

Implementasi Pencarian Rute Terpendek *Tour Wisata* di Banyuwangi pada Agen *Travel* Menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* (Studi Kasus PT Zahira Kamila Nusantara)

Vira Ulyatul Maghfiroh^{1, a)}, Kusbudiono^{1, b)}, Ikhsanul Halikin^{1, c)}, Kristiana Wijaya^{1, d)}

¹Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

E-mail: ^{a)}virauliyatulmaghfiroh12@gmail.com, ^{b)}kusbudiono@unej.ac.id, ^{c)}ikhsan.fmipa@unej.ac.id, ^{d)}kristiana.fmipa@unej.ac.id

Abstract

Tourism is travel aim to visit tourist attractions. Holidays to tourist attractions can eliminate boredom, improve the brain's work system, and foster a feeling of happiness. Holidays to tourist attractions can be assisted by travel agents. This research was carried out by looking for the shortest route from tour packages the travel agent in Banyuwangi. Search for the shortest route is aim to save time on travel package rundown tour, the distance traveled, and the fuel used. Search for the shortest route can be calculated using Floyd Warshall Algorithm. This algorithm was chosen because it can evaluate each pair vertex at each iteration to find the shortest distance. Search for the shortest distance is checking each pair vertex and choosing the smallest distance between the actual distance and the initial distance plus the final distance. The results of this research are found in the last iteration of each tour package. The total distance of the tour package is calculated using the Floyd Warshall Algorithm to get smaller distance than the total distance of the tour package with the route taken normally. Tour package distance using Floyd Warshall Algorithm experienced distance savings seen from the difference between the two.

Keywords: Shortest Route, Tour Packages, Shortest Distance, Floyd Warshall Algorithm

Abstrak

Pariwisata merupakan perjalanan yang dilakukan dengan tujuan mendatangi tempat-tempat wisata. Liburan ke tempat wisata dapat menghilangkan rasa jenuh, meningkatkan sistem kerja otak, dan menumbuhkan rasa bahagia. Liburan ke tempat wisata dapat dibantu oleh agen *travel*. Penelitian kali ini dilakukan dengan mencari rute terpendek dari paket wisata yang disediakan agen *travel* di Banyuwangi. Pencarian rute terpendek dilakukan dengan tujuan menghemat waktu pada *rundown* perjalanan paket wisata, jarak yang ditempuh, dan bahan bakar yang dipakai. Pencarian rute terpendek dapat dihitung menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*. Algoritma ini dipilih karena dapat mengevaluasi setiap pasangan *vertex* pada setiap iterasi untuk mencari jarak terpendek. Pencarian jarak terpendek dilakukan dengan mengecek setiap pasangan *vertex* dan memilih jarak yang paling kecil diantara jarak sebenarnya dengan jarak awal ditambah jarak akhir. Hasil dari penelitian kali ini dapat dilihat pada iterasi terakhir setiap paket wisata di agen *travel*. Jarak total paket wisata yang dihitung menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* memperoleh jarak yang lebih kecil dari jarak total paket wisata dengan rute yang ditempuh biasanya. Jarak paket wisata menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* mengalami penghematan jarak dilihat dari selisih diantara keduanya.

Kata-kata kunci: Rute Terpendek, Paket Wisata, Jarak Terpendek, Algoritma *Floyd Warshall*

PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan perjalanan yang dilakukan dengan mendatangi tempat-tempat wisata. Kegiatan ini dilakukan dengan tujuan *refreshing*, menghilangkan rasa jenuh, dan menumbuhkan rasa bahagia. Liburan ke tempat wisata dapat dibantu oleh biro perjalanan wisata atau agen *travel*. Usaha biro perjalanan bersifat komersial yaitu mengatur, menyediakan dan menyelenggarakan paket wisata bagi wisatawan. Paket yang disediakan oleh biro perjalanan wisata yaitu transportasi, akomodasi wisata dan objek wisata yang akan dituju Lumanauw (2020). Biro perjalanan wisata juga menyediakan makanan dan minuman, pemandu wisata, dan asuransi yang terlampir saat perjalanan berlangsung. Kualitas agen *travel* dapat dilihat dari kesesuaian perjalanan dengan jadwal perjalanan yang telah direncanakan. Banyuwangi memiliki banyak rute perjalanan yang dapat ditempuh agen *travel*. Agen *travel* harus memilih rute yang paling pendek untuk menyesuaikan jadwal perjalanan supaya tidak melebihi waktu yang direncanakan. Rute terpendek dapat dicari menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*.

Algoritma *Floyd Warshall* adalah algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan jarak terpendek dari graf berbobot dan berarah Nawagusti (2018). Algoritma ini menggunakan matriks *adjacency* dari beberapa tahap. Algoritma *Floyd Warshall* mengecek setiap pasangan *vertex* dari setiap iterasi sebanyak ordo pada matriks. Pengecekan dilakukan dengan cara membandingkan nilai jarak sebenarnya dengan nilai jarak awal ditambah nilai jarak akhir. Hasil jarak terpendek yang dihitung menggunakan algoritma ini terdapat pada iterasi terakhir.

METODE PENELITIAN

Studi Literatur

Penelitian dilakukan dengan mencari referensi materi terkait persoalan jarak terpendek menggunakan metode Algoritma *Floyd Warshall* dari buku, jurnal, artikel ilmiah, dan referensi lainnya.

Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berdasarkan judul penelitian ini yaitu PT Zahira Kamila Nusantara yang terletak di Sukopuro Wetan, Sukonatar, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

Pengambilan Data Penelitian

Data diperoleh berdasarkan wawancara secara langsung oleh peneliti kepada pemilik agen *travel*. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu objek wisata yang menjadi titik tujuan pelanggan dan jarak tempuh agen *travel* menuju objek wisata yang diperoleh secara langsung melalui aplikasi *Google Maps* dengan satuan kilometer (km). Objek wisata yang disediakan oleh agen *travel* terdapat pada Tabel 2.1 dengan 4 paket wisata berdasarkan kunjungan hari. Data yang diperoleh diterapkan dalam bentuk graf dan diselesaikan dengan metode Algoritma *Floyd Warshall* untuk menentukan rute terpendek menuju objek wisata yang dituju.

TABEL 2.1 Data Objek Wisata Berdasarkan Paket yang Disediakan

Hari ke-	Paket 1	Paket 2	Paket 3	Paket 4
1	Start (PT Zahira Kamila Nusantara) Bangsring <i>Underwater</i> Kampung Kopi Lerek Gombengsari Pusat Oleh-oleh Khas Banyuwangi Ketapang Indah Hotel	Resort Tanjung Pasir Tanjung Gebang Goa Istana Alas Purwo Pantai Grajagan Pantai Gumuk Kantong	Start (PT Zahira Kamila Nusantara) Dialoog Hotel Banyuwangi Pantai Watudodol Banyuwangi <i>Dive Center</i> Pulau Tabuhan	Start (PT Zahira Kamila Nusantara) De Djawatan <i>Forest</i> Pulau Merah Dialoog Hotel Banyuwangi -

Implementasi Pencarian Rute Terpendek Tour Wisata di Banyuwangi pada Agen Travel Menggunakan
Algoritma Floyd Warshall
(Studi Kasus PT Zahira Kamila Nusantara)

	-	Wisata Bahari	Dialoog	Hotel	-	
	-	<i>Snorkeling & Diving</i>	Banyuwangi			
	-	Teluk Pangpang				
	-	<i>Mangrove Trail</i>				
	-	Jatipapak				
	-	<i>Resort Tanjung Pasir</i>				
2	Ketapang Indah Hotel	-	Dialoog Banyuwangi	Hotel	Dialoog Banyuwangi	Hotel
	Air Terjun Jagir	-	Taman Baluran	Nasional	Kampung Batik	Wisata
	<i>Start</i> (PT Zahira Kamila Nusantara)	-	Dialoog Banyuwangi	Hotel	Pantai Cemara	
	-	-			Rafting Kalibadeng	
	-	-			Dialoog Banyuwangi	Hotel
3	-	-	Dialoog Banyuwangi	Hotel	Dialoog Banyuwangi	Hotel
	-	-	Kawah Ijen		Taman Nasional Baluran	
	-	-	Dialoog Banyuwangi	Hotel	Dialoog Banyuwangi	Hotel
	-	-	<i>Start</i> (PT Zahira Kamila Nusantara)			
4	-	-			Dialoog Banyuwangi	Hotel
	-	-			Pendopo Swagata Blambangan	Sabha
	-	-			Taman Blambangan	
	-	-			Museum Blambangan	
	-	-			Pusat Khas Banyuwangi	Oleh-oleh
	-	-			Kawah Ijen	
	-	-			<i>Start</i> (PT Zahira Kamila Nusantara)	

Pengolahan Data

Data yang diperoleh akan direpresentasikan dalam bentuk graf berarah dan graf berbobot. Sebuah graf berarah (*directed graph* atau *digraph*) G adalah pasangan himpunan (V, A) yang terdiri dari himpunan titik tak kosong dan himpunan sisi berarah. Pada persoalan jarak terpendek, jarak dari titik u ke titik v dapat dinotasikan dengan $d(u, v)$ yaitu panjang lintasan berarah terpendek dari titik u ke titik v . Jika tidak ada lintasan yang menghubungkan antara dua titik tersebut maka $d(u, v) = \infty$. $d(u, v)$ tidak harus sama dengan sisi $d(u, v)$ (Slamin, 2019). Graf berbobot adalah graf yang sisi-sisinya diberi harga (bobot). Bobot pada setiap sisinya dapat dinyatakan dengan jarak antara dua kota, waktu tempuh antara dua kota, biaya perjalanan yang ditempuh dan lain sebagainya. Pada graf berbobot semua sisi berbobotnya bernilai positif (Munir, 2010).

Pada penelitian ini, objek wisata direpresentasikan sebagai *vertex*. Semua *vertex* digambarkan ke dalam bentuk graf untuk memudahkan dalam pencarian bobot pada setiap paket wisata. Bobot dinyatakan sebagai jarak antar objek wisata yang diambil dengan satuan kilometer (km) menggunakan *Google Maps*. Jarak yang digunakan berupa angka dan simbol tak hingga (∞). Simbol tak hingga (∞) menunjukkan bahwa tidak ada jarak antar objek wisata. Bobot tersebut direpresentasikan ke dalam bentuk matriks *adjacency* (ketetanggaan). Bobot yang telah direpresentasikan ke dalam bentuk matriks dihitung menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*.

Penentuan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*

Algoritma *Floyd Warshall* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari rute terpendek pada suatu graf berarah dan berbobot. Algoritma ini memulai iterasi dari titik awal hingga titik akhir dengan mengevaluasi titik demi titik untuk mencari bobot paling minimum dari semua titik pada suatu graf. Pada metode ini setiap solusinya saling berkaitan dengan solusi sebelumnya. Solusi metode ini dihitung menggunakan solusi pada tahap sebelumnya sehingga terdapat kemungkinan memiliki solusi lebih dari satu Hasibuan (2016).

Pencarian bobot minimum menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* dapat dimulai dengan merepresentasikan graf dalam bentuk matriks *adjacency*. $X = X^0$ yaitu matriks *adjacency* berarah dan berbobot. Proses iterasi dilakukan setiap X^0 sampai X^n dengan n merupakan banyak titik pada graf. Pada setiap elemen matriks X^0 dilakukan pengecekan. Menurut Hasibuan (2016), pengecekan dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$X_{ij} > X_{ik} + X_{kj} \quad (1)$$

X_{ij} adalah bobot sebenarnya, sedangkan X_{ik} dan X_{kj} berturut-turut adalah nilai bobot awal dan akhir. i baris dan j kolom dapat dinotasikan dengan $i, j = 1, 2, 3 \dots, n$. k yaitu iterasi yang dilakukan dan dapat dinotasikan dengan $k = 0, 1, 2, \dots, n$. Penentuan *shortest path* dari i ke j memuat titik k . *Shortest path* tersebut memuat i ke k dan k ke j . Pada setiap elemen matriks pada setiap iterasi X^0 sampai X^n dilakukan pengecekan apakah $X_{ij} > X_{ik} + X_{kj}$, jika memenuhi maka X_{ij} diganti dengan $X_{ik} + X_{kj}$ dan apabila tidak memenuhi pengecekan maka bobot X_{ij} tidak diganti. Hasil akhir pencarian bobot minimum yaitu X^n . Sebagai contoh pengecekan $X_{ij} = 2$, sedangkan $X_{ik} + X_{kj} = \infty + 1 = \infty$. Bobot X_{ij} tidak memenuhi pengecekan $X_{ij} > X_{ik} + X_{kj}$ sehingga bobot X_{ij} tidak perlu ditukar dengan $X_{ik} + X_{kj}$. Bobot minimum yang dihasilkan dari contoh tersebut yaitu $X_{ij} = 2$.

Berdasarkan data yang akan diteliti, jarak terpendek pada 4 paket wisata dihitung menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*. Hasil jarak terpendek terdapat pada matriks iterasi terakhir. Matriks iterasi terakhir dianalisis untuk dicari rute terpendek diantara rute-rute yang lain sehingga menghasilkan rute perjalanan pada masing-masing paket wisata agen *travel*.

Perbandingan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* dengan Paket Wisata Sebenarnya

Hasil rute terpendek yang diperoleh menggunakan perhitungan Algoritma *Floyd Warshall* dibandingkan dengan rute pada paket wisata sebenarnya. Kedua jarak tersebut dibandingkan untuk mengetahui apakah jarak terpendek menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* memiliki nilai lebih kecil dari jarak paket wisata sebenarnya. Apabila nilai yang diperoleh metode tersebut lebih kecil maka dapat dikatakan jarak tersebut memenuhi solusi jarak terpendek dan memenuhi tujuan pencarian jarak terpendek yaitu menghemat jarak tempuh dan bahan bakar yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.1, tabel tersebut merupakan data paket wisata yang disediakan agen *travel* berdasarkan hari kunjungan. Perhitungan Algoritma *Floyd Warshall* pada setiap paket wisata diawali dengan penotasian *vertex* dan penentuan bobot setiap lintasan yang dapat dilalui. Penerapan algoritma ini dibantu oleh program *python* dengan *Google Colaboratory*. Hasil yang diperoleh dianalisa untuk mencari rute terpendek pada setiap paket wisata. Rute terpendek yang telah dianalisa dibandingkan dengan rute paket wisata sebenarnya.

Penotasian *Vertex* dan Penentuan Bobot

Objek wisata pada paket wisata berdasarkan Tabel 2.1 dinotasikan sebagai *vertex*. *Vertex* tersebut direpresentasikan ke dalam bentuk graf. Bobot yaitu jarak antar *vertex* yang diambil menggunakan *Google Maps* dengan satuan kilometer (km).

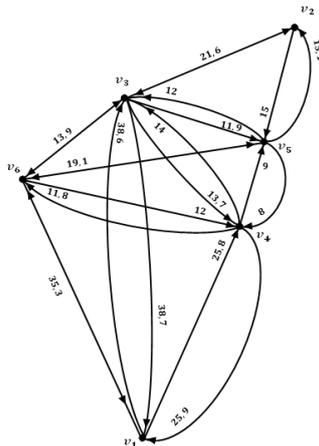
a. Paket Wisata 1

Paket wisata 1 memiliki 6 objek wisata. Objek wisata tersebut diletakkan pada tabel untuk memudahkan perhitungan. Berikut Tabel 2 yang merupakan representasi *vertex* dari objek wisata pada paket wisata 1.

TABEL 3.1 Penotasian *Vertex* Pada Paket Wisata 1

Kode <i>Vertex</i>	Nama Objek Wisata
V_1	Start (PT Zahira Kamila Nusantara)
V_2	Bangsring <i>Underwater</i>
V_3	Kampung Kopi Lerek Gombengsari
V_4	Pusat Oleh-oleh Khas Banyuwangi
V_5	Ketapang Indah Hotel
V_6	Air Terjun Jagir

Semua *vertex* dan jarak antar *vertex* pada paket wisata 1 direpresentasikan dalam bentuk graf pada Gambar 3.1 berikut.



GAMBAR 3.1 Representasi Paket Wisata 1 dalam Graf

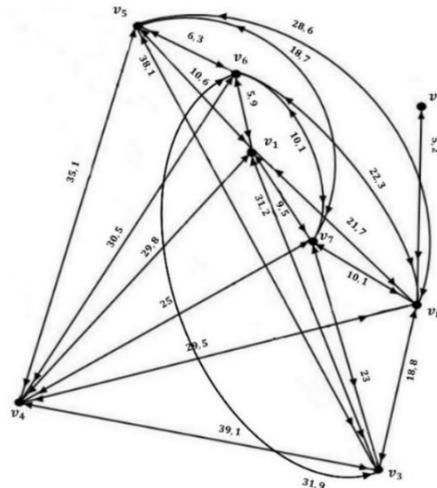
b. Paket Wisata 2

Paket wisata 2 memiliki 8 objek wisata. Objek wisata tersebut diletakkan pada tabel untuk memudahkan perhitungan. Berikut Tabel 3.2 yang merupakan representasi *vertex* dari objek wisata pada paket wisata 2.

TABEL 3.2 Penotasian *Vertex* Pada Paket Wisata 2

Kode <i>Vertex</i>	Nama Objek Wisata
V_1	<i>Resort</i> Tanjung Pasir
V_2	Tanjung Gebang
V_3	Goa Istana Alas Purwo
V_4	Pantai Grajagan
V_5	Pantai Gumuk Kantong
V_6	Wisata Bahari <i>Snorkeling & Diving</i>
V_7	Teluk Pangpang
V_8	<i>Mangrove Trail</i> Jatipapak

Semua *vertex* dan jarak antar *vertex* pada paket wisata 2 direpresentasikan dalam bentuk graf pada Gambar 3.2 berikut.



GAMBAR 3.2 Representasi Paket Wisata 2 dalam Graf

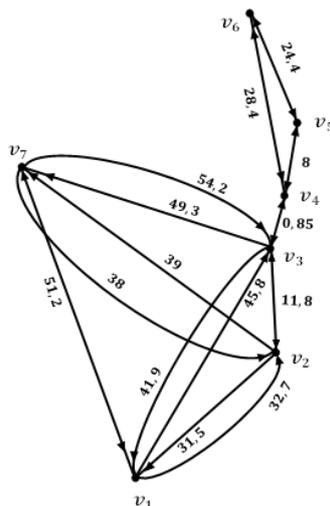
c. Paket Wisata 3

Paket wisata 3 memiliki 7 objek wisata. Objek wisata tersebut diletakkan pada tabel untuk memudahkan perhitungan. Berikut Tabel 3.3 yang merupakan representasi *vertex* dari objek wisata pada paket wisata 3.

TABEL 3.3 Penotasian *Vertex* Pada Paket Wisata 3

Kode <i>Vertex</i>	Nama Objek Wisata
V_1	Start (PT Zahira Kamila Nusantara)
V_2	Dialog Hotel Banyuwangi
V_3	Pantai Watudodol
V_4	Banyuwangi <i>Dive Center</i>
V_5	Pulau Tabuhan
V_6	Taman Nasional Baluran
V_7	Kawah Ijen

Semua *vertex* dan jarak antar *vertex* pada paket wisata 3 direpresentasikan dalam bentuk graf pada Gambar 3.3 berikut.



GAMBAR 3.3 Representasi Paket Wisata 3 dalam Graf

d. Paket Wisata 4

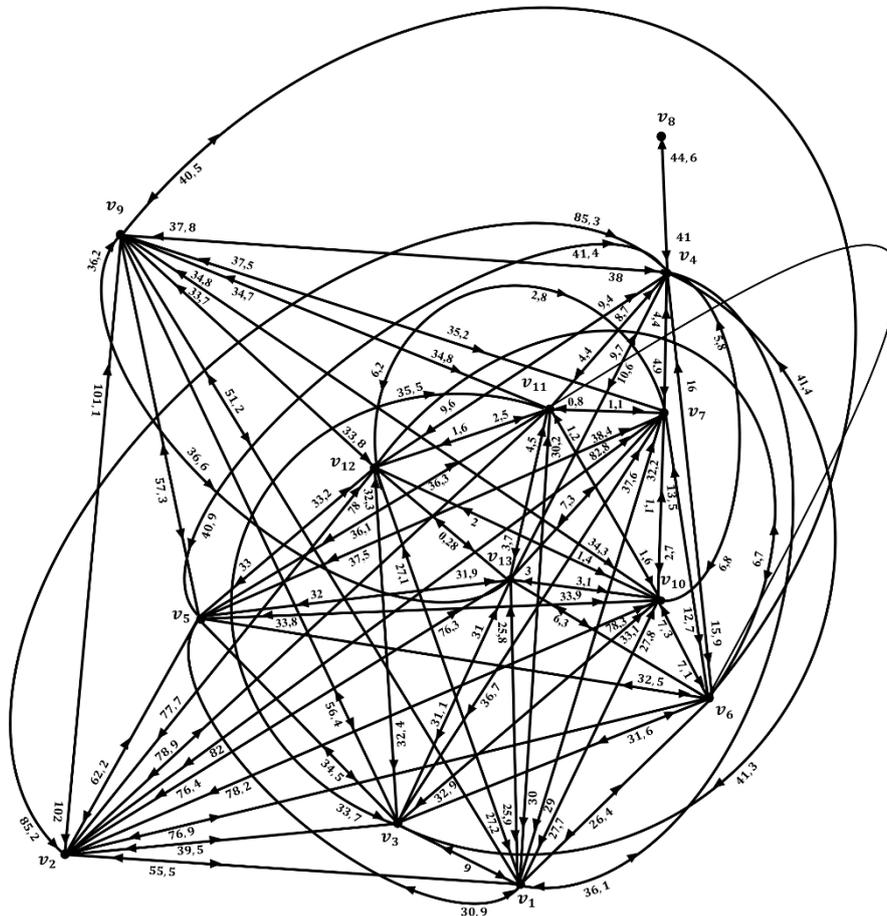
Paket wisata 4 memiliki 13 objek wisata. Objek wisata tersebut diletakkan pada tabel untuk memudahkan perhitungan. Berikut Tabel 3.4 yang merupakan representasi *vertex* dari objek wisata pada paket wisata 4.

Implementasi Pencarian Rute Terpendek Tour Wisata di Banyuwangi pada Agen Travel Menggunakan Algoritma Floyd Warshall
(Studi Kasus PT Zahira Kamila Nusantara)

TABEL 3.4 Penotasian *Vertex* Pada Paket Wisata 4

Kode <i>Vertex</i>	Nama Objek Wisata
V_1	Start (PT Zahira Kamila Nusantara)
V_2	Pulau Merah
V_3	De Djawatan <i>Forest</i>
V_4	Dialog Hotel Banyuwangi
V_5	Rafting Kalibadeng
V_6	Pantai Cemara
V_7	Kampung Wisata Batik Temenggungan
V_8	Taman Nasional Baluran
V_9	Kawah Ijen
V_{10}	Taman Blambangan
V_{11}	Pendopo Sabha Swagata Blambangan
V_{12}	Museum Blambangan
V_{13}	Pusat Oleh-oleh Khas Banyuwangi

Semua *vertex* dan jarak antar *vertex* pada paket wisata 4 direpresentasikan dalam bentuk graf pada Gambar 3.4 berikut.



GAMBAR 3.4 Representasi Paket Wisata 4 dalam Graf

3.2 Representasi Graf dalam Matriks

Vertex dan jarak yang telah diidentifikasi direpresentasikan ke dalam bentuk matriks untuk mempermudah perhitungan. Perhitungan dimulai dari iterasi awal sampai iterasi terakhir. Hasil setiap iterasi disajikan dalam bentuk matriks. Matriks iterasi awal dinotasikan dengan X^0 sedangkan iterasi

terakhir dinotasikan dengan X^n dimana n banyak *vertex* pada paket wisata. Hasil akhir rute terpendek terdapat pada iterasi terakhir.

a. Paket Wisata 1

Representasi graf dalam matriks pada paket wisata 1 berdasarkan *vertex* dan jarak yang telah ditentukan yaitu :

$$X^0 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 & V_5 & V_6 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & \infty & 38,6 & 25,8 & \infty & 35,3 \\ \infty & 0 & 21,6 & \infty & 15 & \infty \\ 38,7 & 21,6 & 0 & 13,7 & 11,9 & 13,9 \\ 25,9 & \infty & 14 & 0 & 9 & 11,8 \\ \infty & 15,1 & 12 & 8 & 0 & 19,1 \\ 35,3 & \infty & 13,9 & 12 & 19,1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

b. Paket Wisata 2

Representasi graf dalam matriks pada paket wisata 2 berdasarkan *vertex* dan jarak yang telah ditentukan yaitu :

$$X^0 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 & V_5 & V_6 & V_7 & V_8 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \\ V_7 \\ V_8 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & \infty & 31,2 & 29,8 & 10,6 & 5,9 & 9,5 & 21,7 \\ \infty & 0 & \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 5,2 \\ 31,2 & \infty & 0 & 39,1 & 38,1 & 31,9 & 23 & 18,8 \\ 29,8 & \infty & 39,1 & 0 & 35,1 & 30,5 & 25 & 29,5 \\ 10,6 & \infty & 38,1 & 35,1 & 0 & 6,3 & 18,7 & 28,6 \\ 5,9 & \infty & 31,9 & 30,5 & 6,3 & 0 & 10,1 & 22,3 \\ 9,5 & \infty & 23 & 25 & 18,7 & 10,1 & 0 & 10,1 \\ 21,7 & 5,2 & 18,8 & 29,5 & 28,6 & 22,3 & 10,1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

c. Paket Wisata 3

Representasi graf dalam matriks pada paket wisata 3 berdasarkan *vertex* dan jarak yang telah ditentukan yaitu :

$$X^0 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 & V_5 & V_6 & V_7 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \\ V_7 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 32,7 & 45,8 & \infty & \infty & \infty & 51,2 \\ 31,5 & 0 & 11,8 & \infty & \infty & \infty & 39 \\ 41,9 & 11,8 & 0 & 0,85 & \infty & \infty & 49,3 \\ \infty & \infty & 0,85 & 0 & 8 & 28,4 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 8 & 0 & 24,4 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 28,4 & 24,4 & 0 & \infty \\ 51,2 & 38 & 54,2 & \infty & \infty & \infty & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

d. Paket Wisata 4

Representasi graf dalam matriks pada paket wisata 4 berdasarkan *vertex* dan jarak yang telah ditentukan yaitu :

$$\begin{matrix} V_1 & V_2 & V_3 & V_4 & V_5 & V_6 & V_7 & V_8 & V_9 & V_{10} & V_{11} & V_{12} & V_{13} \end{matrix}$$

Implementasi Pencarian Rute Terpendek Tour Wisata di Banyuwangi pada Agen Travel Menggunakan
 Algoritma Floyd Warshall
 (Studi Kasus PT Zahira Kamila Nusantara)

V_1	0	55,5	9	36,1	30,9	26,4	32,2	∞	51,2	27,8	30,2	27,1	25,8
V_2	55,5	0	39,5	85,3	62,2	76,9	82,8	∞	101,1	78,3	78,9	78	76,3
V_3	9	39,5	0	41,4	34,5	31,6	37,6	∞	56,4	33,1	35,5	32,3	31
V_4	36,1	85,2	41,3	0	40,9	15,9	4,9	44,6	37,8	6,8	4,4	9,6	10,6
V_5	30,9	62,2	34,5	41,4	0	32,5	38,4	∞	57,3	33,9	36,3	33,2	31,9
V_6	26,4	76,9	31,6	16	32,5	0	13,5	∞	40,5	7,3	9,1	6,7	6,3
$X^0 = V_7$	29	82	36,7	4,4	37,5	12,7	0	∞	37,5	2,7	0,8	6,2	7,3
V_8	∞	∞	∞	41	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞
V_9	51,2	102	56,4	38	57,3	40,5	35,2	∞	0	34,3	34,8	33,8	36,6
V_{10}	27,7	78,2	32,9	5,8	33,8	7,1	1,1	∞	34,8	0	1,2	2	3
V_{11}	30	78,9	33,7	8,7	36,1	8,2	1,1	∞	34,7	1,6	0	1,6	3,7
V_{12}	27,2	77,7	32,4	9,4	33	6,7	2,8	∞	33,7	1,4	2,5	0	0,28
V_{13}	25,9	76,4	31,1	9,7	32	6,3	7,3	∞	36,2	3,1	4,5	0,28	0

Penentuan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Floyd Warshall

Perhitungan dihitung menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* dibantu oleh program *Phyton* dengan *Google Colaboratory*. Proses perhitungan dilakukan dengan mengecek setiap elemen matriks pada setiap iterasi menggunakan Persamaan 1 apakah jarak sebenarnya lebih kecil dari jarak awal ditambah jarak akhir. Apabila terdapat jarak yang lebih kecil diantara jarak sebenarnya dengan jarak awal ditambah jarak akhir, maka jarak tersebut diambil sebagai hasil dari proses pengecekan. Proses pengecekan selanjutnya dilakukan pada iterasi kedua, ketiga sampai iterasi terakhir pada saat X^n dimana n banyak *vertex* pada paket wisata. Pada iterasi terakhirlah jarak terpendek pada paket wisata dapat diperoleh.

a. Paket Wisata 1

Berdasarkan proses perhitungan menggunakan program *Phyton* diperoleh hasil perhitungan pada iterasi terakhir yaitu :

0	49.9	38.6	25.8	34.8	35.3
48.9	0	21.6	23	15	34.1
38.7	21.6	0	13.7	11.9	13.9
25.9	24.1	14	0	9	11.8
33.9	15.1	12	8	0	19.1
35.3	34.2	13.9	12	19.1	0

b. Paket Wisata 2

Berdasarkan proses perhitungan menggunakan program *Phyton* diperoleh hasil perhitungan pada iterasi terakhir yaitu :

0	24.8	31.2	29.8	10.6	5.9	9.5	19.6
24.8	0	24.0	34.7	31.7	25.4	15.3	5.2
31.2	24.0	0	39.1	38.1	31.9	23	18.8
29.8	34.7	39.1	0	35.1	30.5	25	29.5
10.6	31.7	38.1	35.1	0	6.3	16.4	26.5
5.9	25.4	31.9	30.5	6.3	0	10.1	20.2
9.5	15.3	23	25	16.4	10.1	0	10.1
19.6	5.2	18.8	29.5	26.5	20.2	10.1	0

c. Paket Wisata 3

Berdasarkan proses perhitungan menggunakan program *Phyton* diperoleh hasil perhitungan pada iterasi terakhir yaitu :

0	32.7	44.5	45.35	53.35	73.75	51.2
31.5	0	11.8	12.65	20.65	41.05	39
41.9	11.8	0	0.85	8.85	29.25	49.3
42.75	12.65	0.85	0	8	28.4	50.15

```
50.75 20.65 8.85 8 0 24.4 58.15
71.15 41.05 29.25 28.4 24.4 0 78.55
51.2 38 49.8 50.65 58.65 79.05 0
```

d. Paket Wisata 4

Berdasarkan proses perhitungan menggunakan program *Phyton* diperoleh hasil perhitungan pada iterasi terakhir yaitu :

```
0 48.5 9 32.980000000000004 30.9 26.4 28.580000000000002 77.58 51.2 27.48
28.580000000000002 26.080000000000002 25.8
48.5 0 39.5 77.68 62.2 71.1 73.28 122.28 95.9 72.18 73.28 70.78 70.5
9 39.5 0 38.18 34.5 31.6 33.78 82.78 56.4 32.68 33.78 31.28 31
32.18 76.88 37.38 0 38.28 12.58 4.9 44.6 37.8 6.0 4.4 6.0 6.28
30.9 62.2 34.5 39.08 0 32.5 34.68 83.68 57.3 33.58 34.68 32.18 31.9
26.4 71.1 31.6 12.8 32.5 0 8.4 57.4 40.28 7.3 8.5 6.58 6.3
28.58 73.28 33.78 4.4 34.68 8.98 0 49.0 35.5 2.4000000000000004 0.8
2.4000000000000004 2.6800000000000006
73.18 117.88 78.38 41 79.28 53.58 45.9 0 78.8 47.0 45.4 47.0 47.28
51.2 95.9 56.4 38 57.3 40.379999999999995 35.2 82.6 0 34.3 34.8 33.8 34.08
27.7 72.4 32.9 5.5 33.8 7.1 1.1 50.1 34.8 0 1.2 2 2.2800000000000002
27.779999999999998 72.47999999999999 32.980000000000004 5.5 33.88 8.18 1.1 50.1
34.7 1.6 0 1.6 1.8800000000000001
26.18 70.88 31.380000000000003 6.9 32.28 6.58 2.5 51.5 33.7 1.4 2.5 0 0.28
25.9 70.6 31.1 7.180000000000001 32 6.3 2.7800000000000002 51.78 33.980000000000004
1.68 2.7800000000000002 0.28 0
```

Perbandingan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* dengan Paket Wisata Sebenarnya

Hasil rute terpendek yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* dibandingkan dengan rute pada paket wisata sebenarnya. Jarak kedua rute tersebut dibandingkan untuk mengetahui apakah perhitungan menggunakan metode Algoritma *Floyd Warshall* menghasilkan jarak yang lebih pendek dari jarak paket wisata sebenarnya.

a. Paket Wisata 1

Berdasarkan hasil perhitungan rute terpendek yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* pada iterasi ke-6 hari pertama dan kedua yaitu sebesar 130,8 km dari titik awal $V_1, V_4, V_3, V_2, V_5, V_6, V_1$. Paket wisata sebenarnya memiliki rute hari pertama dan kedua yang diawali dari $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_1$ memperoleh jarak 148,6 km. Selisih jarak keduanya yaitu $148,6 - 130,8 = 17,8$ km, sehingga rute yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* memiliki jarak yang lebih pendek. Paket wisata sebenarnya mengalami penghematan jarak sebesar 17,8 km.

Jadi rute kunjungan paket wisata 1 yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* berdasarkan nama objek wisata yang dikunjungi pada hari pertama dimulai dari PT Zahira Kamila Nusantara (*Start*), Pusat Oleh-oleh Khas Banyuwangi, Kampong Kopi Lerek Gombengsari, Bangsring *Underwater*, Ketapang Indah Hotel dan hari kedua dimulai dari Ketapang Indah Hotel, Air Terjun Jagir, dan kembali ke PT Zahira Kamila Nusantara (*Start*).

b. Paket Wisata 2

Berdasarkan hasil perhitungan rute terpendek yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* pada iterasi ke-8 dari titik awal $V_1, V_6, V_5, V_7, V_8, V_2, V_3, V_4, V_1$ yaitu 136,8 km. Paket wisata sebenarnya memiliki rute $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_1$ dan memperoleh jarak 173,3 km. Selisih jarak keduanya yaitu $173,3 - 136,8 = 36,5$ km, sehingga jarak yang dihitung dengan Algoritma *Floyd Warshall* memiliki jarak yang lebih pendek. Paket wisata sebenarnya mengalami penghematan jarak sebesar 36,5 km.

Jadi rute kunjungan paket wisata 2 yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* berdasarkan nama objek wisata yang dikunjungi dimulai dari *Resort* Tanjung Pasir, Wisata Bahari *Snorkeling & Diving*, Pantai Gumuk Kantong, Teluk Pangpang, *Mangrove Trail* Jatipapak, Tanjung Gebang, Goa Istana Alas Purwo, Pantai Grajagan, dan kembali ke *Resort* Tanjung Pasir.

c. Paket Wisata 3

Berdasarkan hasil perhitungan rute terpendek yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* pada iterasi ke-7 hari pertama, kedua, dan ketiga dimulai dari titik awal $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_2, V_6, V_2, V_7, V_1$ yaitu sebesar 246,3 km. Paket wisata sebenarnya memiliki rute $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_2, V_6, V_2, V_7, V_2, V_1$ dan memperoleh jarak 264,6 km. Selisih jarak keduanya yaitu $264,6 - 246,3 = 18,3$ km, sehingga jarak yang dihitung dengan Algoritma *Floyd Warshall* memiliki jarak yang lebih pendek. Paket wisata sebenarnya mengalami penghematan jarak sebesar 18,3 km.

Jadi rute kunjungan paket wisata 3 yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* berdasarkan nama objek wisata yang dikunjungi pada hari pertama dimulai dari *Start* (PT Zahira Kamila Nusantara), Dialoog Hotel Banyuwangi, Pantai Watudodol, Banyuwangi *Dive Center*, Pulau Tabuhan, Dialoog Hotel Banyuwangi. Hari kedua dimulai dari Dialoog Hotel Banyuwangi, Taman Nasional Baluran, dan kembali ke Dialoog Hotel Banyuwangi. Hari ketiga dimulai dari Dialoog Hotel Banyuwangi, Kawah Ijen, Dialoog Hotel Banyuwangi, dan kembali ke titik awal yaitu *Start* (PT Zahira Kamila Nusantara).

d. Paket Wisata 4

Berdasarkan hasil perhitungan rute terpendek yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* pada iterasi ke-13 hari pertama, kedua, ketiga, dan keempat dimulai dari titik awal $V_1, V_3, V_2, V_4, V_7, V_6, V_5, V_4, V_8, V_4, V_{11}, V_{10}, V_{12}, V_{13}, V_9, V_1$ yaitu 390,7 km. Paket wisata sebenarnya memiliki rute $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_4, V_8, V_4, V_9, V_{10}, V_{11}, V_{12}, V_{13}, V_4, V_1$ memperoleh jarak 434,28 km. Selisih jarak keduanya yaitu $434,28 - 390,7 = 43,58$ km, sehingga jarak yang dihitung dengan Algoritma *Floyd Warshall* memiliki jarak yang lebih pendek. Paket wisata sebenarnya mengalami penghematan jarak sebesar 43,58 km.

Jadi rute kunjungan paket wisata 4 yang diperoleh menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* berdasarkan nama objek wisata yang dikunjungi pada hari pertama dimulai dari *Start* (PT Zahira Kamila Nusantara), De Djawatan *Forest*, Pulau Merah, Dialoog Hotel Banyuwangi. Hari kedua dimulai dari Dialoog Hotel Banyuwangi, Kampong Wisata Batik Temenggungan, Pantai Cemara, Rafting Kalibadeng, Dialoog Hotel Banyuwangi. Hari ketiga dimulai dari Dialoog Hotel Banyuwangi, Taman Nasional Baluran, dan kembali ke Dialoog Hotel Banyuwangi. Hari Keempat dimulai dari Dialoog Hotel Banyuwangi, Pendopo Sabha Swagata Blambangan, Taman Blambangan, Museum Blambangan, Pusat Oleh-oleh Khas Banyuwangi, Kawah Ijen dan kembali ke titik awal yaitu *Start* (PT Zahira Kamila Nusantara).

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, Algoritma *Floyd Warshall* yang diterapkan pada pencarian rute terpendek *tour* wisata di Banyuwangi studi kasus PT Zahira Kamila Nusantara memperoleh jarak yang lebih pendek dari jarak sebenarnya. Jarak terpendek yang dihitung menggunakan algoritma tersebut dimulai dari iterasi pertama sampai iterasi ke- n dimana n merupakan banyak objek wisata yang dituju. Pada setiap iterasi dilakukan pengecekan dengan cara menentukan jarak yang memiliki nilai paling kecil antara jarak sebenarnya dengan jarak awal ditambah jarak akhir. Pada iterasi terakhir diperoleh jarak terpendek dari perhitungan menggunakan Algoritma *Floyd Warshall*. Jarak terpendek yang telah dihitung menggunakan algoritma tersebut dianalisis untuk mendapatkan rute perjalanan wisata, namun sebelum menganalisis rute harus mempertimbangkan pemilihan rute perjalanan wisata yang dituju. Pada penelitian ini, hasil rute terpendek yang diperoleh paket wisata 1, 2, 3, dan 4 berturut-turut memiliki jarak sebesar 130,8 km, 136,8 km, 246,3 km, dan 390,7 km.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak terkait atas ketersediaan waktu dalam membimbing dan memberikan saran untuk penulis, sehingga tulisan ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- Hasibuan, A.R. 2016, 'Penerapan Algoritma *Floyd Warshall* untuk Menentukan Jalur Terpendek dalam Pengiriman Barang', *Jurnal Riset Komputer*, vol. 3, no. 6, hh. 20-24.
- Lumanauw, Nelsye 2020, 'Perencanaan Paket Wisata Pada Biro Perjalanan Wisata *Inbound* (Studi Kasus di PT Golden Kris Tours, Bali)', *Jurnal Ilmiah Hospitality*, vol. 9, no. 1, hh. 19-30.
- Munir, Rinaldi 2010, *Matematika Diskrit*, Informatika Bandung, Bandung.
- Nawagusti, V. A. 2018, 'Penerapan Algoritma *Floyd Warshall* dalam Aplikasi Penentuan Rute Terpendek Mencari Lokasi BTS (*Base Tower Station*) pada PT GCI Palembang', *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 2, hh. 81-88.
- Slamin, 2019, *Teori Graf dan Aplikasinya*, Dream Litera Buana, Malang.