

**MODIFIKASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM
MENEMUKAN RUTE TERPENDEK PEMADAM
KEBAKARAN DI BANYUWANGI**

SKRIPSI

**OLEH
WARDATUN NAURA SALSABILA
NIM. 200601110064**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**MODIFIKASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM
MENEMUKAN RUTE TERPENDEK PEMADAM
KEBAKARAN DI BANYUWANGI**

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
Wardatun Naura Salsabila
NIM. 200601110064**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**MODIFIKASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM
MENEMUKAN RUTE TERPENDEK PEMADAM
KEBAKARAN DI BANYUWANGI**

SKRIPSI

**Oleh
Wardatun Naura Salsabila
NIM. 200601110064**

Telah Disetujui Untuk Diuji
Malang, 29 Oktober 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.
NIPPPK. 19870218 202321 1 018



Erna Herawati, M.Pd
NIPPPK. 19760723 202321 2 006

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika




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

MODIFIKASI ALGORITMA *FLOYD-WARSHALL* DALAM MENEMUKAN RUTE TERPENDEK PEMADAM KEBAKARAN DI BANYUWANGI

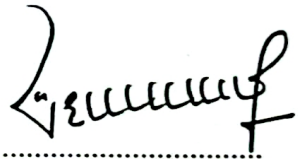
SKRIPSI

Oleh
Wardatun Naura Salsabila
NIM. 200601110064

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

Tanggal, 12 November 2024

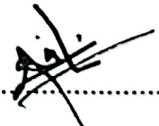
Ketua Penguji : Evawati Alisah, M.Pd.



Anggota Penguji I : Muhammad Khudzaifah, M.Si.

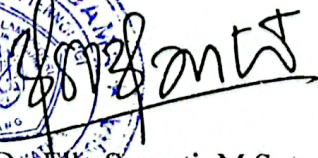


Anggota Penguji II : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.



Anggota Penguji III : Erna Herawati, M.Pd.



Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

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



PERNYATAAN KEASLIAN PENULIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wardatun Naura Salsabila
NIM : 200601110064
Program Studi : Matematika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Modifikasi Algoritma *Floyd-Warshall* dalam Menemukan Rute Terpendek Pemadam Kebakaran di Banyuwangi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai 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 perbuatan tersebut.

Malang, 12 November 2024

Yang membuat pernyataan,



Wardatun Naura Salsabila

NIM. 200601110064

MOTO

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”

(Ali bin Abi Thalib)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah Swt atas rahmat dan petunjuk-Nya yang terus menerangi setiap langkah dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini dipersembahkan untuk:

Kedua orang tua tercinta, Bapak Syamsul Arifin dan Ibu Indarwati, yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dan pengorbanan tanpa henti. Tanpa cinta dan restu kalian, penulis tidak akan mampu mencapai titik ini. Kakak pertama saya, Yusuf Firdaus dan istri, terima kasih atas doa, dukungan yang tak pernah surut, dan nasihat bijak yang telah diberikan. Untuk kakak kedua saya, Fairuz Afif, terima kasih atas tawa, kebersamaan, dan dorongan yang telah memotivasi penulis.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri yang telah sabar dan bertahan hingga mencapai tahap ini. Skripsi ini adalah bukti nyata bahwa usaha dan doa tidak pernah mengkhianati hasil. Terima kasih untuk segala pengorbanan dan perjuangan yang telah dilakukan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'aalamiin puji syukur kehadiran Allah Swt atas berkat limpahan Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Modifikasi Algoritma Floyd-Warshall Dalam Menemukan Rute Terpendek Pemadam Kebakaran Di Banyuwangi”. Tak lupa sholawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia menuju jalan kebenaran. Semoga kita tergolong orang-orang yang beriman dan mendapatkan syafaatnya kelak di Yaumul Akhir.

Laporan skripsi disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program sarjana di program studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Prof. 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. Mohammad Nafie Jauhari, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan agar penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Erna Herawati, M.Pd, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat, doa dan pengalaman dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim

7. Kedua orang tua, kakak saya dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. Saudara-saudara saya, penyemangat saya Alvian Khorik Nuril Huda, Della Kharisma Putri, Alfina Dwi Lestari terima kasih karena selalu menemani, membantu, dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
9. Teman kost adelia, Diasnita Mahardhika Nabila, Zakiatul Basiroh, Silvia Rohmadina, yang senantiasa memberikan semangat, menghibur, dan bantuan dalam bentuk moril maupun yang lainnya.
10. Seluruh mahasiswa Program Studi Matematika angkatan 2020.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang turut mendoakan, mendukung, dan meyakinkan penulis untuk segera menyelesaikan skripsi.

Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala memberikan balasan semua kebaikan mereka, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca. *Aamiin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 12 November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN PENULIS.....	v
MOTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Teori Pendukung	6
2.1.1 Definisi Graf	6
2.1.2 Jenis-Jenis Graf	7
2.1.3 Lintasan Terpendek	9
2.1.4 Matriks Ketetanggaan (<i>Adjacency Matrix</i>).....	9
2.1.5 Algoritma <i>Floyd-Warshall</i>	10
2.2 Kajian Integrasi Topik dengan Al-Qur'an.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Data dan Sumber Data.....	18
3.3 Tahapan Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Deskripsi Data.....	20
4.2 Memodelkan Data Ke Dalam Graf	21
4.3 Pengolahan Data	22
4.4 Perhitungan Lintasan Terpendek	23
4.5 Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Pandangan Islam	33
BAB V PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Graf Sederhana.....	7
Gambar 2.2	Graf Tak Berarah.....	8
Gambar 2.3	Graf Berarah.....	8
Gambar 4.1	Titik Lokasi Rawan Kebakaran.....	20
Gambar 4.2	Graf Jarak Antar Desa	22
Gambar 4.3	Peta Pos Terdekat Dengan Desa Rawan Kebakaran.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Simpul	22
Tabel 4.2 Matriks Jarak Antar Desa.....	23
Tabel 4.3 Matriks Jarak Ketika Titik Antara Desa Kertosari	24
Tabel 4.4 Matriks Hasil Iterasi Akhir.....	25
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai <i>Efektivitas</i>	26
Tabel 4.6 Desa Dan Pos Damkar Terdekat.....	30
Tabel 4.7 Kluster Desa Dengan Damkar Prioritas	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Titik Antara = Desa Karangrejo	39
Lampiran 2	Titik Antara = Desa Tukang Kayu	40
Lampiran 3	Titik Antara = Desa Ketapang	40
Lampiran 4	Titik Antara = Desa Kluncing	41
Lampiran 5	Titik Antara = Desa Tamansari	41
Lampiran 6	Titik Antara = Desa Grajagan	42
Lampiran 7	Titik Antara = Desa Karetan	42
Lampiran 8	Titik Antara = Desa Karangsari	43
Lampiran 9	Titik Antara = Desa Kalipait	43
Lampiran 10	Titik Antara = Desa Wringinpitu	44
Lampiran 11	Titik Antara = Desa Bangsring	44
Lampiran 12	Titik Antara = Desa Kalipuro	45
Lampiran 13	Titik Antara = Desa Kebondalem.....	45
Lampiran 14	Titik Antara = Pos Damkar Banyuwangi.....	46
Lampiran 15	Titik Antara = Pos Damkar Srono.....	46
Lampiran 16	Titik Antara = Pos Damkar Genteng	47

ABSTRAK

Salsabila, Wardatun Naura. 2024. **Modifikasi Algoritma Floyd-Warshall Dalam Menemukan Rute Terpendek Pemadam Kebakaran Di Banyuwangi**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

Kata Kunci: Rute Terpendek, Graf, Algoritma *Floyd-Warshall*, Pemadam Kebakaran.

Penelitian ini membahas tentang pencarian rute pemadam kebakaran pada graf yang memerlukan jarak tempuh terpendek dari titik awal lokasi hingga titik akhir tempat kejadian kebakaran. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penerapan modifikasi Algoritma Floyd-Warshall pada graf untuk mencari rute terpendek pemadam kebakaran. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu menggunakan Algoritma Floyd-Warshall yang mengambil jarak minimum dari suatu titik ke titik lainnya dalam graf dan menerapkan algoritma dinamis yang menyebabkannya mengambil jarak rute terpendek dengan benar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian menggunakan algoritma Floyd-Warshall menghasilkan jarak tempuh dengan rata-rata persentase efektivitas sebesar 3,45%. Hasil persentase ini mengindikasikan bahwa algoritma Floyd-Warshall tergolong efektif, karena menunjukkan jarak yang lebih pendek. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan modifikasi Algoritma Floyd-Warshall pada graf secara efektif mampu menemukan rute terpendek berdasarkan jarak antara pos pemadam kebakaran dan lokasi kejadian di Banyuwangi, serta menunjukkan rute mana saja yang dapat dilalui berdasarkan jalur yang lebih singkat.

ABSTRACT

Salsabila, Wardatun Naura. 2024. **Modification of the Floyd-Warshall Algorithm for Finding the Shortest Route for Firefighters in Banyuwangi.** Thesis. Mathematics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Supervisors: (I) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si. (II) Erna Herawati, M.Pd.

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

The research discusses finding fire truck routes on a graph that requires the shortest travel distance from the starting location to the final fire incident location. The objective of this research is to disseminate the application of a modified Floyd-Warshall Algorithm on a graph to find the shortest route for fire trucks. The method used in this study is the Floyd-Warshall Algorithm, which takes the minimum distance from one point to another on the graph and applies a dynamic algorithm, allowing it to correctly select the shortest route. The research results show that testing with the Floyd-Warshall Algorithm produced travel distances with an average effectiveness rate of 3.45%. This percentage indicates that the Floyd-Warshall Algorithm is effective, as it shows a shorter distance. Based on the research findings, it can be concluded that the modified Floyd-Warshall Algorithm applied to the graph can effectively find the shortest route based on the distance between fire stations and incident locations in Banyuwangi, as well as provides information on which routes can be taken based on shorter paths.

مستخلص البحث

سلسبيلا، وردة نورة. ٢٠٢٤. تعديل خوارزمية (Floyd-Warshall) للعثور على أقصر طريق لرجال الإطفاء في بانويوانجي. البحث الجامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) محمد نافع جوهر، الماجستير. (٢) : إيرنا هيراواتي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: أقصر الطرق، الرسوم البيانية، خوارزمية (Floyd-Warshall)، مكافحة الحرائق.

يناقش هذا البحث إيجاد طريق طفاية الحريق على رسم بياني يتطلب أقصر مسافة من نقطة البداية إلى النقطة النهائية التي وقع فيها الحريق. الهدف من هذا البحث هو تحديد مدى تطبيق خوارزمية (Floyd-Warshall) المعدلة على الرسوم البيانية لإيجاد أقصر طريق لرجال الإطفاء. الطريقة المستخدمة في هذا البحث هي استخدام خوارزمية (Floyd-Warshall) التي تأخذ أقل مسافة من نقطة إلى نقطة أخرى في الرسم البياني وتطبق خوارزمية ديناميكية تجعلها تأخذ أقصر مسافة طريق بشكل صحيح. تظهر نتائج البحث أن الاختبار باستخدام خوارزمية (Floyd-Warshall) ينتج عدد كيلومترات بمتوسط نسبة فعالية تبلغ (٣,٤٥%). تشير نتيجة النسبة المئوية هذه إلى أن خوارزمية (Floyd-Warshall) تصنف على أنها فعالة، لأنها تظهر مسافة أقصر. بناءً على نتائج البحث، يمكن الاستنتاج أن تطبيق خوارزمية فلويد-وارشال المعدلة على الرسوم البيانية قادر بشكل فعال على العثور على أقصر طريق بناءً على المسافة بين محطة الإطفاء وموقع الحادث في (Banyuwangi)، بالإضافة إلى إظهار أي طريق يمكن اتخاذ الطرق بناءً على مسارات أقصر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mencari rute terbaik atau yang biasanya dikenal sebagai pencarian rute terpendek dalam teori graf adalah upaya untuk menemukan rute yang memiliki jarak terpendek dan beban terendah dari titik awal ke titik tujuan dibandingkan dengan semua lintasan yang ada (Taufiq, Suyitno, & Dwijanto, 2019). Masalah pencarian rute terpendek (*shortest path problem*) merupakan suatu masalah optimasi yang berfokus pada menemukan rute minimum yang diperlukan untuk mencapai tujuan, di antara berbagai lintasan alternatif yang tersedia (Utami, Suhery, & Ilhamsyah, 2014). Pencarian rute terpendek telah ditetapkan dan diterapkan diberbagai bidang guna untuk mengoptimalkan kinerja suatu sistem, baik untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan maupun mempercepat berjalannya suatu proses (Purwanto, Purwitasari, & Wibowo, 2005). Salah satu permasalahan dalam mencari rute terpendek yaitu pencarian rute untuk pemadam kebakaran. Pada pencarian rute pemadam kebakaran diperlukan jarak tempuh terpendek dari titik awal lokasi hingga titik akhir tempat kejadian kebakaran.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan pencarian rute terpendek ini, salah satunya adalah menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*. Algoritma ini merupakan salah satu varian dari pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan penyelesaian masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling berkaitan (Ningrum dan Andrasto, 2016). Selain itu, algoritma *Floyd-*

Warshall merupakan algoritma yang mengambil jarak minimum dari suatu titik ke titik lainnya dan algoritma ini menerapkan algoritma dinamis yang menyebabkannya mengambil jarak rute terpendek dengan benar (Hasibuan, 2016). Berdasarkan hal tersebut, penerapan algoritma *Floyd-Warshall* menjadi langkah inovatif yang dapat membantu meningkatkan responsibilitas pemadam kebakaran dan sebagai solusi untuk menemukan rute terpendek bagi tim pemadam kebakaran.

Hal yang melatarbelakangi keputusan untuk menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* ini berkaitan dengan kompleksitas geografis suatu wilayah, jaringan jalan yang bervariasi dan kebutuhan yang mendesak untuk merespons keadaan darurat dengan cepat dan tepat. Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Lutfi, Eriq, & Wicaksono, 2012) yang membahas tentang pembangunan dan pengembangan sistem informasi website untuk mencari rute terpendek pada gedung kampus dan berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa tingkat akurasi algoritma *Floyd-Warshall* menunjukkan akurasi tepat yaitu 100%. Algoritma *Floyd-Warshall* menawarkan solusi komprehensif dengan mempertimbangkan semua kemungkinan rute, sehingga dapat diadaptasi dengan baik dalam konteks yang dinamis. Dengan mengoptimalkan rute pemadam kebakaran, diharapkan dapat meminimalkan waktu respons, mengurangi kerugian dan meningkatkan keselamatan masyarakat secara keseluruhan.

Salah satu penerapan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan rute terpendek dapat diterapkan pada pemadam kebakaran yang berada di suatu wilayah kabupaten atau kota, salah satunya yaitu wilayah Banyuwangi. Banyuwangi merupakan daerah paling timur dari wilayah Provinsi Jawa Timur

dengan luas wilayah 5.782,50 km², lebih luas dari pulau Bali (5.636,66 km²) (Bappeda Kab. Banyuwangi, 2023). Banyuwangi memiliki topografi beragam mulai dari dataran rendah, perbukitan, hingga pegunungan dengan gunung berapi aktif seperti Gunung Raung dan Gunung Ijen. Kawah Ijen, dengan fenomena api birunya yang unik, telah menjadi ikon pariwisata global dan menarik ribuan wisatawan setiap tahunnya. Selain itu, Taman Nasional Alas Purwo dan Taman Nasional Baluran menambah keindahan alam daerah ini, dengan kekayaan flora dan fauna yang dilindungi. Hal tersebut menjadikan Banyuwangi sebagai salah satu wilayah yang terus mengalami perkembangan, menghadapi berbagai tantangan signifikan dalam menjaga keamanan dan kesejahteraan masyarakatnya seperti risiko bencana alam, erupsi gunung berapi, masalah lingkungan akibat urbanisasi, perubahan iklim dan termasuk resiko terjadinya kebakaran. Salah satu ancaman yang tidak terduga, namun memiliki dampak yang berpotensi merugikan adalah kebakaran. Pengertian kebakaran yaitu merupakan proses percikan api yang semakin membesar, cepat menjalar, sulit dikendalikan dan menyebabkan kerugian besar, baik dalam hal materi maupun kehidupan manusia (Wulandari, Suroto, & Kurniawan, 2018). Oleh karena itu, kebutuhan untuk meningkatkan sistem penanganan kebakaran yang responsif dan efisien menjadi sangat penting. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam penanggulangan kebakaran salah satunya adalah efisiensi pergerakan pemadam kebakaran menuju lokasi kejadian.

Tujuan dari modifikasi algoritma *Floyd-Warshall* ini adalah untuk menyediakan solusi terbaik dan meminimalkan waktu yang diperlukan untuk menentukan rute terpendek antara dua lokasi dalam graf. Dalam surat Al-‘Ashr ayat 1-3 menjelaskan manusia agar memanfaatkan waktu dengan baik.

وَالْعَصْرِ ﴿١﴾ إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ ﴿٢﴾ إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَاصَوْا بِالْحَقِّ ۖ وَتَوَاصَوْا بِالصَّبْرِ ﴿٣﴾ □

Artinya:

“Demi masa, Sesungguhnya manusia benar-benar berada dalam kerugian, Kecuali orang-orang yang beriman dan beramal saleh serta saling menasihati untuk kebenaran dan kesabaran”.

Menurut tafsir Kementerian Agama, ayat tersebut memberikan penjelasan tentang esensi keuntungan dan kerugian dalam kehidupan, serta memberikan peringatan tentang pentingnya memanfaatkan waktu yang dimiliki manusia. Sangat disesalkan bagi mereka yang menyia-nyiakan waktu mereka dengan hal-hal yang tidak bermanfaat. Kecuali bagi orang yang beriman, selalu mengerjakan amal yang baik, saling mengingatkan akan kebenaran, dan bersabar (Kemenag, 2022).

Penelitian dilakukan dengan cara menganalisis bagaimana algoritma *Floyd-Warshall* dapat diadaptasi kedalam konteks kebakaran di Banyuwangi yang mempertimbangkan faktor-faktor geografis, kondisi jalan dan variabilitas situasional yang mungkin muncul serta merinci beberapa aspek kunci yang menjadi dasar pemilihan algoritma ini. Selain itu, akan dibahas pula manfaat yang diharapkan dan relevansi algoritma *Floyd-Warshall* terhadap peningkatan efisiensi dan efektivitas penanganan kebakaran di wilayah Banyuwangi. Melalui penerapan Algoritma *Floyd-Warshall*, diharapkan akan terjadi perubahan positif dalam respons pemadam kebakaran di Banyuwangi. Aspek-aspek kritis seperti waktu respons yang cepat, optimalisasi sumber daya, dan peningkatan keselamatan masyarakat akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan modifikasi Algoritma *Floyd-Warshall* untuk mencari rute terpendek pemadam kebakaran di Banyuwangi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penerapan modifikasi Algoritma *Floyd-Warshall* untuk mencari rute terpendek pemadam kebakaran di Banyuwangi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat memberikan informasi terkait dengan cara penerapan modifikasi Algoritma *Floyd-Warshall* untuk mencari rute terpendek pemadam kebakaran di Banyuwangi.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Data jarak diambil dari *Google Maps*.
2. Desa yang digunakan adalah 14 desa rawan kebakaran yang berada di Banyuwangi menurut BPBD yang diambil dari berita RadarBanyuwangi.
3. Diasumsikan jalan yang digunakan adalah jalan dua arah.

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Teori Pendukung

2.1.1 Definisi Graf

Teori graf merupakan salah satu bidang dalam matematika. Secara sederhana graf adalah sebuah diagram yang memuat titik–titik dan garis yang menghubungkan titik-titik tersebut yang dapat ditulis sebagai $G = \{V, E\}$, dimana V adalah himpunan dari titik dan E adalah himpunan dari sisi. Setiap sisi menghubungkan tepat dua titik dan setiap titik dapat memiliki banyak sisi yang menghubungkan dengan titik yang lainnya (Chartrand & Zhang, 2006).

Terdapat beberapa istilah yang biasanya sangat sering digunakan dalam graf G , diantaranya sebagai berikut:

1. Bertetangga (*Adjacent*), merupakan dua buah titik yang terdapat pada graf yang tidak berarah G yang dikatakan bertetangga apabila keduanya terhubung secara langsung dengan sebuah sisi yang sama.
2. Bersisian (*Incident*), jadi untuk sembarang sisi $e = (u, v)$, sisi e akan dikatakan bersisian dengan titik u dan titik v .
3. Lintasan (*Path*), merupakan urutan simpul yang dihubungkan oleh sisi-sisi dalam graf.
4. Terhubung (*Connected*), dua titik dalam graf G , akan dikatakan terhubung apabila terdapat sebuah lintasan, apabila setiap titik dalam graf terhubung, maka graf tersebut disebut dengan graf terhubung.

5. Graf Berbobot (*Weighted Graph*), merupakan sebuah graf yang di mana setiap sisinya diberi nilai atau bobot yang berbeda. Bobot tersebut diberikan tergantung pada masalah yang sedang dimodelkan pada graf tersebut.

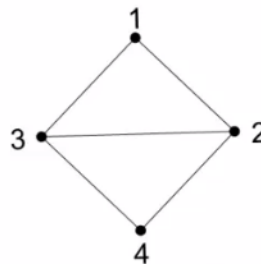
2.1.2 Jenis-Jenis Graf

Graf G dikelompokkan kedalam beberapa jenis yang sesuai dengan sudut pandang pengelompokannya. Pengelompokan ini bisa dinilai dari tidak adanya sisi yang ganda, berdasarkan dengan jumlah titik, maupun berdasarkan dari arah pada sisi tersebut.

Secara umum, graf dibagi menjadi dua jenis, yaitu graf sederhana dan graf tidak sederhana dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Graf Sederhana (*Simple Graph*)

(Chartrand & Zhang, 2006) menjelaskan bahwa graf sederhana tidak memiliki loop dan sisi ganda. Dimana, sisi merupakan sebuah pasangan yang tidak terurut (*unordered pairs*). Selain itu, graf sederhana juga dapat didefinisikan sebagai himpunan titik-titik tak kosong dan himpunan pasangan tidak terurut yang berbeda yang kemudian disebut sebagai sisi. Seperti pada gambar 2.1 berikut



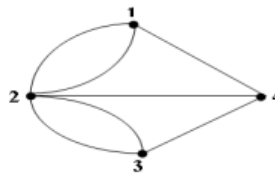
Gambar 2.1 Graf Sederhana

Gambar 2.1 merupakan contoh graf sederhana dengan $V = \{1,2,3,4\}$ dan $E = \{\{1,2\}, \{1,3\}, \{2,3\}, \{2,4\}, \{3,4\}\}$

2. Graf Tak Sederhana (*Unsimple Graph*)

Graf yang didalamnya terdapat sisi ganda atau gelang dinamakan dengan graf tak sederhana atau *unsimple graph* (Chartrand & Zhang, 2006). Selain itu, graf tak sederhana juga dapat dikelompokkan berdasarkan arah pada sisinya. Berdasarkan arahnya, graf dibagi menjadi dua yaitu graf tak berarah dan graf berarah.

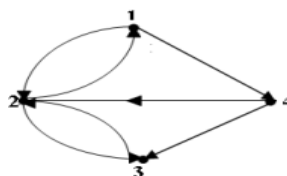
- a. Graf Tak Berarah (*Undirected Graph*): merupakan sebuah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah.



Gambar 2.2 Graf Tak Berarah

Gambar 2.2 merupakan graf tak berarah.

- b. Graf berarah (*Directed Graph*): merupakan sebuah graf yang setiap sisinya mempunyai orientasi arah.



Gambar 2.3 Graf Berarah

Gambar 2.3 merupakan graf berarah dimana sisinya terdapat tanda panah.

2.1.3 Lintasan Terpendek

Persoalan mencari lintasan terpendek dalam graf adalah salah satu masalah optimisasi. Graf yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graf berbobot (*weighted graph*), di mana setiap sisi dari graf tersebut memiliki nilai atau bobot. Bobot pada setiap sisi graf dapat mewakili jarak antara tempat atau kota, waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman pesan, biaya pembangunan, dan sebagainya (Oktari, 2018). Menurut (Andayani & Perwitasari, 2014) pencarian rute terpendek merupakan upaya untuk menemukan lintasan antara dua atau lebih simpul dalam sebuah graf yang memiliki jumlah total bobot sisi yang dilalui sebanyak mungkin. Lintasan yang memiliki bobot minimum dan berbentuk lintasan sederhana (*simple path*) biasa dikenal dengan lintasan terpendek. Dengan demikian, pencarian rute terpendek adalah upaya untuk menemukan lintasan terpendek antara simpul-simpul yang ada dalam graf, dengan biaya minimal yang dihasilkan.

2.1.4 Matriks Ketetanggaan (*Adjacency Matrix*)

Matriks ketetanggaan adalah jenis khusus dari matriks yang digunakan dalam teori graf untuk menunjukkan hubungan antar simpul (nodes) dalam sebuah graf. Menurut Anton (2000), matriks ketetanggaan digunakan untuk merepresentasikan struktur graf dengan cara yang sistematis dan mudah dipahami. Secara umum bentuk matriks ketetanggaan adalah seperti berikut:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Matriks di atas mempunyai ukuran m baris dan n kolom dan dinotasikan dengan $A_{m \times n}$, adapun keterangannya yaitu:

A = Nama matriks

m = Banyak baris pada matriks

n = Banyak kolom pada matriks

$m \times n$ = Ordo pada matriks

Beberapa matriks yang digunakan pada Graf antara lain yaitu:

1. Persegi

Matriks yang sering disebut sebagai matriks persegi adalah matriks yang memiliki jumlah baris dan kolom yang sama, sehingga memiliki dimensi yang identik.

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

2. Simetri

Matriks Simetri adalah matriks persegi yang terbentuk dari elemen-elemen yang simetris terhadap diagonal utama, di mana nilai setiap elemen pada diagonal utama sama dengan nilai transposenya

$(A = A^T)$.

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

2.1.5 Algoritma *Floyd-Warshall*

Algoritma *Floyd-Warshall* merupakan salah satu jenis pendekatan dalam pemrograman dinamis. Pendekatan ini bertujuan untuk memecahkan masalah dengan memperlakukan solusi yang akan dihasilkan sebagai keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu (Ningrum & Andrasto, 2016). Hal tersebut menunjukkan bahwa solusi didasarkan pada langkah-langkah sebelumnya dan dapat memiliki berbagai pilihan. Algoritma ini menggunakan suatu pendekatan di mana keberhasilan dalam menemukan rute terpendek antara setiap pasangan titik diukur melalui pencarian solusi optimal (Komarullah, 2020).

Algoritma *Floyd-Warshall* memiliki input graf berarah dan berbobot (V, E) , yang berupa himpunan titik (V) dan himpunan sisi (E) . Jumlah bobot sisi pada sebuah rute menyatakan bobot rute tersebut. Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua rute yang menghubungkan sebuah pasangan titik, dan menyelesaikannya sekaligus untuk semua pasangan titik hingga mencapai titik tujuan dengan jumlah bobot yang paling minimum (Ningrum dan Andrasto, 2016).

Bentuk dari algoritma *Floyd-Warshall* yang digunakan untuk mencari rute terpendek adalah sebagai berikut:

1. $M = M_0$
2. Untuk $k, i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ lakukan:

Jika $M_{[i,j]} > M_{[i,k]} + M_{[k,j]}$, maka $M_{[i,j]}$ diganti dengan $M_{[i,k]} + M_{[k,j]}$.

Keterangan:

M_0 = Matriks keterhubungan graf berarah berbobot awal

n = Banyaknya titik

Selama proses pencarian rute terpendek, algoritma *Floyd-Warshall* menghasilkan n matriks di akhir iterasi. Algoritma *Floyd-Warshall* memiliki kelebihan dalam deteksi hitungan yang lebih tepat berkat penggunaan perbandingan semua kemungkinan. Selain itu, penerapan Algoritma *Floyd-Warshall* relatif mudah dilakukan.

2.2 Kajian Integrasi Topik dengan Al-Qur'an

Ajaran Islam meliputi berbagai aspek, mulai dari berbagai hal yang paling kecil hingga yang terbesar. Semua aspek kehidupan Islam tercermin dalam Al-Qur'an, sebagai kitab suci. Salah satunya yaitu cara berhemat dalam kehidupan. Contoh praktis dari prinsip berhemat dalam kehidupan adalah menghemat waktu untuk menentukan rute terpendek. Seperti yang disebutkan dalam surah Al-Qashash ayat 73 (Kemenag, 2022).

وَمِنْ رَحْمَتِهِ جَعَلَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ لِتَسْكُنُوا فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ
(٧٣)

Artinya:

“Berkat rahmat-Nya, Dia jadikan untukmu malam dan siang agar kamu beristirahat pada malam hari, agar kamu mencari sebagian karunia-Nya (pada siang hari), dan agar kamu bersyukur kepada-Nya.”

Menurut tafsir Jalalain dari kitab (Al-Mahalli & As-Suyuti, 2008), Allah Swt menciptakan malam dan siang, untuk memberikan kesempatan istirahat dan mencari rezeki kepada kalian. Malam memberikan waktu untuk beristirahat, sementara siang memberikan kesempatan untuk mencari rezeki dan mengungkap rasa syukur atas nikmat-Nya. Dengan penuh kebijaksanaan, Allah Swt mengatur

kedua waktu tersebut untuk kebaikan kalian, sehingga kalian dapat memanfaatkannya secara optimal dalam menjalani kehidupan. Oleh karena itu, hendaklah kalian menghargai setiap momen yang diberikan dan menggunakan waktu dengan sebaik-baiknya untuk kebaikan diri sendiri dan juga untuk berbuat kebaikan kepada sesama.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تُلْهِكُمْ أَمْوَالُكُمْ وَلَا أَوْلَادُكُمْ عَنْ ذِكْرِ اللَّهِ وَمَنْ يَفْعَلْ ذَلِكَ فَأُولَٰئِكَ هُمُ
الْخَسِرُونَ ﴿٩﴾

Artinya:

“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah harta bendamu dan anak-anakmu membuatmu lalai dari mengingat Allah Swt. Siapa yang berbuat demikian, mereka itulah orang-orang yang merugi.”

Dalam Surah Al-Munafiqun ayat di atas, Allah Swt menegaskan kepada orang-orang yang beriman agar tidak terlalu sibuk dengan urusan harta dan anak-anak mereka sehingga menghalangi mereka untuk beribadah kepada Allah Swt. Allah Swt mengingatkan agar mereka tidak dikuasai oleh keinginan terhadap harta atau cinta terhadap anak-anak mereka sehingga melupakan kewajiban mereka untuk mengingat Allah Swt, seperti menunaikan shalat lima waktu dan mematuhi aturan-aturan Allah dalam hal pekerjaan, kehidupan sosial, dan pemerintahan. Orang-orang yang melalaikan kewajiban beribadah dan aturan Allah Swt, mereka merupakan orang-orang yang merugi, karena kebutuhan rohani mereka tidak terpenuhi dan kehidupan mereka menjadi tidak seimbang (Kemenag, 2022).

وَأَنْفِقُوا مِنْ مَّا رَزَقْنَاكُمْ مِنْ قَبْلِ أَنْ يَأْتِيَ أَحَدَكُمُ الْمَوْتُ فَيَقُولَ رَبِّ لَوْلَا أَخَّرْتَنِي إِلَىٰ أَجَلٍ
قَرِيبٍ فَأَصَّدَّقَ وَأَكُنْ مِنَ الصَّالِحِينَ ﴿١٠﴾

Artinya:

“Infakkanlah sebagian dari apa yang telah Kami anugerahkan kepadamu sebelum kematian datang kepada salah seorang di antaramu. Dia lalu berkata (sambil menyesal), “Ya Tuhanku, sekiranya Engkau berkenan menunda

(kematian)-ku sedikit waktu lagi, aku akan dapat bersedekah dan aku akan termasuk orang-orang saleh.”

Dalam Surah Al-Munafiqun ayat di atas mengajak orang-orang yang beriman untuk menggunakan harta mereka dengan bijak. Mereka diminta untuk menyedekahkan sebagian dari harta yang Allah Swt telah berikan sebelum datangnya kematian kepada salah satu dari mereka, sehingga mereka tidak memiliki kesempatan lagi untuk bersedekah. Kemudian, seseorang yang telah meninggal pun menyesalinya dan berkata, *“Ya Tuhanku, jika Engkau memungkinkanku untuk hidup sedikit lebih lama, aku akan bersedekah dengan hartaku ini dengan demikian aku termasuk bagian dari orang-orang saleh yang menjadi dermawan”* (Kemenag, 2022).

Dalam kehidupan waktu ibarat pedang. Menurut pepatah Arab, *"Al-waqtu kassaif, fain lam taqtha hu qatha 'aka"*, yang berarti *"Waktu ibarat pedang, jika kamu tidak menggunakannya dengan baik, maka dia akan menebasmu."* Waktu sangat berharga dan penting. Ia akan terus maju. Waktu sangatlah terbatas, seperti usia yang kita tidak tahu sampai kapan kita akan mati. Jika kita tidak pandai memanfaatkan waktu kita dengan cara yang bermanfaat, maka kita sendiri akan rugi. Hidup sangat berkaitan dengan masa hidup manusia dan sangat terbatas pada waktu. Perjalanan waktu merupakan peningkatan usia dan pengurangan kesempatan. Kesempatan juga akan berkurang seiring bertambahnya usia.

Rasulullah SAW telah mengajarkan umatnya untuk senantiasa menggunakan waktu secara optimal. Rasulullah SAW selalu mengajarkan para sahabatnya tentang pentingnya menggunakan waktu dengan bijak dan

menginspirasi para sahabat untuk menjadi produktif pada setiap kesempatan yang Allah Swt berikan kepada mereka. Dalam sebuah hadits yang diriwayatkan oleh Ibnu Abbas, Rasulullah SAW bersabda:

“Siapkan lima sebelum (datangnya) lima. Masa hidupmu sebelum datangnya waktu matimu. Masa sehatmu sebelum datangnya waktu sakitmu, masa senggangmu sebelum datang masa sibukmu, masa mudamu sebelum datang masa tuamu, dan masa kayamu sebelum datang masa miskinmu.” (Al-Baihaqi, 2003).

Rasulullah SAW memberi nasihat bijak dalam hadits yang diriwayatkan oleh (Al-Baihaqi, 2003), yang mengajarkan agar kita mempersiapkan lima hal sebelum lima peristiwa tertentu. Pertama, "masa hidup sebelum waktu mati tiba" hadits ini menekankan betapa pentingnya memanfaatkan waktu hidup secara optimal sebelum mati. Kedua, "masa sehat sebelum waktu sakit" mengingatkan kita tentang pentingnya menjaga kesehatan dan bersyukur atas kesehatan yang kita miliki. Ketiga, "masa senggang sebelum waktu sibuk" mengingatkan kita tentang pentingnya memanfaatkan waktu luang kita dengan kegiatan yang bermanfaat sebelum kesibukan menghampiri. Keempat, "masa muda sebelum datangnya masa tua" mengajarkan kita betapa pentingnya memanfaatkan masa muda secara produktif dan bermakna. Terakhir, "masa kaya sebelum datangnya masa miskin" mengingatkan kita pada kebijaksanaan dalam mengelola harta kita.

Selain untuk menghemat waktu, menentukan rute terpendek bertujuan untuk memudahkan perjalanan. Allah Swt menyatakan bahwa dalam setiap tantangan hidup terdapat jalan keluar. Artinya, melalui kesederhanaan dan upaya mencari kemudahan, seseorang dapat menemukan solusi atas setiap permasalahan yang dihadapinya. Ini menegaskan bahwa kebijaksanaan dalam mengambil langkah-langkah praktis seperti menentukan rute terpendek merupakan bagian

dari ajaran Allah Swt untuk mempermudah urusan dunia. Dengan demikian, tindakan tersebut tidak hanya mencerminkan kebijaksanaan praktis, tetapi juga merupakan bentuk pengamalan ajaran agama dalam kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-Insyirah [94] ayat 5-6 (Kemenag, 2022).

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Artinya:

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.” .

لَنْ يَغْلِبَ عُسْرٌ يُسْرَيْنِ , لَنْ يَغْلِبَ عُسْرٌ يُسْرَيْنِ. فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا, إِنَّ (رواه عبدالله)
مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Menurut tafsir Ibnu Katsir, Allah Swt menyatakan bahwa di tengah-tengah kesulitan, pasti terdapat kemudahan. Kemudian Allah Swt memperkuat pesan tersebut. Ibnu Jarir meriwayatkan dari al-Hasan, dia berkata: “Nabi SAW pernah keluar rumah pada suatu hari dalam keadaan gembira dan bersuka cita, bahkan beliau juga 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” (Abdullah, 2005)

Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kesulitan dapat diidentifikasi dalam dua situasi, dimana kalimatnya dalam bentuk tunggal (*mufrad*). Sedangkan kemudahan (*al-yusr*) dalam bentuk tidak ada ketentuannya (*nakirah*) 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 Rasulullah SAW sebagai berikut:

حَدَّثَنَا عَبْدُ السَّلَامِ بْنُ مُطَهَّرٍ قَالَ حَدَّثَنَا عُمَرُ بْنُ عَلِيٍّ عَنْ مَعْنِ بْنِ مُحَمَّدٍ الْغَفَارِيِّ عَنْ سَعِيدِ بْنِ أَبِي سَعِيدٍ الْمَقْبُرِيِّ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ عَنْ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ إِنَّ إِلَّا غَلَبَهُ فَسَدِّدُوا وَقَارِبُوا وَأَبْشِرُوا (رواه البخاري: ٣٨) الدِّينَ يُسْرٌ وَلَنْ يُشَادَّ الدِّينَ أَحَدٌ وَاسْتَعِينُوا بِالْعَدْوَةِ وَالرَّوْحَةِ وَشَيْءٍ مِنَ الدَّلْجَةِ

Artinya:

Telah menceritakan kepada kami [Abdus Salam bin Muthahhar] berkata, telah menceritakan kepada kami [Umar bin Ali] dari [Ma'an bin Muhammad Al Ghifari] dari [Sa'id bin Abu Sa'id Al Maqburi] dari [Abu Hurairah] bahwa Nabi shallallahu 'alaihi wasallam 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 dan minta tolonglah dengan Al Ghadwah (berangkat di awal pagi) dan ar-ruhah (berangkat setelah zhuhur) dan sesuatu dari ad-duljah (berangkat di waktu malam) " (HR. Al-Bukhari: 38 dalam IlmuIslam, 2024).

Ayat di atas menegaskan bahwa Islam merupakan agama yang sempurna, yang diwujudkan oleh Allah Swt untuk seluruh umat manusia dan meliputi segala aspek kehidupan. Hukum Islam disusun dengan sederhana, tidak memberatkan bagi para penganutnya. Oleh karena itu, sangatlah penting bagi seorang muslim untuk tidak mempersulit diri dalam menjalankan ajaran agama. Dalam kesederhanaan itulah keindahan Islam tercermin, memberikan kemudahan dalam pengamalan dan mengarahkan umatnya menuju keselamatan serta kebahagiaan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian kuantitatif yang utamanya berfokus pada perhitungan. Penelitian ini menggunakan studi lapangan melalui *Google Maps* untuk mendapatkan datanya. Data-data yang terkumpul akan menjadi dasar analisis untuk mengukur sejauh mana algoritma *Floyd-Warshall* dapat menghasilkan rute terpendek untuk pemadam kebakaran di Banyuwangi. Penelitian ini menggunakan studi penelitian evaluasi kuantitatif dengan tujuan menentukan efisiensi dan efektivitas kinerja yang digunakan. Studi literatur digunakan untuk menemukan dan mengumpulkan informasi serta data yang diteliti. Setelah memperoleh data selanjutnya adalah tahap mengolah data dan pengujian kuantitatif yang akan menghasilkan data penelitian secara kuantitatif deskriptif (berhasilan perhitungan dan penjelasan secara detail).

3.2 Data dan Sumber Data

Data penelitian ini diperoleh dari Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Banyuwangi serta dari BPBD Kabupaten Banyuwangi.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan dalam menyelesaikan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Mengambil data jarak dan lokasi dari *Google Maps* dan menandai pada *google earth*.
2. Memodelkan titik ke dalam graf di mana bobot sisi (u, v) merupakan jarak titik u ke titik v di lapangan.
3. Menginterpretasikan graf model menjadi matriks M yang memiliki ukuran $n \times n$, di mana n merupakan banyaknya titik dalam graf di mana $a_{ij} \in M$ merupakan bobot sisi dari (v_i, v_j) .
4. Menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall* yang dimodifikasi untuk menentukan rute terpendek

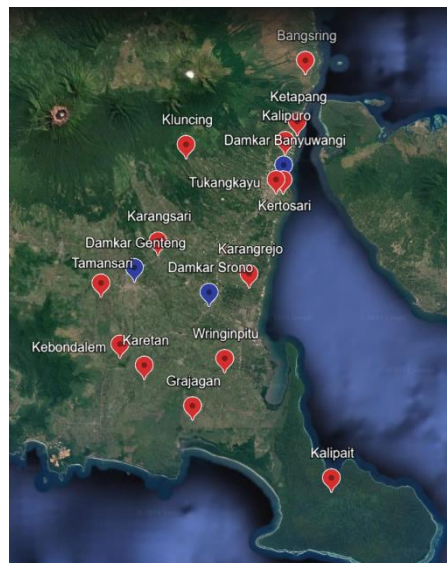
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 membahas pengolahan data yang digunakan untuk memodifikasi algoritma *Floyd-Warshall* guna menentukan rute terpendek bagi pemadam kebakaran di Banyuwangi. Data tersebut mencakup informasi tentang jaringan jalan, lokasi pos pemadam kebakaran, titik-titik rawan kebakaran dan faktor-faktor lain yang relevan untuk penanganan kebakaran di daerah tersebut.

4.1 Deskripsi Data

Mengumpulkan data objek yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa desa rawan kebakaran, terdapat 14 desa rawan kebakaran yang berada di Banyuwangi menurut BPBD yang diambil dari Berita RadarBanyuwangi. Di bawah ini merupakan titik lokasi desa rawan kebakaran di Banyuwangi setelah pencarian menggunakan *google earth*:



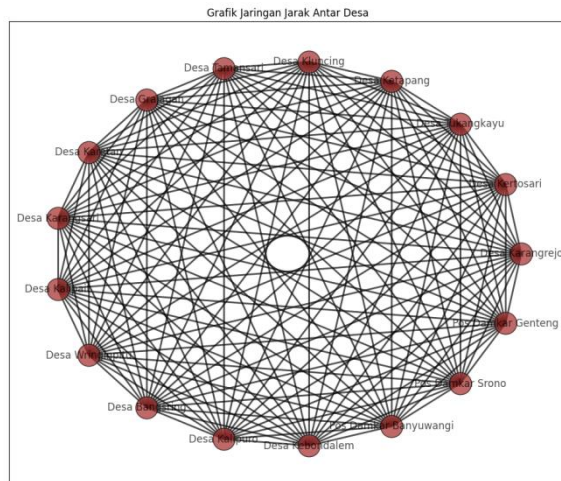
Gambar 4.1 Titik Lokasi Rawan Kebakaran

Gambar 4.1 menampilkan peta wilayah Banyuwangi dengan penanda berupa pin merah dan biru. Pin merah menunjukkan desa-desa rawan kebakaran, yang merupakan area dengan risiko kebakaran tinggi, sementara pin biru menandakan lokasi pos pemadam kebakaran. Peta ini memvisualisasikan hubungan antara lokasi rawan kebakaran dan pos pemadam untuk mempermudah analisis rute optimal.

4.2 Memodelkan Data Ke Dalam Graf

Pada penelitian ini, visualisasi graf merupakan metode penting dalam analisis jaringan. Teknik ini memungkinkan representasi visual dari hubungan antara titik-titik atau entitas, seperti lokasi-lokasi pemadam kebakaran dan desa-desa yang rawan kebakaran. Dalam konteks ini, graf digunakan untuk memetakan jaringan rute yang menghubungkan desa-desa rawan kebakaran dengan pos pemadam kebakaran di Banyuwangi. Titik-titik dalam graf mewakili pos pemadam kebakaran dan desa rawan, sementara sisi-sisi menggambarkan jalur atau rute yang menghubungkan titik-titik tersebut.

Dengan menggunakan visualisasi graf, struktur dan pola hubungan antara pos pemadam kebakaran serta desa rawan kebakaran dapat diperlihatkan dengan jelas. Setiap simpul dalam graf mewakili sebuah pos pemadam kebakaran atau desa rawan kebakaran, sedangkan sisi-sisi yang menghubungkan simpul menunjukkan jalur yang dapat dilalui untuk mencapai lokasi-lokasi tersebut. Dengan demikian, graf menyediakan metode yang efektif untuk memahami dan menganalisis jaringan rute pemadam kebakaran di Banyuwangi serta untuk menentukan rute terpendek melalui modifikasi algoritma *Floyd-Warshall*.



Gambar 4.2 Graf Jarak Antar Desa

4.3 Pengolahan Data

Terdapat 14 desa rawan kebakaran di Banyuwangi, yang akan digunakan sebagai simpul dalam graf penelitian. Desa-desa tersebut, yang tercantum dalam Tabel 4.1, akan diwakili sebagai titik pada graf untuk memodelkan jarak dan rute optimal yang perlu diambil dalam penanggulangan kebakaran.

Daftar simpul pada graf penelitian:

Tabel 4.1 Daftar Simpul

Simpul	Nama Tempat
V1	Desa Karangrejo
V2	Desa Kertosari
V3	Desa Tukangkayu
V4	Desa Ketapang
V5	Desa Kluncing
V6	Desa Tamansari
V7	Desa Grajagan
V8	Desa Karetan
V9	Desa Karangsari
V10	Desa Kalipait
V11	Desa Wringinpit
V12	Desa Bangsring
V13	Desa Kalipuro
V14	Desa Kebondalem
A	Pemadam Kebakaran Banyuwangi
B	Pemadam Kebakaran Srono
C	Pemadam Kebakaran Genteng

4.4 Perhitungan Lintasan Terpendek

Tabel 4.2 Matriks Jarak Antar Desa

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	51	12	7,3	56	8,6	34	44
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	43	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	51	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	43	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	56	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	43	29	50	43	20	7	46	0	27	36
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	27	0	16
C	26	34	34	44	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	36	16	0

Tabel 4.2 menunjukkan matriks jarak dua titik yang ada sebelum dilakukan perhitungan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*. Pada tabel 4.2, terdapat penandaan dari V1 hingga V14 yang masing-masing mewakili desa-desa rawan kebakaran yang tersebar di wilayah Banyuwangi. Desa-desa ini telah diidentifikasi sebagai daerah yang membutuhkan perhatian khusus, mengingat potensi risiko kebakaran yang tinggi. Sementara itu, penandaan A, B dan C menyatakan pos pemadam kebakaran yang juga terletak di Banyuwangi. Pos-pos pemadam kebakaran ini memiliki peranan penting dalam penanggulangan kebakaran, dan jarak antar titik tersebut menjadi sangat penting dalam merencanakan strategi pemadaman yang efektif. Dengan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*, analisis lebih lanjut akan dilakukan untuk menentukan rute tercepat bagi tim pemadam kebakaran dalam menjangkau desa-desa yang rawan

kebakaran, sehingga diharapkan dapat meningkatkan respon dan efisiensi dalam penanganan insiden kebakaran di daerah tersebut.

Selanjutnya akan digunakan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menentukan rute yang lebih pendek. Penentuan rute ini dilakukan dengan mencoba semua titik dalam graf sebagai titik antara. Dalam setiap iterasi, algoritma *Floyd-Warshall* memperbarui jarak terpendek antara dua titik dengan mempertimbangkan apakah rute melalui titik antara tersebut memberikan jalur yang lebih pendek.

Pada iterasi pertama, titik yang digunakan sebagai titik antara adalah V1 atau Desa Karangrejo. Setelah dilakukan perhitungan, ternyata tidak ada perubahan pada jarak terpendek yang telah diperoleh sebelumnya, sehingga rute yang dihasilkan tetap sama seperti pada matriks jarak antar desa awal. Dengan demikian, desa tersebut tidak mempengaruhi perbaikan rute dalam konteks algoritma yang diterapkan pada tahap ini.

Langkah selanjutnya adalah menggunakan Desa Kertosari atau V2 sebagai titik antara dalam perhitungan jarak terpendek. Pada tahap ini, algoritma akan mengevaluasi apakah penggunaan Desa Kertosari sebagai titik antara dapat menghasilkan rute yang lebih efisien dan lebih pendek dibandingkan dengan iterasi sebelumnya.

Tabel 4.3 Matriks Jarak Ketika Titik Antara Desa Kertosari

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	51	12	7,3	54,2	8,6	34	44
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	43	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37

V11	19,1	42	41	51	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	43	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	43	29	50	43	20	7	46	0	27	36
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	27	0	16
C	26	34	34	44	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	36	16	0

Tabel 4.3 menyajikan matriks jarak yang diperoleh dari perhitungan algoritma *Floyd-Warshall* dengan menggunakan Desa Kertosari (V2) sebagai titik antara. Matriks ini menunjukkan perubahan jarak dengan nilai yang diberi warna kuning untuk menandakan perubahan jarak yang penting. Seperti yang terlihat di tabel 4.3 jarak dari V4 ke V14 yang sebelumnya adalah 56 km berubah menjadi 54,2 km. Proses ini dilakukan dengan menggunakan setiap titik sebagai titik antara, termasuk lokasi pos pemadam kebakaran untuk menentukan rute terpendek yang terdapat pada lampiran. Setiap titik diuji satu per satu untuk melihat apakah menggunakan titik antara tersebut dapat memperpendek jarak antara titik-titik lain. Setelah semua titik digunakan dalam perhitungan, hasil akhir disajikan dalam bentuk matriks jarak terpendek. Hasil akhir dari iterasi terdapat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Matriks Hasil Iterasi Akhir

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	27,5	33,7	35,5	33,1	30,1	27,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	27,5	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	47,4	53,5	47	36	56	48	39	22	51	21	31	38
V6	33,1	42,2	43	51	47,4	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	53,5	30,4	0	6,5	33,8	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	27,1	41	41	50	47	24	6,5	0	27,3	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	33,8	27,3	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	48	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3

B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Tabel 4.4 menyajikan hasil akhir dari seluruh iterasi yang dilakukan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*. Pada tabel tersebut, terdapat 50 angka yang diberi penanda warna kuning untuk menunjukkan perubahan jarak yang signifikan. Perubahan ini melibatkan beberapa pasangan titik, seperti jarak antara $V1$ dan $V3$, $V1$ dan $V6$, $V1$ dan $V7$, $V3$ dan $V1$, serta $V3$ dan $V7$. Selain itu, perubahan jarak pada pasangan titik lainnya juga dapat dilihat secara lebih rinci dalam Tabel 4.4.

Setelah diidentifikasi bahwa terdapat 50 angka yang mengalami perubahan, diperoleh kesimpulan bahwa hasil perhitungan dengan algoritma *Floyd-Warshall* memberikan jarak tempuh yang lebih pendek. Efektivitas pengurangan jarak ini akan dihitung dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut (Mukti, 2018):

$$\text{Nilai efektivitas} = \frac{JG - JF}{JG} \times 100\%$$

Keterangan:

JG = Jarak rute pada *Google Maps*

JF = Jarak rute terpendek algoritma *Floyd-Warshall*

Hasil dari perhitungan nilai efektivitas dapat dilihat pada table 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai Efektivitas

No	Rute	Presentase (%)	No	Rute	Presentase (%)
1	V1-V3	2,5	26	V8-V5	4,08
2	V1-V6	2,93	27	V8-V9	2,5
3	V1-V7	8,23	28	V8-VA	1,16
4	V1-V8	13,97	29	V9-V7	6,1
5	V3-V1	2,5	30	V9-V8	2,5
6	V3-V7	1,04	31	V10-V6	2,44
7	V4-V11	0,78	32	V11-V4	0,78

No	Rute	Presentase (%)	No	Rute	Presentase (%)
8	V4-V14	3,7	33	V11-V5	2,04
9	V4-VC	1,6	34	V11-VA	1,16
10	V5-V6	12,06	35	V12-V7	0,73
11	V5-V7	7,76	36	V12-VC	1,27
12	V5-V8	4,08	37	V13-V7	0,92
13	V5-V11	2,04	38	V13-VC	1,71
14	V6-V1	2,93	39	V14-V4	3,57
15	V6-V5	12,06	40	VA-V8	1,16
16	V6-V10	2,44	41	VA-V11	1,16
17	V7-V1	8,23	42	VA-VB	1,85
18	V7-V3	1,04	43	VA-VC	2,17
19	V7-V5	7,76	44	VB-V7	1,94
20	V7-V9	6,11	45	VB-VA	1,85
21	V7-V12	0,73	46	VC-V4	1,36
22	V7-V13	0,92	47	VC-V7	1,78
23	V7-VB	2,17	48	VC-V12	1,27
24	V7-VC	1,78	49	VC-V13	1,71
25	V8-V1	13,97	50	VC-VA	1,94
Rata-rata					3,45

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa hasil pengujian menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* menghasilkan jarak tempuh dengan rata-rata persentase efektivitas sebesar 3,45%. Hasil persentase ini mengindikasikan bahwa algoritma *Floyd-Warshall* tergolong efektif, karena menunjukkan jarak yang lebih pendek. Jika nilai efektivitas bernilai positif, maka rute terpendek tersebut dianggap efektif. Sebaliknya, jika nilai efektivitas bernilai negatif, maka rute terpendek tersebut dianggap tidak efektif.

Setelah memperoleh rute terpendek dari perhitungan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*, dilakukan modifikasi untuk menentukan rute mana saja yang dapat dilalui berdasarkan jalur yang lebih singkat tersebut. Terdapat 50 rute dari masing-masing titik yang ter-update setelah dihitung menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* adalah sebagai berikut:

1. Desa Karangrejo → Pos Damkar Banyuwangi → Desa Tukangkayu

2. Desa Karangrejo → Pos Damkar Srono → Desa Tamansari
3. Desa Karangrejo → Desa Wringinpituh → Desa Grajagan
4. Desa Karangrejo → Pos Damkar Srono → Desa Karetan
5. Desa Tukangkayu → Pos Damkar Banyuwangi → Desa Karangrejo
6. Desa Tukangkayu → Desa Karetan → Desa Grajagan
7. Desa Ketapang → Desa Tukangkayu → Desa Wringinpituh
8. Desa Ketapang → Pos Damkar Srono → Desa Kebondalem
9. Desa Ketapang → Desa Karang Sari → Pos Damkar Genteng
10. Desa Kluncing → Pos Damkar Geneng → Desa Tamansari
11. Desa Kluncing → Pos Damkar Srono → Desa Karetan → Desa Grajagan
12. Desa Kluncing → Pos Damkar Srono → Desa Karetan
13. Desa Kluncing → Pos Damkar Srono → Desa Wringinpituh
14. Desa Tamansari → Pos Damkar Srono → Desa Karangrejo
15. Desa Tamansari → Pos Damkar Genteng → Desa Kluncing
16. Desa Tamansari → Desa Karetan → Desa Kalipait
17. Desa Grajagan → Desa Wringinpituh → Desa Karangrejo
18. Desa Grajagan → Desa Karetan → Desa Tukangkayu
19. Desa Grajagan → Desa Karetan → Pos Damkar Srono → Desa Kluncing
20. Desa Grajagan → Desa Karetan → Pos Damkar Genteng → Desa Karang Sari
21. Desa Grajagan → Desa Karetan → Desa Bangsring
22. Desa Grajagan → Desa Karetan → Desa Kalipuro
23. Desa Grajagan → Desa Karetan → Pos Damkar Srono
24. Desa Grajagan → Desa Karetan → Pos Damkar Genteng

25. Desa Karetan → Pos Damkar Srono → Desa Karangrejo
26. Desa Karetan → Pos Damkar Srono → Desa Kluncing
27. Desa Karetan → Pos Damkar Genteng → Desa Karangsari
28. Desa Karetan → Desa Tukangkayu → Pos Damkar Banyuwangi
29. Desa Karangsari → Pos Damkar Genteng → Desa Karetan → Desa Grajagan
30. Desa Karangsari → Pos Damkar Genteng → Desa Karetan
31. Desa Kalipait → Desa Karetan → Desa Tamansari
32. Desa Wringinpitu → Desa Tukangkayu → Desa Ketapang
33. Desa Wringinpitu → Pos Damkar Srono → Desa Kluncing
34. Desa Wringinpitu → Desa Tukangkayu → Pos Damkar Banyuwangi
35. Desa Bangsring → Desa Karetan → Desa Grajagan
36. Desa Bangsring → Desa Karangsari → Pos Damkar Genteng
37. Desa Kalipuro → Desa Karetan → Desa Grajagan
38. Desa Kalipuro → Desa Karangsari → Pos Damkar Genteng
39. Desa Kebondalem → Pos Damkar Srono → Desa Ketapang
40. Pos Damkar Banyuwangi → Desa Tukangkayu → Desa Karetan
41. Pos Damkar Banyuwangi → Desa Tukangkayu → Desa Wringinpitu
42. Pos Damkar Banyuwangi → Desa Tukangkayu → Pos Damkar Srono
43. Pos Damkar Banyuwangi → Desa Karangsari → Pos Damkar Genteng
44. Pos Damkar Srono → Desa Karetan → Desa Grajagan
45. Pos Damkar Srono → Desa Tukangkayu → Pos Damkar Banyuwangi
46. Pos Damkar Genteng → Desa Karangsari → Desa Ketapang
47. Pos Damkar Genteng → Desa Karetan → Desa Grajagan

48. Pos Damkar Genteng → Desa Karang Sari → Desa Bangsring
49. Pos Damkar Genteng → Desa Karang Sari → Desa Kalipuro
50. Pos Damkar Genteng → Desa Karang Sari → Pos Damkar Banyuwangi

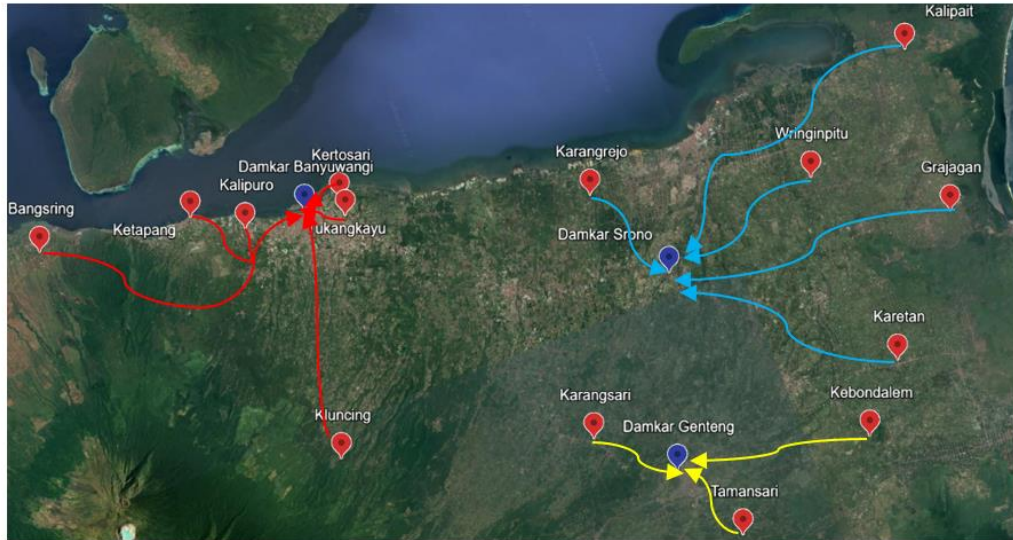
Dengan rute yang telah dimodifikasi ini, diharapkan efisiensi dan optimalisasi jalur perjalanan dapat meningkat, sehingga memberikan manfaat yang lebih besar dalam konteks waktu dan sumber daya. Dari tabel 4.4, diperoleh daftar desa beserta pos pemadam kebakaran terdekat yang kemudian disajikan dalam tabel 4.6 yang meliputi: Desa Kertosari (V2), Desa Tukangkayu (V3), Desa Ketapang (V4), Desa Kluncing (V5), Desa Bangsring (V12), dan Desa Kalipuro (V13) yang memiliki jarak terdekat dari Pos Pemadam Kebakaran Banyuwangi (A). Selanjutnya yaitu Desa Karangrejo (V1), Desa Grajagan (V7), Desa Karetan (V8), Desa Kalipait (V10) dan Desa Wringinpitu (V11) yang memiliki jarak terdekat dari Pos Pemadam Kebakaran Srono (B). Terakhir yaitu Pos Pemadam Kebakaran Genteng (C) yang memiliki jarak terdekat dengan wilayah Desa Tamansari (V6), Desa Karang Sari (V9), dan Desa Kebondalem (V14).

Tabel 4.6 Desa Dan Pos Damkar Terdekat

Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Kertosari	Desa Karangrejo	Desa Tamansari
Desa Tukangkayu	Desa Grajagan	Desa Karang Sari
Desa Ketapang	Desa Karetan	Desa Kebondalem
Desa Kluncing	Desa Kalipait	
Desa Bangsring	Desa Wringinpitu	
Desa Kalipuro		

Tabel 4.6 menunjukkan desa-desa dan pos Damkar terdekat. Tabel ini melengkapi peta yang terdapat pada gambar 4.3, yang menampilkan rute-rute terbaik menuju desa-desa rawan kebakaran dan membantu dalam menentukan prioritas respons darurat. Dengan mengetahui desa-desa yang paling dekat dengan

setiap pos Damkar, perencanaan respons dapat dilakukan dengan lebih efisien dan tepat sasaran, sehingga waktu yang diperlukan untuk menangani kebakaran dapat diminimalkan.



Gambar 4.3 Peta Pos Terdekat Dengan Desa Rawan Kebakaran

Gambar di atas menunjukkan peta wilayah Banyuwangi yang memvisualisasikan hubungan jarak antara desa-desa rawan kebakaran dengan pos pemadam kebakaran (Damkar) terdekat. Pada peta tersebut, desa-desa rawan kebakaran ditandai dengan pin merah, sedangkan pos-pos pemadam kebakaran ditandai dengan pin biru, yaitu Damkar Banyuwangi, Damkar Srono, dan Damkar Genteng. Setiap pos pemadam kebakaran memiliki rute tertentu yang digambarkan dengan garis berwarna untuk mencapai desa-desa yang berada di sekitarnya. Garis merah menunjukkan rute dari Damkar Banyuwangi yang mencakup desa-desa seperti Bangsring, Ketapang, Kalipuro, Kertosari, Tukangkayu, dan Kluncing. Garis biru menghubungkan Damkar Srono dengan desa-desa di wilayah timur dan tengah seperti Karangrejo, Wringinpitu, Kalipait, Karetan, dan Grajagan. Sementara itu, garis kuning menunjukkan rute dari

Damkar Genteng ke desa-desa di bagian selatan seperti Tamansari, Karangsari, dan Kebondalem. Setiap rute juga dilengkapi dengan panah arah yang menunjukkan alur perjalanan dari pos pemadam kebakaran menuju desa tujuan, memastikan jalur tercepat untuk mencapai lokasi kebakaran.

Setelah mengetahui pos pemadam kebakaran yang terdekat dari gambar 4.3, kemudian disajikan tabel 4.7 yang menyusun urutan prioritas respons berdasarkan kedekatan tersebut. Berikut ini adalah Tabel 4.7 yang mengelompokkan desa-desa dengan urutan prioritas pos pemadam kebakaran:

Tabel 4.7 Kluster Desa Dengan Damkar Prioritas

Desa	Damkar Prioritas 1	Damkar Prioritas 2	Damkar Prioritas 3
Desa Karangrejo	Damkar Srono	Damkar Genteng	Damkar Banyuwangi
Desa Kertosari	Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Tukangkayu	Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Ketapang	Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Kluncing	Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Tamansari	Damkar Genteng	Damkar Srono	Damkar Banyuwangi
Desa Grajagan	Damkar Srono	Damkar Genteng	Damkar Banyuwangi
Desa Karetan	Damkar Srono	Damkar Genteng	Damkar Banyuwangi
Desa Karangsari	Damkar Genteng	Damkar Srono	Damkar Banyuwangi
Desa Kalipait	Damkar Srono	Damkar Genteng	Damkar Banyuwangi
Desa Wringinpitu	Damkar Srono	Damkar Genteng	Damkar Banyuwangi
Desa Bangsring	Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Kalipuro	Damkar Banyuwangi	Damkar Srono	Damkar Genteng
Desa Kebondalem	Damkar Genteng	Damkar Srono	Damkar Banyuwangi

Tabel ini menunjukkan bagaimana setiap desa memiliki pos pemadam kebakaran yang diutamakan untuk merespons terlebih dahulu (Prioritas 1), diikuti oleh pos cadangan jika diperlukan (Prioritas 2 dan 3). Dalam tabel ini, Damkar Prioritas 1 merupakan pos pemadam kebakaran yang paling dekat dan diharapkan menjadi yang pertama merespons situasi darurat. Damkar Prioritas 2 adalah pos pemadam kebakaran berikutnya dalam urutan yang mungkin memberikan bantuan jika Damkar Prioritas 1 tidak tersedia atau membutuhkan dukungan. Damkar Prioritas 3 adalah pos terakhir yang akan merespons jika diperlukan.

4.5 Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Pandangan Islam

Menurut ajaran dalam Islam, menjaga keselamatan dan kehidupan adalah prioritas utama. Oleh karena itu, dengan memodifikasi algoritma *Floyd-Warshall* dapat mengoptimalkan waktu keselamatan bagi semua orang yang terlibat. Ajaran Islam menganggap sikap menghargai waktu adalah salah satu indikasi keimanan dan bukti ketakwaan. Dalam Surat Al-Furqan ayat 62 (Kemenag, 2022), Allah berfirman:

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِّمَنْ أَرَادَ أَنْ يَذَّكَّرَ أَوْ أَرَادَ شُكُورًا (٦٢)

Artinya: “Dia (pula) yang menjadikan malam dan siang silih berganti bagi orang yang ingin mengambil pelajaran atau ingin bersyukur.”

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah Swt menciptakan malam dan siang yang terus bergantian. Adanya pergantian siang dan malam itu memberikan kesempatan untuk menyempurnakan kekurangan dalam ibadah yang sunah yaitu bilamana seseorang karena kesibukan bekerja pada siang harinya tidak sempat berdoa atau membaca wirid, maka dapat dilaksanakan pada malam harinya. Bagi

orang yang berakal, pergantian malam dan siang adalah kesempatan untuk mengambil pelajaran. Hal ini mengajarkan kita tentang pentingnya waktu, perubahan dan keteraturan yang Allah Swt ciptakan di alam semesta. Dengan demikian manusia diingatkan untuk selalu merenungkan tanda-tanda kekuasaan Allah Swt, menghargai waktu dan menggunakannya dengan bijak untuk kebaikan dan ibadah.

عَنْ عِكْرِمَةَ عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ قَالَ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ " نِعْمَتَانِ مَغْبُونٌ فِيهِمَا
كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ
الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ (رواه البخاري)

Artinya: *Dari Ibnu Abbas, ia berkata: Rasulullah SAW shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda: "Dua kenikmatan yang banyak manusia tertipu di dalamnya: kesehatan dan waktu luang." (HR. Al-Bukhari No.6412 dalam BimbinganIslam, 2022).*

Hadits yang diriwayatkan oleh Ibnu Abbas mengajarkan kepada umat islam untuk menghargai dan mensyukuri dua nikmat yang sering kali dianggap sepele atau bahkan diabaikan oleh banyak orang, yaitu kesehatan dan waktu luang. Kesehatan adalah salah satu nikmat berharga yang sering tidak disadari nilainya hingga seseorang mengalami sakit atau gangguan kesehatan. Sementara waktu luang adalah kesempatan yang diberikan Allah Swt kepada manusia untuk mengisi dengan kegiatan yang bermanfaat, baik dalam hal dunia maupun akhirat.

Dalam konteks algoritma *Floyd-Warshall*, ini dapat diartikan sebagai usaha untuk mengoptimalkan pemanfaatan setiap elemen kehidupan kita dengan cara yang positif dan bermanfaat. Seperti algoritma yang mencari jarak terpendek antara setiap pasang simpul dalam graf, kita diingatkan untuk mengevaluasi dan memanfaatkan dengan maksimal setiap aspek hidup kita, termasuk kesehatan, waktu luang, dan nikmat-nikmat lain yang diberikan oleh Allah Swt. Hal ini

mengajarkan untuk memprioritaskan kebijaksanaan dalam tindakan dan pengambilan keputusan sehari-hari, demi mencapai kebaikan dan kesejahteraan yang berkelanjutan dalam kehidupan kita.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, penerapan modifikasi Algoritma *Floyd-Warshall* secara efektif mampu menemukan rute terpendek berdasarkan jarak antara pos pemadam kebakaran dan lokasi kejadian di Banyuwangi. Hal tersebut ditunjukkan dengan perhitungan matriks hasil akhir pengujian Algoritma *Floyd-Warshall* bahwa jarak tempuh memiliki rata-rata persentase keefektifan sebesar 3,45%. Nilai efektivitas ini bernilai positif, yang berarti rute terpendek tersebut bersifat efektif. Jika bernilai negatif, maka rute terpendek tersebut dianggap tidak efektif. Persentase efektivitas ini menegaskan bahwa Algoritma *Floyd-Warshall* merupakan algoritma yang efektif, karena jarak tempuh yang dihasilkan lebih pendek. Dengan demikian, algoritma ini dapat mempercepat waktu respons tim pemadam kebakaran sehingga meningkatkan efektivitas operasional di Banyuwangi, serta menunjukkan rute mana saja yang dapat dilalui berdasarkan jalur yang lebih singkat.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya membandingkan efektivitas algoritma *Floyd-Warshall* dengan algoritma lain untuk menentukan rute terpendek. Dengan melakukan perbandingan ini, kita dapat mengetahui algoritma mana yang paling efektif dalam menemukan rute optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2005). *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8*.
- Al-Baihaqi. (2003). *Sunan Al Kubra Jilid X*. Beirut: Kutub Al-ilmiah.
- Al-Mahalli, I. J., & As-Suyuti, I. J. (2008). *Tafsir Jalalain Jilid 1*. Sinar Baru Algesindo.
- Andayani, S., & Perwitasari, E. W. (2014). Penentuan Rute Terpendek Pengambilan Sampah di Kota Merauke Menggunakan Algoritma Dijkstra. *Semantik*, 4(1).
- Anton, H. (2000). *Dasar-dasar Aljabar Linier Edisi 7 Jilid 2*. Batam: Interaksara.
- Bappeda Kab. Banyuwangi. (2023). Diambil kembali dari <https://bappeda.banyuwangikab.go.id/beranda/>
- BimbinganIslam. (2022). *Faedah Hadits*. Diambil kembali dari Nikmat Sehat Dan Waktu Luang: <https://bimbinganislam.com/>
- Chartrand, G., & Zhang, P. (2006). *Introduction to Graph Theory*. New York: McGraw Hill.
- Hasibuan, A. R. (2016). Penerapan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menentukan rute terpendek dalam pengiriman barang. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 3(6).
- IlmuIslam. (2024). *Ilmu Islam*. Diambil kembali dari Portal Belajar Agama Islam: <https://ilmuislam.id/>
- Kemenag. (2022). *Qur'an Kemenag*. Jakarta: LPMQ.
- Komarullah, Y. (2020). *Penerapan metode graf dan algoritma Floyd-Warshall dalam menentukan lintasan terpendek* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Lutfi, F., Eriq, J. M., & Wicaksono, S. A. (2012). Rancang Bangun Aplikasi Web Pencarian Rute Terpendek Antar Gedung di Kampus Menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*. *Journal Basic Science And Technology*, 30-34.
- Mukti, M Ridwan dan Mulyono. 2018. Menentukan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Floyd Warshall Dalam Pendistribusian Barang Pada PT. Rapy Ray Putratama. *Karismatika*, 04(01),39-53.

- Ningrum, F. W., & Andrasto, T. (2016). Penerapan Algoritma *Floyd-Warshall* dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 21-24.
- Oktari, U. (2018). *Aplikasi Mobile Pencarian Rute Terpendek Pada Pengiriman Order CV. Alfa Fresh dengan Algoritma Brute Force* (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Purwanto, Y., Purwitasari, A., & Wibowo, A. W. (2005). Implementasi dan Analisis Algoritma Pencarian Rute Terpendek di Kota Surabaya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi*, 10 (2): 94-101.
- Rohman, B. R. (2023). *radarbanyuwangi.id*. Retrieved 2024, from BPBD Sebut 14 Desa di Banyuwangi Masuk Rawan Karhutla: <https://radarbanyuwangi.jawapos.com/berita-daerah/751788643/bpbd-sebut-14-desadi-banyuwangi-masuk-rawan-karhutla-ada-kecamatan-mana-saja>
- Taufiq, M., Suyitno, A., & Dwijanto, D. (2019). Menentukan Rute Terpendek Dengan Memanfaatkan Metode Heuristik Berbasis Algoritma A*. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 43-51.
- Utami, P. Y., Suhery, C., & Ilhamsyah. (2014). Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Menggunakan algoritma Genetika (Studi Kasus: Pencarian Rute Terpendek untuk Pemadam Kebakaran di Wilayah Kota Pontianak). *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 19-25.
- Wulandari, V. I., Suroto, & Kurniawan, B. (2018). Mitigasi Non Struktural Bencana Kebakaran Berbasis Kawasan Wisata Dan Permukiman Padat Penduduk (Studi Kasus Di Kampung Pelangi Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Titik Antara = Desa Karangrejo

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	51	12	7,3	56	8,6	34	44
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	43	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	51	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	43	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	56	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	43	29	50	43	20	7	46	0	27	36
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	27	0	16
C	26	34	34	44	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	36	16	0

Lampiran 2 Titik Antara = Desa Tukang Kayu

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,6
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,5
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,6	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	35,5	16	0

Lampiran 3 Titik Antara = Desa Ketapang

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,6
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,5
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,6	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	35,5	16	0

Lampiran 4 Titik Antara = Desa Kluncing

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,6
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,5
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,6	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	35,5	16	0

Lampiran 5 Titik Antara = Desa Tamansari

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,6
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,5
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,6	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	35,5	16	0

Lampiran 6 Titik Antara = Desa Grajagan

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	48	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,6
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	58	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	41	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	48	56	58	30,4	0	6,5	36	13	11	68	54	21	49	23	28
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	36	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	41	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	68	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	54	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,5
B	11,1	25	25	34	31	22	23	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,6	38	9,4	28	21	6,3	37	24	55	41	16	35,5	16	0

Lampiran 7 Titik Antara = Desa Karetan

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,6
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	53,9	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	53,9	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	55
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	41
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,5
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,6	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	55	41	16	35,5	16	0

Lampiran 8 Titik Antara = Desa Karangsari

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 9 Titik Antara = Desa Kalipait

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	32,8	31,5	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	32,8	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	31,5	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 10 Titik Antara = Desa Wringinpitu

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	30,1	29,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	29,1	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 11 Titik Antara = Desa Bangsring

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	30,1	29,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	29,1	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 12 Titik Antara = Desa Kalipuro

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	30,1	29,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	29,1	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 13 Titik Antara = Desa Kebondalem

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	28	33,7	35,5	34,1	30,1	29,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	28	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	29,1	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 14 Titik Antara = Pos Damkar Banyuwangi

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	27,5	33,7	35,5	34,1	30,1	29,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	27,5	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54,2	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	55,5	49	36	56	49	39	22	51	21	31	38
V6	34,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	55,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	29,1	41	41	50	49	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	49	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54,2	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 15 Titik Antara = Pos Damkar Srono

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	27,5	33,7	35,5	33,1	30,1	27,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	27,5	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	51	53,5	47	36	56	48	39	22	51	21	31	38
V6	33,1	42,2	43	51	51	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	53,5	30,4	0	6,5	34,5	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	27,1	41	41	50	47	24	6,5	0	28	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	34,5	28	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	48	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

Lampiran 16 Titik Antara = Pos Damkar Genteng

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	A	B	C
V1	0	26,8	27,5	33,7	35,5	33,1	30,1	27,1	22,2	25,7	19,1	45,7	31,2	30	26	11,1	26
V2	26,8	0	1,8	10,2	20,4	42,2	47,4	41	28	49	42	22	8,7	44	2,4	25	34
V3	27,5	1,8	0	9,6	19,7	43	47,5	41	28	49	41	21	7,9	45	1,5	25	34
V4	33,7	10,2	9,6	0	28	51	56	50	37	57	50,6	12	7,3	54	8,6	34	43,3
V5	35,3	20,4	19,7	28	0	47,4	53,5	47	36	56	48	39	22	51	21	31	38
V6	33,1	42,2	43	51	47,4	0	30,4	24	15	40	28	63	49	14	44	22	9,4
V7	30,1	47,4	47,5	56	53,5	30,4	0	6,5	33,8	13	11	67,5	53,5	21	49	22,5	27,5
V8	27,1	41	41	50	47	24	6,5	0	27,3	16	10	61	47	15	42,5	16	21
V9	22,2	28	28	37	36	15	33,8	27,3	0	38	29	48	34	22	29	14	6,3
V10	25,7	49	49	57	56	40	13	16	38	0	13	69	55	31	50	25	37
V11	19,1	42	41	50,6	48	28	11	10	29	13	0	61	47	21	42,5	17	24
V12	45,7	22	21	12	39	63	67,5	61	48	69	61	0	19	66	20	46	54,3
V13	31,2	8,7	7,9	7,3	22	49	53,5	47	34	55	47	19	0	51	7	31	40,3
V14	30	44	45	54	51	14	21	15	22	31	21	66	51	0	46	20	16
A	26	2,4	1,5	8,6	21	44	49	42,5	29	50	42,5	20	7	46	0	26,5	35,3
B	11,1	25	25	34	31	22	22,5	16	14	25	17	46	31	20	26,5	0	16
C	26	34	34	43,3	38	9,4	27,5	21	6,3	37	24	54,3	40,3	16	35,3	16	0

RIWAYAT HIDUP



Wardatun Naura Salsabila, yang akrab dipanggil Warda atau Salsa, lahir di Sumba Barat pada tanggal 27 Maret 2002. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, Putri dari pasangan Bapak Syamsul Arifin dan Ibu Indarwati. Pernah menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 7 Jajag dan lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Srono, lulus pada tahun 2017. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Gambiran jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan lulus pada tahun 2020. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan Strata-1 (S1) di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi. Penulis memiliki pengalaman Praktik Kerja Lapangan di BMKG Banyuwangi selama satu bulan pada 26 Juni 2023 – 26 Juli 2023. Selain itu penulis juga mengikuti kegiatan di luar kampus, seperti mengikuti pelatihan dan seminar.



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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Wardatun Naura Salsabila
NIM : 200601110064
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Modifikasi Algoritma *Floyd-Warshall* dalam Menemukan Rute Terpendek Pemadam Kebakaran di Banyuwangi
Pembimbing I : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si.
Pembimbing II : Erna Herawati, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	13 Desember 2023	Konsultasi Topik dan Data	1.
2	19 Desember 2023	ACC Topik dan Data	2.
3.	5 Maret 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	3.
4.	7 Maret 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	4.
5.	13 Maret 2024	Konsultasi Kajian Agama	5.
6.	14 Maret 2024	Konsultasi Kajian Agama	6.
7.	18 Maret 2024	Konsultasi Kajian Agama	7.
8.	23 Maret 2024	Konsultasi Bab I, II, dan III	8.
9.	27 Maret 2024	ACC Bab I, II, dan III	9.
10.	27 Maret 2024	ACC Kajian Agama Bab I dan II	10.
11.	27 Maret 2024	ACC Seminar Proposal	11.
12.	6 Mei 2024	Konsultasi Revisi Seminar Proposal	12.
13.	5 Juni 2024	Konsultasi Bab IV	13.
14.	11 Juni 2024	Konsultasi Bab IV dan V	14.
15.	29 Juli 2024	Konsultasi Bab IV dan V	15.



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

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
16.	20 Agustus 2024	Konsultasi Kajian Agama Bab IV	16.
17.	22 Agustus 2024	ACC Bab IV dan V	17.
18.	26 Agustus 2024	ACC Kajian Agama Bab IV	18.
19.	26 Agustus 2024	ACC Seminar Hasil	19.
20.	17 September 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	20.
21.	1 Oktober 2024	Konsultasi Revisi Seminar Hasil	21.
22.	3 Oktober 2024	ACC Sidang Skripsi	22.
23.	12 November 2024	ACC Keseluruhan	23.

Malang, 12 November 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.

NIP. 19741129 200012 2 005