



IMPLEMENTASI ALGORITMA FLOYD-WARSHALL UNTUK MENENTUKAN RUTE TERPENDEK DESTINASI WISATA LAHUAN BAJO

Cyrenia Novella Krisnamurti[✉], Efrem Alfandro Pascal Geong

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP USD
Kampus 3 Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Maret 2021
Disetujui Juni 2021
Dipublikasikan Juni 2021

Keywords:

Graf, Algoritma Floyd-Warshall,
Destinasi Wisata Populer

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menemukan penyelesaian dari penerapan algoritma Floyd-Warshall dalam menentukan rute terpendek dari Bandar Udara Labuan Bajo menuju ke 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo serta (2) menentukan rute terpendek yang direkomendasikan dalam mengunjungi 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo jika Bandar Udara Labuan Bajo dijadikan sebagai posisi awal perjalanan. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan. Objek dalam penelitian ini adalah rute yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo. Penelitian ini menunjukkan proses Algoritma Floyd-Warshall dalam menentukan rute terpendek yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo dengan rute terpendek yang direkomendasikan yaitu: Bandar Udara Labuan Bajo → Pantai Pede → Gua Batu Cermin → Bukit Cinta → Pantai Binongko → Pantai Waecicu dengan panjang path adalah 15,28 kilometer.

Abstract

This study aims to (1) find a solution to the application of the Floyd-Warshall algorithm in determining the shortest route from Labuan Bajo Airport to 5 popular tourist destinations in Labuan Bajo and (2) determine the shortest recommended route in visiting 5 popular tourist destinations in Labuan Bajo if Labuan Bajo Airport is used as the initial position of the trip. The type of research used in this study is applied research. The object in this study is the route that connects Labuan Bajo Airport and 5 popular tourist destinations in Labuan Bajo. This study shows the progress of the Floyd-Warshall algorithm in determining the shortest route that connects the Labuan Bajo airport and 5 popular tourist destinations in Labuan Bajo with the recommended shortest route, namely: Labuan Bajo Airport → Pede Beach → Batu Cermin Cave → Bukit Cinta → Binongko Beach → Waecicu Beach with a path length of 15.28 kilometers

How to cite:

Krisnamurti, Cyrenia Novella & Geong, Efrem Alfrando Pascal. 2021. Implementasi algoritma Floyd-Warshall untuk Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Lahuan Bajo. *UNNES Journal of Mathematics*. 10 (1):75-84.

PENDAHULUAN

Labuan Bajo dikenal juga dengan kota pariwisata yang merupakan pintu gerbang paling barat untuk memasuki pesona wisata Pulau Flores. Pada tahun 2015 pemerintah melalui Kementerian Pariwisata secara resmi menetapkan Labuan Bajo sebagai salah satu dari 10 destinasi wisata prioritas. Dari 10 destinasi wisata prioritas tersebut, Kementerian Pariwisata kemudian menetapkan 5 Destinasi Super Prioritas yang terdiri dari Danau Toba (Sumatera Utara), Candi Borobudur (Jawa Tengah), Labuan Bajo (Nusa Tenggara Timur), Mandalika (Nusa Tenggara Barat), dan Likupang (Sulawesi Utara) (KOMPAS.com, 2019). Labuan Bajo merupakan kota yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata, baik wisatawan domestik maupun mancanegara. Hal tersebut juga didukung dengan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Manggarai Barat tentang jumlah kunjungan wisatawan pada tahun 2019, yang mana terdapat sebanyak 67.592 wisatawan yang melakukan kunjungan wisata ke Labuan Bajo.

Akan tetapi, perkembangan aktivitas pariwisata di Labuan Bajo tidak diimbangi dengan ketersediaan fasilitas dan informasi pendukung yang disediakan oleh pihak pemerintah daerah. Pemerintah daerah setempat belum menyediakan fasilitas petunjuk arah dan juga belum memberikan informasi pendukung yang dapat digunakan sebagai penuntun wisatawan untuk menuju ke tempat wisata tertentu. Minimnya fasilitas petunjuk arah ini menjadikan para wisatawan sedikit kesulitan untuk mencari rute yang bisa digunakan untuk menuju ke tempat wisata tertentu di Labuan

Bajo. Pencarian rute yang paling efisien untuk menuju tempat wisata ini menuntut wisatawan untuk membuat keputusan rute mana yang diambil dari beberapa pilihan rute yang ada. Maka diperlukan adanya pengembangan industri pariwisata untuk kota Labuan Bajo, salah satunya yaitu dengan disediakannya informasi rute perjalanan wisata yang bisa dimanfaatkan oleh wisatawan saat berlibur di Labuan Bajo. Rute perjalanan wisata ini dapat digunakan oleh wisatawan untuk membantu merencanakan perjalanan selama berwisata hingga ke tempat tujuan yaitu obyek wisata yang dituju dan dari obyek wisata hingga kembali ke tempat tinggal asal maupun tempat sementaranya. Selain itu, wisatawan juga dapat mencari rute terpendek menuju tempat-tempat wisata yang akan dikunjungi agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya.

Pada penelitian ini, peneliti mencoba untuk menentukan rute terpendek dalam mengunjungi 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo dengan posisi awal perjalanan yaitu Bandar Udara Labuan Bajo. Destinasi-destinasi wisata populer yang dipilih dan digunakan dalam penelitian ini ialah 5 destinasi wisata dalam wilayah kota Labuan Bajo dengan jumlah pengunjung terbanyak berdasarkan data jumlah kunjungan wisata di Labuan Bajo tahun 2019 sampai dengan bulan Desember dari Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Manggarai Barat yaitu Gua Batu Cermin, Bukit Cinta, Pantai Pede, Pantai Waecicu, dan Pantai Binongko. Penelitian ini akan memberikan hasil berupa rute terpendek dalam mengunjungi Gua Batu Cermin, Bukit Cinta, Pantai Pede, Pantai Waecicu, dan Pantai Binongko dengan posisi

awal perjalanan yaitu Bandar Udara Labuan Bajo.

Beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan rute terpendek yaitu algoritma Dijkstra, algoritma Floyd-Warshall, algoritma Bellman-Ford, algoritma *Breadth First Search* (BFS), algoritma *A-Star*, dan sebagainya (Marlina dkk, 2017). Pada permasalahan mencari rute terpendek dalam penelitian ini, peneliti menggunakan algoritma Floyd-Warshall karena algoritma ini merupakan bagian dari program dinamik yang dapat digunakan untuk mencari semua *path* terpendek masing-masing antara tiap kemungkinan pasang tempat yang berbeda (*All-pairs Shortest Path Problems*) dan sangat efektif digunakan dalam menangani masalah rute optimum. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rifanti dan Arifwidodo pada tahun 2019 tentang "*Implementasi Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek Transportasi Pariwisata*", bahwa algoritma Floyd-Warshall dapat digunakan untuk menentukan rute-rute yang dapat dilalui bus wisata dari satu objek wisata ke objek wisata lainnya agar menempuh jarak yang minimum. Oleh karena itu, dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan Algoritma Floyd-Warshall untuk menentukan rute terpendek dalam mengunjungi destinasi wisata di Labuan Bajo dengan menginterpretasikan rute yang menghubungkan destinasi-destinasi wisata tersebut ke dalam suatu graf yang selanjutnya akan dianalisis menggunakan Algoritma Floyd-Warshall.

Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu

suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya. Floyd-Warshall merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan dalam menghitung jalur terpendek, dan mampu membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua titik yang ada. Menurut Siang (2011), algoritma yang ditemukan oleh Warshall untuk mencari rute terpendek merupakan algoritma yang sederhana dan mudah implementasinya.

Algoritma Floyd-Warshall dalam penerapannya menggunakan program dinamis yang lebih menjamin keberhasilan dalam menemukan solusi optimum pada kasus penentuan lintasan terpendek untuk semua pasangan simpul. Algoritma Floyd-Warshall menggunakan matriks sebagai representasi dari sebuah graf. Jika suatu graf terdiri dari n buah sisi, maka matriks yang akan dibentuk dalam proses perhitungan adalah $n \times n$ (Setiawan, dkk, 2017).

Menurut Siang (2011), algoritma Warshall merupakan algoritma yang lebih efisien untuk mencari jarak terpendek dari semua titik ke semua titik. Algoritma Floyd-Warshall mampu mengurangi pencarian keputusan yang tidak mengarah ke solusi. Prinsip yang dipegang oleh algoritma ini adalah prinsip optimalitas, yaitu jika solusi per-tahap adalah solusi yang optimal, maka bagian solusi sampai suatu tahap (misalnya tahap ke- i) juga optimal (Siang, 2006).

Pada iterasi ke-1, dihitung jarak terpendek dari semua titik ke semua titik apabila *pathnya* melalui titik v_i . Algoritma Floyd-Warshall memiliki input graf berlabel (berarah ataupun tidak berarah) (V, E) , yang berupa daftar titik (titik V) dan daftar sisi (sisi E). Bobot sisi e dapat diberi simbol $w(e)$. Jumlah bobot sisi-sisi pada sebuah jalur adalah total bobot jalur tersebut. Sisi pada E diperbolehkan memiliki bobot negatif, akan tetapi tidak diperbolehkan bagi graf W_{ij} untuk memiliki siklus dengan bobot negatif. Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan melakukannya sekaligus untuk semua pasangan titik demi titik hingga mencapai titik tujuan dengan jumlah bobot yang paling minimum (Ningrum & Andrasto, 2016).

Algoritma Floyd-Warshall hanya menghitung jarak terpendek dari semua titik ke semua titik, tetapi tidak menjelaskan bagaimana *path* terpendeknya. Untuk menentukan *path* yang menghasilkan jarak terpendek, maka harus ditambahkan matriks bujur sangkar Z (ukuran $n \times n$) yang disusun sebagai berikut:

$$\text{Inisialisasi: } Z^{(0)}_{i,j} = \begin{cases} j & \text{jika } W^{(0)}_{i,j} \neq \infty \\ 0 & \text{jika } W^{(0)}_{i,j} = \infty \end{cases}$$

Dalam iterasi ke- k , apabila titik v_k disisipkan antara titik- i dan titik- j (berarti menukar $W_{i,j}$ dengan $W_{i,k} + W_{k,j}$), maka ganti $Z_{i,j}$ dengan $Z_{i,k}$. Agar lebih efisien, penggantian matriks Z dilakukan bersama-sama dengan iterasi pencarian jarak terpendeknya.

Jarak terpendek dari titik v_i ke titik v_j dilakukan melalui titik $v_1, v_2, v_3, \dots, v_q$ yang didapat dari Z optimalnya sebagai berikut:

$$v_1 = Z_{i,j}$$

$$v_2 = Z_{v1,j}$$

$$v_3 = Z_{v2,j}$$

...

$$v_j = Z_{vq,j}.$$

Langkah kerja Algoritma Floyd-Warshall dengan melibatkan *path* terpendeknya menurut Jong Jek Siang (2011: 299) adalah sebagai berikut:

1. $W = W^{(0)}; Z = Z^{(0)}$
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:
 - a. Jika $W_{i,j} > W_{i,k} + W_{k,j}$ maka
 - 1) Tukar $W_{i,j}$ dengan $W_{i,k} + W_{k,j}$
 - 2) Ganti $Z_{i,j}$ dengan $Z_{i,k}$
 - b. Jika $W_{i,j} \leq W_{i,k} + W_{k,j}$ maka
 - 1) $W_{i,j}$ tidak perlu ditukar dengan $W_{i,k} + W_{k,j}$
 - 2) $Z_{i,j}$ tidak perlu diganti dengan $Z_{i,k}$
3. $W^* = W; Z^{(*)} = Z$.

Keterangan:

$W^{(0)}$ = matriks keterhubungan graf berlabel (berarah atau pun tidak berarah) mula-mula

W^* = matriks keterhubungan minimal

$Z^{(0)}$ = matriks keterhubungan *path* mula-mula

Z^* = matriks keterhubungan *path* minimal

$W_{i,j}$ = *path* terpendek dari titik v_i ke v_j .

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan. Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan penerapan dari Algoritma Floyd-Warshall untuk menentukan rute terpendek dalam mengunjungi 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini ialah studi pustaka dan dokumentasi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah aplikasi *Terra Incognita*, *Google Maps*, dan *Google Earth*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan 5 destinasi wisata yang memiliki jumlah pengunjung terbanyak, pembuatan kembali rute yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata dengan jumlah pengunjung terbanyak, pembuatan graf sebagai representasi rute yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata tersebut, pelabelan pada graf tersebut, serta proses penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam menentukan rute terpendek dalam mengunjungi 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo dengan Bandar Udara Labuan Bajo dijadikan sebagai titik awal perjalanan.

1. Pemilihan 5 Destinasi Wisata Populer di Labuan Bajo

Penelitian ini menggunakan data jumlah kunjungan wisata di Labuan Bajo tahun 2019 sampai dengan bulan desember dari Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Manggarai Barat dalam menentukan 5 destinasi wisata dengan pengunjung terbanyak. Berdasarkan data jumlah kunjungan wisata di Labuan Bajo tahun 2019 sampai dengan bulan desember diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1. Jumlah Kunjungan Wisatawan Tahun 2019 Sampai dengan Bulan Desember

Jumlah Kunjungan Wisatawan ke Obyek Wisata Unggulan Menurut Lokasi Tahun 2019		
No	Lokasi	Banyaknya Kunjungan
1	Gua Batu Cermin	16.261
2	Bukit Cinta	6.877
3	Pantai Pede	6.125
4	Pantai Waecicu	4.963
5	Gua Rangko	4.818
6	Pantai Binongko	3.698
7	Cunca Wulang	3.578
8	Dermaga Putih	2.633
9	Kampung Melo	2.456
10	Cunca Rami	578

Kemudian dari data kunjungan wisata tersebut dipilih 5 destinasi wisata yang berada dalam wilayah kota Labuan Bajo dengan jumlah pengunjung terbanyak selama tahun 2019. Berdasarkan tabel 1.1. maka dipilih 5 destinasi wisata yang berada dalam wilayah kota Labuan Bajo dengan jumlah kunjungan wisatawan terbanyak yaitu:

- a. Gua Batu Cermin,
- b. Bukit Cinta,
- c. Pantai Pede,
- d. Pantai Waecicu, dan
- e. Pantai Binongko.

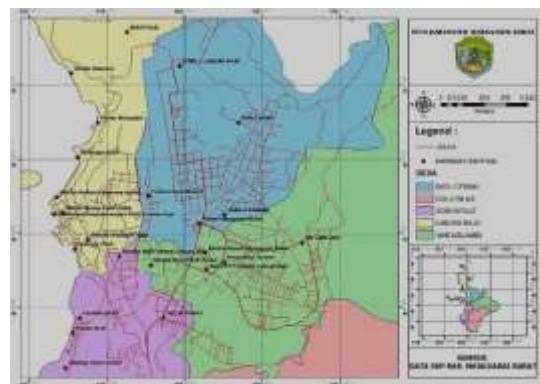
2. Representasi Rute yang Menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 Destinasi Wisata Populer di Labuan Bajo dalam Graf

Berikut merupakan langkah-langkah untuk merepresentasikan rute yang menghubungkan Bandar Udara Labuan

Bajo dan 5 destinasi wisata populer ke dalam bentuk graf berarah dan berbobot:

- a. Mengambil dan menyimpan foto Peta Hasil Digitasi Kawasan Administrasi Kabupaten Manggarai Barat melalui *Terra Incognita* dan *Google Maps*.
- b. Mengambil dan menyimpan foto udara kota Labuan Bajo melalui *Google Earth*.
- c. Menentukan cakupan lokasi yang memuat (titik asal) Bandar Udara Labuan Bajo dan (titik tujuan) 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo.
- d. Menandai lokasi Bandar Udara Komodo dan 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo, serta menarik garis lurus (garis semu) dari titik asal menuju titik tujuan.
- e. Menentukan persimpangan-persimpangan jalan yang berada di sekitar garis semu.
- f. Menentukan ruas-ruas jalan yang akan digunakan dan membuat persimpangan-persimpangan jalan yang tidak digunakan (bila ada).
- g. Mengumpulkan data berupa:
 - 1) Koordinat dan alamat/nama lokasi Bandar Udara Labuan Bajo, 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo, dan persimpangan-persimpangan jalan yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo. Koordinat tersebut diberi simbol v_n , dengan n bilangan bulat.
 - 2) Panjang (dalam satuan meter atau kilometer) dan arah (searah/dua arah) ruas-ruas jalan yang terpilih.
- h. Membuat graf berarah dan berbobot, yakni dengan menghubungkan titik-titik menggunakan sisi-sisi yang ada.

Berikut data-data yang diperoleh:



Gambar 2.1. Peta Hasil Digitasi Kawasan Administrasi Kabupaten Manggarai Barat

(Sumber: *Terra Incognita* dan *Google Maps*)

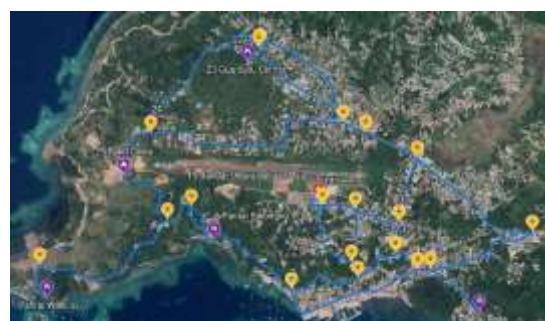


Gambar 2.2. Foto Udara Kota Labuan Bajo

Keterangan gambar 2.2:

	Garis semu
	5 Destinasi Wisata Terpilih
	Bandar Udara Labuan Bajo

(Sumber: *Google Earth*)



Gambar 2.3. Penandaan Beberapa Persimpangan dan Ruas Jalan Kota Labuan Bajo

Keterangan gambar 2.3:

	Persimpangan Jalan
	Rute penghubung
	5 Destinasi Wisata Terpilih
	Bandar Udara Labuan Bajo

(Sumber: *Google Earth*)

Tabel 2.1. Lokasi Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 Destinasi Wisata Populer di Labuan Bajo

No	Lokasi	Alamat	Titik
1	Bandar Udara Labuan Bajo	Jl. Yohanes Sehadun, Batu Cermin, Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 86754	v_{15}
2	Gua Batu Cermin	Jl. Batu Cermin, Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 86754	v_{23}
3	Bukit Cinta	Jl. Bukit Cinta, Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 86754	v_{25}
4	Pantai Pede	Jl. Pantai Pede, Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 86754	v_9
5	Pantai Waecicu	Jl. Pantai Waecicu, Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 86754	v_1
6	Pantai Binongko	Jl. Pantai Binongko, Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 86754	v_5

(Sumber: *Google Earth dan Google Maps*)

Tabel 2.2. Nama Persimpangan dan Koordinat Google Maps

Titik	Nama Persimpangan
v_2	Simpang 4 Waecicu (Jl. Pantai Waecicu – Jl. Pantai Klumpang – Jl. Batu Gosok)
v_3	Simpang 3 Wae Rana (Jl. Bukit Cinta – Jl. Pantai Waecicu)
v_4	Simpang 3 Binongko (Jl. Binongko – Jl. Pantai Waecicu)
v_6	Simpang 3 Kampung Ujung (Jl. Soekarno Hatta – Jl. Binongko)
v_7	Simpang 3 Swalayan Pagi (Jl. Soekarno Hatta – Jl. Trans Flores)
v_8	Simpang 3 Pantai Pede (Jl. Trans Flores – Jl. Pantai Pede)
v_{10}	Simpang 3 Pasar Baru (Jl. Trans Flores – Jl. Wae Mata)
v_{11}	Simpang 3 Wae Kerara (Jl. Gabriel Gampur – Jl. Soekarno Hatta)
v_{12}	Simpang 3 Puncak Waringin (Jl. Soekarno Hatta – Jl. Alo Tanis)
v_{13}	Simpang 3 MAN (Jl. Opseter Maun – Jl. Alo Tanis)
v_{14}	Simpang 3 Bandara (Jl. Bandara – Jl. Alo Tanis – Jl. Yohanes Sehadun)
v_{16}	Simpang 3 Lamtoro (Jl. Opseter Maun – Jl. Bandara)
v_{17}	Simpang 4 Perundi (Jl. Gabriel Gampur – Jl. Mgr. Van Beakum – Jl. Bandara – Jl. Lamber Kape)
v_{18}	Simpang 4 Langka Kabe (Jl. Mgr. Van Beakum – Jl. Langka Kabe – Jl. Frans Sales Lega – Jl. Pius Papu)
v_{19}	Simpang 3 Polres Mabar (Jl. Rikus Rewos – Jl. Frans Sales Lega)
v_{20}	Simpang 4 Patung Caci (Jl. Frans Sales Lega – Jl. Batu Cermin – Jl. Wae Kesambi – Jl. Frans Nala)
v_{21}	Simpang 4 Batu Cermin (Jl. Batu Cermin – Jl. Kelapa Gading – Jl. Pariwisata)
v_{22}	Simpang 3 Batu Cermin (Jl. Batu Cermin – Jl. Pariwisata)
v_{24}	Simpang 3 SMKN 1 Labuan Bajo (Jl. Frans Nala - Jl. Bukit Cinta - Jl. Raymundus Rambu)

(Sumber: *Google Earth dan Google Maps*)

Tabel 2.3. Nama Ruas Jalan dan Panjang Ruas Jalan

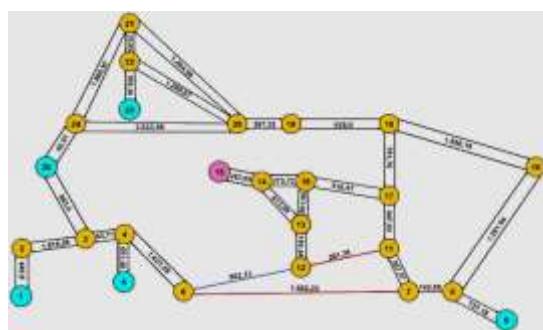
Titik 1	Titik 2	Nama Ruas Jalan	Jarak (meter)
v_1	v_2	Jl. Pantai Waecicu	446,8
v_2	v_3	Jl. Pantai Waecicu	1.818,28
v_3	v_4	Jl. Pantai Waecicu	63,71
v_3	v_{25}	Jl. Bukit Cinta	943,4
v_4	v_5	Jl. Pantai Binongko	551,46
v_4	v_6	Jl. Pantai Binongko	1.631,69
v_6	v_7	Jl. Soekarno Hatta	1.682,23
v_6	v_{12}	Jl. Soekarno Hatta	862,13
v_7	v_8	Jl. Trans Flores	142,95
v_7	v_{11}	Jl. Soekarno Hatta	367,27
v_8	v_9	Jl Pantai Pede	727,18
v_8	v_{10}	Jl. Trans Flores	1.281,94
v_{10}	v_{18}	Jl. Wae Mata – Jl. Pius Papu	1.556,19
v_{11}	v_{12}	Jl. Soekarno Hatta	561,38
v_{11}	v_{17}	Jl. Gabriel Gampur	347,03
v_{12}	v_{13}	Jl. Alo Tanis	189,24
v_{13}	v_{14}	Jl. Alo Tanis	813,09
v_{13}	v_{16}	Jl. Opseter Maun	591,86
v_{14}	v_{15}	Jl. Yohanes Sehadun	263,09
v_{14}	v_{16}	Jl. Bandara	372,72
v_{16}	v_{17}	Jl. Bandara	516,97
v_{17}	v_{18}	Jl. Mgr. Van Beakum	751,76
v_{18}	v_{19}	Jl. Frans Sales Lega	628,0
v_{19}	v_{20}	Jl. Frans Sales Lega	267,32
v_{20}	v_{21}	Jl. Wae Kesambi - Jl. Pariwisata	1.404,58
v_{20}	v_{22}	Jl. Batu Cermin	1.269,67
v_{20}	v_{24}	Jl. Frans Nala	2.523,58
v_{21}	v_{22}	Jl. Pariwisata	33,85
v_{21}	v_{24}	Jl. Raymundus Rambu - Jl. Batu Cermin	1.868,87
v_{22}	v_{23}	Jl. Batu Cermin	202,26
v_{24}	v_{25}	Jl. Bukit Cinta	66,01

Keterangan tabel 2.3:

	Jalan searah (dari titik 1 ke titik 2)
	Jalan searah (dari titik 2 ke titik 1)

(Sumber: Google Earth dan Google Maps)

Kemudian jalur yang tersedia antar masing-masing rute direpresentasikan sebagai sisi, dengan label pada sisi merupakan panjang jalur yang tersedia antara dua titik, maka dapat dibentuk suatu graf yang merepresentasikan rute yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo. Dengan demikian, graf yang merepresentasikan rute yang menghubungkan Bandar Udara Labuan Bajo dan 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo dituliskan sebagai Graf Tak Sederhana, Berarah, dan Berlabel yang selanjutnya disebut Graf $G(V, E)$ ditunjukkan seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2.4. Graf Berarah dan Berbobot Kota Labuan Bajo

Keterangan gambar 2.4:

	Persimpangan Jalan
	5 Destinasi Wisata Terpilih
	Bandar Udara Labuan Bajo

3. Mencari Rute Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall a. Iterasi 1

Untuk setiap titik diuji apakah jarak antara 2 titik akan lebih pendek jika perjalanan dilakukan melalui titik v_1 . Dalam setiap sel matriks W dicek apakah $W_{i,j} > W_{i,1} + W_{1,j}$. Jika ya, maka $W_{i,j}$ ditukar dengan $W_{i,1} + W_{1,j}$. Contoh: $W_{1,2} = 446,8$, sedangkan $W_{1,1} + W_{1,2} = 0 + 446,8 = 446,8$. Karena $W_{1,2} \leq W_{1,1} + W_{1,2}$, maka nilai $W_{1,2}$ tidak diubah. Didapatkan matriks $W^{(1)}$. Elemen matriks $W^{(1)}$ tidak mengalami perubahan jika dibandingkan dengan elemen matriks $W^{(0)}$. Ini berarti bahwa perjalanan dari titik v_i ke titik v_j jika dilakukan melewati titik v_1 tidak mengalami perubahan. Sel dengan nilai

$W^{(1)}$ tidak mengalami perubahan maka pada matriks $Z^{(1)}$ tidak akan menghasilkan perubahan pula.

b. Iterasi 2

Iterasi untuk $k = 2$ dilakukan dengan cara yang sama seperti iterasi untuk $k = 1$, hanya titik perantarnya adalah titik v_2 . Pengujian dilakukan apakah perjalanan yang dilakukan melalui titik v_2 akan menghasilkan jarak yang lebih pendek. Dalam setiap sel matriks W dicek apakah $W_{i,j} > W_{i,2} + W_{2,j}$. Jika ya, maka $W_{i,j}$ ditukar dengan $W_{i,2} + W_{2,j}$. Contoh: $W_{1,3} = \infty$, sedangkan $W_{1,2} + W_{2,3} = 446,8 + 1.818,28 = 2.265,08$. Karena $W_{1,3} > W_{1,2} + W_{2,3}$, maka nilai $W_{1,3}$ diubah menjadi 2.265,08. Ini berarti bahwa ada *path* dari v_1 ke v_3 melalui titik v_2 yang mempunyai bobot lebih kecil (yaitu *path* $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3$ dengan jumlah bobot 2.265,08) dibandingkan dengan *path* dari v_1 ke v_3 secara langsung (bobot = ∞ karena tidak ada *path* dari v_1 ke v_3 secara langsung). Didapatkan matriks $W^{(2)}$. Elemen matriks $W^{(2)}$ yang diberi tanda tebal berbintang menunjukkan nilai yang berubah dibandingkan dengan matriks $W^{(1)}$. Ini berarti bahwa perjalanan dari titik v_i ke titik v_j pada elemen yang diberi tanda tebal berbintang akan lebih optimal jika dilakukan melewati titik v_2 .

Perhitungan untuk iterasi-iterasi berikutnya dilakukan dengan menggunakan prosedur yang sama. Perhitungan dilakukan hingga iterasi 25 sesuai dengan jumlah titik yang digunakan dalam penelitian ini. Jarak minimum akan diperoleh pada perhitungan iterasi 25.

PENUTUP

Dengan menggunakan panjang *path* yang diperoleh kemudian dapat ditentukan rute terpendek yang direkomendasikan dalam mengunjungi 5 destinasi wisata populer di Labuan Bajo jika Bandar Udara Labuan Bajo dijadikan sebagai posisi awal perjalanan yaitu:

- (1) Bandar Udara Labuan Bajo → **Gua Batu Cermin** → Pantai Binongko → Pantai Waecicu → Pantai Pede dengan panjang *path* adalah 17,39 kilometer.
 - (2) Bandar Udara Labuan Bajo → **Bukit Cinta** → Gua Batu Cermin → Pantai Binongko → Pantai Waecicu → Pantai Pede dengan panjang *path* adalah 20,06 kilometer.
 - (3) Bandar Udara Labuan Bajo → **Pantai Pede** → Gua Batu Cermin → Pantai Binongko → Pantai Waecicu dengan panjang *path* adalah 15,28 kilometer.
 - (4) Bandar Udara Labuan Bajo → **Pantai Waecicu** → Pantai Binongko → Bukit Cinta → Gua Batu Cermin → Pantai Pede dengan panjang *path* adalah 17,40 kilometer.
 - (5) Bandar Udara Labuan Bajo → **Pantai Binongko** → Bukit Cinta → Gua Batu Cermin → Pantai Pede → Pantai Waecicu dengan panjang *path* adalah 22,79 kilometer.
- Berdasarkan 5 pilihan rute tersebut diperoleh pilihan rute dengan panjang *path* terpendek ialah Bandar Udara Labuan Bajo → **Pantai Pede** → Gua Batu Cermin → Bukit Cinta → Pantai Binongko → Pantai Waecicu dengan panjang *path* adalah 15,279 kilometer.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi. 1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Manggarai Barat. 2019. *Kabupaten Manggarai Barat dalam Angka 2019*. Diakses tanggal 4 Oktober 2019 dari <https://manggaraiabaratkab.bps.go.id/publication/download.html?nrbyfeve=Njci5ODk3NjRjMmRjNDBiZjRjYzcxMTdh&xzmn=aHR0cHM6Ly9tYW5nZ2FvYWliYXJhdGthYi5icHMuZ28uaWOvcHViibGljYXRpb24vMjAxOS8wOC8xNi82Nzk4OTc2NGMvZGM0MGJmNGJjNzExN2Eva2FidXBhdGVuLW1hbmdnYXJhaS1iYXJhdC1kYWxhbS>

- [1hbmdrYS0yMDE5Lmh0bWw%3D&t_woadfnoarfeauf=MjAxOS0xMi0wMiAyMj01MzoxNw%3D%3D.](https://journal.unnes.ac.id/index.php/ujm/article/view/1683/pdf)
- Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-pokok Materi: Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Istyanto, Hendra Mohammad. 2013. *Rancang Bangun Aplikasi Pencarian Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Floyd Warshall (Studi Kasus Kota Singkawang)*. Diakses tanggal 8 Oktober 2019 dari <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/justin/article/view/7545/7706>.
- KOMPAS.com. 2019. *Bikin 5 Destinasi Super Prioritas Kebanggaan Baru Indonesia, Ini Rencana Wishnutama*. Diakses tanggal 18 Oktober 2019 dari <https://travel.kompas.com/read/2019/11/08/101101327/bikin-5-destinasi-super-prioritas-kebanggaan-baru-indonesia-ini-rencana?page=all>.
- Marlina, Leni dkk. 2017. *Penerapan Algoritma Dijkstra dan Floyd-Warshall untuk Menentukan Rute Terpendek Tempat Wisata di Batang*. Diakses tanggal 6 Oktober 2019 dari <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm/article/view/13544>.
- Munir, Renaldi. 2010. *Matematika Diskrit*. Bandung: Penerbit Informatika Bandung.
- Nawawi, Hadari dan Martini, Mimi. 2005. *Penelitian Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ningrum, Friska Widya dan Andrasto, Tatyantoro. 2016. *Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang*. Diakses tanggal 4 Oktober 2019 dari <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/8791/5756>.
- Rifanti, Utti Marina dan Arifwidodo, Bongga. 2019. *Implementasi Algoritma Floyd dalam Menentukan Rute Terpendek Transportasi Pariwisata*. Diakses tanggal 8 Oktober 2019 dari <http://journal.unipdu.ac.id:8080/index.php/register/article/view/1683/pdf>.
- Setiawan, Vega dkk. 2017. *Analisis Algoritma Floyd Warshall untuk Menentukan Lintasan Terpendek Pengangkutan Sampah (Studi Kasus: Pengangkutan Sampah di Kabupaten Kubu Raya)*. Diakses tanggal 9 Oktober 2019 dari <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/22182/17730>.
- Pengangkutan Sampah di Kabupaten Kubu Raya). Diakses tanggal 9 Oktober 2019 dari <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/22182/17730>.
- Siang, Jong Jek. 2011. *Riset Operasi Dalam Pendekatan Logaritmik*. Jakarta: Penerbit Andi.
- Suryadi, H. S. 1994. *Teori Graf Dasar*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- Widi, Restu Kartiko. 2010. *Asas Metodologi Penelitian: Sebuah Pengenalan dan Penuntun Langkah demi Langkah Pelaksanaan Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wilson, Robin J. 2009. *Pengantar Teori Graf Edisi Kelima*. Jakarta: Penerbit Erlangga.