

**PENENTUAN RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA
MALANG RAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA
FLOYD-WARSHALL**

SKRIPSI

**OLEH
MOCHAMMAD AINUR ROFIQ
NIM. 18610063**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**PENENTUAN RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA
MALANG RAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA
FLOYD-WARSHALL**

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
Mochammad Ainur Rofiq
NIM. 18610063**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**PENENTUAN RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA
MALANG RAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA
FLOYD-WARSHALL**

SKRIPSI

**Oleh
Mochammad Ainur Rofiq
NIM. 18610063**

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji
Malang, 15 September 2022

Dosen Pembimbing I



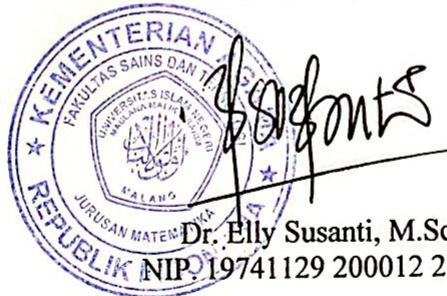
Juhari, M.Si
NIDT. 19840209 20160801 1 055

Dosen Pembimbing II



Mohammad Nafie Jauhari, M.Si
NIDT. 19870218 20160801 1 056

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

**PENENTUAN RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA
MALANG RAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA
FLOYD-WARSHALL**

SKRIPSI

**Oleh
Mochammad Ainur Rofiq
NIM. 18610063**

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 22 September 2022

Ketua Penguji : Dr. Usman Pagalay, M.Si

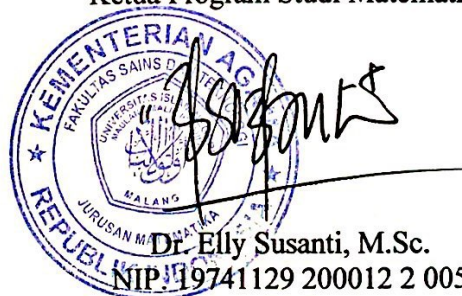
Anggota Penguji I : Dr. Heni Widayani, M.Si

Anggota Penguji II : Juhari, M.Si

Anggota Penguji III : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

→
.....
.....
.....
.....

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika


Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Ainur Rofiq
NIM : 18610063
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Penentuan Rute Terpendek Objek Wisata Malang Raya
Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall

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

Malang, 22 September 2022

Yang membuat pernyataan,



Mochammad Ainur Rofiq

NIM. 18610063

MOTO

“Jangan pernah berusaha menolak kesalahanmu, penilaian Tuhan dimulai saat kau memperbaikinya.”

(Nazril Irham)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak Achmad Zaenan, Ibu Lilik Suryani, Almarhum Kakak Dwi Eko Arif Rohman, seluruh keluarga tercinta, teman-teman tercinta yang selalu mendukung penulis baik berupa moral ataupun material.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah sehingga penulis mampu menulis skripsi yang berjudul “Penentuan Rute Terpendek Objek Wisata Malang Raya Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall”. Shalawat serta salam kepada baginda Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang telah menunjukkan dan membimbing kita dari zaman jahiliah menuju zaman yang terang benderang.

Tidak lupa pula dukungan baik secara materil dan nonmateril yang diberikan kepada penulis dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
3. Dr. Elly Susanti, S.Pd., M.Sc, selaku ketua Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
4. Juhari, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
5. Mohammad Nafie Jauhari, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
6. Dr. Heni Widayani, M.Si, selaku dosen penguji seminar proposal, seminar hasil, dan sidang skripsi yang telah memberikan saran dan kritikan.
7. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku selaku dosen penguji seminar proposal, seminar hasil, dan sidang skripsi yang telah memberikan saran dan kritikan.
8. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim atas segala ilmu dan bimbingannya.
9. Bapak Achmad Zaenan dan Ibu Lilik Suryani selaku orang tua yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis.

10. Nazril Irham, Lukman Hakim, David Kurnia Albert, Liam Gallagher, dan Noel Gallagher atas karya musiknya yang senantiasa menghibur penulis dikala mengerjakan skripsi.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa program studi matematika angkatan 2018 atas segala kenangan, cerita dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala membalas semua kebaikan mereka. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca. *Aamiin Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Malang, 22 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Teori Pendukung	6
2.1.1 Graf	6
2.1.2 Algoritma	8
2.1.3 Algoritma Floyd-Warshall	9
2.1.4 Matriks	11
2.1.5 Lintasan Terpendek (<i>Shortest Path</i>)	14
2.1.6 Objek Wisata	15
2.1.7 Malang Raya	15
2.2 Kajian Integrasi Topik dengan Al-Quran/Hadits	17
2.3 Kajian Algoritma Floyd-Warshall Dengan Teori Pendukung	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Jenis Penelitian	21
3.2 Tahapan Penelitian	21
3.3 Flowchart	22
BAB IV PEMBAHASAN	23
4.1 Objek Penelitian	23
4.2 Pengolahan Data	24
4.3 Perhitungan Lintasan Terpendek	26
4.4 Penentuan Rute Terpendek	30
BAB V PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya	34
DAFTAR PUSTAKA	35

LAMPIRAN.....	37
RIWAYAT HIDUP	49

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Objek Penelitian Lokasi Wisata Malang Raya	23
Tabel 4.2 Daftar Simpul	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Graf Sederhana	7
Gambar 2.2 Contoh Graf Tak Sederhana	7
Gambar 2.3 Contoh Graf Berarah	7
Gambar 2.4 Contoh Graf Tak Berarah	8
Gambar 3.1 Flowchart Algoritma Floyd-Warshall	22
Gambar 4.1 Titik Lokasi Wisata Malang Raya (Skala 1:160000)	24
Gambar 4.2 Graf Wilayah Penelitian	25
Gambar 4.3 Hasil Percobaan Rute Terpendek	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Script Program Algoritma Floyd-Warshall Dengan <i>MATLAB</i>	37
Lampiran 2 Tabel Jarak Antar Simpul Sebelum Dilakukan Perhitungan	39
Lampiran 3 Matriks Iterasi k=0	40
Lampiran 4 Matriks Iterasi k=1	41
Lampiran 5 Matriks Iterasi k=2	42
Lampiran 6 Matriks Iterasi k=35	43
Lampiran 7 Tabel Jarak Antar Simpul Setelah Dilakukan Perhitungan	44
Lampiran 8 Uji Manual.....	45

ABSTRAK

Rofiq, Mochammad Ainur. 2022. **Penentuan Rute Terpendek Objek Wisata Malang Raya Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Juhari, M.Si, (2) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

Kata Kunci : Rute Terpendek, Graf, Algoritma Floyd-Warshall, Efektif.

Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan rute terpendek dan paling mudah untuk diterapkan karena dapat menemukan semua rute terpendek antara setiap pasangan posisi yang dimungkinkan dan merupakan bagian dari program dinamis yang sangat efisien dalam memecahkan persoalan rute yang optimal. Algoritma Floyd-Warshall bekerja dengan cara membandingkan setiap kemungkinan jalur pada graf untuk setiap pasangan simpul dan melakukan pengecekan pada kombinasi simpul yang dihasilkan. Permasalahan rute terpendek dalam kehidupan sehari-hari adalah perjalanan wisata, wilayah yang terkenal banyak memiliki objek wisata adalah Malang Raya. Beberapa hal yang perlu dipersiapkan ketika berwisata yaitu mencari cara yang efektif untuk mencapai tempat wisata karena dapat menghemat tenaga dan biaya. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian menghasilkan matriks acuan berupa lintasan terpendek yang digunakan untuk menentukan rute terpendek ke beberapa objek wisata di Malang Raya.

ABSTRACT

Rofiq, Mochammad Ainur. 2022. **Determination of the Shortest Route for Malang Tourism Objects Using Floyd-Warshall Algorithm**. Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (1) Juhari, M.Si, (2) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.

Keywords : Shortest Route, Graph, Floyd-Warshall Algorithm, Effectiveness.

The Floyd-Warshall algorithm is one of the algorithms that can be used to solve the shortest route problem and is the easiest to implement because it can find all the shortest routes between every possible pair of positions and is part of a dynamic program that is very efficient in solving the optimal route problem. The Floyd-Warshall algorithm works by comparing every possible path in the graph for each pair of vertices and checking the resulting vertex combinations. The problem of the shortest route in everyday life is in travels, an area that is famous for having many tourist objects is Malang Raya. One thing that needs to be prepared in tourism is to find an effective way to reach tourist attractions because it can save energy and costs. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the research produces a reference matrix in the form of the shortest path used to determine the shortest route to several tourist objects in Malang Raya.

مستخلص البحث

رفيق، محمد عين، ٢٠٢٢. تحديد أقصر طريق لأجسام السياحة في مالانج باستخدام خوارزمية (Floyd-Warshall).
البحث الجامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية
مالانج. المشرف: (1) جوهرى الماجستير، (2) محمد نافع الجوهرى الماجستير

الكلمات المفتاحية: أقصر طريق ، رسم بياني ، خوارزمية (Floyd-Warshall) ، فعالة.

تعد خوارزمية (Floyd-Warshall) واحدة من الخوارزميات التي يمكن استخدامها لحل مشكلة أقصر طريق وهي الأسهل في التنفيذ لأنها يمكن أن تجد جميع أقصر الطرق بين كل زوج من المواقع الممكنة وهي جزء من برنامج ديناميكي للغاية. فعالة في حل مشكلة المسار الأمثل. تعمل خوارزمية (Floyd-Warshall) من خلال مقارنة كل مسار ممكن في الرسم البياني لكل زوج من الرؤوس والتحقق من مجموعات الرؤوس الناتجة. مشكلة أقصر طريق في الحياة اليومية هي السفر ، وهي منطقة تشتهر بوجود العديد من الأشياء السياحية فيها مالانج رايا. بعض الأشياء التي يجب الاستعداد لها عند السفر هي إيجاد طريقة فعالة للوصول إلى مناطق الجذب السياحي لأنها يمكن أن توفر الطاقة والتكاليف. بناءً على نتائج البحث الذي تم إجراؤه ، يمكن الاستنتاج أن البحث ينتج مصفوفة مرجعية في شكل أقصر طريق يستخدم لتحديد أقصر طريق للعديد من الأشياء السياحية في مالانج رايا.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penentuan rute terpendek adalah salah satu masalah yang umum dalam teori graf, yang berarti meminimalkan bobot rute dalam graf (Rachmah, 2013). Dalam teori graf, masalah lintasan terpendek dapat didefinisikan sebagai masalah menemukan jalur antara dua simpul dalam graf berbobot yang memiliki bobot total dari sisi-sisi graf yang dilintasi oleh simpul dengan jumlah bobot terkecil (Salaki, 2011).

Algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan rute terpendek dalam teori graf adalah: Algoritma Bellman-Ford, Algoritma Floyd-Warshall, dan Algoritma Dijkstra (Hasugian, 2015). Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu yang paling mudah untuk diterapkan karena dapat menemukan semua rute terpendek antara setiap pasangan posisi yang dimungkinkan dan merupakan bagian dari program dinamis yang sangat efisien dalam memecahkan persoalan rute yang optimal. Algoritma Floyd-Warshall adalah cara penyelesaian suatu persoalan dengan mempertimbangkan solusi yang diinginkan sebagai solusi terkait, dan memilih rute terpendek di antara beberapa jalur alternatif yang dihasilkan selama proses perhitungan. Ini berarti bahwa solusi tersebut terdiri dari solusi dari langkah sebelumnya, dalam arti lain Algoritma Floyd-Warshall menghitung bobot minimum semua solusi yang memiliki lebih dari satu solusi yang menghubungkan sepasang simpul, dan lakukan ini untuk setiap pasangan simpul sampai mencapai tujuan paling minimum (Anwar, Sanjaya, & Hariri, 2017).

Salah satu permasalahan rute terpendek dalam kehidupan sehari-hari adalah ketika melakukan perjalanan wisata. Sektor pariwisata akan tumbuh seiring bertambahnya jumlah wisatawan, sehingga ketersediaan informasi pariwisata sangatlah berguna bagi kemajuan sektor pariwisata. Salah satu wilayah yang terkenal sebagai kota wisata adalah Malang Raya. Malang Raya merupakan salah satu objek utama tujuan wisata di Indonesia. Ada berbagai macam industri wisata di Malang Raya, diantaranya wisata alam, wisata buatan, wisata kota, wisata laut, wisata makanan. Hal ini menarik banyak wisatawan untuk berkunjung ke Malang Raya (Ghozali, Setiawan, & Furqon, 2017). Sebelum pergi berwisata, terdapat beberapa hal yang perlu dipersiapkan ketika merencanakan perjalanan yaitu mencari cara yang efisien untuk mencapai tempat wisata karena dapat menghemat jarak, tenaga, dan biaya. Oleh karena itu, optimasi berupa pemilihan rute terpendek dapat bermanfaat untuk mencapai tujuan wisata yang lebih efektif.

Kaitan antara ilmu graf dengan masalah lokasi pariwisata Malang Raya terkait dengan denah pariwisata Malang Raya. Lokasi pariwisata digambarkan dalam sebuah simpul graf, kemudian simpul tersebut dapat dihubungkan satu sama lain. Setelah menghubungkan beberapa simpul tersebut akan dilakukan pencarian solusi sesuai simpul yang diambil lalu akan terlihat rute terpendek sesuai lokasi yang diinginkan.

Dalam agama Islam, penentuan rute terpendek termasuk ke dalam perilaku berhemat, berhemat yang dimaksud dalam penentuan rute terpendek ini adalah berhemat dalam mempertimbangkan jarak, tenaga, maupun biaya. Allah Swt menentang perilaku umatnya dalam berboros seperti yang tertuang pada Surah Al-Isra' ayat 27 yang artinya:

“Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya.” (QS. Al-Isra’/17: 27)

Menurut tafsir Kemenag dalam ayat tersebut Allah Swt menyatakan bahwa para pemboros adalah saudara setan. Ungkapan serupa ini biasa dipergunakan oleh orang-orang Arab. Orang yang membiasakan diri mengikuti peraturan suatu kaum atau mengikuti jejak langkahnya, disebut saudara kaum itu. Jadi orang-orang yang memboroskan hartanya berarti orang-orang yang mengikuti langkah setan. Sedangkan yang dimaksud pemboros dalam ayat ini ialah orang-orang yang menghambur-hamburkan harta bendanya dalam perbuatan maksiat yang tentunya di luar perintah Allah. Orang-orang yang serupa inilah yang disebut kawan-kawan setan. (Kemenag, 2019).

Penelitian tentang Algoritma Floyd-Warshall dibahas oleh Zulmagfir Buako, membuktikan bahwa metode yang digunakan dalam rute terpendek pengangkutan sampah di kota Gorontalo diselesaikan dengan Algoritma Floyd-Warshall (Buako, Yahya, & Achmad, 2021). Febryantika sebelumnya juga meneliti penentuan rute terpendek pendistribusian barang UD Nadira Cinta Rasa Bread ke Kecamatan Praya menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. Dengan dihasilkan rute terpendek dari lokasi sumber yaitu Mataram ke lokasi tujuan yaitu Praya dengan menghitung semua jarak lokasi sehingga dapat diketahui rute terpendek dari Mataram ke Praya sebesar 31 km (Febryantika, Puspandini, Amalia, & Annisa, 2021). Penelitian lain yang membahas tentang lintasan terpendek juga dilakukan oleh Hendri, dengan mencari lintasan terpendek Pengantaran Paket Pos di Kecamatan Pontianak Kota menggunakan metode Algoritma Bellman-Ford (Hendri, Kiftiah, & Fran, 2019). Perbedaan Algoritma Bellman-Ford tersebut dengan Floyd-Warshall adalah algoritma ini mencari jarak terpendek dari satu

simpul ke simpul lain, berbeda dengan Floyd-Warshall yang membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua simpul.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis melakukan penelitian ini guna untuk menentukan rute terpendek menuju tempat wisata di Malang Raya agar lebih efektif dalam melakukan perjalanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah Bagaimana menentukan lintasan terpendek Algoritma Floyd-Warshall dalam penentuan rute terpendek menuju beberapa objek wisata di Malang Raya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui lintasan terpendek Algoritma Floyd-Warshall dalam penentuan rute terpendek menuju objek wisata di Malang Raya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat terkait lintasan dan rute efektif menuju beberapa objek wisata di Malang Raya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Objek wisata ditinjau dari website resmi masing-masing wilayah Malang Raya yaitu pariwisata.batukota.go.id/ (Dinas Pariwisata Kota Batu, 2021), malangkota.go.id/wisata/ (Pemerintah Kota Malang, 2022), www.malangkab.go.id/ (Diskominfo Kabupaten Malang, 2019)

2. Dipilih 15 objek wisata terfavorit berdasarkan jumlah review terbanyak dari aplikasi *Google maps* yang meliputi Alun-Alun Kota Malang, Alun-Alun Tugu, Meseum Brawijaya, Taman Singha Merjosari, Predator Fun Park, Jatim Park 1, Jatim Park 2, Jatim Park 3, Batu Night Spectacular, Museum Angkut, Batu Wonderland, Alun-Alun Kota Batu, Sengkaling, Taman Labirin Coban Rondo dan Air Terjun Coban Rondo.
3. Objek wisata yang ditinjau merupakan kawasan Malang Raya dengan radius 30 km dari titik nol Kota Malang yaitu Alun-Alun Kota Malang.
4. Jalan yang ditinjau adalah jalan utama dan jalan arteri menggunakan aplikasi *Google Earth*.
5. Penelitian dilakukan hanya mempertimbangkan efektifitas jarak, dikarenakan waktu dan tingkat kemacetan yang tidak pasti, bergantung pada hari dan jam.
6. Menggunakan graf berarah berbobot dengan estimasi jarak antar simpul menggunakan aplikasi *Google Maps*.

BAB II KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Graf

Graf atau *graph*, adalah ilmu dengan banyak pengaplikasian. Ada banyak struktur yang dapat direpresentasikan dengan graf dan banyak masalah dapat diselesaikan dengan bantuan graf. Graf adalah struktur data yang paling umum.

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) ditulis dengan notasi $G = (V, E)$ dalam hal ini V adalah himpunan simpul yang tidak kosong dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul.

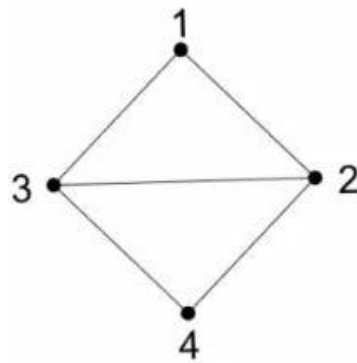
Berdasarkan pengertian tersebut, V tidak boleh kosong, tetapi E bisa kosong. Jadi Sebuah graf dimungkinkan tidak mempunyai sisi satu buah pun, tetapi simpulnya harus ada, minimal satu. Graf yang hanya memiliki satu simpul tak bersisi disebut graf trivial (Munir, 2012).

Graf dapat dibagi menjadi beberapa jenis tergantung pada pendekatan pengelompokan. Pengelompokan graf dapat dinilai dengan ada atau tidaknya sisi ganda, dengan jumlah simpul, atau dengan orientasi sisi (Munir, 2012).

Berdasarkan ada tidaknya sisi ganda atau ada tidaknya loop, graf dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Graf Sederhana

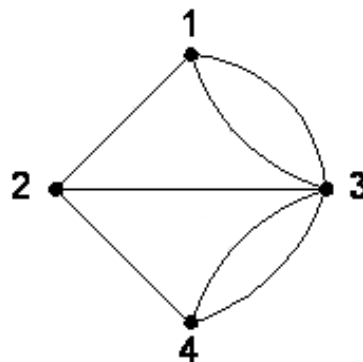
Graf sederhana merupakan graf yang tidak mengandung ring atau sisi rangkap.



Gambar 2.1 Contoh Graf Sederhana

2. Graf Tak Sederhana

Graf sederhana merupakan graf yang mengandung ring atau sisi rangkap.

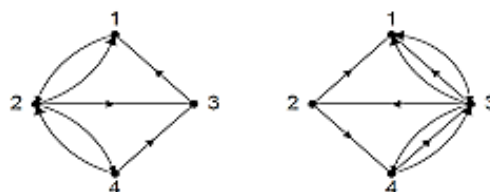


Gambar 2.2 Contoh Graf Tak Sederhana

Sisi pada graf memiliki orientasi arah. Berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf secara umum dibedakan menjadi dua jenis:

1. Graf Berarah

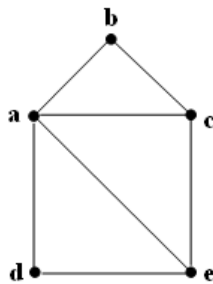
Graf berarah merupakan graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Pada graf berarah, (u, v) dan (v, u) menyatakan dua busur yang berbeda, sehingga dapat ditulis $(u, v) \neq (v, u)$.



Gambar 2.3 Contoh Graf Berarah

2. Graf Tak Berarah

Graf berarah merupakan graf yang setiap sisinya tidak diberikan orientasi arah. Pada graf berarah, (u, v) dan (v, u) menyatakan dua busur yang sama, sehingga dapat ditulis $(u, v) = (v, u)$



Gambar 2.4 Contoh Graf Tak Berarah

2.1.2 Algoritma

Algoritma merupakan kumpulan instruksi untuk memecahkan masalah. Perintah-perintah ini dapat dikonversi langkah demi langkah dari awal sampai akhir. Tidak masalah apa masalahnya, selama semua masalah memiliki kondisi awal yang harus dipenuhi sebelum algoritma dapat dijalankan. Algoritma juga memiliki proses iteratif, dimana keputusan dibuat sampai keputusan tersebut selesai (Maulana, 2017). Algoritma adalah seperangkat langkah logis untuk memecahkan masalah yang terorganisir secara sistematis (Munir, 2012).

Menurut Donald E. Knuth, suatu algoritma memiliki lima karakteristik penting:

1. *Defineteness* (Pasti dan Jelas). Setiap langkah perlu diartikan dengan jelas dan tidak berarti ganda
2. *Finiteness* (Terbatas). Sebuah algoritma yang baik harus berakhir atau berhenti ketika instruksi selesai. Sebuah program yang tidak pernah berhenti menunjukkan bahwa ia memiliki algoritma yang tidak valid.

3. *Input* (Masukan). Algoritma yang baik membutuhkan pengolahan data masukan.
4. *Output* (keluaran). Algoritma yang baik adalah algoritma yang menghasilkan output sebagai hasil dari pemrosesan input.
5. *Effectiveness* (Efektif). Algoritma yang baik adalah algoritma yang memiliki langkah-langkah yang efisien. Algoritma paling sederhana yang dapat diimplementasikan dalam jumlah waktu yang wajar.

Meskipun Algoritma biasanya dihubungkan dengan ilmu komputer dan matematika. Tetapi pada kenyataannya banyak proses yang bisa dijelaskan dengan algoritma dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.3 Algoritma Floyd-Warshall

Algoritma Floyd-Warshall merupakan salah satu bentuk dari pemrograman dinamis, yaitu suatu teknik pemecahan masalah yang mengambil suatu solusi untuk didapatkan sebagai keputusan (Cormen, 2003). Algoritma Floyd-Warshall dapat digunakan untuk mencari panjang lintasan terpendek antara semua pasangan simpul dalam graf sederhana terhubung berbobot (Rosen, 2011). Algoritma ini bekerja dengan cara membandingkan setiap kemungkinan jalur pada graf untuk setiap pasangan simpul dan melakukan pengecekan pada kombinasi simpul yang dihasilkan.

Graf hasil transformasi direpresentasikan sebagai matriks ketetanggaan dalam bentuk matriks persegi (Siang Jong Jek, 2009). Algoritma Floyd Warshall dalam menemukan lintasan terpendek dimisalkan W_0 adalah matriks ketetanggaan awal pada graf berarah berbobot, dan W^* adalah hasil matriks ketetanggaan setelah perhitungan sampai iterasi ke n . Di bawah ini adalah formula Algoritma Floyd

Warshall untuk mencari lintasan terpendek dari sebuah graf berarah dan berbobot sebagai berikut (Widya & Andrasto, 2016):

1. $W = W_0$
2. Untuk $k = 1$ hingga n , lakukan :
 Untuk $i = 1$ hingga n , lakukan : (2.1)
 Untuk $j = 1$ hingga n , lakukan :
 Jika $W_{[i,j]} > W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$ maka tukar $W_{[i,j]}$ dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$
3. $W^* = W$

Keterangan:

W = Matriks

W_0 = Matrik hubung graf mula-mula

k = Iterasi 1 sampai ke- n

n = Jumlah elemen dalam matriks

i = Simpul awal pada vi

j = Simpul akhir pada vj

W^* = Hasil matriks setelah perbandingan

Dalam iterasi untuk menemukan lintasan terpendek, Algoritma Floyd Warshall menghasilkan n matriks per iterasi. Walaupun dalam perhitungan manualnya membutuhkan proses waktu yang lambat karena harus mengecek satu per satu elemen, tetapi Algoritma Floyd-Warshall ini mempunyai kelebihan yaitu perhitungan yang sederhana karena menggunakan perbandingan. Selain itu, Algoritma Floyd Warshall sangat mudah diimplementasikan (Siang Jong Jek, 2009).

2.1.4 Matriks

Matriks merupakan barisan bilangan-bilangan membentuk persegi panjang. Bilangan-bilangan dalam jajaran tersebut disebut entri dari matriks (Anton, 2000).

Jadi, dengan kata lain, matriks adalah susunan angka yang mempunyai baris dan kolom dan berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang. Angka-angka ini disebut elemen yang menyusun matriks dan diapit dalam tanda kurung atau kurung siku. Ukuran dari suatu matriks ditentukan dari jumlah baris dan kolomnya atau bisa disebut dengan ordo. Bentuk dari suatu matriks adalah:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Matriks tersebut dapat ditulis dengan matriks $A_{m \times n}$.

Keterangan :

- A = Nama Matriks
- m = Banyak baris pada matriks
- n = Banyak kolom pada matriks
- $m \times n$ = Ordo pada matriks

Matriks dibagi menjadi beberapa jenis, berikut merupakan jenis-jenis matriks (Anton, 2000) :

1. Matriks Persegi

Matriks persegi atau matriks bujur sangkar adalah matriks yang mempunyai baris dan kolom dengan jumlah yang sama atau bisa disebut dengan matriks berordo $n \times n$.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

2. Matriks Baris

Matriks baris adalah matriks yang hanya memiliki satu baris atau juga bisa disebut dengan matriks berordo $1 \times n$.

$$A = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$$

3. Matriks Kolom

Matriks baris adalah matriks yang hanya memiliki satu kolom atau juga bisa disebut dengan matriks berordo $m \times 1$.

$$A = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

4. Matriks Tegak

Matriks tegak adalah matriks yang memiliki jumlah baris yang lebih banyak daripada kolom atau juga bisa disebut dengan matriks berordo $m \times n$ dengan $m > n$.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 2 \\ -2 & 3 \\ -3 & 4 \end{bmatrix}$$

5. Matriks Datar

Matriks datar adalah matriks yang memiliki jumlah kolom yang lebih banyak daripada baris atau juga bisa disebut dengan matriks berordo $m \times n$ dengan $m < n$.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -2 & -3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

6. Matriks Nol

Matriks nol adalah matriks yang seluruh elemennya adalah nol.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

7. Matriks Diagonal

Matriks diagonal adalah matriks persegi yang seluruh elemen kecuali diagonalnya adalah nol.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

8. Matriks Skalar

Matriks skalar adalah matriks diagonal yang elemen diagonalnya mempunyai nilai yang sama.

$$A = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix}$$

9. Matriks Simetri

Matriks simetri adalah matriks persegi yang setiap elemennya simetri terhadap diagonal utama atau matriks yang bernilai sama dengan transposenya ($A = A^T$).

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 & 5 \\ 1 & 0 & 2 & 6 \\ 3 & 2 & 0 & 4 \\ 5 & 6 & 4 & 0 \end{bmatrix}$$

10. Matriks Identitas

Matriks identitas adalah matriks diagonal yang elemen pada diagonalnya bernilai 1.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.5 Lintasan Terpendek (*Shortest Path*)

Lintasan terpendek atau *shortest path* merupakan salah satu masalah yang dapat diselesaikan dengan bantuan graf. Jika diberikan suatu graf berbobot, masalah lintasan terpendek adalah bagaimana menemukan lintasan dalam graf yang dapat mengurangi jumlah bobot yang membentuk lintasan tersebut (Hasibuan, 2016). Lintasan terpendek adalah lintasan minimum yang dibutuhkan untuk sampai ke suatu lokasi dari lokasi tertentu. Lintasan terpendek dapat dilihat menggunakan graf. Graf adalah himpunan titik pada bidang dua dimensi yang dihubungkan oleh himpunan sisi. Graf terdiri dari banyak simpul yang dihubungkan oleh sisi. (Wilson, 2010)

Ada beberapa jenis masalah Lintasan terpendek, antara lain:

1. Lintasan terpendek antara dua buah simpul tertentu yaitu *a pair shortest path* (contoh : Algoritma A*).
2. Lintasan terpendek antara semua pasangan simpul yaitu *all pairs shortest path* (contoh : Algoritma Floyd-Warshall).
3. Lintasan terpendek dari verteks tertentu ke semua verteks yang lain yaitu *single source shortest path* (contoh : Algoritma Dijkstra, Algoritma Bellman-Ford).

4. Lintasan terpendek antara dua buah verteks yang melalui beberapa verteks tertentu yaitu *intermediate shortest path*.

2.1.6 Objek Wisata

Objek wisata adalah segala sesuatu yang unik, indah, dan bernilai yang berupa berbagai sumber daya alam, buatan, dan budaya yang menjadi tujuan pariwisata (Ridwan, 2012) Objek wisata merupakan suatu tempat yang dikunjungi pengunjung karena ciri-ciri alam dan buaatannya, seperti keindahan alam atau pegunungan, pantai dengan flora dan fauna, kebun binatang, bangunan bersejarah kuno, monumen, candi, tarian, dan atraksi. dan budaya khusus lainnya. (Ananto, 2017)

2.1.7 Malang Raya

Kota Malang, Kota Batu, dan Kabupaten Malang adalah suatu kawasan metropolitan, wilayah tersebut tergabung dalam kawasan Malang Raya. Istilah Malang Raya menjadi populer ketika dicanangkannya wilayah Batu sebagai kota sendiri. Malang Raya merupakan potret budaya wilayah Karesidenan Malang yang meliputi Kabupaten Lumajang, Kabupaten Malang, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Kota Batu, Kota Malang, Kota Pasuruan, dan Kota Probolinggo. Tetapi, sebutan tersebut direduksi menjadi daerah-daerah yang secara kultural terkait dengan komunitas Arek Malang, seperti Kabupaten Malang, Kota Batu, dan Kota Malang. Berbagai julukan Malang Raya diantaranya adalah kota sejarah, kota pendidikan, kota olahraga, dan kota wisata. (Pemerintah Kota Malang, 2022).

1. Kota Sejarah

Berbagai catatan sejarah termasuk prasasti menjadi bukti kisah panjang Wilayah Malang. Mulai dari peranannya dalam perkembangan kerajaan-kerajaan besar, seperti Singosari, Kediri, Mojopahit, Demak dan Mataram hingga era kolonial, era kemerdekaan hingga pasca kemerdekaan.

Maka tak pelak Malang pun memiliki banyak peninggalan sejarah serta cagar budaya baik yang berbentuk bangunan maupun non bangunan. Diantara bangunan bersejarah yang masih dapat disaksikan hingga saat ini adalah Alun-Alun dan Tugu Kemerdekaan, Gedung Balai Kota, Gereja Hati Kudus Kayutangan, Gereja Ijen, Stasiun Kota Baru, Bangunan Kembar Rajabali, Jembatan Kahuripan dan Majapahit, Rumah Makan Oen, Gedung Bank Indonesia, dan masih banyak lagi.

2. Kota Pendidikan

Julukan ini sangat pantas disandang Malang yang memiliki lebih dari 50 perguruan tinggi/akademi negeri dan swasta. Lebih dari 300 ribu mahasiswa dari berbagai penjuru nusantara untuk menempuh pendidikan di Malang dan menjadikannya salah satu pendidikan terpenting di Indonesia bagian timur. Sejumlah perguruan tinggi ternama diantaranya Universitas Brawijaya, Universitas Negeri Malang, Universitas Muhammadiyah Malang, UIN Malik Ibrahim, Universitas Islam Malang, Institut Teknologi Nasional (ITN) dan Universitas Merdeka (Unmer).

3. Kota Olahraga

Malang telah melahirkan banyak atlet, terutama pada cabang sepakbola. Atlet sepakbola asal Malang sering mewakili tim nasional Indonesia. Malang

memiliki dua tim sepak bola terkenal Arema dan Persema, yang pernah juara di liga nasional.

4. Kota Wisata

Julukan ini lekat dengan Malang Raya dengan begitu banyaknya objek wisata, baik yang ada di wilayah Kota Malang maupun wilayah regional Malang Raya (Kabupaten Malang dan Kota Batu). Wisata kuliner, heritage, kampung tematik, taman kota, festival dan event, MICE serta religi begitu beragam di Kota Malang. Posisinya yang strategis di tengah Malang Raya juga menjadi daya tarik wisatawan karena memudahkan menjangkau objek wisata alam pantai, gunung bromo dan berbagai wisata buatan theme park yang ada di Malang Raya.

2.2 Kajian Integrasi Topik dengan Al-Quran/Hadits

Islam mengajarkan berbagai hal mulai dari hal terkecil sampai hal terbesar. Segala aspek tentang Islam dan kehidupan dituangkan dalam bentuk kitab suci bernama Al-Qur'an. Penentuanan rute terpendek merupakan contoh dalam hidup hemat dan menghindari perilaku boros, berhemat dalam topik kali ini yang dimaksud adalah berhemat jarak, tenaga dan juga bahan bakar. Salah satu perilaku Rasulullah Muhammad ﷺ adalah beliau selalu hidup sederhana dan tidak berlebihan. Sederhana berarti melepaskan semua keinginan duniawi untuk mencapai nikmat dunia dan kebahagiaan akhirat. Seperti firman Allah Swt di Surah Al-Baqarah ayat 195 yang artinya:

“Dan belanjakanlah (harta bendamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik.”(QS. Al-Baqarah/2 : 195) (Kemenag, 2019)

Hal ini memberi tahu kita bahwa membelanjakan apapun sesuai dengan perintah Allah Swt, selalu berbuat baik terhadap sesama dan jangan terlalu boros dengan menghambur-hamburkan nikmat yang telah Allah Swt berikan.

Perintah tentang hemat atau tidak berlebihan juga tertuang dalam hadist diriwayatkan dari Abdullah bin Amr bin al-Ash r.a, Rasulullah ﷺ bersabda, yang artinya:

“Makanlah, bersedekahlah, dan berpakaianlah, dengan tidak berlebihan dan tidak angkuh.” (Hadist Shahih, Riwayat al-Nasa'i: 2512, Ibnu Majah: 3595, dan Ahmad: 6408) (Ishaq Al-Sheikh, 2005)

Selain untuk berhemat, tujuan menentukan rute terpendek adalah untuk mencari kemudahan dalam melakukan perjalanan. Allah Swt menjamin kita suatu kemudahan dalam melakukan sesuatu, seperti yang dijelaskan pada Surah Ash-Sharh ayat 5 yang artinya:

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.” (QS. Ash-Sharh/94: 5) (Kemenag, 2019)

Menurut tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Allah Swt memberitahukan bahwa bersama kesulitan itu terdapat kemudahan. Kemudian Dia mempertegas berita tersebut. Ibnu Jarir meriwayatkan dari al-Hasan, dia berkata: “Nabi ﷺ pernah keluar rumah pada suatu hari dalam keadaan senang dan gembira, dan beliau juga dalam keadaan tertawa seraya bersabda:

“Satu kesulitan itu tidak akan pernah mengalahkan dua kemudahan, satu kesulitan itu tidak akan pernah mengalahkan dua kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan itu terdapat kemudahan.” (Ishaq Al-Sheikh, 2005)

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kesulitan itu dapat diketahui pada dua keadaan, dimana kalimatnya dalam bentuk *mufrad* (tunggal). Sedangkan kemudahan (*al-yusr*) dalam bentuk *nakirah* (tidak ada ketentuannya) sehingga

bilangan bertambah banyak. Oleh karena itu beliau bersabda, “Satu kesulitan itu tidak akan pernah mengalahkan dua kemudahan.”

Agama Islam termasuk agama yang mudah dan tidak mempersulit umatnya, seperti sabda Seperti sabda Rasulullah ﷺ sebagai berikut yang artinya:

Dari Abu Hurairah, dari Nabi Muhammad ﷺ beliau bersabda: *”Sesungguhnya agama itu mudah, dan tidaklah seseorang mempersulit agama kecuali dia akan dikalahkan (semakin berat dan sulit). Maka berlakulah lurus kalian, mendekatlah (kepada yang benar) dan berilah kabar gembira, serta gunakanlah waktu al-Ghadwah (awal pagi) dan al-Rauhah (setelah zuhur) dan sebagian dari al-Duljah (malam hari).”* (HR. Bukhari: 38) (Ishaq Al-Sheikh, 2005)

Ayat tersebut berpesan bahwa Islam adalah agama yang sempurna yang ditetapkan oleh Allah untuk umat manusia dan mencakup semua aspek kehidupan. Hukum Islam itu sederhana dan tidak sulit bagi penganutnya, maka dari itu hendaknya seorang muslim juga tidak mempersulit dalam mengamalkan agama.

2.3 Kajian Algoritma Floyd-Warshall Dengan Teori Pendukung

Algoritma Floyd-Warshall mempunyai tujuan untuk menganalisis rute terpendek pada objek wisata favorit yang ada di wilayah Malang Raya. Dengan mengetahui penerapan algoritma Floyd-Warshall untuk menentukan rute terpendek di wilayah Malang Raya, diharapkan dapat membantu wisatawan lebih memahami dan membuat pertimbangan yang efisien mengenai jarak dan lokasi akan dikunjungi, agar para wisatawan dapat lebih menghemat energi dan biaya untuk bisa mengunjungi banyak objek wisata yang ada di wilayah Malang Raya. Dengan ini, diharapkan kedepannya wisatawan dapat lebih banyak setiap tahunnya.

Algoritma Floyd-Warshall mempunyai beberapa langkah antara lain menentukan titik koordinat dari lokasi yang akan dijadikan objek, memodelkan data yang diperoleh ke dalam bentuk graf penelitian, menginterpretasikan graf yang

dihasilkan sebagai matriks W berukuran $n \times n$ dimana n adalah jumlah simpul yang elemennya berisi bobot sisi atau jarak antar simpul, menghitung setiap elemen terkecil dengan cara membandingkan elemen $W_{[i,j]}$ dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$ sampai iterasi $k = n$, melakukan pengujian rute terpendek dengan menginput titik awal (i) dan titik tujuan (j) sesuai yang kita inginkan.

Dalam penelitian kali ini akan dieksplorasi lebih lanjut mengenai algoritma Floyd-Warshall untuk menggambarkan rute perjalanan terpendek menuju lokasi wisata terfavorit di wilayah Malang Raya menggunakan graf. Ada banyak metode dan algoritma untuk menentukan lintasan terpendek dari sebuah graf, salah satunya adalah algoritma Floyd-Warshall. Dengan banyaknya potensi wisata yang ada di Indonesia tetapi masih sedikit yang merancang model untuk menemukan rute terpendeknya. Oleh karena itu, penelitian ini akan mempertimbangkan algoritma Floyd-Warshall untuk menentukan rute terpendek dari 15 lokasi wisata favorit di wilayah Malang Raya. Algoritma Floyd Warshall adalah metode pemrograman dinamis untuk memecahkan masalah dengan memperlakukan solusi dihasilkan sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Ini berarti bahwa solusi ini dibuat dari solusi dari langkah sebelumnya, dan memungkinkan lebih dari satu solusi.

Proses ini dilakukan dengan bantuan program *MATLAB*. Program ini dapat mempercepat proses iterasi saat melakukan perhitungan. Dalam percobaan menentukan rute, akan dipilih titik awal dan beberapa titik tujuan objek wisata yang kita inginkan, kemudian akan ditentukan titik mana yang akan dilewati terlebih dahulu saat melakukan perjalanan dengan tabel hasil lintasan terpendek dan dihasilkan hasil jarak terpendek dari rute saat percobaan tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

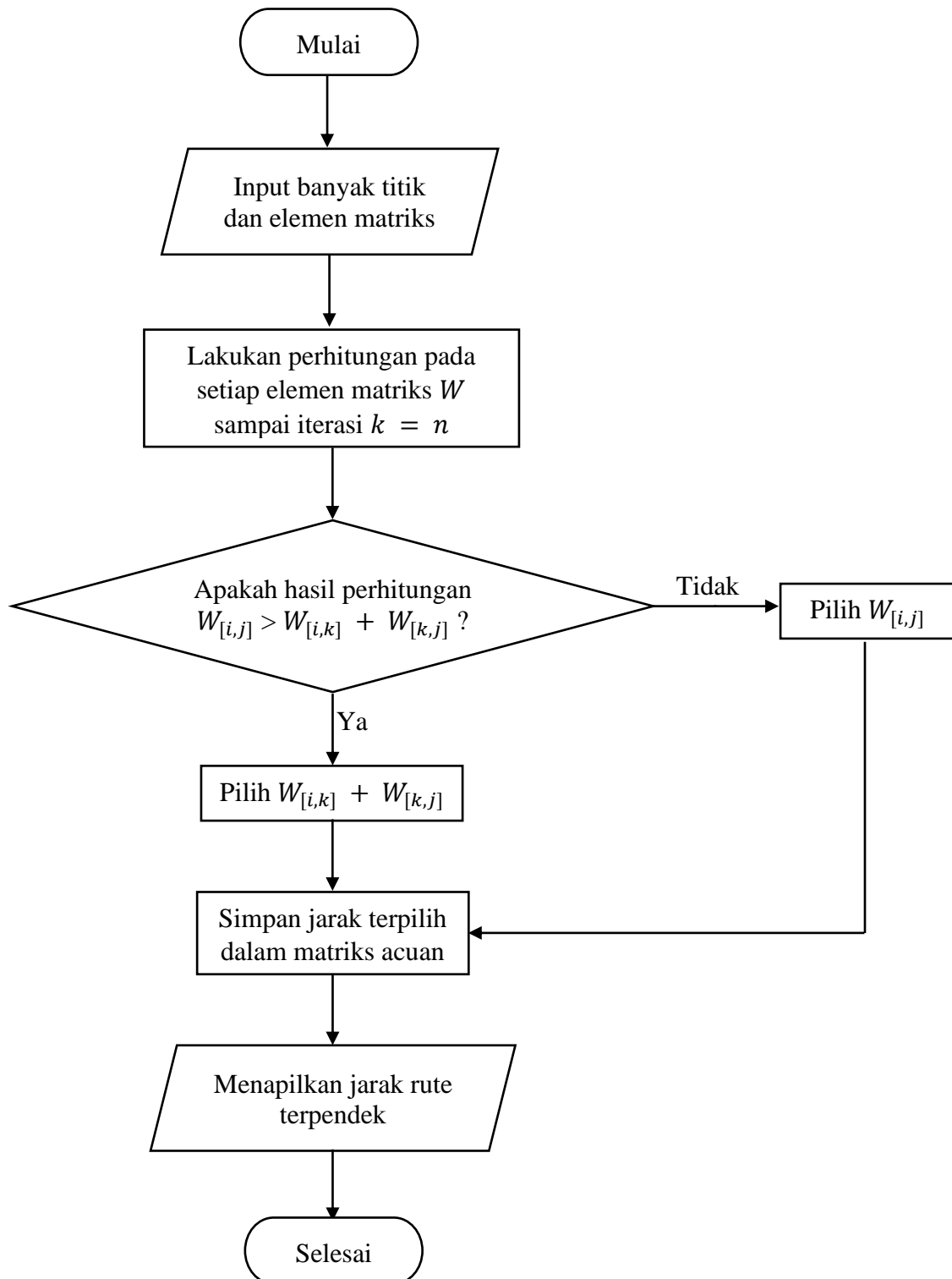
Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang menghasilkan pengetahuan yang dapat diperoleh dengan menggunakan metode statistik atau cara pengukuran (Sujarweni, 2014).

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan titik koordinat dari lokasi yang akan dijadikan objek, proses pencarian titik dilakukan menggunakan aplikasi *google earth*.
2. Memodelkan data yang diperoleh ke dalam bentuk graf penelitian, titik lokasi wisata dan persimpangan digambarkan sebagai simpul dan ditandai dengan huruf dan angka sedangkan jarak antar titik ditandai dengan sisi dan diberi bobot jarak antar titik tersebut.
3. Menginterpretasikan graf yang dihasilkan sebagai matriks W berukuran $n \times n$, dimana n adalah jumlah simpul yang elemennya berisi bobot sisi atau jarak antar simpul.
4. Melakukan perhitungan dengan cara menghitung setiap elemen terkecil dengan cara membandingkan elemen $W_{[i,j]}$ dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$ sampai iterasi $k = n$ untuk mengisi setiap elemen dari matriks W .
5. Melakukan pengujian rute terpendek dengan menginput titik awal (i) dan titik tujuan (j) sesuai yang kita inginkan.

3.3 Flowchart



Gambar 3.1 Flowchart Algoritma Floyd-Warshall

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Objek Penelitian

Terdapat 15 lokasi wisata yang berada di Malang Raya yang akan dijadikan simpul pada graf penelitian yaitu:

Tabel 4.1 Objek Penelitian Lokasi Wisata Malang Raya

NO	Lokasi Wisata	Alamat	Kota/Kabupaten
1.	Alun-Alun Kota Malang	Jl. Merdeka Selatan, Kiduldalem, Kec. Klojen	Kota Malang
2.	Alun-Alun Tugu	Jl. Tugu, Kiduldalem, Kec. Klojen	Kota Malang
3.	Museum Brawijaya	Jl. Besar Ijen No.25 A, Gading Kasri, Kec. Klojen	Kota Malang
4.	Taman Singha Merjosari	Jl. Mertojoyo Selatan Blk. B No.20, Merjosari, Kec. Lowokwaru	Kota Malang
5.	Predator Fun Park	Jl. Raya Tlekung No.315, Tlekung, Kec. Junrejo	Kota Batu
6.	Jatim Park 1	Jl. Kartika No.2, Sisir, Kec. Batu	Kota Batu
7.	Jatim Park 2	Jl. Oro-Oro Ombo No.9, Temas, Kec. Batu	Kota Batu
8.	Jatim Park 3	Jl. Ir. Soekarno No.144, Beji, Kec. Junrejo	Kota Batu
9.	Batu Night Spectacular	Jl. Hayam Wuruk No.1, Oro-Oro Ombo, Kec. Batu	Kota Batu
10.	Museum Angkut	Jl. Terusan Sultan Agung No.2, Ngaglik, Kec. Batu	Kota Batu
11.	Batu Wonderland	Jl. Imam Bonjol No.17, Temas, Kec. Batu	Kota Batu
12.	Alun-Alun Kota Batu	Jl. Diponegoro, Sisir, Kec. Batu	Kota Batu

13.	Sengkaling	Jl. Raya Mulyoagung No.188,Jetis, Mulyoagung, Kec. Dau	Kabupaten Malang
14.	Taman Labirin Coban Rondo	Jl. Coban Rondo No.RT. 30, Sebaluh, Pandesari, Kec. Pujon	Kabupaten Malang
15.	Air Terjun Coban Rondo	Jl. Coban Rondo, Krajan, Pandesari, Kec. Pujon	Kabupaten Malang

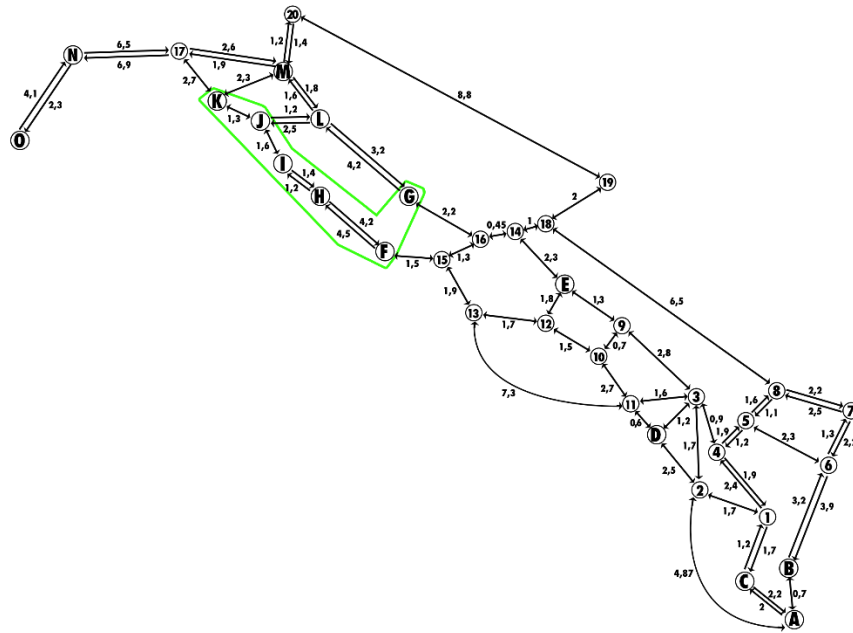
Dibawah ini merupakan titik lokasi wisata di Malang Raya setelah pencarian menggunakan *google earth*:



Gambar 4.1 Titik Lokasi Wisata Malang Raya (Skala 1:160000)

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data titik lokasi, penulis membuat graf yang dapat mewakili tiap-tiap titik dan jarak di lokasi penelitian. Pada graf tersebut simpul mewakili lokasi dan sisi mewakili jarak, algoritma Floyd-Warshall menghitung semua bobot minimum yang mungkin untuk setiap pasang simpul. Rute yang dilalui digambarkan pada graf berikut:



Gambar 4.2 Graf Wilayah Penelitian

Daftar simpul pada graf penelitian:

Tabel 4.2 Daftar Simpul

Simpul	Nama Tempat
A	Alun - Alun Kota Malang
B	Alun - Alun Tugu
C	Museum Brawijaya
D	Taman Singha Merjosari
E	Sengkaling
F, G, H, I, J, K	Kawasan Jatim Park Group (Predator Fun Park, Jatim Park 3, BNS, Jatim Park 2, Jatim Park 1, Museum Angkut)
L	Batu Wonderland
M	Alun-Alun Kota Batu
N	Taman Labirin Coban Rondo
O	Air Terjun Coban Rondo
1	Persimpangan Jl. Besar Ijen & Jl. Veteran
2	Persimpangan Jl. Veteran & Jl. Raya Sumbersari
3	Persimpangan Jl. MT Haryono & Jl. Gajayana
4	Persimpangan Jl. MT Haryono & Jl. Soekarno Hatta
5	Persimpangan Jl. Soekarno Hatta & Jl. Cengkeh
6	Persimpangan Jl. Letjen S. Parman & Jl. Kedawung
7	Persimpangan Jl. Raya Malang-Gempol & Jl. Borobudur

8	Persimpangan Jl. Soekarno Hatta & Jl. Candi Panggung
9	Persimpangan Jl. Raya Tlogomas & Jl. Tirta Utomo
10	Persimpangan Jl. Tirta Utomo & Jl. Raya Dermo
11	Persimpangan Jl. Joyo Utomo & Jl. Joyo Suryo
12	Persimpangan Jl. Raya Dermo & Jl. Sidomakmur
13	Persimpangan Jl. Raya Sumbersekar & Jl. Diponegoro
14	Persimpangan Jl. Ir. Soekarno & Jl. Drs. Moh. Hatta
15	Persimpangan Jl. Diponegoro & Jl. Hasanudin
16	Persimpangan Jl. Diponegoro & Jl. Ir. Soekarno
17	Persimpangan Jl. Panglima Sudirman & Jl. Trunojoyo
18	Persimpangan Jl. Tegalgondo & Jl. Drs. Moh. Hatta
19	Persimpangan Jl. Raya Diponegoro & Jl. Panglima Sudirman
20	Persimpangan Jl. Raya Pandanrejo & Jl. Brantas

Dari graf tersebut, selanjutnya jarak antar simpul dapat dinyatakan dalam bentuk tabel yang tertera pada **lampiran 2**. Baris pada tabel tersebut menyatakan (i) yang berarti simpul awal. Kolom pada tabel tersebut menyatakan (j) yang berarti simpul akhir. Elemen pada tabel tersebut berisi jarak sisi dari (i) simpul awal menuju simpul akhir (j) dalam satuan kilometer. Sementara tanda (∞) pada tabel menyatakan bahwa jarak antara (i) simpul awal menuju simpul akhir (j) pada iterasi tersebut masih belum ditemukan.

4.3 Perhitungan Lintasan Terpendek

Berikut proses perhitungan algoritma Floyd-Warshall menggunakan matriks untuk menentukan jarak terpendek objek wisata Malang Raya.

Iterasi $k = 0$

Matriks iterasi $k = 0$ yaitu matriks yang menyatakan nilai yang sebenarnya dari graf. Representasi matriks $W^{(0)}$ iterasi $k = 0$ dapat dilihat pada **lampiran 3**.

Dari Matriks tersebut diketahui bahwa jarak dari titik 1 ke titik 2 pada matriks adalah 0,7 km, dari titik 1 ke titik 3 adalah 2 km, dan seterusnya. Kemudian tanda " ∞ " pada matriks mempunyai arti tidak ada jalur langsung dari titik awal ke

titik yang dituju. Untuk menghitung jarak terpendek maka dilakukan perhitungan sampai matriks iterasi $k = n$ pada setiap elemennya, yang dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan sampai matriks iterasi $k = 35$.

Iterasi $k = 1$

Representasi matriks $W^{(1)}$ iterasi $k = 1$ dapat dilihat pada **lampiran 4**.

Selanjutnya, untuk setiap elemen matriks W dicek apakah $W_{[i,j]} > W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$. Jika ya, maka $W_{[i,j]}$ diganti dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$

Beberapa hasil pengecekan pada iterasi $k = 1$ adalah sebagai berikut :

- $W_{[2,3]} = \infty$ sedangkan $W_{[2,1]} + W_{[1,3]} = 0,7 + 2 = 2,7$
 Karena nilai $W_{[2,3]} > W_{[2,1]} + W_{[1,3]}$ maka nilai $W_{[2,3]}$ diubah menjadi 2,7
- $W_{[2,4]} = \infty$ sedangkan $W_{[2,1]} + W_{[1,4]} = 0,7 + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[2,4]} = W_{[2,1]} + W_{[1,4]}$ maka nilai $W_{[2,4]}$ tidak berubah atau tetap ∞
- $W_{[2,17]} = \infty$ sedangkan $W_{[2,1]} + W_{[1,17]} = 0,7 + 4,87 = 5,57$
 Karena nilai $W_{[2,17]} > W_{[2,1]} + W_{[1,17]}$ maka nilai $W_{[2,17]}$ diubah menjadi 5,57
- $W_{[3,2]} = \infty$ sedangkan $W_{[3,1]} + W_{[1,2]} = 2,2 + 0,7 = 2,9$
 Karena nilai $W_{[3,2]} > W_{[3,1]} + W_{[1,2]}$ maka nilai $W_{[3,2]}$ diubah menjadi 2,9
- $W_{[3,17]} = \infty$ sedangkan $W_{[3,1]} + W_{[1,17]} = 2,2 + 4,87 = 7,07$
 Karena nilai $W_{[3,17]} > W_{[3,1]} + W_{[1,17]}$ maka nilai $W_{[3,17]}$ diubah menjadi 7,07
- $W_{[17,2]} = \infty$ sedangkan $W_{[17,1]} + W_{[1,2]} = 4,87 + 0,7 = 5,57$
 Karena nilai $W_{[17,2]} > W_{[17,1]} + W_{[1,2]}$ maka nilai $W_{[17,2]}$ diubah menjadi 5,57
- $W_{[17,3]} = \infty$ sedangkan $W_{[17,1]} + W_{[1,3]} = 4,87 + 2 = 6,87$

Karena nilai $W_{[17,3]} > W_{[17,1]} + W_{[1,3]}$ maka nilai $W_{[17,3]}$ diubah menjadi 6,87

- $W_{[17,4]} = 2,5$ sedangkan $W_{[17,1]} + W_{[1,4]} = 4,87 + \infty = \infty$

Karena nilai $W_{[17,4]} < W_{[17,1]} + W_{[1,4]}$ maka nilai $W_{[17,4]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 2,5

- $W_{[21,2]} = 3,9$ sedangkan $W_{[21,1]} + W_{[1,2]} = \infty + 0,7 = \infty$

Karena nilai $W_{[21,2]} < W_{[21,1]} + W_{[1,2]}$ maka nilai $W_{[21,2]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 3,9

Iterasi $k = 2$

Representasi matriks $W^{(2)}$ iterasi $k = 2$ dapat dilihat pada **lampiran 5**.

Selanjutnya, untuk setiap elemen matriks W dicek apakah $W_{[i,j]} > W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$. Jika ya, maka $W_{[i,j]}$ diganti dengan $W_{[i,k]} + W_{[k,j]}$

Beberapa hasil pengecekan pada iterasi $k = 2$ adalah sebagai berikut :

- $W_{[1,17]} = 4,87$ sedangkan $W_{[1,2]} + W_{[2,17]} = 0,7 + 5,57 = 6,27$

Karena nilai $W_{[1,17]} < W_{[1,2]} + W_{[2,17]}$ maka nilai $W_{[1,17]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 4,87

- $W_{[1,21]} = \infty$ sedangkan $W_{[1,2]} + W_{[2,21]} = 0,7 + 3,2 = 3,9$

Karena nilai $W_{[1,21]} > W_{[1,2]} + W_{[2,21]}$ maka nilai $W_{[1,21]}$ diubah menjadi 3,9

- $W_{[3,15]} = \infty$ sedangkan $W_{[3,2]} + W_{[2,15]} = 2,9 + \infty = \infty$

Karena nilai $W_{[3,15]} > W_{[3,2]} + W_{[2,15]}$ maka nilai $W_{[3,15]}$ tidak berubah atau tetap ∞

- $W_{[3,21]} = \infty$ sedangkan $W_{[3,2]} + W_{[2,21]} = 2,9 + 3,2 = 6,1$

Karena nilai $W_{[3,21]} > W_{[3,2]} + W_{[2,21]}$ maka nilai $W_{[3,21]}$ diubah menjadi 6,1

- $W_{[17,21]} = \infty$ sedangkan $W_{[17,2]} + W_{[2,21]} = 5,57 + 3,2 = 8,77$

Karena nilai $W_{[17,21]} > W_{[17,2]} + W_{[2,21]}$ maka nilai $W_{[17,21]}$ diubah menjadi 8,77

- $W_{[21,1]} = \infty$ sedangkan $W_{[21,2]} + W_{[2,1]} = 3,9 + 0,7 = 4,6$

Karena nilai $W_{[21,1]} > W_{[21,2]} + W_{[2,1]}$ maka nilai $W_{[21,1]}$ diubah menjadi 4,6

- $W_{[21,3]} = \infty$ sedangkan $W_{[21,2]} + W_{[2,3]} = 3,9 + 2,7 = 6,6$

Karena nilai $W_{[21,3]} > W_{[21,2]} + W_{[2,3]}$ maka nilai $W_{[21,3]}$ diubah menjadi 6,6

- $W_{[21,17]} = \infty$ sedangkan $W_{[21,2]} + W_{[2,17]} = 3,9 + 5,57 = 9,47$

Karena nilai $W_{[21,17]} > W_{[21,2]} + W_{[2,17]}$ maka nilai $W_{[21,17]}$ diubah menjadi 9,47

- $W_{[22,21]} = 2,2$ sedangkan $W_{[22,2]} + W_{[2,21]} = \infty + 3,2 = \infty$

Karena nilai $W_{[22,21]} < W_{[22,2]} + W_{[2,21]}$ maka nilai $W_{[22,21]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 2,2

Untuk mempercepat proses dan mengisi setiap elemen untuk mengetahui seluruh sisi yang terpendek, dilakukan dengan cara yang sama untuk iterasi $k = 3$ sampai iterasi $k = 35$ dengan menggunakan program *MATLAB* (dapat dilihat pada **lampiran 1**). Sehingga diperoleh iterasi akhir dengan menggunakan program *MATLAB* sebagai berikut:

Iterasi $k = 35$

Representasi matriks $W^{(35)}$ iterasi $k = 35$ dapat dilihat pada **lampiran 6**.

Matriks ini kemudian yang akan dijadikan tabel acuan dalam mencari jarak terpendek saat menentukan rute terpendek.

4.4 Penentuan Rute Terpendek

Setelah dilakukan perhitungan sampai iterasi terakhir yaitu iterasi ke $k = 35$ kemudian matriks tersebut akan direpresentasikan ke dalam tabel (dapat dilihat pada **lampiran 7**). Baris pada tabel tersebut berisikan titik awal, kolom pada tabel tersebut berisikan titik tujuan dan setiap elemen pada tabel tersebut berisikan sisi atau jarak terpendeknya. Berikut merupakan percobaan untuk menentukan rute terpendek dengan tahapan:

1. Penentuan Titik Awal dan Titik Tujuan

Penentuan titik awal dapat dilakukan sesuai yang diinginkan dengan memperhatikan kode simpul dalam pada tabel 4.2 yang berisikan data titik persimpangan dan objek wisata.

Sebagai percobaan, ditentukan titik awal adalah titik 7 (Persimpangan Jl. Raya Malang-Gempol & Jl. Borobudur) karena titik 7 merupakan arah masuk wilayah Kota Malang dari arah utara, dan titik yang dikunjungi adalah objek wisata M, E, F (Alun-Alun Kota Batu, Sengkaling, Predator Fun Park).

2. Penentuan Rute

Kemudian dilakukan penentuan rute dari titik awal menuju titik tujuan. Untuk menentukan titik mana dengan jarak terpendek yang akan dikunjungi terlebih dahulu, maka digunakan algoritma Floyd-Warshall yang sudah dilakukan perhitungan pada **subbab 4.3**. Berikut merupakan penentuan rute berdasarkan percobaan pada poin **1**.

- Penentuan rute dari titik 7 ke titik M

Titik 7 adalah titik awal pada percobaan dan titik M merupakan titik tujuan, untuk melihat jarak terpendeknya dapat dilihat pada elemen tabel **lampiran**

7 dengan baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan. Kemudian ditemukan jarak terpendek 18,45 km dengan melewati titik $7 \rightarrow 8 \rightarrow 18 \rightarrow 14 \rightarrow 16 \rightarrow G \rightarrow L \rightarrow M$

- Penentuan rute dari titik 7 ke titik E

Titik 7 adalah titik awal pada percobaan dan titik E merupakan titik tujuan, untuk melihat jarak terpendeknya dapat dilihat pada elemen tabel **lampiran 7** dengan baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan dan untuk uji manual dapat dilihat pada **lampiran 8**. Kemudian ditemukan jarak terpendek 9,8 km dengan melewati titik $7 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \rightarrow E$

- Penentuan rute dari titik 7 ke titik F

Titik 7 adalah titik awal pada percobaan dan titik F merupakan titik tujuan, untuk melihat jarak terpendeknya dapat dilihat pada elemen tabel **lampiran 7** dengan baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan. Kemudian ditemukan jarak terpendek 13,25 km dengan melewati titik $7 \rightarrow 8 \rightarrow 18 \rightarrow 14 \rightarrow 16 \rightarrow 15 \rightarrow F$

Berdasarkan ketiga perhitungan di atas, dapat ditentukan jarak terpendek menuju objek wisata yang dituju dari titik awal yaitu titik 7 adalah menuju titik E sehingga rute perjalanan dari titik 7 menuju titik E kita masukkan $7 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \rightarrow E$. Untuk mengetahui objek wisata mana selanjutnya yang akan dikunjungi terlebih dahulu, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan rute dari titik E ke titik M dan titik F.

- Penentuan rute dari titik E ke titik M

Titik E adalah titik awal dan titik M merupakan titik tujuan, untuk melihat jarak terpendeknya dapat dilihat pada elemen tabel **lampiran 7** dengan baris

sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan. Kemudian ditemukan jarak terpendek 10,75 km dengan melewati titik $E \rightarrow 14 \rightarrow 16 \rightarrow G \rightarrow L \rightarrow M$

- Penentuan rute dari titik E ke titik F

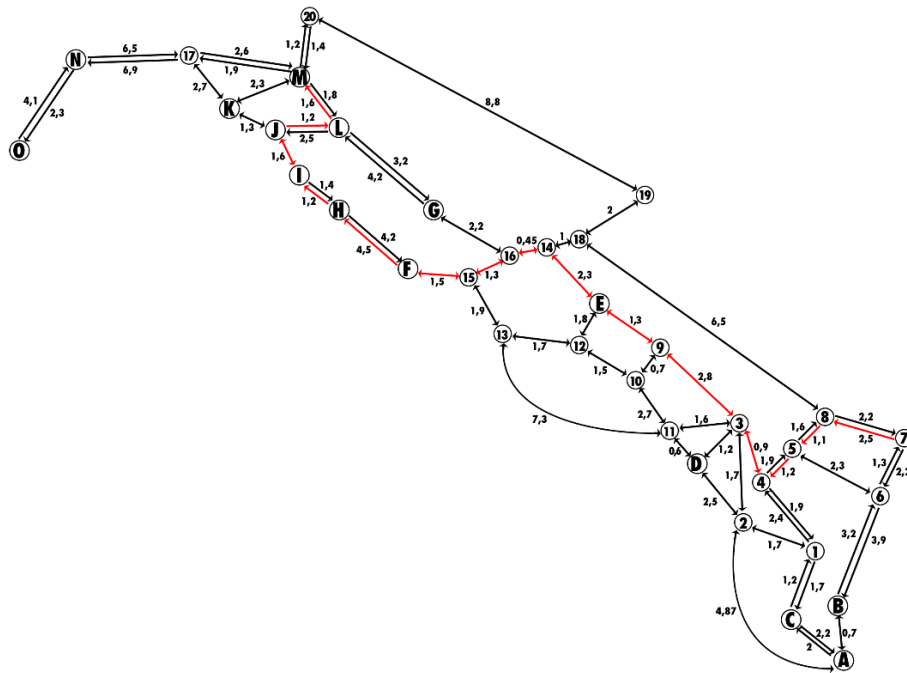
Titik E adalah titik awal dan titik F merupakan titik tujuan, untuk melihat jarak terpendeknya dapat dilihat pada elemen tabel **lampiran 7** dengan baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan. Kemudian ditemukan jarak terpendek 5,55 km dengan melewati titik $E \rightarrow 14 \rightarrow 16 \rightarrow 15 \rightarrow F$.

Berdasarkan kedua perhitungan di atas, dapat ditentukan jarak terpendek menuju objek wisata yang dituju yaitu dari titik E adalah titik F sehingga rute perjalanan dari titik 18 menuju titik F kita masukkan $7 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \rightarrow E \rightarrow 14 \rightarrow 16 \rightarrow 15 \rightarrow F$. Yang terakhir akan ditentukan rute terdekat dari titik F menuju titik M.

- Penentuan rute dari titik F ke titik M

Titik F adalah titik awal dan titik M merupakan titik tujuan, untuk melihat jarak terpendeknya dapat dilihat pada elemen tabel **lampiran 7** dengan baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan. Kemudian ditemukan jarak terpendek 10,1 km dengan melewati titik $F \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow L \rightarrow M$

Melalui penentuan rute di atas, titik objek wisata yang dikunjungi dari titik 7, yang pertama adalah titik E, selanjutnya menuju objek wisata F, kemudian yang terakhir menuju objek wisata M dengan rute $7 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \rightarrow E \rightarrow 14 \rightarrow 16 \rightarrow 15 \rightarrow F \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow L \rightarrow M$ dengan jarak 25,45 km.



Gambar 4.3 Hasil Percobaan Rute Terpendek

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penentuan lintasan terpendek ke beberapa objek wisata Malang Raya dapat diselesaikan menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. Algoritma ini menghasilkan matriks acuan dengan elemen berisi jarak terpendek antar simpul yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan rute terpendek dari satu tempat ke beberapa objek wisata dengan cara melihat baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan pada matriks tersebut.

5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan tingkat keefektifan Algoritma Floyd-Warshall dengan algoritma dan lainnya, untuk mengetahui algoritma manakah yang lebih efektif dalam menentukan rute terpendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto, O. (2017). Persepsi Pengunjung pada Objek Wisata Danau Buatan Kota Pekanbaru. *JOM FISIP*, 4(1), 1-11.
- Anton, H. (2000). *Dasar-Dasar Aljabar Linier Edisi 7 Jilid 2*. Batam: Interaksara.
- Anwar, M., Sanjaya, A., & Hariri, F. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Rute Terdekat pada Operator Taxi untuk Mencari Tempat Tujuan Penumpang Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. *Jurnal Simki Techsain*, 1(1), 4-15.
- Buako, Z., Yahya, L., & Achmad, N. (2021). Aplikasi Algoritma Floyd-Warshall Dengan Pendekatan Madm Dalam Menentukan Rute Terpendek Pengangkutan Sampah. *EULER: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 62-70.
- Cormen, T. (2003). *Intrudocion To Algorithms Edition 2nd Edition*. London: The MIT Press Cambridge.
- Dinas Pariwisata Kota Batu. (2021). *Daya Tarik Wisata Kota Batu*. Diambil kembali dari Dinas Pariwisata Kota Batu: pariwisata.batukota.go.id/
- Diskominfo Kabupaten Malang. (2019). *Potensi Daerah - Pariwisata*. Diambil kembali dari Website Resmi Pemerintah Kabupaten Malang: <https://malangkab.go.id/mlg/default/potensi-daerah?tipe=3#>
- Febryantika, A. Z., Puspandini, F. A., Amalia, I. R., & Annisa, M. (2021). Application of the Floyd Warshall Algorithm in Determining the Shortest Route for Distribution of UD Nadira Cinta Rasa Bread to Praya, Central Lombok. *Eigen Mathematics Journal*, 18-26.
- Ghozali, A. E., Setiawan, B. D., & Furqon, M. T. (2017). Aplikasi Perencanaan Wisata di Malang Raya dengan Algoritma Greedy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1459-1467.
- Hasibuan, A. R. (2016). Penerapan Algoritma Floyd Warshall untuk Menentukan Jalur Terpendek dalam Pengiriman Barang. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, 3(6), 20-24.
- Hasugian, P. M. (2015). Analisa dan Implementasi Algoritma Bellman Ford dalam Menentukan Jalur Terpendek Pengantaran Barang dalam Kota. *Jurnal Mantik Penusa*, 18(2), 118-123.
- Hendri, Kiftiah, M., & Fran, F. (2019). Analisis Pencarian Lintasan Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Bellman-Ford. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 8(3), 607-612.

- Ishaq Al-Sheikh, D. A. (2005). *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Kemenag. (2019). *Qur'an Kemenag*. Jakarta: LPMQ.
- Maulana, G. (2017). Pembelajaran Dasar Algoritma Dan Pemograman Menggunakan El-Goritma Berbasis Web. *Teknik Mesin*, 6, 69-73.
- Munir, R. (2012). *Matematika Diskrit*. Jakarta: Penerbit Informatika.
- Pemerintah Kota Malang. (2022). *Pemerintah Kota Malang*. Diambil kembali dari <https://malangkota.go.id/sejarah-malang/>
- Pemerintah Kota Malang. (2022). *Pemerintah Kota Malang*. Diambil kembali dari Wisata Kota Malang: malangkota.go.id/wisata/
- Rachmah, N. F. (2013). Aplikasi Algoritma Disjktra dalam Pencarian Lintasan Terpendek Graf. *Sekolah Teknik Elektro dan Informatika*, 1-6.
- Ridwan, M. (2012). *Perencanaan dan Pengembangan Pariwisata*. Medan: PT SOFMEDIA.
- Rosen, K. (2011). *Discrete Mathematics and Its Applications, Seventh Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Salaki, D. (2011). Penentuan Lintasan Terpendek dari Fmipa ke Rektorat dan Fakultas Lain di UNSRAT Manado Menggunakan Algoritma Djikstra. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), 73-76.
- Siang Jong Jek. (2009). *Matematika Diskrit Dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sujarweni, W. (2014). *Metode Penelitian: Lengkap, Praktis, dan Mudah Dipahami*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Widya, N., & Andrasto, T. (2016). Penerapan Algoritma Floyd Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata Kota Semarang. *Jurnal Teknik Elektro*, 21-22.
- Wilson, R. (2010). *Pengantar Teori Graf (Edisi Kelima)*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Script Program Algoritma Floyd-Warshall Dengan *MATLAB*

```
%Program algoritma Floyd-Warshall
```

```
matriks_awal = [0 0.7 2 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf 4.87 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf; 0.7 0 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf 3.2 inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf; 2.2 inf 0 inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf 1.2 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf 0 inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf 2.5 1.2 inf inf inf inf inf inf 0.6 inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf inf inf 0 inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 1.3 inf inf  
1.8 inf 2.3 inf inf inf inf inf inf; inf inf inf inf inf inf 0 inf 4.5  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf 1.5 inf inf inf inf inf; inf inf inf inf inf inf 0  
inf inf inf inf 4.2 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf 2.2 inf inf inf inf; inf inf inf inf inf inf  
4.2 inf 0 1.2 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf  
inf inf inf inf 1.4 0 1.6 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf; inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 1.3 0 inf 2.3 inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 2.7 inf  
inf inf; inf inf inf inf inf inf inf 3.2 inf inf 2.5 inf 0 1.6 inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf 1.9 inf inf 1.2; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf 0 2.3 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf 6.5 inf inf inf; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf 1.7 inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf 0 1.7 inf 2.4 inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf; 4.87 inf inf 2.5 inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 1.7 0 1.7 inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf 1.2  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf 2.8 inf 1.6 inf inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 1.9 inf 0.9 0  
1.9 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf;  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf 1.2 0 2.3 inf 1.6 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf; inf 3.9 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf 2.3 0 1.3 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf 3.3 0 2.5 inf inf inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf 1.1 inf 2.2 0 inf inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf 6.5 inf inf; inf inf inf inf 1.3 inf inf inf inf inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf 2.8 inf inf inf inf inf 0 0.7 inf  
inf inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf inf inf inf inf inf
```

```

inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 0.7
0 2.7 1.5 inf inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf 0.6 inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 1.6 inf inf inf inf inf
inf 2.7 0 inf 7.3 inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf inf 1.8
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf 1.5 inf 0 1.7 inf inf inf inf inf inf inf; inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf 7.3 1.7 0 inf 1.9 inf inf inf inf inf; inf inf inf
inf 2.3 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf 0 inf 0.45 inf 1 inf inf; inf inf
inf inf inf 1.5 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf 1.9 inf 0 1.3 inf inf inf inf; inf
inf inf inf inf inf inf 2.2 inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 0.45 1.3 0 inf inf inf inf;
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 2.7 inf 2.6 6.9 inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf 0 inf inf
inf; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf 6.5 inf inf inf inf inf 1 inf inf inf
0 2 inf; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf 2 0 8.8; inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf inf
inf inf inf 8.8 0];

```

```
[baris,kolom] = size(matriks_awal);
```

```

for k = 1 : baris
    temp = matriks_awal;
    for i = 1 : baris
        for j = 1 : kolom
            if k == 35 && (i == 1 && j == 35)
                else
                    temp (i,j) =
min(matriks_awal(i,j),matriks_awal(i,k) + matriks_awal(k,j));
                end
            end
        end
        matriks_awal = temp;
        fprintf('Iterasi ke %d adalah \n', k);
        matriks_awal
        pause;
    end
end

```


Lampiran 6 Matriks Iterasi k=35

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	0	0,7	2	7,37	10,6	16,15	15,55	20,65	21,85	22,25	23,55	19,75	31,35	30,15	32,45	3,2	4,87	6,5	5,6	6,2	3,9	5,2	7,7	9,3	10	7,97	11,5	13,2	12,9	14,65	13,35	23,25	13,9	15,9	22,55
2	0,7	0	2,7	8,07	11,3	16,85	16,25	21,35	22,55	22,95	24,25	20,45	22,05	30,85	33,15	3,9	5,57	7,2	6,3	5,5	3,2	4,5	7	10	10,7	8,67	12,2	13,9	13,6	15,35	14,05	23,95	13,5	15,5	23,25
3	2,2	2,9	0	5,4	8,6	14,15	13,55	18,65	19,85	20,25	21,55	17,75	19,35	28,15	30,45	1,2	2,9	4,5	3,6	5,5	6,1	7,4	7,1	7,3	8	6	9,5	11,2	10,9	12,65	11,35	21,25	11,9	13,9	20,55
4	7,37	8,07	5,7	0	5,3	9,9	10,25	14,4	15,6	16,95	18,25	14,45	16,05	24,85	27,15	4	2,5	1,2	2,1	4	6,3	7,6	5,6	4	3,3	0,6	4,8	6,5	7,6	8,4	8,05	17,95	8,6	10,6	17,25
5	10,67	11,37	8,6	5,3	0	5,55	4,95	10,05	11,25	11,65	12,95	9,15	10,75	19,55	21,85	6,9	5,8	4,1	5	6,9	9,2	10,5	8,5	1,3	2	4,7	1,8	3,5	2,3	4,05	2,75	12,65	3,3	5,3	11,95
6	16,22	16,92	14,15	9,9	5,55	0	5	4,5	5,7	7,3	8,6	8,5	10,1	18,2	20,5	12,45	11,35	9,65	10,55	11,85	14,15	12,95	10,75	6,85	6,6	9,3	5,1	3,4	3,25	1,5	2,8	11,3	4,25	6,25	11,3
7	15,62	16,32	23,55	10,25	4,95	5	0	9,5	8,3	6,7	8	4,2	5,8	14,6	16,9	11,85	10,75	9,05	9,95	11,25	13,55	12,35	10,15	6,25	6,95	9,65	5,75	5,4	2,65	3,5	2,2	7,7	3,65	5,65	7
8	20,42	21,12	18,95	14,1	9,75	4,2	7,2	0	1,2	2,8	4,1	4	5,6	13,7	16	16,65	15,55	13,85	14,75	16,05	18,35	17,15	14,95	11,05	10,8	13,5	9,3	7,6	7,45	5,7	7	6,8	8,45	10,45	6,8
9	21,62	22,32	19,55	15,5	10,95	5,6	6	1,4	0	1,6	2,9	2,8	4,4	12,5	14,8	17,85	16,75	15,05	15,95	17,25	19,55	18,35	16,15	12,25	12,2	14,9	10,7	9	8,65	7,1	8,2	5,6	9,65	11,65	5,6
10	20,02	20,72	17,95	14,65	9,35	7,2	4,4	3	1,6	0	1,3	1,2	2,8	10,9	13,2	16,25	15,15	13,45	14,35	15,65	17,95	16,75	14,55	10,65	11,35	14,05	11,15	9,8	7,05	7,9	6,6	4	8,05	10,05	4
11	21,32	22,02	19,25	15,95	10,65	8,5	5,7	4,3	2,9	1,3	0	2,5	2,3	9,6	11,9	17,55	16,45	14,75	15,65	16,95	19,25	18,05	15,85	11,95	12,65	15,35	12,45	11,1	8,35	9,2	7,9	2,7	9,35	11,35	3,5
12	18,82	19,52	16,75	13,45	8,15	8,2	3,2	5,5	4,1	2,5	3,8	0	1,6	10,4	12,7	15,05	13,95	12,25	13,15	14,45	16,75	15,55	13,35	9,45	10,15	12,85	9,95	8,6	5,85	6,7	5,4	3,5	6,85	8,85	2,8
13	20,62	21,32	18,55	15,25	9,95	10	5	6,6	5,2	3,6	2,3	1,8	0	8,8	11,1	16,85	15,75	14,05	14,95	16,25	18,55	17,35	15,15	11,25	11,95	14,65	11,75	10,4	7,65	8,5	7,2	1,9	8,65	10	1,2
14	29,72	30,42	27,65	24,35	19,05	17,7	14,1	13,5	12,1	10,5	9,2	10,9	9,1	0	2,3	25,95	24,85	23,15	24,05	23,35	27,65	26,45	24,25	20,35	21,05	23,75	20,85	19,5	16,75	17,6	16,3	6,5	17,75	19,1	10,3
15	33,82	34,52	31,75	28,45	23,15	21,8	18,2	17,6	16,2	14,6	13,3	15	13,2	4,1	0	30,05	28,95	27,25	28,15	29,45	31,75	30,55	28,35	24,45	25,15	27,85	24,95	23,6	20,85	21,7	20,4	10,6	21,85	23,2	14,4
16	3,9	4,6	1,7	4,2	7,4	12,95	12,35	17,45	18,65	19,05	20,35	16,55	18,15	26,95	29,25	0	1,7	3,3	2,4	4,3	6,6	7,9	5,9	6,1	6,8	4,8	8,3	10	9,7	11,45	10,15	20,05	10,7	12,7	19,35
17	4,87	5,57	3,4	2,5	5,8	11,35	10,75	15,85	17,05	17,45	18,75	14,95	16,55	25,35	27,65	1,7	0	1,7	2,6	4,5	6,8	8,1	6,1	4,5	5,2	3,1	6,7	8,4	8,1	9,85	8,55	18,45	9,1	11,1	17,75
18	6,57	7,27	4,5	1,2	4,1	9,65	9,05	14,15	15,35	15,75	17,05	13,25	14,85	23,65	25,95	2,8	1,7	0	0,9	2,8	5,1	6,4	4,4	2,8	3,5	1,6	5	6,7	6,4	8,15	6,85	16,75	7,4	9,4	16,05
19	5,8	6,5	3,6	2,1	5	10,55	9,95	15,05	16,25	16,65	17,95	14,15	15,75	24,55	26,85	1,9	2,6	0,9	0	1,9	4,2	5,5	3,5	3,7	4,4	2,5	5,9	7,6	7,3	9,05	7,75	17,65	8,3	10,3	16,95
20	6,9	6,2	4,8	3,3	6,2	11,75	11,15	16,25	17,45	17,85	19,15	15,35	16,95	25,75	28,05	3,1	3,8	2,1	1,2	0	2,3	3,6	1,6	4,9	5,6	3,6	7,1	8,8	8,5	20,25	8,95	18,85	8,1	10,1	18,15
21	4,6	3,9	6,6	5,6	8,5	14,05	13,45	18,55	19,75	20,15	21,45	17,65	19,25	28,05	30,35	5,4	6,1	4,4	3,5	2,3	0	1,3	3,8	7,2	7,9	6	9,4	11,1	10,8	12,55	11,25	21,15	10,3	12,3	20,45
22	6,8	6,1	8,4	6,9	9,8	13,25	12,65	17,75	18,95	19,35	20,65	16,85	18,45	27,25	29,55	6,7	7,4	5,7	4,8	3,6	2,2	0	2,5	8,5	9,2	7,3	10,7	12,4	10	11,75	10,45	20,35	9	11	19,65
23	8	7,3	5,9	4,4	7,3	10,75	10,15	15,25	16,45	16,85	18,15	14,35	15,95	24,75	27,05	4,2	4,9	3,2	2,3	1,1	3,4	2,2	0	6	6,7	4,8	8,2	9,9	7,5	9,25	7,95	17,85	6,5	8,5	17,15
24	9,37	10,07	7,3	4	1,3	6,85	6,25	11,35	12,55	12,95	14,25	10,45	12,05	20,85	23,15	5,6	4,5	2,8	3,7	5,6	7,9	9,2	7,2	0	0,7	3,4	2,2	3,9	3,6	5,35	4,05	13,95	4,6	6,6	13,25
25	10,07	10,77	8	3,3	2	6,6	6,95	11,1	12,3	13,65	14,95	11,15	12,75	21,55	23,85	6,3	5,2	3,5	4,4	6,3	8,6	9,9	7,9	0,7	0	2,7	1,5	3,2	4,3	5,1	4,75	14,65	5,3	7,3	13,95
26	7,97	8,67	6,1	0,6	4,7	9,3	9,65	13,8	15	16,35	17,65	13,85	15,45	24,25	26,55	4,4	3,1	1,6	2,5	4,4	6,7	8	6	3,4	2,7	0	4,2	5,9	7	7,8	7,45	17,95	8	10	16,65
27	11,57	12,27	9,5	4,8	1,8	5,1	6,75	9,6	10,8	12,4	13,7	10,95	12,55	21,35	23,65	7,8	6,7	5	5,9	7,8	10,1	11,4	9,4	2,2	1,5	4,2	0	1,7	4,1	3,6	4,55	14,45	5,1	7,1	13,75
28	13,27	13,97	11,2	6,5	3,5	3,4	5,4	7,9	9,1	10,7	12	9,6	11,2	20	22,3	9,5	8,4	6,7	7,6	9,5	11,8	13,1	11,1	3,9	3,2	5,9	1,7	0	3,65	1,9	3,2	13,1	4,65	6,65	12,4
29	12,97	13,67	10,9	7,6	2,3	3,25	2,65	7,75	8,95	9,35	10,65	6,85	8,45	17,25	19,55	9,2	8,1	6,4	7,3	8,6	10,9	9,7	7,5	3,6	4,3	7	4,1	3,65	0	1,75	0,45	10,35	1	3	9,65
30	14,72	15,42	12,65	8,4	4,05	1,5	3,5	6	7,2	8,8	10,1	7,7	9,3	18,1	20,4	10,95	9,85	8,15	9,05	10,35	12,65	11,45	9,25	5,35	5,1	7,8	3,6	1,9	1,75	0	1,3	11,2	2,75	4,75	10,5
31	13,42	14,12	11,35	8,05	2,75	2,8	2,2	7,3	8,5	8,9	10,2	6,4	8	16,8	19,1	9,65	8,55	6,85	7,75	9,05	11,35	10,15	7,95	4,05	4,7	7,45	4,55	3,2	0,45	1,3	0	9,9	1,45	3,45	9,2
32	23,22	23,92	21,15	17,85	12,55	11,2	7,6	7	5,6	4	2,7	4,4	2,6	6,9	9,2	19,45	18,35	16,65	17,55	18,85	21,15	19,95	17,75	13,85	14,55	17,25	14,35	13	10,25	11,1	9,8	0	11,25	12,6	3,8
33	13,97	13,8	11,9	8,6	3,3	4,25	3,65	8,75	9,95	10,35	11,65	7,85	9,45	18,25	20,55	10,2	9,1	7,4	8,3	7,6	9,9	8,7	6,5	4,6	5,3	8	5,1	4,65	1	2,75	1,45	11,35	0	2	10,65
34	15,97	15,8	13,9	10,6	5,3	6,25	5,65	10,75	11,95	12,35	12,5	9,85	10,2	19	21,3	12,2	11,1	9,4	10,3	9,6	11,9	10,7	8,5	6,6	7,3	10	7,1	6,65	3	4,75	3,45	12,1	2	0	8,8
35	22,02	22,72	19,95	16,65	11,35	11,4	6,4	8	6,6	5	3,7	3,2	1,4	10,2	12,5	18,25	17,15	15,45	16,35	17,65	19,95	18,75	16,55	12,65	13,35	16,05	13,15	11,8	9,05	9,9	8,6	3,3	10,05	8,8	0

Lampiran 7 Tabel Jarak Antar Simpul Setelah Dilakukan Perhitungan

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	0	0,7	2	7,37	10,6	16,15	15,55	20,65	21,85	22,25	23,55	19,75	31,35	30,15	32,45	3,2	4,87	6,5	5,6	6,2	3,9	5,2	7,7	9,3	10	7,97	11,5	13,2	12,9	14,65	13,35	23,25	13,9	15,9	22,55
B	0,7	0	2,7	8,07	11,3	16,85	16,25	21,35	22,55	22,95	24,25	20,45	22,05	30,85	33,15	3,9	5,57	7,2	6,3	5,5	3,2	4,5	7	10	10,7	8,67	12,2	13,9	13,6	15,35	14,05	23,95	13,5	15,5	23,25
C	2,2	2,9	0	5,4	8,6	14,15	13,55	18,65	19,85	20,25	21,55	17,75	19,35	28,15	30,45	1,2	2,9	4,5	3,6	5,5	6,1	7,4	7,1	7,3	8	6	9,5	11,2	10,9	12,65	11,35	21,25	11,9	13,9	20,55
D	7,37	8,07	5,7	0	5,3	9,9	10,25	14,4	15,6	16,95	18,25	14,45	16,05	24,85	27,15	4	2,5	1,2	2,1	4	6,3	7,6	5,6	4	3,3	0,6	4,8	6,5	7,6	8,4	8,05	17,95	8,6	10,6	17,25
E	10,67	11,37	8,6	5,3	0	5,55	4,95	10,05	11,25	11,65	12,95	9,15	10,75	19,55	21,85	6,9	5,8	4,1	5	6,9	9,2	10,5	8,5	1,3	2	4,7	1,8	3,5	2,3	4,05	2,75	12,65	3,3	5,3	11,95
F	16,22	16,92	14,15	9,9	5,55	0	5	4,5	5,7	7,3	8,6	8,5	10,1	18,2	20,5	12,45	11,35	9,65	10,55	11,85	14,15	12,95	10,75	6,85	6,6	9,3	5,1	3,4	3,25	1,5	2,8	11,3	4,25	6,25	11,3
G	15,62	16,32	23,55	10,25	4,95	5	0	9,5	8,3	6,7	8	4,2	5,8	14,6	16,9	11,85	10,75	9,05	9,95	11,25	13,55	12,35	10,15	6,25	6,95	9,65	5,75	5,4	2,65	3,5	2,2	7,7	3,65	5,65	7
H	20,42	21,12	18,35	14,1	9,75	4,2	7,2	0	1,2	2,8	4,1	4	5,6	13,7	16	16,65	15,55	13,85	14,75	16,05	18,35	17,15	14,95	11,05	10,8	13,5	9,3	7,6	7,45	5,7	7	6,8	8,45	10,45	6,8
I	21,62	22,32	19,55	15,5	10,95	5,6	6	1,4	0	1,6	2,9	2,8	4,4	12,5	14,8	17,85	16,75	15,05	15,95	17,25	19,55	18,35	16,15	12,25	12,2	14,9	10,7	9	8,65	7,1	8,2	5,6	9,65	11,65	5,6
J	20,02	20,72	17,95	14,65	9,35	7,2	4,4	3	1,6	0	1,3	1,2	2,8	10,9	13,2	16,25	15,15	13,45	14,35	15,65	17,95	16,75	14,55	10,65	11,35	14,05	11,15	9,8	7,05	7,9	6,6	4	8,05	10,05	4
K	21,32	22,02	19,25	15,95	10,65	8,5	5,7	4,3	2,9	1,3	0	2,5	2,3	9,6	11,9	17,55	16,45	14,75	15,65	16,95	19,25	18,05	15,85	11,95	12,65	15,35	12,45	11,1	8,35	9,2	7,9	2,7	9,35	11,35	3,5
L	18,82	19,52	16,75	13,45	8,15	8,2	3,2	5,5	4,1	2,5	3,8	0	1,6	10,4	12,7	15,05	13,95	12,25	13,15	14,45	16,75	15,55	13,35	9,45	10,15	12,85	9,95	8,6	5,85	6,7	5,4	3,5	6,85	8,85	2,8
M	20,62	21,32	18,55	15,25	9,95	10	5	6,6	5,2	3,6	2,3	1,8	0	8,8	11,1	16,85	15,75	14,05	14,95	16,25	18,55	17,35	15,15	11,25	11,95	14,65	11,75	10,4	7,65	8,5	7,2	1,9	8,65	10	1,2
N	29,72	30,42	27,65	24,35	19,05	17,7	14,1	13,5	12,1	10,5	9,2	10,9	9,1	0	2,3	25,95	24,85	23,15	24,05	23,35	27,65	26,45	24,25	20,35	21,05	23,75	20,85	19,5	16,75	17,6	16,3	6,5	17,75	19,1	10,3
O	33,82	34,52	31,75	28,45	23,15	21,8	18,2	17,6	16,2	14,6	13,3	15	13,2	4,1	0	30,05	28,95	27,25	28,15	29,45	31,75	30,55	28,35	24,45	25,15	27,85	24,95	23,6	20,85	21,7	20,4	10,6	21,85	23,2	14,4
1	3,9	4,6	1,7	4,2	7,4	12,95	12,35	17,45	18,65	19,05	20,35	16,55	18,15	26,95	29,25	0	1,7	3,3	2,4	4,3	6,6	7,9	5,9	6,1	6,8	4,8	8,3	10	9,7	11,45	10,15	20,05	10,7	12,7	19,35
2	4,87	5,57	3,4	2,5	5,8	11,35	10,75	15,85	17,05	17,45	18,75	14,95	16,55	25,35	27,65	1,7	0	1,7	2,6	4,5	6,8	8,1	6,1	4,5	5,2	3,1	6,7	8,4	8,1	9,85	8,55	18,45	9,1	11,1	17,75
3	6,57	7,27	4,5	1,2	4,1	9,65	9,05	14,15	15,35	15,75	17,05	13,25	14,85	23,65	25,95	2,8	1,7	0	0,9	2,8	5,1	6,4	4,4	2,8	3,5	1,6	5	6,7	6,4	8,15	6,85	16,75	7,4	9,4	16,05
4	5,8	6,5	3,6	2,1	5	10,55	9,95	15,05	16,25	16,65	17,95	14,15	15,75	24,55	26,85	1,9	2,6	0,9	0	1,9	4,2	5,5	3,5	3,7	4,4	2,5	5,9	7,6	7,3	9,05	7,75	17,65	8,3	10,3	16,95
5	6,9	6,2	4,8	3,3	6,2	11,75	11,15	16,25	17,45	17,85	19,15	15,35	16,95	25,75	28,05	3,1	3,8	2,1	1,2	0	2,3	3,6	1,6	4,9	5,6	3,6	7,1	8,8	8,5	20,25	8,95	18,85	8,1	10,1	18,15
6	4,6	3,9	6,6	5,6	8,5	14,05	13,45	18,55	19,75	20,15	21,45	17,65	19,25	28,05	30,35	5,4	6,1	4,4	3,5	2,3	0	1,3	3,8	7,2	7,9	6	9,4	11,1	10,8	12,55	11,25	21,15	10,3	12,3	20,45
7	6,8	6,1	8,4	6,9	9,8	13,25	12,65	17,75	18,95	19,35	20,65	16,85	18,45	27,25	29,55	6,7	7,4	5,7	4,8	3,6	2,2	0	2,5	8,5	9,2	7,3	10,7	12,4	10	11,75	10,45	20,35	9	11	19,65
8	8	7,3	5,9	4,4	7,3	10,75	10,15	15,25	16,45	16,85	18,15	14,35	15,95	24,75	27,05	4,2	4,9	3,2	2,3	1,1	3,4	2,2	0	6	6,7	4,8	8,2	9,9	7,5	9,25	7,95	17,85	6,5	8,5	17,15
9	9,37	10,07	7,3	4	1,3	6,85	6,25	11,35	12,55	12,95	14,25	10,45	12,05	20,85	23,15	5,6	4,5	2,8	3,7	5,6	7,9	9,2	7,2	0	0,7	3,4	2,2	3,9	3,6	5,35	4,05	13,95	4,6	6,6	13,25
10	10,07	10,77	8	3,3	2	6,6	6,95	11,1	12,3	13,65	14,95	11,15	12,75	21,55	23,85	6,3	5,2	3,5	4,4	6,3	8,6	9,9	7,9	0,7	0	2,7	1,5	3,2	4,3	5,1	4,75	14,65	5,3	7,3	13,95
11	7,97	8,67	6,1	0,6	4,7	9,3	9,65	13,8	15	16,35	17,65	13,85	15,45	24,25	26,55	4,4	3,1	1,6	2,5	4,4	6,7	8	6	3,4	2,7	0	4,2	5,9	7	7,8	7,45	17,35	8	10	16,65
12	11,57	12,27	9,5	4,8	1,8	5,1	6,75	9,6	10,8	12,4	13,7	10,95	12,55	21,35	23,65	7,8	6,7	5	5,9	7,8	10,1	11,4	9,4	2,2	1,5	4,2	0	1,7	4,1	3,6	4,55	14,45	5,1	7,1	13,75
13	13,27	13,97	11,2	6,5	3,5	3,4	5,4	7,9	9,1	10,7	12	9,6	11,2	20	22,3	9,5	8,4	6,7	7,6	9,5	11,8	13,1	11,1	3,9	3,2	5,9	1,7	0	3,65	1,9	3,2	13,1	4,65	6,65	12,4
14	12,97	13,67	10,9	7,6	2,3	3,25	2,65	7,75	8,95	9,35	10,65	6,85	8,45	17,25	19,55	9,2	8,1	6,4	7,3	8,6	10,9	9,7	7,5	3,6	4,3	7	4,1	3,65	0	1,75	0,45	10,35	1	3	9,65
15	14,72	15,42	12,65	8,4	4,05	1,5	3,5	6	7,2	8,8	10,1	7,7	9,3	18,1	20,4	10,95	9,85	8,15	9,05	10,35	12,65	11,45	9,25	5,35	5,1	7,8	3,6	1,9	1,75	0	1,3	11,2	2,75	4,75	10,5
16	13,42	14,12	11,35	8,05	2,75	2,8	2,2	7,3	8,5	8,9	10,2	6,4	8	16,8	19,1	9,65	8,55	6,85	7,75	9,05	11,35	10,15	7,95	4,05	4,7	7,45	4,55	3,2	0,45	1,3	0	9,9	1,45	3,45	9,2
17	23,22	23,92	21,15	17,85	12,55	11,2	7,6	7	5,6	4	2,7	4,4	2,6	6,9	9,2	19,45	18,35	16,65	17,55	18,85	21,15	19,95	17,75	13,85	14,55	17,25	14,35	13	10,25	11,1	9,8	0	11,25	12,6	3,8
18	13,97	13,8	11,9	8,6	3,3	4,25	3,65	8,75	9,95	10,35	11,65	7,85	9,45	18,25	20,55	10,2	9,1	7,4	8,3	7,6	9,9	8,7	6,5	4,6	5,3	8	5,1	4,65	1	2,75	1,45	11,35	0	2	10,65
19	15,97	15,8	13,9	10,6	5,3	6,25	5,65	10,75	11,95	12,35	12,5	9,85	10,2	19	21,3	12,2	11,1	9,4	10,3	9,6	11,9	10,7	8,5	6,6	7,3	10	7,1	6,65	3	4,75	3,45	12,1	2	0	8,8
20	22,02	22,72	19,95	16,65	11,35	11,4	6,4	8	6,6	5	3,7	3,2	1,4	10,2	12,5	18,25	17,15	15,45	16,35	17,65	19,95	18,75	16,55	12,65	13,35	16,05	13,15	11,8	9,05	9,9	8,6	3,3	10,05	8,8	0

Lampiran 8 Uji Manual

Hasil pengecekan rute dari titik 7 ke titik E (Baris 22 ke Kolom 5)

- Iterasi $k = 1$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,1]} + W_{[1,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,1]} + W_{[1,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 2$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,2]} + W_{[2,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,2]} + W_{[2,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 3$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,3]} + W_{[3,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,3]} + W_{[3,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 4$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,4]} + W_{[4,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,4]} + W_{[4,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 6$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,6]} + W_{[6,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,6]} + W_{[6,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 7$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,7]} + W_{[7,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,7]} + W_{[7,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 8$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,8]} + W_{[8,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,8]} + W_{[8,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 9$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,9]} + W_{[9,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,9]} + W_{[9,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 10$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,10]} + W_{[10,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,10]} + W_{[10,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞

- Iterasi $k = 11$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,11]} + W_{[11,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,11]} + W_{[11,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 12$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,12]} + W_{[12,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,12]} + W_{[12,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 13$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,13]} + W_{[13,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,13]} + W_{[13,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 14$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,14]} + W_{[14,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,14]} + W_{[14,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 15$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,15]} + W_{[15,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,15]} + W_{[15,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 16$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,16]} + W_{[16,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,16]} + W_{[16,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 17$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,17]} + W_{[17,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,17]} + W_{[17,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 18$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,18]} + W_{[18,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,18]} + W_{[18,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 19$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,19]} + W_{[19,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,19]} + W_{[19,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 20$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,20]} + W_{[20,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,20]} + W_{[20,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞

- Iterasi $k = 21$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,21]} + W_{[21,5]} = 2,2 + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,21]} + W_{[21,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 23$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,23]} + W_{[23,5]} = 2,5 + \infty = \infty$
 Karena nilai $W_{[22,5]} = W_{[22,23]} + W_{[23,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai ∞
- Iterasi $k = 24$
 $W_{[22,5]} = \infty$ sedangkan $W_{[22,24]} + W_{[24,5]} = 8,5 + 1,3 = 9,8$
 Karena nilai $W_{[22,5]} > W_{[22,24]} + W_{[24,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ berubah menjadi bernilai 9,8
- Iterasi $k = 25$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,25]} + W_{[25,5]} = 9,2 + 2 = 11,2$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,25]} + W_{[25,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 26$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,26]} + W_{[26,5]} = 7,3 + 4,7 = 12$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,26]} + W_{[26,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 27$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,27]} + W_{[27,5]} = 10,7 + 1,8 = 12,5$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,27]} + W_{[27,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 28$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,28]} + W_{[28,5]} = 12,4 + 3,5 = 15,9$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,28]} + W_{[28,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 29$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,29]} + W_{[29,5]} = 12,1 + 2,3 = 14,4$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,29]} + W_{[29,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 30$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,30]} + W_{[30,5]} = 14,3 + 5,4 = 19,7$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,30]} + W_{[30,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8

- Iterasi $k = 31$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,31]} + W_{[31,5]} = 12,55 + 2,75 = 15,3$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,31]} + W_{[31,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 32$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,32]} + W_{[32,5]} = 22,45 + 12,55 = 35$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,32]} + W_{[32,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 33$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,33]} + W_{[33,5]} = 9 + 3,3 = 12,3$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,33]} + W_{[33,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 34$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,34]} + W_{[34,5]} = 11 + 5,3 = 16,3$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,34]} + W_{[34,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8
- Iterasi $k = 35$
 $W_{[22,5]} = 9,8$ sedangkan $W_{[22,35]} + W_{[35,5]} = 19,65 + 11,35 = 31$
 Karena nilai $W_{[22,5]} < W_{[22,35]} + W_{[35,5]}$ maka nilai $W_{[22,5]}$ tetap bernilai 9,8

RIWAYAT HIDUP



Mochammad Ainur Rofiq atau kerap dipanggil Rofiq dilahirkan di Kabupaten Lamongan, Jawa Timur pada tanggal 1 April 2000, putra dari pasangan Bapak Achmad Zaenan dan Ibu Lilik Suryani. Penulis merupakan anak bungsu dari dua bersaudara.

Penulis memulai pendidikan di TK Dharma Wanita Persatuan Lamongan pada tahun 2004, lalu penulis melanjutkan pendidikan di SDN Kepatihan Lamongan dan tamat pada tahun 2012, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Lamongan dan selesai pada tahun 2015, dan setelah itu penulis melanjutkan di SMA Negeri 1 Lamongan dan lulus pada tahun 2018.

Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di program studi Matematika, program Strata Satu (S1) di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri).



BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

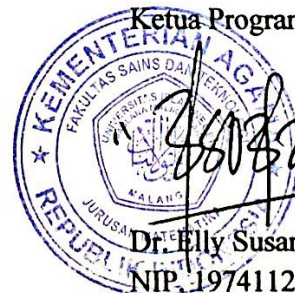
Nama : Mochammad Ainur Rofiq
NIM : 18610063
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Penentuan Rute Terpendek Objek Wisata Malang Raya
Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall
Pembimbing I : Juhari, M.Si
Pembimbing II : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	19 Januari 2022	Konsultasi Bab I	1. JH
2.	4 Februari 2022	Konsultasi Revisi Bab I	2. JH
3.	18 Februari 2022	Konsultasi Bab II dan III	3. JH
4.	7 Maret 2022	Konsultasi Revisi Bab II dan III	4. JH
5.	28 Maret 2022	Konsultasi Kajian Agama	5. JH
6.	31 Maret 2022	Konsultasi Revisi Kajian Agama	6. JH
7.	12 April 2022	ACC untuk Seminar Proposal	7. JH
8.	8 Juni 2022	Konsultasi Bab IV dan V	8. JH
9.	16 Juni 2022	Konsultasi Revisi Bab IV dan V	9. JH
10.	20 Juni 2022	Konsultasi Revisi Bab IV dan V	10. JH
11.	18 Juli 2022	ACC untuk Seminar Hasil	11. JH
12.	8 Agustus 2022	ACC Matriks Revisi Seminar Hasil	12. JH
13.	8 Agustus 2022	ACC untuk Sidang Skripsi	13. JH
14.	8 Agustus 2022	ACC Keseluruhan	14. JH

Malang, 22 September 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc

NIP. 19741129 200012 2 005