IMPLEMENTASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENENTUKAN JALUR TERPENDEK PADA KUNJUNGAN WISATA DI KOTA BATU

SKRIPSI

OLEH
MUHAMMAD ZAINUR ROZIKIN
NIM. 15610005

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

IMPLEMENTASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENENTUKAN JALUR TERPENDEK PADA KUNJUNGAN WISATA DI KOTA BATU

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Oleh
Muhammad Zainur Roziqin
NIM. 15610005

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

IMPLEMENTASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENENTUKAN JALUR TERPENDEK PADA KUNJUNGAN WISATA DI KOTA BATU

SKRIPSI

Oleh
Muhammad Zainur Rozikin
NIM. 15610005

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 30 Maret 2020

Pembimbing I, Pembimbing II,

Evawati Alisah, M.Pd
NIP. 19720604 199903 2 001

M. Nafie Jauhari, M.Si
NIPT. 19870218 20160801 1 056

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

IMPLEMENTASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENENTUKAN JALUR TERPENDEK PADA KUNJUNGAN WISATA DI KOTA BATU

SKRIPSI

Oleh:
Muhammad Zainur Rozikin
NIM. 15610005

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 15 April 2020

Penguji Utama : Mohammad Jamhuri, M.Si .....

Ketua Penguji : Muhammad Khudzaifah, M.Si .....

Sekretaris Penguji : Evawati Alisah, M.Pd .....

Anggota Penguji : M. Nafie Jauhari, M.Si .....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zainur Rozikin

NIM : 15610005

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Implementasi Algoritma *Floyd-Warshall* Dalam Menentukan Jalur Terpendek Pada Kunjungan Wisata di Kota Batu

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 Maret 2020

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Zainur Rozikin

MOTO

Tidak ada kata putus asa bagi orang yang mau bersyukur.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda Hudiyono dan ibunda tercinta Muarum yang senantiasa dengan ikhlas mendo'akan, memberi dukungan dan motivasi bagi penulis.

Untuk istriku tercinta Mariyatul Qibthiyyah Al-Hasbiyyah yang selalu membantu, mendo'akan dan memberi dukungan penuh bagi penulis.

Untuk adik tersayang Mamluatur Rohmah serta keluarga yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada penulis.

Serta teman-teman jurusan Matematika angkatan 2015 yang saya banggakan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, tiada kata dan ungkap rasa yang patut dihaturkan melainkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik penyusunan skripsi yang berjudul "*Implementasi Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Jalur Terpendek pada Kunjungan Wisata di Kota Batu*". Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad Saw, yang telah menuntun umatnya dari zaman yang gelap ke zaman yang terang benderang yakni *addinul al-Islam*.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dalam proses penyusunannya tidak mungkin dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M. Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M. Si, selaku ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Evawati Alisah, M. Pd, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, saran, nasihat dan motivasi kepada penulis.
5. M. Nafie Jauhari, M. Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagai ilmunya kepada penulis.
6. Segenap civitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Ayah dan Ibu tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, do'a, bimbingan dan motivasi hingga selesainya skripsi ini.
8. Istriku tercinta dan adik tersayang yang telah memberikan do'a dan semangat kepada penulis.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2015 yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materiil.

Akhirnya penulis hanya dapat berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas atau bahkan hikmah bagi penulis, pembaca dan seluruh mahasiswa.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 30 Maret 2020

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGAJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

HALAMAN MOTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR ..... **viii**

DAFTAR ISI ..... **x**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

ABSTRAK ..... **xiv**

ABSTRACT ..... **xv**

ملخص ..... **xvi**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
1.6 Sistematika Penulisan 5

BAB II KAJIAN PUSTAKA **6**

2.1 Graf 6
2.2 Optimasi 7
2.2.1 Definisi Nilai Optimal 7
2.2.2 Macam-Macam Permasalahan Optimasi 8
2.2.3 Permasalahan Jalur Terpendek 8
2.2.4 Penyelesaian Masalah Optimasi 10
2.3 Algoritma *Floyd-Warshall* 11
2.4 Matriks 12
2.5 Algoritma *Dijkstra* 13

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.6 Kajian Dalam Al-Qur'an dan Hadits 14

BAB III METODE PENELITIAN 17

3.1 Pendekatan Penelitian 17
3.2 Sumber Data 17
3.3 Analisis Data 17

BAB IV PEMBAHASAN 21

4.1 Gambaran Umum Tempat Penelitian 21
4.2 Pengolahan Data 23
4.3 Penghitungan Dengan Algoritma *Floyd-Warshall* 24
4.4 Penghitungan Dengan Algoritma *Dijkstra* 40
4.5 Perbandingan Algoritma *Floyd-Warshall* dan Algoritma *Dijkstra* 44
4.6 Anjuran Hidup Hemat Dalam Islam 44

BAB IV PENUTUP 46

5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 46

DAFTAR RUJUKAN 47

RIWAYAT HIDUP 49

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jarak Masing-Masing Titik 24

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Graf 7
Gambar 2.2 Gambar Jalur Titik ABCDEFG 9
Gambar 3.1 Flowchart Kerangka Kerja Penelitian 20
Gambar 4.1 Peta Wisata Kota Batu 22
Gambar 4.2 Ilustrasi Graf Jalur Kunjungan Wisata 23

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Rozikin, Muhammad Zainur. 2020. **Implementasi Algoritma *Floyd-Warshall* dalam Menentukan Jalur Terpendek pada Kunjungan Wisata di Kota Batu**. Skripsi. Jurusan Matematika. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Evawati Alisah, M.Pd. (II) M. Nafie Jauhari, M.Si.

Kata kunci: Algoritma *Floyd-Warshall*, Graf, Jalur terpendek.

Algoritma *Floyd-Warshall* adalah algoritma yang digunakan untuk mencari jalur terpendek dalam suatu graf berbobot. Pada penelitian ini digunakan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Permasalahan dalam penulisan skripsi ini adalah bagaimana cara mencari jalur terpendek yang efektif dan efisien pada tempat wisata Kota Batu dengan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*.

Lokasi di Kota Batu memungkinkan para wisatawan untuk menghabiskan waktu yang cukup lama dalam perjalanan. Wisatawan harus mengunjungi beberapa tempat yang akan dituju, sehingga dalam hal itu menyebabkan pentingnya waktu, tenaga dan biaya. Oleh karena itu, sangat diperlukan mencari rute jalan agar dapat ditentukan jalur terpendek untuk sampai ke lokasi yang dituju. Tujuan dari permasalahan jalur terpendek adalah untuk mencari jalur yang memiliki jarak terkecil antara titik asal dan titik tujuan.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data primer yang diperoleh dari *Google Maps*. Dari data yang diperoleh dapat disusun gambar graf. Selanjutnya dari graf dapat diperoleh jalur terpendek dengan proses iterasi menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa jalur terpendek beberapa tempat wisata di Kota Batu dengan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* sebesar 27 kilometer. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk dapat membandingkan antara algoritma *Floyd-Warshall* dengan algoritma lain.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Rozikin, Muhammad Zainur. 2020. **The Implementation of Floyd-Warshall Algorithm for Determining the Shortest Path of Tourist Visit in Batu City.** Thesis. Departement of Mathematics. Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Evawati Alisah, M.Pd (II) Muhammad Nafie Jauhari, M.Si.

Keyword: Floyd-Warshall algorithm, Graph, Shortest path

The Floyd-Warshall algorithm is used to obtain the shortest paths in a weighted graph. In this study a Floyd-Warshall algorithm is used to solve existing problems. The problem in writing this thesis is how to find the shortest path that is effective and efficient in Batu city by using a Floyd-Warshall algorithm.

The location in Batu city allows visitors to spend a long time on their way. On the way, they must visit several places to go, thus causing the importance of time, energy, and cost. Therefore, it needs to find a route in order to determine the shortest path to get to the destination location. The purpose of the shortest path problem is to find the path that has the closest distance between the origin and the destination.

The data in this research took by primary data which was took from Google Maps. The data can be arranged to be a graph. The optimal route obtained by the graph with iteration processing using Floyd-Warshall algorithm. The result of the study reveals that the shortest path of tourist visit in Batu city was measured 27 kilometers by using the Floyd-Warshall algorithm. For subsequent researchers, it is sugested to compare the Floyd-Warshall algorithm with other algorithms.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ملخص

رازقين ، مُحَمَّد زين. ٢٠٢٠ . **تنفيذ خوارزمية Floyd-Warshall لتحديد أقصر مسار زيارة سياحية في مدينة باتو**. أطروحة. شعبة الرياضيات ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، الجامعة

الكلم

خوارزم
في هذ
هذه ا
الخورزم

الموقع
لتتم م
الذي

تم است
خرائط
graf
rshall
السياح

أوصى بأن يستطيع مقارنة طريق خوارزمية الأخرى.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Batu yang terkenal sebagai salah satu kota wisata di Indonesia memiliki potensi keindahan alam. Hal ini menggambarkan keadaan kota di mana terdapat banyak wisatawan dari luar daerah yang berkunjung ke kota Batu. Kota Batu memiliki banyak sekali tempat untuk berlibur bagi wisatawan baik dari dalam negeri maupun luar negeri.

Industri pariwisata dikatakan berkembang apabila jumlah pengunjung wisata semakin meningkat, salah satu faktor yang dapat menjamin industri pariwisata adalah ketersediaan informasi tentang pariwisata. Sebelum berlibur, yang perlu diperhatikan adalah menentukan jadwal pariwisata. Semua orang yang akan berlibur tentunya memilih rute yang efektif dan efisien untuk mencapai tujuan wisata karena dapat menghemat waktu, biaya dan tenaga.

Dalam pencarian jalur terpendek, perhitungan dapat dilakukan dengan berbagai macam algoritma. Secara umum, pencarian jalur terpendek dibagi menjadi dua metode yaitu metode konvensional dan metode heuristik. Metode konvensional terdiri dari berbagai macam metode, salah satunya adalah algoritma *Floyd-Warshall* (Mutakhmoh, dkk, 2007).

Kitab suci Al-Qur'an merupakan pedoman umat Islam yang dapat dijadikan sumber dasar dalam dunia ilmu pengetahuan. Berlibur merupakan salah satu cara untuk mengurangi rasa *stress*, dapat menambah wawasan tentang lingkungan sosial, serta dapat mengetahui betapa indahnya ciptaan Allah SWT.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Seperti yang sudah dijelaskan dalam Al-Qur'an surah Al-Mulk ayat 15 yang artinya:

"*Dialah yang menjadikan bumi untuk kamu yang mudah dijelajahi, maka jelajahilah di segala penjurunya dan makanlah sebagian dari rezeki-Nya. Dan hanya kepada-Nyalah kamu (kembali setelah) dibangkitkan" (QS. Al-Mulk/67:15).*

Berdasarkan ayat diatas bahwa melakukan perjalanan dalam Islam merupakan suatu perintah dari Allah SWT. Dalam tafsir Ibnu Katsir kita dianjurkan untuk melakukan perjalanan mengelilingi daerah di muka bumi ke manapun yang kita kehendaki bertujuan untuk mensyukuri indahnya ciptaan-Nya serta keperluan mata pencaharian untuk memperoleh rezeki.

Penelitian yang membahas tentang *Floyd-Warshall* telah dilakukan sebelumnya diantaranya oleh Nawagusti, dkk (2018) tentang *Floyd-Warshall* pada suatu pendistribusian barang, dan Simanullang (2018) yang membahas tentang *Floyd-Warshall* untuk penyaluran LPG. Penelitian yang membahas rute terpendek sudah dilakukan sebelumnya diantaranya oleh Soetomo (2018) tentang metode *Ant Colony Optimization* dalam pencarian rute terpendek perpustakaan di Kota Malang, dan oleh Simamora (2018) tentang algoritma *Dijkstra* dalam pencarian rute terpendek tempat wisata Kota Medan.

Saat melakukan perjalanan ke tempat tujuan sebagian orang menggunakan peta sebagai penunjuk jalan. Penggunaan peta dalam bentuk ini secara visual dapat menggambarkan lintasan yang akan ditempuh dari tempat asal ke tempat tujuan. Namun juga terdapat kendala secara visual harus bisa mengurutkan lintasan mana yang akan ditempuh, selain itu penggunaan peta jenis ini kurang memungkinkan untuk mencari lintasan yang efektif untuk ditempuh.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Algoritma *Floyd-Warshall* adalah salah satu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkalit. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu. Algoritma lain dalam teori graf yang digunakan untuk memecahkan permasalahan jalur terpendek yaitu algoritma *Dijkstra*. Misalnya menggambarkan jarak suatu jalan, maka algoritma *Dijkstra* melakukan kalkulasi terhadap semua kemungkinan jalur terpendek dari setiap titik atau tempat asal ke tempat tujuan. Dalam bab pembahasan akan dibandingkan antara algoritma *Floyd-Warshall* dengan algoritma *Dijkstra* sehingga akan diketahui metode yang tepat pada penelitian ini.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis memberi judul "Implementasi Algoritma *Floyd-Warshall* Dalam Menentukan Jalur Terpendek Pada Kunjungan Wisata di Kota Batu".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang maka rumusan masalah yang dibahas adalah bagaimanakah implementasi algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan jalur terpendek pada kunjungan wisata di Kota Batu.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan jalur terpendek pada kunjungan wisata di Kota Batu.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi mahasiswa:
   a. Sebagai wawasan teori untuk menentukan jalur terpendek.
   b. Sebagai pedoman untuk penulisan karya tulisan dengan metode yang lain.
2. Bagi penulis:
   a. Untuk mengkaji lebih dalam algoritma *Floyd-Warshall* untuk menentukan jalur terpendek.
   b. Mengetahui jalur terpendek untuk menempuh biaya dan waktu yang efisien.
3. Bagi pengembangan ilmu Matematika:
   a. Secara teoritis diharapkan asumsi yang diberikan dapat menjadi dasar dalam pemilihan algoritma untuk menyelesaikan masalah jalur terpendek, serta diharapkan dapat menjadi pemilihan algoritma yang efektif dan efisien dalam pengerjaannya, sehingga memudahkan dalam menyelesaikan masalah jalur terpendek dari suatu graf, dan memiliki hasil solusi yang tepat.
   b. Secara praktis diharapkan dapat memberi informasi baru tentang asumsi dari algoritma *Floyd-Warshall*, serta diharapkan dapat menambah pengetahuan atau dapat menjadi referensi bagi pembaca.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada metode algoritma *Floyd-Warshall* untuk menentukan jalur terpendek yaitu semua jalur yang sudah tersedia sebelum

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pemrosesan dilakukan untuk menuju tujuh lokasi wisata di Kota Batu dengan titik asal Predator Fun Park,

2. Penelitian ini berfokus untuk menemukan jalur terpendek dengan menggunakan rute motor, dan
3. Data yang diambil dari *Google Maps*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan skripsi ini akan dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pendahuluan berisi tentang latar belakang pemilihan judul, rumusan, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

Bab II Kajian Pustaka

Pada bab ini membahas tentang argumentasi ilmiah yang dipakai sebagai referensi. Bahan yang diperoleh dari berbagai sumber seperti: buku, laporan penelitian, jurnal penelitian dan karya ilmiah yang lain.

Bab III Pembahasan

Pada bab ini membahas tentang implementasi dari algoritma *Floyd-Warshall* yang digunakan secara keseluruhan.

Bab IV Penutup

Penutup meliputi kesimpulan tentang penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Graf

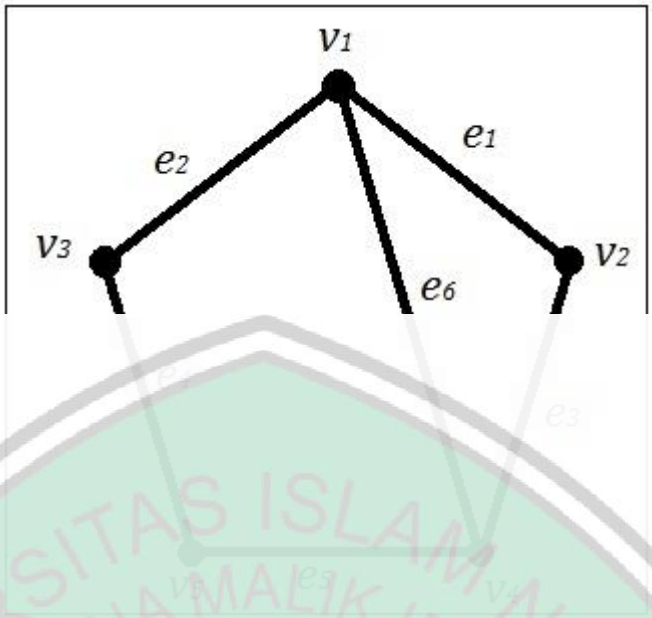
Graf G didefinisikan sebagai pasangan terurut $(V(G), E(G))$ dengan $V(G)$ merupakan himpunan tak kosong serta berhingga yang memuat objek berupa titik, dan $E(G)$ adalah himpunan (yang mungkin kosong) pasangan tak berurutan dari titik-titik berbeda di $V(G)$ yang disebut dengan sisi. Banyaknya unsur di $V(G)$ disebut order dari G dilambangkan dengan $p(G)$, dan banyaknya unsur di $E(G)$ disebut ukuran dari G dan dilambangkan dengan $q(G)$. Jika graf yang dibahas hanya graf G, maka order dan ukuran dari G masing-masing cukup ditulis dengan p dan q. Graf dengan order p dan ukuran q biasa disebut graf-(p, q).

Sisi $e = (u, v)$ dikatakan menghubungkan titik u dan v. Jika $e = (u, v)$ adalah sisi di graf G, maka u dan v disebut terhubung langsung (*adjacent*) dan e serta u dan e disebut terkait langsung (*incident*), dan titik u dan v disebut ujung dari e. Dua sisi berbeda e_1 dan e_2 disebut terhubung langsung (*adjacent*), jika terkait langsung pada satu titik yang sama. Untuk selanjutnya, sisi $e = (u, v)$ akan ditulis $e = uv$ (Abdussakir, dkk, 2009).

Contoh graf

Gambar 2.1 di bawah ini merupakan graf G yang memuat himpunan $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$ dan himpunan $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$. Graf G mempunyai 5 titik sehingga order dari G yaitu $p = 5$ dan graf G memiliki 6 sisi sehingga ukuran dari G yaitu $q = 6$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.1 Contoh Graf

timal

imasi

atau

atau

teger

2.2.1 Definisi Nilai Optimal

Nilai optimal adalah nilai yang didapat melalui suatu proses dan dianggap menjadi solusi jawaban yang paling baik dari semua solusi yang ada (Wardy, 2007).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.2.2 Macam-Macam Permasalahan Optimasi

Permasalahan yang berkaitan dengan optimasi sangat kompleks dalam kehidupan sehari-hari. Nilai optimal yang didapat dalam optimisasi dapat berupa besaran panjang, waktu, jarak, dan lain-lain. Berikut ini adalah termasuk beberapa persoalan optimasi:

a. Menentukan jalur terpendek dari suatu tempat ke tempat lain.

b. Menentukan jumlah pekerja seminimal mungkin untuk melakukan suatu proses produksi agar pengeluaran biaya pekerja dapat diminimalkan dan hasil produksi tetap maksimal.

c. Mengatur jalur kendaraan umum agar semua lokasi dapat dijangkau.

d. Mengatur *routing* jaringan kabel telepon agar biaya pemasangan kabel tidak terlalu besar dan penggunaannya tidak boros.

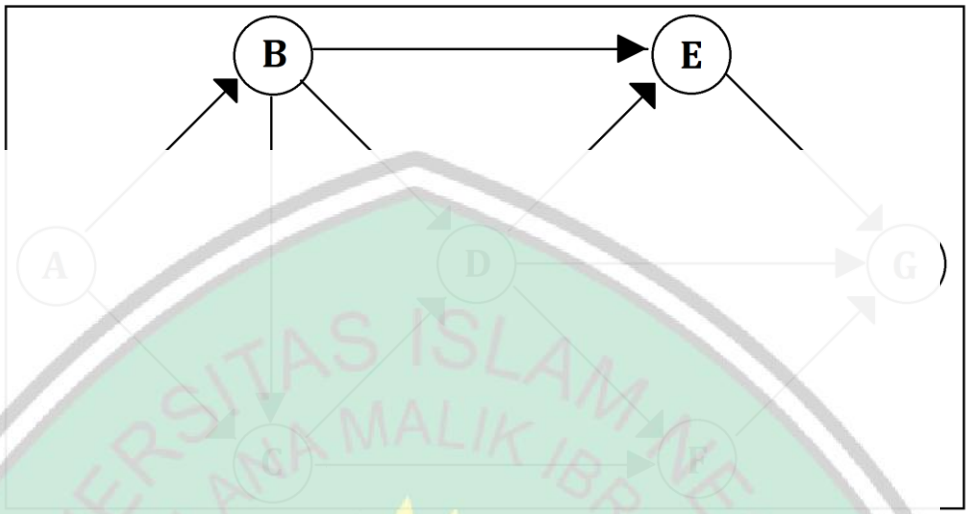
Selain beberapa contoh di atas masih banyak persoalan lainnya yang terdapat dalam berbagai bidang.

2.2.3 Permasalahan Jalur Terpendek

Jalur terpendek merupakan suatu pencarian nilai variabel yang dianggap dapat menghasilkan nilai yang maksimal. Jalur terpendek memiliki peranan penting dalam penyusunan sistem. Dengan jalur terpendek dapat diperoleh hal-hal yang memiliki nilai profit tinggi serta meminimalkan jarak. Banyak masalah yang berhubungan dengan pencarian jalur. Berbagai pendekatan algoritma yang ditawarkan untuk mendapatkan solusi untuk pencarian jalur terpendek ini, salah satunya yaitu algoritma *Floyd-Warshall*. Tujuan dari permasalahan jalur

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

terpendek adalah mencari jalur yang memiliki jarak terdekat antara titik asal dan titik tujuan.



Gambar 2.2 Gambar Jalur Titik ABCDEFG

Pada Gambar 2.1 diinisialkan rute yang diambil adalah dari kota A menuju kota G. Untuk menuju kota G, dapat dipilih beberapa rute sebagai berikut:

$$A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow G$$

$$A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$$

$$A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow G$$

$$A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow G$$

$$A \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow G$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Berdasarkan data persamaan, dapat dihitung rute terpendek dengan mencari jarak antara rute-rute tersebut. Apabila jarak antar rute belum diketahui, jarak dapat dihitung berdasarkan koordinat kota-kota tersebut, kemudian menghitung jarak terpendek yang dapat dilalui.

2.2.4 Penyelesaian Masalah Optimasi

Secara umum, penyelesaian masalah pencarian rute terpendek dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode konvensional dan metode heuristik.

a. Metode Konvensional

Metode konvensional adalah metode yang menggunakan perhitungan matematika eksak. Ada beberapa metode konvensional yang biasa digunakan untuk melakukan pencarian rute terpendek, diantaranya: algoritma *Dijkstra*, algoritma *Floyd-Warshall*, dan algoritma *Bellman-Ford* (Mutakhiroh, dkk, 2007).

b. Metode Heuristik

Metode heuristik adalah suatu metode yang menggunakan sistem pendekatan dalam melakukan pencarian dalam optimasi. Ada beberapa algoritma pada metode heuristik yang biasa digunakan dalam permasalahan optimasi, diantaranya: algoritma genetika, *ant colony optimization*, logika fuzzy, jaringan syaraf tiruan, *tabu search*, *simulated annealing*, dan lain-lain (Mutakhiroh, dkk, 2007).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.3 Algoritma *Floyd-Warshall*

R. Floyd telah menciptakan Algoritma *Floyd Warshall* pada tahun 1962. Algoritma *Floyd Warshall* merupakan salah satu 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 dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu (Hasibuan, 2016).

Algoritma *Floyd Warshall* berfungsi untuk menyelesaikan masalah jalur terpendek. Algoritma ini membandingkan semua kemungkinan jalur pada graf untuk setiap sisi dari semua titik. Selain itu, algoritma ini juga menerapkan penggunaan program dinamis yang lebih menjamin keberhasilan dalam menemukan solusi optimum pada kasus penentuan jalur terpendek untuk semua pasangan titik (*single pair shortest path*) (Ardiansyah dan Hakim, 2012).

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 $n \times n$. Matriks ini merepresentasikan bobot dari seluruh sisi yang ada pada graf dengan $d_{i,j}$ adalah entri dari elemen matriks tersebut. Bobot dari titik i ke titik j mempunyai tiga kemungkinan nilai, yaitu (Purwananto, 2005):

1. $a_{i,j} = 0$, jika $i = j$ (dari titik v_i ke titik v_i itu sendiri),
2. $d_{i,j} =$ bobot sisi, jika $i \neq j$ dan titik v_i terhubung langsung dengan titik v_j, dan
3. $d_{i,j} = \infty$, jika $i \neq j$ dan titik v_i tidak terhubung langsung dengan titik v_j.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Setelah menentukan bobot sisi titik v_i ke titik v_j, untuk melakukan iterasi sebanyak n dengan persamaan algoritma *Floyd-Warshall* adalah sebagai berikut.

$$d_{i,j}^{(k)} = \begin{cases} d_{i,j}, \text{jika } k = 0 \\ \min\left\{d_{i,j}^{(k-1)}, d_{i,k}^{(k-1)} + d_{k,j}^{(k-1)}\right\}, \text{jika } k > 0, \forall i, j = 1,2, \dots, n \end{cases}$$

Tujuan dilakukan proses perhitungan dengan algoritma *Floyd-Warshall* adalah untuk mencari jarak terkecil di antara semua titik, artinya semakin kecil jarak maka semakin optimal rute perjalanan yang akan ditempuh.

Tahap pencarian jalur terpendek dengan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* antara lain (Mukti, dkk, 2018):

1. Menentukan jarak setiap titik yang akan dilalui dan disajikan dalam tabel.
2. Merepresentasikan jarak setiap titik ke dalam matriks.
3. Menghitung dengan algoritma *Floyd-Warshall* yaitu dengan membandingkan hasil penjumlahan $d_{i,k} + d_{k,j}$ dengan $d_{i,j}$. Jika hasil penjumlahan $d_{i,k} + d_{k,j}$ lebih kecil dari $d_{i,j}$, maka nilai $d_{i,j}$ akan diganti dengan $d_{i,k} + d_{k,j}$ (sesuai dengan rumus persamaan).
4. Melakukan penghitungan berulang sampai sebanyak simpulnya.
5. Menentukan jarak terpendek dari hasil perhitungan.

2.4 Matriks

Menurut (Agus Harjito, 2000), matriks adalah susunan atau formasi dari angka koefisien peubah dari suatu persamaan yang diberikan secara sistematis dalam kolom dan baris yang membentuk persegi panjang, dan terdapat di antara satu pasang tanda kurung.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Contoh:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

kstra

teori

h gaf

iakui

ingga

serta

ngan

itik t

gkah-

ain s,

Langkah 2: Misal $u \in T$ dengan $\lambda(u)$ minimum.

Langkah 3: Jika $u \in t$, berhenti, berarti panjang jalur terpendek dari s ke t adalah $\lambda(t)$.

Langkah 4: Untuk setiap sisi $e = uv, v \in T$; ganti label v dengan $\lambda(v) = \min\{\lambda(v), \lambda(u) + w(e)\}$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Langkah 5: Tulis $T = T - \{u\}$, dan kembali ke langkah 2.

2.6 Kajian Dalam Al-Qur'an dan Hadits

Pencarian jalur terpendek saat melakukan perjalanan merupakan hal yang perlu dilakukan selain menentukan tempat tujuan. Tujuan mencari jalur terpendek untuk meringkas perjalanan dan menghemat biaya perjalanan. Anjuran berhemat telah dijelaskan dalam Al-Qur'an surah Al-Isra' ayat 29 yang artinya:

"*Dan janganlah engkau jadikan tanganmu terbelenggu pada lehermu dan janganlah (pula) engkau terlalu mengulurkannya (sangat pemurah) nanti kamu menjadi tercela dan menyesal*" (QS. Al-Isra' 17:29).

Menurut tafsir Ibnu Katsir, dalam ayat tersebut Allah SWT memerintahkan kepada hamba-hamba-Nya agar bersikap ekonomis dalam kehidupan, mencela sifat kikir, serta dalam waktu yang sama melarang sifat berlebihan.

"Dan janganlah engkau jadikan tanganmu terbelenggu pada lehermu"

Dengan kata lain, janganlah kamu menjadi orang kikir dan selalu menolak orang yang meminta serta tidak pernah sekalipun memberikan sesuatu kepada seseorang. Orang-orang yahudi mengatakan bahwa tangan Allah terbelenggu. Maksud mereka ialah Allah bersifat kikir, padahal kenyataannya Allah Maha Tinggi lagi Maha Suci, Maha Mulia dan Maha Pemberi.

"dan janganlah (pula) engkau terlalu mengulurkannya"

Artinya janganlah kamu berlebihan dalam membelanjakan hartamu dengan cara memberi di luar kemampuanmu dan mengeluarkan biaya lebih dari pemasukanmu.

"nanti kamu menjadi tercela dan menyesal"

Ungkapan ini termasuk ke dalam versi *lifwan nasyr*, yakni gabungan dari beberapa penjelasan. Dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa jika kamu kikir,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka kamu akan menjadi orang yang tercela, orang-orang akan mencela dan mencacimu serta tidak mau bergaul denganmu. Dan manakala kamu membuka tanganmu lebar-lebar dengan memberi di luar kemampuanmu, maka kamu akan menyesal karena tidak punya sesuatu lagi yang akan kamu belanjakan. Perihalnya sama dengan hewan yang tidak kuat lagi melakukan perjalanan, maka ia berhenti karena lemah dan tidak mampu. Hewan yang berspesifikasi demikian dinamakan *hasir*, yakni hewan yang kelelahan.

Menurut riwayat Said Ibnu Manshur dari hadits yang diriwayatkan oleh Sahal Abdul Hakam bahwa Rasulullah SAW pernah memperoleh sejumlah pakaian, sedangkan Rasulullah adalah orang yang sangat dermawan sehingga beliau membagi-bagikan pakaian tersebut kepada orang lain. Kemudian ada suatu kaum mendatangi Rasulullah untuk meminta pakaian, akan tetapi pakaian itu telah habis terbagi, maka Allah menurunkan ayat tersebut (Mahalliy dan Suyuthi, 1990).

Ayat tersebut secara tersirat mengandung arti bahwa dalam mengeluarkan harta harus dalam kategori kebaikan dan menjauhi sikap kikir. Kemudian dalam menggunakan harta juga tidak diperkenankan untuk melakukan kemubadziran. Hal ini membuat manusia dilarang bersikap boros atau berlebih-lebihan (Wiryo, 2011).

Pemilihan algoritma *Floyd-Warshall* untuk dijadikan metode dalam penelitan ini karena algoritma *Floyd-Warshall* adalah metode yang tepat untuk mencari solusi rute terpendek. Menyerahkan segala urusan pada ahlinya akan membuat kita menjadi tenang. Contoh sederhana saat memperbaiki kendaraan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

serahkan kepada bengkel, atau saat saudara sakit dibawa ke dokter. Hal ini tercantum dalam hadits Bukhari Nomor 6015 yang artinya:

"Telah menceritakan kepada kami (Muhammad bin Sinan) telah menceritakan kepada kami (Fulaih bin Sulaiman) telah menceritakan kepada kami (Hilal bin Ali) dari (Atho' bin Yasar) dari (Abu Hurairah) mengatakan bahwa Rasulullah SAW bersabda: 'Jika amanat telah disia-siakan, tunggu saja kehancuran terjadi'. Ada seorang sahabat bertanya: 'bagaimana maksud amanat disia-siakan?' Nabi menjawab: 'Jika urusan diserahkan bukan kepada ahlinya, maka tunggulah kehancuran itu'." (HR. Bukhari/6015).

Berdasarkan hadits di atas bahwa segala sesuatu harus dilakukan oleh ahlinya. Jika sebuah urusan tidak dikerjakan oleh ahlinya maka urusan itu tidak akan selesai sesuai dengan apa yang diharapkan, atau bisa saja urusan tersebut tidak akan selesai sama sekali.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah studi kepustakaan (*library research*). Studi kepustakaan yaitu dengan mengumpulkan bahan referensi dan buku, jurnal dan artikel yang dibutuhkan peneliti sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian. Literatur utama yang digunakan oleh peneliti adalah jurnal yang berjudul *"Analisis Algoritma Floyd-Warshall Untuk Menentukan Lintasan Terpendek Pengangkutan Sampah (Studi Kasus: Pengangkutan Sampah Di Kabupaten Kubu Raya)"* yang disusun oleh Vega Setiawan, dkk (2017).

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini berupa data dengan titiknya adalah beberapa lokasi wisata di Kota Batu dan sisinya adalah jarak antar lokasi wisata tersebut. Data yang dimasukkan yaitu berupa jarak dalam satuan kilometer (Km). Penelitian ini menggunakan bantuan *google maps*. Fungsi *google maps* dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan koordinat setiap lokasi wisata.

3.3 Analisis Data

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1. Mendefinisikan Ruang Lingkup Masalah

   Pada tahap ini akan didefinisikan ruang lingkup permasalahan dan dirumuskan masalah yang akan diteliti dan batasan masalah yang akan diteliti agar gambarannya jelas dan bahasan tidak melebar sesuai dengan topik dalam hal ini yaitu tentang algoritma *Floyd-Warshall* dan algoritma *Dijkstra* untuk menentukan jalur terpendek pada kunjungan wisata di Kota Batu, maka akan didapat suatu solusi yang terbaik dari masalah tersebut.

2. Analisis Permasalahan

   Langkah analisis permasalahan adalah langkah untuk dapat memahami masalah yang telah ditentukan pada ruang lingkup atau batasannya. Dengan menganalisis masalah yang telah ditentukan tersebut, maka diharapkan masalah dapat dipahami dengan baik dan penyelesaian bisa diperoleh dengan maksimal dan dengan metode yang cocok.

3. Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan

   Data yang digunakan untuk penelitian ini berupa data dengan berikutnya adalah beberapa lokasi wisata di Kota Batu dan sisinya adalah jarak antar lokasi wisata tersebut. Data yang dimasukkan yaitu berupa jarak dalam satuan kilometer (Km). Penelitian ini menggunakan bantuan *google maps*. Fungsi *google maps* dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan koordinat setiap lokasi wisata.

4. Mempelajari Literatur yang berkaitan

   Setelah masalah dianalisis, maka dipelajari literatur yang berhubungan dengan permasalahan. Kemudian literatur-literatur yang dipelajari tersebut

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

diseleksi untuk dapat ditentukan literatur mana yang akan digunakan dalam penelitian ini. Sumber literatur didapatkan dari perpustakaan, jurnal, artikel, yang membahas tentang graf, optimasi, jalur terpendek, algoritma *Floyd-Warshall*, algoritma *Dijkstra* dan bahan bacaan lain yang mendukung penelitian.

5. Pengerjaan dengan Algoritma *Floyd-Warshall* dan Algoritma *Dijkstra*

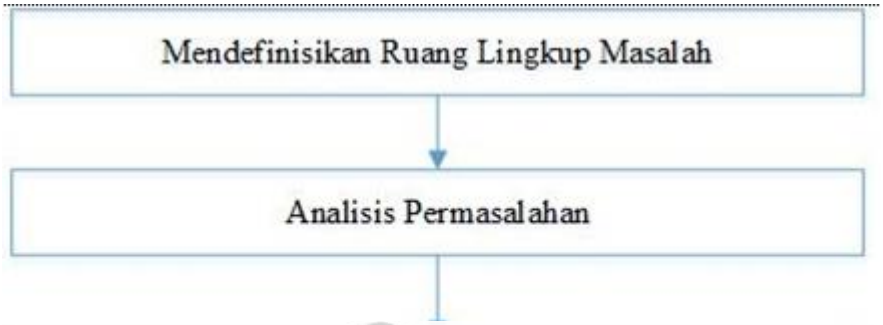
Setelah menganalisis data-data yang ada dan menentukan metode yang akan digunakan dalam mencari solusi jalur terpendek dengan algoritma *Floyd-Warshall* dan algoritma *Dijkstra* sehingga kedua algoritma dapat dibandingkan dari hasil yang didapatkan.

6. Menarik Kesimpulan

Langkah selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari hasil penghitungan algoritma *Floyd-Warshall* dibanding manfaat dari hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan yang sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan yang akan dicapai, serta saran-saran yang diperlukan untuk pengembangan penelitian yang akan datang sekaligus sebagai referensi.

Langkah-langkah diatas dapat disajikan dengan *flowchart* pada Gambar 3.1 di bawah ini:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.1 Flowchart Kerangka Kerja Penelitian

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Tempat Penelitian

Kota Batu merupakan salah satu kota yang terkenal dengan kota dingin yang ada di Indonesia. Kota Batu memiliki banyak destinasi wisata yang layak untuk dikunjungi. Karena kota Batu merupakan kota yang cukup padat, tentu dapat terjadi kemacetan dimanapun. Untuk dapat mencapai setiap destinasi wisata yang ada tentu perlu pertimbangan mengenai jalur yang akan ditempuh karena padatnya kota Batu. Maka dari itu penulis menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* yang akan digunakan dalam penelitian ini. Tempat wisata yang akan dimisalkan sebagai titik antara lain:

1) Predator Fun Park

   Jl. Raya Tlekung No.315, Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur 65327

2) Batu Night Spectacular

   Jl. Hayam Wuruk No.1, Oro-Oro Ombo, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur 65316

3) Wisata Petik Apel

   Jl. Abdul Gani Atas, Ngaglik, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur 65311

4) Alun-Alun Kota Batu

   Jl. Diponegoro, Sisir, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur 65314

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5) Coban Putri

   Oro-Oro Ombo, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur 65316

6) Jawa Timur Park 2

   Jl. Oro-Oro Ombo No.9, Temas, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur 65315

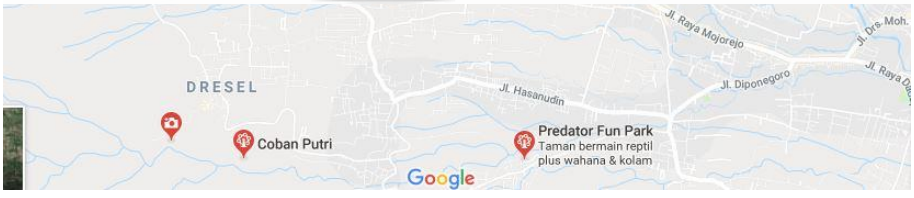
7) Taman Rekreasi Selecta

   Jl. Raya Selecta No.1, Tulungrejo, Kec. Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur 65336

8) Coban Talun

   Jl. Coban Talun, Tulungrejo, Kec. Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur 65336

Berikut adalah peta wilayah penelitian penentuan jalur terpendek menuju tempat-tempat Wisata di Kota Batu yang didapatkan dari *google maps*.

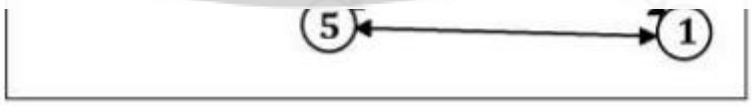


Gambar 4.1 Peta Wisata Kota Batu

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan memodelkan rute yang akan menjadi titik awal dan titik tujuan yang akan dilalui untuk mendapatkan rute terpendek. Titik mengambarkan lokasi dan sisi menggambarkan jarak, maka algoritma *Floyd-Warshall* melakukan kalkulasi terhadap semua kemungkinan bobot terkecil dari setiap titik. Jalur yang akan dilalui ditunjukkan pada gambar graf berikut.



Gambar 4.5 Ilustrasi Graf Jalur Kunjungan Wisata

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Setelah terbentuk gambar graf, maka akan ditentukan bobot jarak dari titik v_i ke titik v_j yang mempunyai tiga kemungkinan nilai (terdapat dalam Bab II). Jarak dari masing-masing titik dafpat dilihat dalam tabel berikut (dalam satuan km).

Tabel 4.1 Jarak Masing-Masing Titik

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	4.5	∞	∞	3	∞	∞	∞
2	4.2	0	∞	∞	3.3	1	∞	∞
3	∞	∞	0	2.7	4.8	2.8	∞	∞
4	∞	∞	2.9	0	∞	3.7	6.5	9.5
5	2.7	3.3	4.8	∞	0	∞	∞	∞
6	∞	1.4	3	2.8	∞	0	∞	∞
7	∞	∞	∞	6.6	∞	∞	0	4.8
8	∞	∞	∞	9.4	∞	∞	4.9	0

Dari tabel di atas, terbentuk matriks berukuran $n \times n$ (n adalah jumlah titik) yang direpresentasikan dari graf berbobot yang sudah terbentuk.

$$D^{(0)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & \infty & \infty & 3 & \infty & \infty & \infty \\ 4.2 & 0 & \infty & \infty & 3.3 & 1 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 2.9 & 0 & \infty & 3.7 & 6.5 & 9.5 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & \infty & 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 1.4 & 3 & 2.8 & \infty & 0 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 6.6 & \infty & \infty & 0 & 4.8 \\ \infty & \infty & \infty & 9.4 & \infty & \infty & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

4.3 Penghitungan Dengan Algoritma *Floyd-Warshall*

Berikut proses optimalisasi matriks untuk menentukan jalur terpendek tempat wisata Kota Batu. (tabel bisa dilihat pada **tabel 4.1**)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Iterasi untuk $k = 1$

Diketahui matriks awal

$$D^{(0)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & \infty & \infty & 3 & \infty & \infty & \infty \\ 4.2 & 0 & \infty & \infty & 3.3 & 1 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 2.9 & 0 & \infty & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & \infty & 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 1.4 & 2.8 & \infty & 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 6.6 & \infty & \infty & 0 & 4.8 \\ \infty & \infty & \infty & 9.4 & \infty & \infty & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

Untuk setiap sel matriks D dicek nilai $\min\{d_{i,j}^{(k-1)}, d_{i,k}^{(k-1)} + d_{k,j}^{(k-1)}\}$

$i = 1,\ j = 1;\quad d_{1,1}^{(0)} = 0$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,1}^{(0)} = 0 + 0 = 0$,

maka $d_{1,1}^{(1)} = 0$

$i = 1,\ j = 2;\quad d_{1,2}^{(0)} = 4.5$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,2}^{(0)} = 0 + 4.5 = 4.5$,

maka $d_{1,2}^{(1)} = 4.5$

$i = 1,\ j = 3;\quad d_{1,3}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,3}^{(0)} = 0 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,3}^{(1)} = \infty$

$i = 1,\ j = 4;\quad d_{1,4}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,4}^{(0)} = 0 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,4}^{(1)} = \infty$

$i = 1,\ j = 5;\quad d_{1,5}^{(0)} = 3$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,4}^{(0)} = 0 + 3 = 3$,

maka $d_{1,5}^{(1)} = 3$

$i = 1,\ j = 6;\quad d_{1,6}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,6}^{(0)} = 0 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,6}^{(1)} = \infty$

$i = 1,\ j = 7;\quad d_{1,7}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,7}^{(0)} = 0 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,7}^{(1)} = \infty$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$i = 1,\ j = 8;\quad d_{1,8}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{1,1}^{(0)} + d_{1,8}^{(0)} = 0 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,8}^{(1)} = \infty$

$i = 2,\ j = 1;\quad d_{2,1}^{(0)} = 4.2$, sedangkan $d_{2,1}^{(0)} + d_{1,1}^{(0)} = 4.2 + 0 = 4.2$,

maka $d_{2,1}^{(1)} = 4.2$

$i = 2,\ j = 8;\quad d_{2,8}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{2,1}^{(0)} + d_{1,8}^{(0)} = 4.2 + \infty = \infty$,

maka $d_{2,8}^{(1)} = \infty$

$i = 3,\ j = 1;\quad d_{3,1}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{3,1}^{(0)} + d_{1,1}^{(0)} = \infty + 0 = \infty$,

maka $d_{3,1}^{(1)} = \infty$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$i = 3,\ j = 2;\quad d_{3,2}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{3,1}^{(0)} + d_{1,2}^{(0)} = \infty + 4.5 = \infty$,

maka $d_{3,2}^{(1)} = \infty$

$i = 3,\ j = 3;\quad d_{3,3}^{(0)} = 0$, sedangkan $d_{3,1}^{(0)} + d_{1,3}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{3,3}^{(1)} = 0$

$i = 4,\ j = 2;\quad d_{4,2}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{4,1}^{(0)} + d_{1,2}^{(0)} = \infty + 4.5 = \infty$,

maka $d_{4,2}^{(1)} = \infty$

$i = 4,\ j = 3;\quad d_{4,3}^{(0)} = 2.9$, sedangkan $d_{4,1}^{(0)} + d_{1,3}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{4,3}^{(1)} = 2.9$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$i = 4,\ j = 4;\quad d_{4,4}^{(0)} = 0$, sedangkan $d_{4,1}^{(0)} + d_{1,4}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{4,4}^{(1)} = 0$

$i = 4,\ j = 5;\quad d_{4,5}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{4,1}^{(0)} + d_{1,5}^{(0)} = \infty + 3 = \infty$,

maka $d_{4,5}^{(1)} = \infty$

$i = 5,\ j = 4;\quad d_{5,4}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{5,1}^{(0)} + d_{1,4}^{(0)} = 2.7 + \infty = \infty$,

maka $d_{5,4}^{(1)} = \infty$

$i = 5,\ j = 5;\quad d_{5,5}^{(0)} = 0$, sedangkan $d_{5,1}^{(0)} + d_{1,5}^{(0)} = 2.7 + 3 = 5.7$,

maka $d_{5,5}^{(1)} = 0$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$i = 5,\ j = 6;\quad d_{5,6}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{5,1}^{(0)} + d_{1,6}^{(0)} = 2.7 + \infty = \infty$,

maka $d_{5,6}^{(1)} = \infty$

$i = 5,\ j = 7;\quad d_{5,7}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{5,1}^{(0)} + d_{1,7}^{(0)} = 2.7 + \infty = \infty$,

maka $d_{5,7}^{(1)} = \infty$

$i = 6,\ j = 6;\quad d_{6,6}^{(0)} = 0$, sedangkan $d_{6,1}^{(0)} + d_{1,6}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{6,6}^{(1)} = 0$

$i = 6,\ j = 7;\quad d_{6,7}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{6,1}^{(0)} + d_{1,7}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{6,7}^{(1)} = \infty$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$i = 6,\ j = 8;\quad d_{6,8}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{6,1}^{(0)} + d_{1,8}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{6,8}^{(1)} = \infty$

$i = 7,\ j = 1;\quad d_{7,1}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{7,1}^{(0)} + d_{1,1}^{(0)} = \infty + 0 = \infty$,

maka $d_{7,1}^{(1)} = \infty$

$i = 7,\ j = 8;\quad d_{7,8}^{(0)} = 4.8$, sedangkan $d_{7,1}^{(0)} + d_{1,8}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{7,8}^{(1)} = 4.8$

$i = 8,\ j = 1;\quad d_{8,1}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{8,1}^{(0)} + d_{1,1}^{(0)} = \infty + 0 = \infty$,

maka $d_{8,1}^{(1)} = \infty$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$i = 8,\ j = 2;\quad d_{8,2}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{8,1}^{(0)} + d_{1,2}^{(0)} = \infty + 4.5 = \infty$,

maka $d_{8,2}^{(1)} = \infty$

$i = 8,\ j = 3;\quad d_{8,3}^{(0)} = \infty$, sedangkan $d_{8,1}^{(0)} + d_{1,3}^{(0)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{8,3}^{(1)} = \infty$

$$D^{(1)} = \begin{bmatrix} \infty & \infty & 2.9 & 0 & \infty & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & \infty & 0 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 1.4 & 3 & 2.8 & \infty & 0 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 6.6 & \infty & \infty & 0 & 4.8 \\ \infty & \infty & \infty & 9.4 & \infty & \infty & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Iterasi untuk $k = 2$

Cara untuk menghitung iterasi $k = 2$ sama seperti pada iterasi $k = 1$, dengan menggunakan matriks $D^{(1)}$ hasil dari iterasi pertama.

Untuk setiap sel matriks D dicek nilai $\min\left\{d_{i,j}^{(k-1)}, d_{i,k}^{(k-1)} + d_{k,j}^{(k-1)}\right\}$

$i = 1,\ j = 1;\quad d_{1,1}^{(1)} = 0$, sedangkan $d_{1,1}^{(1)} + d_{1,1}^{(1)} = 4.5 + 4.2 = 8.7$,

maka $d_{1,1}^{(2)} = 0$

$i = 1,\ j = 2;\quad d_{1,2}^{(1)} = 4.5$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = 4.5 + 0 = 4.5$,

maka $d_{1,2}^{(2)} = 4.5$

$i = 1,\ j = 3;\quad d_{1,3}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = 4.5 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,3}^{(2)} = \infty$

$i = 1,\ j = 4;\quad d_{1,4}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = 4.5 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,4}^{(2)} = \infty$

$i = 1,\ j = 5;\quad d_{1,5}^{(1)} = 3$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = 4.5 + 3.3 = 7.8$,

maka $d_{1,5}^{(2)} = 3$

$i = 1,\ j = 6;\quad d_{1,6}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,6}^{(1)} = 4.5 + 1 = 5.5$,

maka $d_{1,6}^{(2)} = 5.5$

$i = 1,\ j = 7;\quad d_{1,7}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,7}^{(1)} = 4.5 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,7}^{(2)} = \infty$

$i = 1,\ j = 8;\quad d_{1,8}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{1,2}^{(1)} + d_{2,8}^{(1)} = 4.5 + \infty = \infty$,

maka $d_{1,8}^{(2)} = \infty$

$i = 2,\ j = 1;\quad d_{2,1}^{(1)} = 4.2$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,1}^{(1)} = 0 + 4.2 = 4.2$,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka $d_{2,1}^{(2)} = 4.2$

$i = 2,\ j = 2;\quad d_{2,2}^{(1)} = 0$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = 0 + 0 = 0,$

maka $d_{2,2}^{(2)} = 0$

$i = 2,\ j = 3;\quad d_{2,3}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = 0 + \infty = \infty,$

maka $d_{2,3}^{(2)} = \infty$

$i = 2,\ j = 4;\quad d_{2,4}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = 0 + \infty = \infty,$

maka $d_{2,4}^{(2)} = \infty$

$i = 2,\ j = 5;\quad d_{2,5}^{(1)} = 3.3$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = 0 + 3.3 = 3.3,$

maka $d_{2,5}^{(2)} = 3.3$

$i = 2,\ j = 6;\quad d_{2,6}^{(1)} = 1$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,6}^{(1)} = 0 + 1 = 1,$

maka $d_{2,6}^{(2)} = 1$

$i = 2,\ j = 7;\quad d_{2,7}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,7}^{(1)} = 0 + \infty = \infty,$

maka $d_{2,7}^{(2)} = \infty$

$i = 2,\ j = 8;\quad d_{2,8}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{2,2}^{(1)} + d_{2,8}^{(1)} = 0 + \infty = \infty,$

maka $d_{2,8}^{(2)} = \infty$

$i = 3,\ j = 1;\quad d_{3,1}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,1}^{(1)} = \infty + 4.2 = \infty,$

maka $d_{3,1}^{(2)} = \infty$

$i = 3,\ j = 2;\quad d_{3,2}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = \infty + 0 = \infty,$

maka $d_{3,2}^{(2)} = \infty$

$i = 3,\ j = 3;\quad d_{3,3}^{(1)} = 0$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = \infty + \infty = \infty,$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka $d_{3,3}^{(2)} = 0$

$i = 3,\ j = 4;\quad d_{3,4}^{(1)} = 2.7$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{3,4}^{(2)} = 2.7$

$i = 3,\ j = 5;\quad d_{3,5}^{(1)} = 4.8$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = \infty + 3.3 = \infty$,

maka $d_{3,5}^{(2)} = 4.8$

$i = 3,\ j = 6;\quad d_{3,6}^{(1)} = 2.8$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,6}^{(1)} = \infty + 1 = \infty$,

maka $d_{3,6}^{(2)} = 2.8$

$i = 3,\ j = 7;\quad d_{3,7}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,7}^{(1)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{3,7}^{(2)} = \infty$

$i = 3,\ j = 8;\quad d_{3,8}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{3,2}^{(1)} + d_{2,8}^{(1)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{3,8}^{(2)} = \infty$

$i = 4,\ j = 1;\quad d_{4,1}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,1}^{(1)} = \infty + 4.2 = \infty$,

maka $d_{4,1}^{(2)} = \infty$

$i = 4,\ j = 2;\quad d_{4,2}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = \infty + 0 = \infty$,

maka $d_{4,2}^{(2)} = \infty$

$i = 4,\ j = 3;\quad d_{4,3}^{(1)} = 2.9$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{4,3}^{(2)} = 2.9$

$i = 4,\ j = 4;\quad d_{4,4}^{(1)} = 0$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{4,4}^{(2)} = 0$

$i = 4,\ j = 5;\quad d_{4,5}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = \infty + 3.3 = \infty$,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka $d_{4,5}^{(2)} = \infty$

$i = 4,\ j = 6;\quad d_{4,6}^{(1)} = 3.7$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,6}^{(1)} = \infty + 1 = \infty,$

maka $d_{4,6}^{(2)} = 3.7$

$i = 4,\ j = 7;\quad d_{4,7}^{(1)} = 6.5$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,7}^{(1)} = \infty + \infty = \infty,$

maka $d_{4,7}^{(2)} = 6.5$

$i = 4,\ j = 8;\quad d_{4,8}^{(1)} = 9.3$, sedangkan $d_{4,2}^{(1)} + d_{2,8}^{(1)} = \infty + \infty = \infty,$

maka $d_{4,8}^{(2)} = 9.3$

$i = 5,\ j = 1;\quad d_{5,1}^{(1)} = 2.7$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,1}^{(1)} = 3.3 + 4.2 = 7.5,$

maka $d_{5,1}^{(2)} = 2.7$

$i = 5,\ j = 2;\quad d_{5,2}^{(1)} = 3.3$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = 3.3 + 0 = 3.3,$

maka $d_{5,2}^{(2)} = 3.3$

$i = 5,\ j = 3;\quad d_{5,3}^{(1)} = 4.8$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = 3.3 + \infty = \infty,$

maka $d_{5,3}^{(2)} = 4.8$

$i = 5,\ j = 4;\quad d_{5,4}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = 3.3 + \infty = \infty,$

maka $d_{5,4}^{(2)} = \infty$

$i = 5,\ j = 5;\quad d_{5,5}^{(1)} = 0$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = 3.3 + 3.3 = 6.6,$

maka $d_{5,5}^{(2)} = 0$

$i = 5,\ j = 6;\quad d_{5,6}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,6}^{(1)} = 3.3 + 1 = 4.3,$

maka $d_{5,6}^{(2)} = 4.3$

$i = 5,\ j = 7;\quad d_{5,7}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,7}^{(1)} = 3.3 + \infty = \infty,$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka $d_{5,7}^{(2)} = \infty$

$i = 5,\ j = 8;\quad d_{5,8}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{5,2}^{(1)} + d_{2,8}^{(1)} = 3.3 + \infty = \infty,$

maka $d_{5,8}^{(2)} = \infty$

$i = 6,\ j = 1;\quad d_{6,1}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,1}^{(1)} = 1.4 + 4.2 = 5.6,$

maka $d_{6,1}^{(2)} = 5.6$

$i = 6,\ j = 2;\quad d_{6,2}^{(1)} = 1.4$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = 1.4 + 0 = 1.4,$

maka $d_{6,2}^{(2)} = 1.4$

$i = 6,\ j = 3;\quad d_{6,3}^{(1)} = 3$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = 1.4 + \infty = \infty,$

maka $d_{6,3}^{(2)} = 3$

$i = 6,\ j = 4;\quad d_{6,4}^{(1)} = 2.8$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = 1.4 + \infty = \infty,$

maka $d_{6,4}^{(2)} = 2.8$

$i = 6,\ j = 5;\quad d_{6,5}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = 1.4 + 3.3 = 4.7,$

maka $d_{6,5}^{(2)} = 4.7$

$i = 6,\ j = 6;\quad d_{6,6}^{(1)} = 0$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,6}^{(1)} = 1.4 + 1 = 2.4,$

maka $d_{6,6}^{(2)} = 0$

$i = 6,\ j = 7;\quad d_{6,7}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,7}^{(1)} = 1.4 + \infty = \infty,$

maka $d_{6,7}^{(2)} = \infty$

$i = 6,\ j = 8;\quad d_{6,8}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{6,2}^{(1)} + d_{2,8}^{(1)} = 1.4 + \infty = \infty,$

maka $d_{6,8}^{(2)} = \infty$

$i = 7,\ j = 1;\quad d_{7,1}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{7,2}^{(1)} + d_{2,1}^{(1)} = \infty + 4.2 = \infty,$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka $d_{7,1}^{(2)} = \infty$

$i = 7,\ j = 2;\quad d_{7,2}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{7,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = \infty + 0 = \infty,$

maka $d_{7,2}^{(2)} = \infty$

$i = 7,\ j = 3;\quad d_{7,3}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{7,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = \infty + \infty = \infty,$

maka $d_{8,1}^{(2)} = \infty$

$i = 8,\ j = 2;\quad d_{8,2}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{8,2}^{(1)} + d_{2,2}^{(1)} = \infty + 0 = \infty,$

maka $d_{8,2}^{(2)} = \infty$

$i = 8,\ j = 3;\quad d_{8,3}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{8,2}^{(1)} + d_{2,3}^{(1)} = \infty + \infty = \infty,$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka $d_{8,3}^{(2)} = \infty$

$i = 8,\ j = 4;\quad d_{8,4}^{(1)} = 9.4$, sedangkan $d_{8,2}^{(1)} + d_{2,4}^{(1)} = \infty + \infty = \infty$,

maka $d_{8,4}^{(2)} = 9.4$

$i = 8,\ j = 5;\quad d_{8,5}^{(1)} = \infty$, sedangkan $d_{8,2}^{(1)} + d_{2,5}^{(1)} = \infty + 3.3 = \infty$,

yang lebih optimal, harus dilakukan iterasi dengan cara yang sama, sampai iterasi ke-n, dengan n adalah banyaknya titik. Dengan jumlah titik adalah 8, maka dilakukan iterasi hingga $k = 8$.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Iterasi untuk $k = 3$

$$D^{(3)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & \infty & \infty & 3 & 5.5 & \infty & \infty \\ 4.2 & 0 & \infty & \infty & 3.3 & 1 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 2.9 & 0 & \mathbf{7.7} & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & \mathbf{7.5} & 0 & 4.3 & \infty & \infty \\ 5.6 & 1.4 & 3 & 2.8 & 4.7 & 0 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 6.6 & \infty & \infty & 0 & 4.8 \\ \infty & \infty & \infty & 9.4 & \infty & \infty & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

Iterasi untuk $k = 4$

$$D^{(4)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & 7.8 & 10.5 & 3 & 5.5 & 17 & 19.8 \\ 4.2 & 0 & 8.1 & 10.8 & 3.3 & 1 & 17.3 & 20.1 \\ 7.5 & 8.1 & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & 9.2 & 12 \\ 10.4 & 11 & 2.9 & 0 & 7.7 & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & 7.5 & 0 & 4.3 & 14 & 16.8 \\ 5.6 & 1.4 & 3 & 2.8 & 4.7 & 0 & 9.3 & 12.1 \\ 17 & 17.6 & 9.5 & 6.6 & 14.3 & 10.3 & 0 & 4.8 \\ 19.8 & 20.4 & 12.3 & 9.4 & 17.1 & 13.1 & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

Iterasi untuk $k = 5$

$$D^{(5)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & 7.8 & 10.5 & 3 & 5.5 & 17 & 19.8 \\ 4.2 & 0 & 8.1 & 10.8 & 3.3 & 1 & 17.3 & 20.1 \\ 7.5 & 8.1 & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & 9.2 & 12 \\ 10.4 & 11 & 2.9 & 0 & 7.7 & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & 7.5 & 0 & 4.3 & 14 & 16.8 \\ 5.6 & 1.4 & 3 & 2.8 & 4.7 & 0 & 9.3 & 12.1 \\ 17 & 17.6 & 9.5 & 6.6 & 14.3 & 10.3 & 0 & 4.8 \\ 19.8 & 20.4 & 12.3 & 9.4 & 17.1 & 13.1 & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

Iterasi untuk $k = 6$

$$D^{(6)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & 7.8 & 8.3 & 3 & 5.5 & \mathbf{13.6} & \mathbf{16.4} \\ 4.2 & 0 & 4 & 3.8 & 3.3 & 1 & \mathbf{10.3} & \mathbf{13.1} \\ 7.5 & 4.2 & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & 9.2 & 12 \\ 9.3 & 5.1 & 2.9 & 0 & 7.7 & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & 7.5 & 0 & 4.3 & \mathbf{13.6} & \mathbf{16.4} \\ 5.6 & 1.4 & 3 & 2.8 & 4.7 & 0 & 9.3 & 12.1 \\ \mathbf{15.9} & \mathbf{11.7} & 9.5 & 6.6 & 14.3 & 10.3 & 0 & 4.8 \\ \mathbf{18.7} & \mathbf{14.5} & 12.3 & 9.4 & 17.1 & 13.1 & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Iterasi untuk $k = 7$

$$D^{(7)} = \begin{bmatrix} 0 & 4.5 & 7.8 & 8.3 & 3 & 5.5 & 14.8 & 17.6 \\ 4.2 & 0 & 4 & 3.8 & 3.3 & 1 & 10.3 & 13.1 \\ 7.5 & 4.2 & 0 & 2.7 & 4.8 & 2.8 & 9.2 & 12 \\ 9.3 & 5.1 & 2.9 & 0 & 7.7 & 3.7 & 6.5 & 9.3 \\ 2.7 & 3.3 & 4.8 & 7.5 & 0 & 4.3 & 13.6 & 16.4 \\ 5.6 & 1.4 & 3 & 2.8 & 4.7 & 0 & 9.3 & 12.1 \\ 15.9 & 11.7 & 9.5 & 6.6 & 14.3 & 10.3 & 0 & 4.8 \\ 18.7 & 14.5 & 12.3 & 9.4 & 17.1 & 13.1 & 4.9 & 0 \end{bmatrix}$$

Sesuai dengan nilai yang diperoleh dengan perhitungan algoritma *Floyd-Warshall*, maka rute terpendek yang diperoleh adalah Predator Fun Park - Coban Putri - Batu Night Spectacular - Jawa Timur Park 2 - Alun-Alun Kota Batu - Wisata Petik Apel - Taman Rekreasi Selecta - Coban Talun dengan panjang jarak 27 km.

4.4 Perhitungan Dengan Algoritma Dijkstra

Titik yang digunakan sama seperti pada perhitungan algoritma *Floyd-Warshall*, yakni titik 1 (Predator Fun Park), 2 (Batu Night Spetacular), 3 (Wisata Petik Apel), 4 (Alun-Alun Kota Batu), 5 (Coban Putri), 6 (Jawa Timur Park 2), 7 (Taman Rekreasi Selecta), 8 (Coban Talun). Setelah mendapatkan titiknya, menentukan titik terhubung antar titik satu dengan yang lainnya:

$v_1 - v_2 = 4.5$ km, $v_1 - v_5 = 3$ km, $v_2 - v_5 = 3.3$ km, $v_2 - v_6 = 1$ km,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$v_3 - v_4 = 2.7$ km, $v_3 - v_5 = 4.8$ km, $v_3 - v_6 = 2.8$ km, $v_4 - v_6 = 3.7$ km, $v_4 - v_7 = 6.5$ km, $v_4 - v_8 = 9.3$ km, $v_7 - v_8 = 4.8$ km.

Setelah menentukan masing-masing titik terhubung, maka terbentuk graf seperti pada **gambar 4.2** dan dilanjutkan dengan penghitungan dengan algoritma *Dijkstra*.

capai

capai

gkan

titik

anen

Iterasi 2

Titik permanen iterasi sebelumnya adalah v_5 dengan $D(v_5) = 3$. Titik yang belum permanen dan dapat dicapai langsung dari titik permanen v_5 adalah v_3 (dengan $D(v_3) = \infty$), maka

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

$D(v_3) = \min(\infty; D(v_5) + W(v_{5,3})) = \min(\infty; 3 + 4.8) = 7.8$

Nilai $D(v_j)$ lain pada iterasi ini adalah $D(v_2) = 4.5$

Nilai $D(v_j)$ terkecil adalah $D(v_2) = 4.5$; sehingga v_2 menjadi titik permanen selanjutnya. Selama semua titik tujuan belum permanen maka iterasi tetap berlanjut hingga semua titik menjadi permanen selanjutnya.

Iterasi 3

Titik permanen iterasi sebelumnya adalah v_2 dengan $D(v_2) = 4.5$. Titik yang belum permanen dan dapat dicapai langsung dari titik permanen v_2 adalah v_6 (dengan $D(v_6) = \infty$), maka

$D(v_6) = \min(\infty; D(v_2) + W(v_{2,6})) = \min(\infty; 4.5 + 1) = 5.5$

Nilai $D(v_j)$ terkecil adalah $D(v_6) = 5.5$; sehingga v_6 menjadi titik permanen selanjutnya.

Iterasi 4

Titik permanen iterasi sebelumnya adalah v_6 dengan $D(v_6) = 7.3$. Titik yang belum permanen dan dapat dicapai langsung dari titik permanen v_6 adalah v_4 (dengan $D(v_4) = \infty$), maka

$D(v_4) = \min(\infty; D(v_6) + W(v_{6,4})) = \min(\infty; 5.5 + 3.7) = 9.2$

Nilai $D(v_j)$ lain pada iterasi ini adalah $D(v_3) = 7.8$

Nilai $D(v_j)$ terkecil adalah $D(v_3) = 7.8$; sehingga v_3 menjadi titik permanen selanjutnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Iterasi 5

Titik permanen iterasi sebelumnya adalah v_3 dengan $D(v_3) = 7.8$. Titik yang dapat dicapai langsung dari titik permanen v_3 adalah v_4, maka

$D(v_4) = \min\big(\infty; D(v_3) + W(v_{3,4})\big) = \min(\infty; 7.8 + 2.7) = 10.5$

Nilai $D(v_j)$ terkecil adalah $D(v_4) = 10.5$; sehingga v_4 menjadi titik permanen selanjutnya.

Iterasi 6

Titik permanen iterasi sebelumnya adalah v_4 dengan $D(v_4) = 10.5$. Titik yang belum permanen dan dapat dicapai langsung dari titik permanen v_4 adalah v_7 (dengan $D(v_7) = \infty$) dan v_8 (dengan $D(v_8) = \infty$), maka

$D(v_7) = \min\big(\infty; D(v_4) + W(v_{4,7})\big) = \min(\infty; 10.5 + 6.5) = 17$

$D(v_8) = \min\big(\infty; D(v_4) + W(v_{4,8})\big) = \min(\infty; 10.5 + 9.3) = 19.8$

Nilai $D(v_j)$ terkecil adalah $D(v_7) = 17$; sehingga v_7 menjadi titik permanen selanjutnya.

Iterasi 7

Titik permanen iterasi sebelumnya adalah v_7 dengan $D(v_7) = 17$. Titik yang dapat dicapai langsung dari titik permanen v_7 adalah v_8, maka

$D(v_8) = \min\big(\infty; D(v_7) + W(v_{7,8})\big) = \min(\infty; 17 + 4.8) = 21.8$

Nilai $D(v_j)$ terkecil adalah $D(v_8) = 21.8$; sehingga v_8 menjadi titik permanen selanjutnya. Karena tidak ada lagi titik yang belum permanen dan dapat dicapai langsung dari titik permanen v_8, maka iterasi dihentikan.

Jadi, jalur terpendek kunjungan wisata di Kota Batu ini dengan algoritma Dijkstra adalah $v_1 \rightarrow v_5 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_7 \rightarrow v_8$ dengan panjang jarak 21.8 km. Akan tetapi, ada titik yang belum dilalui yakni v_2 dan v_6.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.5 Perbandingan Algoritma *Floyd-Warshall* dan Algoritma *Dijkstra*

Pada algoritma *Floyd-Warshall* diperoleh jalur terpendek dengan panjang jarak 27 km dan semua titik dapat dilalui untuk kunjungan wisata di Kota Batu. Sedangkan pada algoritma *Dijkstra* jarak yang diperoleh lebih sedikit yaitu dengan panjang 21,8 km tetapi ada titik yang tidak dilalui yakni titik v_2 dan v_6.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dibahas, metode yang cocok untuk penelitian ini adalah algoritma *Floyd-Warshall* karena yang diperlukan yaitu jalur terpendek dan semua titik dapat dilalui. Sedangkan algoritma *Dijkstra* metode yang cocok untuk penelitian yang memerlukan jalur terpendek yang sudah ditetapkan titik awal dan titik akhir sehingga tidak masalah jika salah satu titik tidak dapat dilalui karena sudah melalui titik lain yang jaraknya lebih kecil. Misal, jalur terpendek dari Predator Fun Park (v_1) menuju Coban Talun (v_8), sehingga tidak masalah jika Batu Night Spectacular (v_2) dan Jawa Timur Park 2 (v_6) tidak dilalui karena melewati jalur Coban Putri (v_5) lebih kecil.

4.6 Anjuran Hidup Hemat Dalam Islam

Dengan menemukan jalur terpendek pada suatu perjalanan maka dapat terhindar dari sifat boros dan dapat berhemat dengan cara mengurangi pemakaian BBM, tenaga dan mempersingkat waktu. Secara jelas Allah Swt melarang umat-Nya melakukan pemborosan, perbuatan yang dilarang Allah Swt berarti sesuatu yang tidak baik dan tidak membawa manfaat, secara umum segala bentuk pemborosan dan menghambur-hamburkan harta adalah perbuatan yang dilarang dalam Islam. Larangan yang berhubungan dengan perihal tersebut ditegaskan dalam Al-Qur'an surah Al-An'am ayat 141 yang artinya:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

"Dan Dialah yang menjadikan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya, tapi janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebihan" (QS. Al-An'am/6:141).

Adanya larangan untuk berlebih-lebihan pada firman Allah Swt adalah menunjukkan larangan berlebih-lebihan dalam segala hal. Hal itu dilarang, karena Allah Swt menjadikan harta-harta itu sebagai kekuatan untuk kemaslahatan hamba-hamba. Sedang penghamburannya (*tabdzir*) itu menghilangkan maslahat-maslahat baik dalam hak pelaku yang menyia-nyiakan harta maupun dalam hak orang lain.

Larangan berlebih-lebihan Rasulullah Saw juga menjelaskan dalam hadits dari Babul Adab pada Kitab Bulughul Maram yang artinya:

"Dari 'Amr Ibnu Syu'aib dari ayahnya, dari kakeknya, radhiyallahu 'anhum berkata, Rasulullah Saw bersabda, "Makanlah dan minumlah dan berpakaianlah dan bersedekahlah tanpa berlebihan (israf) dan tanpa kesombongan" (HR. Abu Dawud dan Ahmad dan Al-Imam Al-Bukhari).

Hadits ini menjelaskan bahwasannya Allah Swt asalnya menghalalkan bagi hamba-hamba-Nya seluruh perkara dan rizqi yang baik. Baik berupa makanan maupun minuman, pakaian, tempat tinggal, kendaraan dan seluruh kebaikan-kebaikan yang ada di muka bumi ini. Akan tetapi perkara-perkara yang baik tersebut meskipun hukum asalnya baik, dirubah oleh Allah Swt menjadi hukumnya haram tatkala mencapai tingkatan *israf* (berlebihan). Oleh karena itu dalam hadits ini dijelaskan larangan untuk berbuat berlebih-lebihan. Begitu juga dengan permasalahan pencarian jalur dalam sebuah perjalanan akan hemat dengan menempuh jarak terpendek.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah dan serangkaian penelitian yang telah penulis lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa masalah rute jalur terpendek pada kunjungan wisata di Kota Batu dapat diatasi dengan menentukan rute optimal menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*.

Adapun rute jalur terpendek tersebut berawal dari *(1)* Predator Fun Park menuju ke *(5)* Coban Putri, *(2)* Batu Night Spectacular, *(6)* Jawa Timur Park 2, *(4)* Alun-Alun Kota Batu, *(3)* Wisata Petik Apel, *(7)* Taman Rekreasi Selecta, dan *(8)* Coban Talun dengan panjang jalur perjalanan 27 kilometer (Km).

5.2 Saran

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk dapat membandingkan antara Algoritma *Floyd-Warshall* dengan algoritma lain.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR RUJUKAN

Abdullah. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.

Abdussakir, dkk. 2009. *Teori Graf*. Malang: UIN Malang Press.

Al-Mahally, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As-Suyuthi. 1990. *Terjemah Tafsir Jalalain Cetakan I*. Bandung: Sinar Baru.

Ardiansyah, Irfan dan Dimara Kusuma Hakim. 2012. *Rancang Bangun Aplikasi Untuk Menentukan Jalur Terpendek Menggunakan Algoritma Floyd Warshall di Wisata Purbalingga*. Teknik Informatika: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Budayasa, I.K., 2007. *Teori Graf dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.

Harjito, Agus dan Martono. 2008. *Manajemen Keuangan*. Yogyakarta: EKONISIA.

Hasibuan, Alvar Riva'i. 2016. *Penerapan Algoritma Floyd Warshall Untuk Menetukan Jalur Terpendek Dalam Pengiriman Barang*. Jurnal Riset Komputer (JURIKOM), 3(6): 20.

Mukti, R., dan Mulyono. 2018. *Menentukan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Pendistribusian Barang Pada PT. Rapy Ray Purnama*. KARISMATIKA, 4(1): 2443-0366. Medan.

Mutakhiroh, I., Saptomo, F., Hasanah, N., dan Wuryadinata, R., 2007. *Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetik*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. ISSN: 1907-5022. Yogyakarta.

Nawagusti, V.A., Nurdin, A.S. dan Aryanti. 2018. *Penentuan Rute Terpendek Optimalisasi Jalur Pendistribusian Barang di PT.X Dengan Menerapkan Algoritma Floyd-Warshall*. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi Industri. ISSN: 2085-4218. Malang.

Purwananto, Y. 2005. *Implementasi dan Analisis Algoritma Pencarian Rute Terpendek di Kota Surabaya*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, 10(2): 94-101.

Setiawan, V., Kiftiah, M., dan Partiwi W.B,. 2017. *Analisis Algoritma Floyd-Warshall Untuk Menentukan Lintasan Terpendek Pengangkutan Sampah (Studi Kasus: Pengangkutan Sampah di Kabupaten Kubu Raya)*. Buletin Ilmiah Math Stat dan Terapannya (Bimaster), 6(3): 221-230.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Simamora, Aloysius Gestart Parulian. 2018. *Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata Kota Medan.* Skripsi dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Simanullang, Oktavia. 2018. *Penerapan Algoritma Floyd-Warshall Pada Penentuan Rute Distribusi Optimal (Studi Kasus: Penyaluran LPG 3 Kg PT. PERTAMINA (PERSERO)).* Skripsi dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Soetomo, Cahya Ajiyah L. 2018. *Penentuan Jalur Terpendek dengan Menggunakan Metode Ant Colony Optimization.* Skripsi dipublikasikan. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Wardy, I. S. 2007. *Penggunaan graph dalam algoritma semut untuk melakukan optimisasi.* Program studi Teknik Informatika, ITB, Bandung.

Wibaryo, Herimanto. 2011. *Ilmu Sosial Dan Budaya Dasar.* Jakarta: Bumi Aksara.

Yao, Biyuan. 2016. *Path Optimization Algorithms Based on Graph Theory.* International Journal of Grid and Distributed Computing, 9 (6): 137-148.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Zainur Rozikin dilahirkan di Pasuruan pada tanggal 18 Februari 1997, anak pertama dari dua bersaudara, pasangan Bapak Hudiyono dan Ibu Muarum.

Pendidikan dasar ditempuh di SDN Pandean I Kecamatan Rembang Kabupaten Pasuruan yang ditamatkan pada tahun 2009. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Bangil Pasuruan. Pada tahun 2013 penulis menamatkan pendidikan menengah pertamanya, kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Bangil Pasuruan dan menamatkan pendidikan tersebut pada tahun 2015. Pendidikan berikutnya penulis tempuh di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang melalui jalur SNMPTN dengan mengambil Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhammad Zainur Rozikin
NIM : 15610005
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Implementasi Algoritma *Floyd-Warshall* dalam Menentukan Jalur Terpendek Pada Kunjungan Wisata di Kota Batu
Pembimbing I : Evawati Alisah, M.Pd
Pembimbing II : Muhammad Nafie Jauhari, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	7 Mei 2019	Revisi Bab I dan Bab II	1.
2.	10 Mei 2019	Revisi Kajian Al-Quran	2.
3.	13 Mei 2019	Revisi Bab III	3.
4.	12 September 2019	ACC Bab I, II dan III	4.
5.	4 Oktober 2019	ACC Bab I, II, III dan Kajian Islam	5.
6.	2 Maret 2020	Konsultasi Bab IV	6.
7.	3 Maret 2020	Konsultasi Bab V & Abstrak	7.
8.	27 Maret 2020	Konsultasi Kajian Keagamaan	8.
9.	30 Maret 2020	ACC Kajian Keagamaan	9.
10.	30 Maret 2020	ACC Keseluruhan	10.

Malang, 30 Maret 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG