}-v_4-v_5-v_{15}-v_{26}$



Gambar 5. Model CGVRP Perhitungan Algoritma Dijkstra

$v_{27}, v_{18}, v_{13}, v_{17}, v_{11}-v_{53}-v_2-v_{50}-v_{54}-v_{40}-v_{49}-v_{42}-v_{16}-v_0$ dengan total jarak sebesar 50200 meter.

Dari hasil perhitungan rute terpendek dapat di ilustrasikan pada gambar 5.

Analisa Perbandingan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Warshall dan Algoritma Dijkstra

Berdasarkan data hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat menganalisis perbandingan rute terpendek menggunakan Algoritma Warshall dan Algoritma Dijkstra dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Perbandingan Algoritma Warshall dan Dijkstra

No	Perhitungan	Perbandingan		
		Rute	Total Jarak Tempuh (Meter)	Total Biaya (RP)
1	Algoritma Warshall	$v_0-v_{29}-v_{52}-v_{46}-v_{36}-v_{51}-v_{19}-v_{20}-v_{25}-v_{45}-v_{34}-v_{32}-v_{31}-v_{10}-v_{22}-v_{38}-v_{37}-v_{43}-v_9-v_8-v_{35}-v_{24}-v_{39}-v_{12}-v_{33}-v_{23}-v_{48}-v_{21}-v_{41}-v_{14}-v_1-v_{44}-v_{28}-v_7-v_6-v_3-v_{47}-v_{30}-v_4-v_5-v_{15}-v_{26}-v_{27}, v_{18}, v_{13}, v_{17}, v_{11}-v_{53}-v_2-v_{50}-v_{54}-v_{40}-v_{49}-v_{42}-v_{16}-v_0$	49400	39.829,-.
2	Algoritma Dijkstra	$v_0-v_{29}-v_{52}-v_{46}-v_{36}-v_{51}-v_{19}-v_{20}-v_{25}-v_{45}-v_{34}-v_{32}-v_{31}-v_{10}-v_{22}-v_{38}$	50200	40.474,-.

No	Perhitungan	Perbandingan		
		Rute	Total Jarak Tempuh (Meter)	Total Biaya (RP)
		$v_{37}-v_{43}-v_9-v_8-v_{35}-v_{24}-v_{39}-v_{23}-v_{12}-v_{33}-v_{48}-v_{21}-v_{41}-v_1-v_{14}-v_{44}-v_{28}-v_7-v_6-v_3-v_{47}-v_{30}-v_4-v_5-v_{15}-v_{26}-v_{27}, v_{18}, v_{13}, v_{17}, v_{11}-v_{53}-v_2-v_{50}-v_{54}-v_{40}-v_{49}-v_{42}-v_{16}-v_0$		

Dari Tabel 2 dapat dianalisa bahwa Algoritma Warshall dan Dijkstra untuk menentukan rute terpendek memiliki cara perhitungan dan hasil yang hampir sama dengan selisih total jarak 800 meter dengan selisih biaya Rp. 645. dalam sekali jalan. Perbedaan rute hanya berada pada kluster 6 dan kluster 9.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan yang didasarkan atas rumusan masalah dan tujuan awal penelitian yaitu menganalisis penentuan Rute Terpendek dengan membandingkan Algoritma Warshall dan Dijkstra pada metode GVRP. Perhitungan dengan menggunakan Algoritma Warshall didapatkan rute terpendek dengan total jarak optimal sebesar 49,4 km sehingga menghabiskan biaya bahan bakar sebesar Rp 39.829. Sedangkan perhitung rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra didapatkan rute terpendek dengan total jarak optimal sebesar 50,2 km yang memiliki biaya sebesar Rp 40.474. Jadi Algoritma Warshall dan Algoritma Dijkstra memiliki cara perhitungan yang hampir sama dengan total jarak dan biaya memiliki selisih yang relatif kecil.

REFERENSI

Devo Avidianto P. (2010) Pengertian Distribusi dan Fungsi Distribusi. [Online].<http://www.devoav1997.webnode.com>

Faisol, F & Masduki Makruf. 2017." Distribusi Batik Madura Melalui Penerapan Generalized Vehicle Routing Problem (GVRP)".*Jurnal Matematika*: Vol 3 No 2, 101-104.

Gautama, I. P. W., & Hermanto, K. (2020). Penentuan Rute Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Dijkstra pada Jalur Bus Sekolah. *Jurnal Matematika*, 10(2), 116-

123.
<https://doi.org/10.24843/JMAT.2020.v10.i02.p128>

Hermanto, K., Adiasa, I., Altarisi, S., Rabani, R., & Amirul, M. (2020). Rute Usulan Pendistribusian LPG Menggunakan Model Clustered Generalized Vehicle Routing Problem (CGVRP) dan Algoritma Dijkstra. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 19(1), 27–36.
<https://doi.org/10.20961/performa.19.1.41858>

Hermanto, K., & Ermayanti, T. D. (2019). Analisa Optimasi Rute Transportasi Antar Jemput Siswa Menggunakan Model CGVRP dan Algoritma Dijkstra di SDIT Darus Sunnah. *Jurnal UJMC*, 5(2), 19–28. <http://e-jurnal.unisda.ac.id/index.php/ujmc/article/view/1653>

Hermanto, K., & Ruskartina, E. (2018a). Optimasi Rute Truk Pengangkut Sampah di Kota Sumbawa Besar Shift II Menggunakan GVRP. *Jurnal UJMC*, 4(2), 15–23.

Hermanto, K., & Ruskartina, E. (2018b). Usulan Rute Optimal Distribusi Sampah Shift I Kota Sumbawa Besar Menggunakan Metode GVRP. *Eigen Mathematics Journal*, 01(02), 7–12.

Hermanto, Koko. 2015. "Model Matematika Generalized Vehicle Routing Problem Dan Ekstensinya Studi Kasus: Pendistribusian Kertas Karton. Tesis. Universitas Gadjah Mada.

Indroyono Gitosudarmono, *Manajemen Pemasaran*. Yogyakarta: BPEE, 2000.

Irwan Iftadi, Wakhid Ahmad Jauhari, dan Beny Nugroho. "Perancangan Peta Evakuasi Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall untuk Penentuan Lintasan Terpendek: Studi Kasus". Makalah. 2011.

Jayanti, Ni Ketut Dewi Ari. 2014." Penggunaan Algoritma Floyd Warshall Dalam Masalah Jalur Terpendek Pada Penentuan Tata Letak Parkir". STMIK STIKOM Bali. Bali.

Maulidya, R dan Kusuma ningrum. 2013."Perbaikan Sistem Distribusi dan

- Tranportasi dengan menggunakan *distribution requitment planning (DRP)* dan *Algoritma Djijkstra*". Studi kasus : Depot Pertamina Tasikmalaya. *Jurnal Teknik industry*,pp ISSN.
- Hamin, Ismaillia Nur. (2017).Identifikasi Alternatif Pengadaan Bahan Baku di PDAM Kabupaten Boyolali. [Online].<http://www.etd.eprints.ums.ac.id/1743>
- Saputra, Ragil. 2011." Sistem Informasi Geografis Pencarian Rute Optimum Obyek Wisata Kota Yogyakarta Dengan Algoritma Floyd-Warshall".*Matematika*, Vol 14. No 1: Jurnal Matematika.
- Sari, Pipit.2017. " *Metode Vehicle Routing Problem (Vrp) Dalam Mengoptimalisasikan Rute Distribusi Air Minum PT.Smu*".*Jurnal SemNas*:147-153.
- Siang,Jong Jek.2014."Riset Operasi dalam pendekatan Algoritmis". Yogyakarta: Andi Offset.
- Tramizi. 2005."Optimasi usaha Tani dalam Pemanfaatan Air Irigasi Embung Leubuk Aceh besar," *Jurnal Teknik Pertanian*.