

SKRIPSI

**ALGORITMA *FLOYD WARSHALL* UNTUK MENENTUKAN
JALUR EVAKUASI TERPENDEK SEBAGAI MITIGASI
BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI**



MARISA MA'SUMAH

18106010033

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2022

**ALGORITMA *FLOYD WARSHALL* UNTUK MENENTUKAN
JALUR EVAKUASI TERPENDEK SEBAGAI MITIGASI
BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI**

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Matematika



diajukan oleh

MARISA MA'SUMAH

18106010033

Kepada

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2022



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Marisa Ma'sumah

NIM : 18106010033

Judul Skripsi : Algoritma Floyd Warshall untuk Menentukan Jalur Terpendek Evakuasi Pengungsi Gunung Merapi dari Obyek Wisata Kaliurang

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 8 Agustus 2022

Pembimbing

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom

NIP. 19720423 199903 1 003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1930/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : ALGORITMA FLOYD WARSHALL UNTUK MENENTUKAN JALUR EVAKUASI TERPENDEK SEBAGAI MITIGASI BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MARISA MA'SUMAH
Nomor Induk Mahasiswa : 18106010033
Telah diujikan pada : Senin, 15 Agustus 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom
SIGNED

Valid ID: 63075152abf3c



Penguji I

Noor Saif Muhammad Mussafi, S.Si., M.Sc
SIGNED

Valid ID: 63075273e18cc



Penguji II

Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63084329cbe11



Yogyakarta, 15 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 630878ea9cf22

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Marisa Ma'sumah

NIM : 18106010033

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 8 Agustus 2022



Marisa Ma'sumah

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua dan kakak tercinta,

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, dan

*Seluruh guru saya yang berjuang tanpa pamrih untuk mencerdaskan
anak bangsa, semoga selalu dalam lindunganNya.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.”

(QS. 94:5)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Algoritma *Floyd Warshall* untuk Menentukan Jalur Evakuasi Terpendek Sebagai Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Merapi”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafaatnya kelak di hari akhir.

Terwujudnya skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Phil. Al Makin, MA., selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Muchammad Abrori. S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Program Studi Matematika yang telah membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Noor Saif Muhammad Musaffi, S.Si., M.Sc. dan Ibu Sri Istiyarti Chuswatun Hasanah, M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran positif kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
5. Segenap dosen dan petugas Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan pendidikan dari awal hingga akhir.
6. Bapak Muhyudi dan Ibu Siti Masruroh selaku orang tua penulis yang telah memberikan doa dan kasih sayang tanpa henti kepada penulis sehingga skripsi ini mampu terselesaikan.

7. Alm. Hj. Maemunah yang telah menyempatkan waktunya untuk mendampingi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Kedua kakak tercinta Zakiyul Mustahab dan Izza Nur Maulida yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat hingga saat ini.
9. Kintan, Nimas, Hendrick, Abiel, Sasqia, Ayu, Yusi, Fifi, Iis, Azki dan Yola yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
10. Segenap keluarga besar Matematika 2018 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
11. Semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar dapat menyempurnakan penelitian selanjutnya. Besar harapan penulis, semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 9 Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

ALGORITMA *FLOYD WARSHALL* UNTUK MENENTUKAN JALUR EVAKUASI TERPENDEK SEBAGAI MITIGASI BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI

Oleh

Marisa Ma'sumah

18106010033

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api teraktif di dunia dengan kejadian erupsi yang tidak dapat diprediksi. Di samping itu, di sekitar area tersebut terdapat Obyek Wisata Kaliurang dan dipadati oleh penduduk sehingga dapat dikategorikan sebagai kawasan beresiko tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mencari rute terpendek Evakuasi Pengungsi Gunung Merapi dari Obyek Wisata di Kaliurang Barat dan Kaliurang Timur menuju lokasi pengungsian terdekat dengan menggunakan algoritma *Floyd Warshall* sebagai upaya optimalisasi proses evakuasi. Perhitungan dimulai dengan membuat graf yang merepresentasikan obyek wisata, persimpangan jalan, dan lokasi pengungsian sebagai titik dan jalan yang menghubungkan antar titik sebagai garis. Kemudian dibuat matriks ketetanggaan dari graf tersebut dan melakukan proses perhitungan menggunakan algoritma *Floyd Warshall* hingga mendapatkan nilai matriks jalur terpendek antar tiap titik yang optimum. Perhitungan dilakukan secara manual dan komputasi menggunakan bantuan *Python*, diperoleh 5 hasil rute terpendek dari 5 obyek wisata di Kaliurang Barat dan Kaliurang Timur dengan hasil rute terpendek yaitu Tlogo Putri-Museum Gempa-Taman Wisata Kaliurang-Museum Ullen Sentulu-Taman Gardu Pandang-Kantor Desa Hargobinangun dengan panjang lintasan 9.628 meter.

Kata kunci : graf, rute terpendek, algoritma *Floyd Warshall*, kawasan rawan bencana, *Google Maps*.

ABSTRACT

FLOYD WARSHALL ALGORITHM TO DETERMINE THE SHORTEST EVACUATION ROUTE AS A DISASTER MITIGATION OF MOUNT MERAPI ERUPTION

by

Marisa Ma'sumah

18106010033

Mount Merapi is one of the most active volcanoes in the world with unpredictable eruption. In addition, the area around there is Kaliurang tourism objects and crowded with residents so that it can be categorized as a high-risk area. This study aims to find the shortest evacuation route of Mount Merapi refugees from tourism destination in West Kaliurang and Kaliurang Timur to the nearest refugee location using the Floyd Warshall algorithm as an effort to optimize the evacuation process. The calculation begins by making graphs that represent tourist attractions, crossroads, and the location of refugees as points and roads that connect between points as lines. Then made a matrix from the graph and calculated using the Floyd Warshall algorithm to get the shortest path matrix value between each optimum point. The calculation is carried out manually and computing using Python, obtained 5 shortest routes from 5 tourist destinations in West Kaliurang and East Kaliurang with the shortest path is Tlogo Putri - Gempa Museum - Kaliurang Park - Ullen Sentulu Museum - Gardu Pandang Park - Hargobinangun District Office, with a track length of 9,628 meters.

Keywords: graphs, shortest path, Floyd Warshall algorithms, disaster-prone areas, Google Maps

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tinjauan Pustaka	4
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Mitigasi Bencana.....	9
2.2 Graf	9
2.2.1 Sejarah Graf	9
2.2.2 Definisi Graf	10
2.2.3 Jenis-Jenis Graf	11
2.2.4 Keterhubungan Pada Graf	15
2.2.5 Matriks ketetanggaan (<i>Adjacency matrix</i>)	17
2.2.6 Matriks ketetanggaan graf berbobot.....	18

2.3	Teori dasar lintasan terpendek (<i>Shortest path</i>).....	19
2.4	Algoritma	20
2.5	Algoritma rute terpendek (<i>Shortest path algorithm</i>).....	20
2.6	Algoritma <i>Floyd Warshall</i>	21
2.7	<i>Google Maps</i>	28
2.8	<i>Python</i>	28
BAB III	METODE PENELITIAN.....	30
3.1	Jenis Penelitian.....	30
3.2	Objek Penelitian	30
3.3	Teknik Pengumpulan Data	31
3.4	Instrumen Pengumpulan Data	31
3.4.1	Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sleman.....	31
3.4.2	Dinas Pariwisata Kabupaten Sleman	32
3.4.3	<i>Google Maps</i>	33
3.5	Analisis Data	34
3.6	Pemodelan Sistem	35
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Pemilihan obyek wisata yang berada di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat	39
4.2	Representasi rute yang menghubungkan Kantor Desa Hargobinangun dengan obyek wisata di Kaliurang	43
4.3	Perhitungan algoritma <i>Floyd Warshall</i> untuk mencari rute terpendek	51
4.4	Intepretasi hasil perhitungan algoritma <i>Floyd Warshall</i> untuk mencari rute terpendek.....	87
4.5	Konstruksi dan hasil pemrograman algoritma <i>Floyd Warshall</i> berbasis <i>Python</i>	97
BAB V	PENUTUP.....	104
5.1	Kesimpulan	104
5.2	Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan penelitian terdahulu.....	5
Tabel 4. 1 Daftar obyek wisata yang tersebar di Kaliurang.....	39
Tabel 4. 2 Obyek wisata yang berada di Kaliurang Barat dan Kaliurang Timur	41
Tabel 4. 3 Daftar seluruh titik pada graf	46
Tabel 4. 4 Daftar panjang jalan.....	47
Tabel 4. 5 <i>Path</i> terpendek antar titik yang merepresentasikan obyek wisata dan tempat evakuasi.....	87
Tabel 4. 6 Rute terpendek antar lokasi.....	90
Tabel 4. 7 Panjang lintasan terpendek antar lokasi.....	95
Tabel 4. 8 Panjang lintasan terpendek pada 5 rute terpilih	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model graf Jembatan Konigsberg	10
Gambar 2.2 Graf sederhana.....	11
Gambar 2.3 Graf tak sederhana.....	11
Gambar 2.4 Graf berarah.....	12
Gambar 2. 5 Graf tak-berarah	12
Gambar 2.6 Graf lengkap K_1 sampai K_6	13
Gambar 2.7 Graf kosong	13
Gambar 2.8 Graf Berbobot.....	13
Gambar 2.9 Graf lingkaran $C_n, 3 \leq n \leq 6$	14
Gambar 2. 10 Graf teratur	14
Gambar 2.11 Keterhubungan pada graf	16
Gambar 2. 12 Contoh graf dengan matriks ketetanggaan	18
Gambar 2.13 Graf berbobot	18
Gambar 2. 14 Graf berarah dan berbobot.....	24
Gambar 2. 15 <i>Path</i> terpendek dari v_1 ke v_6	28
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	30
Gambar 3.2 Peta evakuasi penanggulangan bencana erupsi Gunung Merapi Kabupaten Sleman	32
Gambar 3. 3 Destinasi wisata di Kaliurang.....	33
Gambar 3.4 Peta lokasi obyek wisata di Kaliurang	34
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> algoritma <i>Floyd Warshall</i>	36
Gambar 3. 6 <i>Pseudocode</i> algoritma <i>Floyd Warshall</i>	37
Gambar 3. 7 <i>source code</i> dengan menggunakan bahasa <i>Python</i>	37
Gambar 3. 8 <i>source code</i> dengan menggunakan bahasa <i>Python</i>	38
Gambar 4. 1 Peta lokasi Kantor Desa Hargobinangun dan obyek wisata di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat	44
Gambar 4. 2 Penandaan titik letak Kantor Desa Hargobinangun dan obyek wisata yang tersebar di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat	45
Gambar 4. 3 Persimpangan jalan yang kemungkinan dapat dilewati dan penandanya	46
Gambar 4. 4 Representasi peta kawasan Kantor Desa Hargobinangun dan seluruh obyek wisata yang tersebar di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat ke dalam graf	50
Gambar 4. 5 Matriks $W^{(0)}$	52
Gambar 4. 6 Matriks $Z^{(0)}$	53
Gambar 4. 7 Matriks $W^{(1)}$	58
Gambar 4. 8 Matriks $Z^{(1)}$	59
Gambar 4. 9 Matriks $W^{(2)}$	64
Gambar 4. 10 Matriks $Z^{(2)}$	65

Gambar 4. 11 Matriks $W^{(3)}$	70
Gambar 4. 12 Matriks $Z^{(3)}$	71
Gambar 4. 13 Matriks $W^{(4)}$	76
Gambar 4. 14 Matriks $Z^{(4)}$	77
Gambar 4. 15 Matriks $W^{(5)}$	82
Gambar 4. 16 Matriks $Z^{(5)}$	83
Gambar 4. 17 Matriks $W^{(32)}$	85
Gambar 4. 18 Matriks $Z^{(32)}$	86
Gambar 4. 19 <i>Source code</i> yang digunakan pada <i>Python</i>	98
Gambar 4. 20 <i>Input</i> matriks ketetangaan graf berbobot pada <i>Python</i>	100
Gambar 4. 21 <i>Output</i> perhitungan pada <i>Python</i>	103



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Input source code</i> dengan menggunakan bahasa <i>Python</i>	109
Lampiran 2. <i>Output source code</i> dengan menggunakan bahasa <i>Python</i>	110
Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup.....	111



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang termasuk ke dalam kawasan *ring of fire* atau gugusan lingkaran api pasifik karena kepulauannya yang terbentuk dari rangkaian gunung berapi. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sebanyak 127 gunung api aktif yang tersebar di Indonesia menjadi bagian dari cincin api dan menempati sebanyak 13% dari total jumlah gunung api aktif di dunia. Terdapat 69 gunung api aktif yang diawasi oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), termasuk Gunung Merapi. Gunung Merapi mendapatkan perhatian khusus karena terletak di tengah kota. Sejak erupsi pada tahun 2010, terdapat deformasi yang begitu cepat pada Gunung Merapi dan pada tahun 2011, terdeteksi bahwa magma sudah mulai mengisi kantung gunung tersebut. Hal ini merupakan bukti bahwa Gunung Merapi merupakan gunung api paling aktif di dunia (Haryono, 2012).

Pada tahun 2010, Gunung Merapi mengalami erupsi yang memakan banyak korban jiwa dan juga mengakibatkan banyak kerusakan bangunan. Selain di tahun 2010, Gunung Merapi juga mengalami erupsi beberapa kali yakni pada tahun 1998 dan 2006. Letusan terbesar terakhir terjadi pada tahun 2010 yang mengakibatkan banyak kerusakan dan korban jiwa. Tercatat korban jiwa akibat erupsi ini sebanyak 347 orang dan 410.318 orang pengungsi (Pamungkas, 2019). Banyak pemukiman warga yang berada di kaki Gunung Merapi, salah satunya adalah Kaliurang yang berada pada radius 6 km dari puncak Gunung Merapi membuat kawasan ini menjadi salah satu kawasan yang rawan terkena dampak erupsi Gunung Merapi.

Kaliurang merupakan merupakan salah satu kawasan tujuan wisata yang cukup terkenal di Yogyakarta yang terdiri dari tiga dusun yakni Dusun Ngipiksari, Dusun Kaliurang Barat, dan Dusun Kaliurang Timur (Adirahmanta, 2005). Lokasinya yang berada di kaki Gunung Merapi membuat tempat ini menawarkan

keindahan panorama pegunungan dan udara sejuk sehingga menarik banyak wisatawan. Banyak obyek wisata yang ditawarkan di Kaliurang, terkhusus wisata alam seperti Wisata *Jeep* Merapi, Taman Wisata Kaliurang, Taman Gardu Pandang, dan Tlogo Putri Kaliurang, dan lain-lain.

Fenomena bencana erupsi tidak dapat di prediksi secara pasti kapan akan terjadi. Oleh sebab itu, untuk meminimalisir dampak yang terjadi perlu dilakukan beberapa upaya. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam penanggulangan bencana erupsi adalah evakuasi warga secara optimal sehingga dapat meminimalisir korban jiwa. Pengoptimalan tersebut dapat dilakukan dengan cara pemilihan rute yang optimal seperti mencari rute terpendek untuk evakuasi warga ke tempat yang lebih aman. Terdapat beberapa algoritma matematika yang dapat digunakan dalam mencari rute terpendek. Secara umum pencarian rute terpendek dibagi menjadi dua metode yakni metode heuristik dan metode konvensional. Salah satu metode konvensional yang dapat digunakan adalah algoritma *Floyd Warshall* (Mutakhiroh & dkk, 2007).

Algoritma *Floyd Warshall* merupakan algoritma yang memiliki *input* berupa graf berarah dan berbobot dengan *output* berupa hasil perhitungan dari bobot terkecil semua lintasan yang menghubungkan titik yang berpasangan dan juga pasangan titik yang lain. Algoritma *Floyd Warshall* merupakan bagian dari pemrograman dinamis, dimana metode ini menyelesaikan masalah dengan cara menghubungkan solusi-solusi yang akan didapat sebagai sebuah keputusan yang saling berkaitan, dan solusi tersebut bisa lebih dari satu karena berasal dari solusi pada tahap sebelumnya (Novandi, 2007).

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian ini akan melakukan pencarian rute terpendek evakuasi bencana dengan memanfaatkan algoritma *Floyd Warshall*. Algoritma ini dapat digunakan untuk mencari jarak terpendek dari setiap pasangan titik dan program dinamis sehingga lebih menjamin keberhasilan dalam menemukan solusi optimumnya. Terdapat beberapa lokasi wisata di Kaliurang, dan tempat tujuan evakuasi yang akan dijadikan sebagai titik. Juga terdapat jalan raya yang dijadikan sebagai garis. Dalam hal ini, semua jalur

dianggap normal tidak memiliki kendala seperti kerusakan jalan, rambu lalu lintas dan kepadatan yang mengakibatkan pengalihan jalan.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis memberi judul “Algoritma *Floyd Warshall* untuk Menentukan Jalur Evakuasi Terpendek Sebagai Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Merapi”. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memudahkan dinas yang berkaitan dalam proses evakuasi erupsi Gunung Merapi di tempat Wisata Kaliurang.

1.2 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan tetap terfokus pada permasalahan yang dibahas dan tidak menyimpang dari tujuan awal, maka perlu ditentukan acuan yang digunakan untuk batasan masalah dalam penelitian. Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian hanya dilakukan pada tempat Wisata Kaliurang yang berada di Kaliurang Barat dan Kaliurang Timur.
- b. Peta titik evakuasi yang digunakan berupa peta yang diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sleman.
- c. Semua jalur dianggap normal tidak memiliki kendala seperti kerusakan jalan, rambu lalu lintas, dan kepadatan yang mengakibatkan pengalihan jalan.
- d. Perhitungan jalur evakuasi hanya dari titik evakuasi (Obyek Wisata yang berada di Kaliurang Barat dan Kaliurang Timur) menuju lokasi pengungsian dan tidak sebaliknya.
- e. Bobot setiap garis pada graf merupakan bobot positif.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah yang dibuat yaitu bagaimana cara menentukan lintasan terpendek yang dapat dilalui untuk melakukan evakuasi pengungsi dari Obyek Wisata Kaliurang menuju tempat pengungsian dengan menggunakan algoritma *Floyd Warshall*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan lintasan terpendek yang dapat dilalui untuk melakukan evakuasi pengungsi dari Obyek Wisata Kaliurang menuju tempat pengungsian dengan menggunakan algoritma *Floyd Warshall*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Peneliti

Melalui penelitian ini, peneliti berharap mendapat pemahaman lebih dalam tentang teori yang telah dipelajari selama mengikuti perkuliahan serta dapat memberikan manfaat dengan mengimplemetasikan ilmu yang telah dipelajari oleh peneliti. Terkhusus mengenai implementasi Algoritma *Floyd Warshall* dalam kehidupan.

b. Bagi pembaca

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman baru mengenai algoritma *Floyd Warshall* dan penerapannya pada bidang kehidupan sehingga dapat membantu dalam berbagai macam permasalahan atau dapat digunakan sebagai referensi pembaca.

c. Bagi Dinas Terkait

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi baru bagi dinas atau instansi terkait evakuasi pengungsi korban erupsi Gunung Merapi terkhusus pada Obyek Wisata Kaliurang.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini tersusun dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu:

1. Oktavia Simanullang (2018) dalam skripsi Penerapan Algoritma *Floyd Warshall* pada Penentuan Rute Distribusi Optimal yang bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma *Floyd-Warshall* pada penyaluran LPG 3Kg di PT. Pertamina (Persero). Dalam penelitian ini, pangkalan gas LPG

di Kecamatan Medan Perjuangan dan salah satu agen menjadi titik graf dan jalan yang dapat dilalui sebagai garis yang diperoleh melalui data primer dari lokasi penelitian dan *Google Maps*. Kemudian titik dan garis tersebut disusun menjadi suatu graf dan diolah menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* untuk menyelesaikan permasalahan graf berbobot dan mendapatkan rute optimal.

2. Rohmasnyah (2020) dalam skripsi yang berjudul Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Jalur Evakuasi Tsunami Pantai Wisata Indah Sibolaga. Pada penelitian ini, setiap persimpangan jalan di lokasi tersebut dijadikan titik dan jalan sebagai garis yang kemudian dibentuk suatu graf berarah. Kemudian digunakan algoritma Dijkstra untuk menyelesaikan permasalahan listasan graf berbobot dan menentukan listasan terpendek yang sehingga didapat rute evakuasi yang terbaik.

Untuk lebih jelas akan ditunjukkan perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan tugas akhir ini pada tabel 1.1 di bawah.

Tabel 1.1 Perbandingan penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan
1	Oktavia Simanullang (2020)	Penerapan Algoritma <i>Floyd Warshall</i> pada Penentuan Rute Distribusi Optimal (Studi Kasus: penyaluran LPG 3 Kg di PT. Pertamina (Persero))	Membahas mengenai penentuan rute distribusi optimal pada pengiriman gas LPG dari salah satu agen LPG ke berbagai pangkalan gas LPG di kecamatan Medan Perjuangan dengan menggunakan

			Algoritma <i>Floyd Warshall</i> .
2	Rohmasnyah (2020)	Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Jalur Evakuasi Tsunami Pantai Wisata Indah Sibolaga	Membahas mengenai pencarian terbaik yakni rute terpendek dan teraman untuk mengevakuasi korban tsunami dari berbagai simpangan jalan di Pantai Wisata Indah Sibolaga menuju titik aman yang telah ditentukan dengan menggunakan salah satu algoritma rute tependek yakni Algoritma Dijkstra dan program MATLAB.
3	Marisa Ma'sumah	Algoritma <i>Floyd Warshall</i> untuk Menentukan Jalur Evakuasi Terpendek Sebagai Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Merapi	Membahas mengenai pencarian rute terpendek untuk mengevakuasi wisatawan di berbagai obyek wisata di Kaliurang menuju titik evakuasi terdekat dengan menggunakan salahsatu algoritma rute terpendek yakni Algoritma <i>Floyd</i>

			<i>Warshall</i> dan program <i>Python</i> .
--	--	--	---

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk membantu memudahkan dalam memahami maksud dari penulisan penelitian ini, secara garis besar penulis menggambarkan sistematika penulisan skripsi ini menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan membahas tentang latar belakang masalah, pembatasan masalah, rumusan masalah, tujuan dari penelitian yang dilakukan, manfaat dari penelitian yang dilakukan, tinjauan pustaka, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang digunakan oleh penulis dalam melakukan penelitian yang berkaitan. Landasan teori yang digunakan berupa mitigasi bencana, graf, teori dasar lintasan terpendek (*Shortest Path*), algoritma, algoritma rute terpendek (*Shortest Path Algorithm*), algoritma *Floyd Warshall*, dan *Google Maps*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian membahas mengenai metode yang digunakan dalam proses melaksanakan penelitian yang kemudian akan dijabarkan mengenai jenis penelitian, objek penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen pengumpulan data, analisis data, dan pemodelan sistem.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang pemilihan obyek wisata yang berada di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat, representasi rute yang menghubungkan Kantor Desa Hargobinangun dengan obyek wisata di Kaliurang, perhitungan Algoritma *Floyd Warshall* untuk mencari rute terpendek, interpretasi hasil perhitungan algoritma

Floyd Warshall untuk mencari rute terpendek, dan konstruksi dan hasil algoritma *Floyd Warshall* berbasis *Python*.

BAB V PENUTUP

Bab penutup berisi kesimpulan dari hasil analisis dan perhitungan secara matematis mengenai pencarian rute terpendek dengan menggunakan Algoritma *Floyd Warshall* serta saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Representasi jalur yang menghubungkan obyek wisata yang berada di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat dengan Kantor Desa Hargobinangun sebagai tempat evakuasi terdekat kedalam bentuk graf diawali dengan membuat titik. Titik tersebut sebagai representasi dari 5 obyek wisata yang berada di Kaliurang (Timur dan Barat), Kantor Desa Hargobinangun, serta persimpangan jalan. Kemudian membuat garis sebagai representasi ruas jalan yang dapat dilewati. Titik dan garis tersebut dihubungkan sehingga membentuk suatu graf.
2. Berdasarkan perhitungan algoritma *Floyd Warshall* yang telah dilakukan secara manual dan dengan bahasa pemrograman *Python*, didapatkan lintasan terpendek dari 5 Obyek Wisata Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat menuju tempat pengungsian terdekat (Kantor Desa Hargobinangun) sebagai berikut:
 - a. Lintasan terpendek dari Taman Wisata Kaliurang menuju Kantor Desa Hargobinangun adalah 5016 m.
 - b. Lintasan terpendek dari Museum Ullen Sentulu menuju Kantor Desa Hargobinangun adalah 5550 m.
 - c. Lintasan terpendek dari Museum Gempa menuju Kantor Desa Hargobinangun adalah 5126 m.
 - d. Lintasan terpendek dari Taman Gardu Pandang menuju Kantor Desa Hargobinangun adalah 5977 m.
 - e. Lintasan terpendek dari Tlogo Putri menuju Kantor Desa Hargobinangun adalah 6066 m.
3. Apabila dicari rute evakuasi terpendek yang memuat seluruh Obyek Wisata di Kaliurang Timur dan Kaliurang Barat menuju menuju tempat pengungsian

terdekat (Kantor Desa Hargobinangun), maka diperoleh 5 rute evakuasi terpendek sebagai berikut:

- a. Apabila Taman Wisata Kaliurang menjadi obyek wisata pertama yang dilakukan proses evakuasi, maka rute terpendek yang direkomendasikan adalah:

Taman Wisata Kaliurang → Museum Ullen Sentulu → Museum Gempa → Taman Gardu Pandang → Tlogo Putri → Kantor Desa Hargobinangun dengan panjang lintasan 11.298 meter.

- b. Apabila Museum Ullen Sentulu menjadi obyek wisata pertama yang dilakukan proses evakuasi, maka rute terpendek yang direkomendasikan adalah:

Museum Ullen Sentulu → Taman Wisata Kaliurang → Museum Gempa → Taman Gardu Pandang → Tlogo Putri → Kantor Desa Hargobinangun dengan panjang lintasan 10.687 meter.

- c. Apabila Museum Gempa menjadi obyek wisata pertama yang dilakukan proses evakuasi, maka rute terpendek yang direkomendasikan adalah:

Museum Gempa → Taman Wisata Kaliurang → Museum Ullen Sentulu → Taman Gardu Pandang → Tlogo Putri → Kantor Desa Hargobinangun dengan panjang lintasan 10.537 meter.

- d. Apabila Taman Gardu Pandang menjadi obyek wisata pertama yang dilakukan proses evakuasi, maka rute terpendek yang direkomendasikan adalah:

Taman Gardu Pandang → Taman Wisata Kaliurang → Museum Ullen Sentulu → Museum Gempa → Tlogo Putri → Kantor Desa Hargobinangun dengan panjang lintasan 9.849 meter.

- e. Apabila Tlogo Putri menjadi obyek wisata pertama yang dilakukan proses evakuasi, maka rute terpendek yang direkomendasikan adalah:

Tlogo Putri → Museum Gempa → Taman Wisata Kaliurang → Museum Ullen Sentulu → Taman Gardu Pandang → Kantor Desa

Hargobinangun dengan panjang lintasan 9.628 meter dan menjadi rute terpendek dari kelima rute terpilih lainnya.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran mengenai penelitian lintasan terpendek yang dapat digunakan pada pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Memperluas lokasi penelitian sehingga dapat menerapkan pencarian rute evakuasi terpendek pada seluruh obyek wisata di Kaliurang.
2. Memberikan variabel lain seperti kepadatan jalan, rambu lalu lintas dan lain sebagainya sehingga dapat memperoleh hasil jalur yang terpendek dan tercepat pada evakuasi pengungsi Gunung Merapi dari Obyek Wisata Kaliurang.
3. Membuat aplikasi sederhana untuk menentukan rute terpendek evakuasi pengungsi Gunung Merapi dari Obyek Wisata Kaliurang yang dapat diakses oleh semua kalangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, R. (2021). *Pengantar Metode Penelitian*. Yogyakarta: Suka Press.
- Adirahmanta, S. N. (2005). Prospek Pengembangan Kegiatan Wisata di Kawasan Kaliurang Pasca Penetapan Taman Nasional Gunung Merapi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ariyanti, R., & dkk. (2015). Pemanfaatan Google Maps Api pada Sistem Informasi Geografis Direktori Perguruan Tinggi Di Kota Bengkulu. *Media Infotama*.
- Daniel, F., & Taneo, P. N. (2019). *Teori Graf*. Yogyakarta: Deepublish.
- Haryono, H. (2012, Mei 02). *Indonesia Miliki 127 Gunung Api Aktif*. Retrieved Juli 20, 2022, from Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Ibrahim, & Mussafi, N. S. (2013). *Pengantar Kombinatorika dan Teori Graf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit*. Bandung: INFORMATIKA.
- Mutakhirah, & dkk. (2007). Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut Dan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, Universitas Islam Indonesia.
- Ningrum, & Andrasto. (2016). Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 8 No. 1*, Universitas Negeri Semarang.
- Nirmalawati. (2012). Pembentukan Konsep Diri pada Siswa Pendidikan Dasar Dalam Memahami Mitigasi Bencana. *Smartek*.
- Novandi, R. A. (2007). Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek (Single Pair Shortest Path). *Makalah IF2251 Strategi Algoritmik*, Institut Teknologi Bandung.
- Pamungkas, R. (2019). Evaluasi Jalur Evakuasi Bencana Erupsi Gunung Merapi Dengan Menggunakan Metode Least Cost Path Analysis di Kecamatan Turi Kabupaten Sleman. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Romzi, & Kurniawan. (2020). Pembelajaran Pemrograman Python dengan Pendekatan Logika Algoritma. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*.
- Sari, D. R. (2018). Aplikasi Representasi Graf. Institut Teknologi Bandung.

Setiawan, & dkk. (2017). Analisis Algoritma Floyd Warshall Untuk Menentukan Lintasan Terpendek Pengangkutan Sampah (Studi Kasus: Pengangkutan Sampah di Kabupaten Kubu Raya). *Bimaster*.

Syahputra, S. (2017). Penentuan Rute Terpendek Pendistribusian Naskah Ujian Nasional Menggunakan Algoritma Dijkstra (Dinas Pendidikan Dan Pengajaran Kota Binjai). *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*.

