

Optimasi Jalur Pendakian Gunung Ciung Sentul Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Untuk Penentuan Jalur Terpendek

Dessy Tri Anggraeni^{1*}, Muhammad Dzaki Arrafi Hellington², Radhitya Gervany Yahya³, Hanif Fadhilah⁴, Nabil Muhammad Ramadhan⁵, Condro Wibawa⁶

^{1,6} Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Gunadarma

^{2,3,4,5} Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma

¹dessytri@staff.gunadadarma.ac.id *, ²md.dzaki129@gmail.com, ³raditya.yahya01@gmail.com,

⁴fadhilahhanif204@gmail.com, ⁵nabil091005@gmail.com, ⁶condro_wibawa@staff.gunadadarma.ac.id

Abstract

Increasing number of visitors to the Gunung Ciung area in Sentul necessitates efficient and safe hiking path planning, particularly for novice hikers and families. This study aims to test existing paths and optimize hiking routes by determining the shortest and alternative paths to support hiking time efficiency and safety. The methodology employed is a quantitative approach through undirected weighted graph modeling involving 12 location points and 17 connecting paths. Optimization is performed using the Floyd–Warshall algorithm to calculate the shortest distance between all pairs of nodes (all-pairs shortest path). Data were collected through a combination of direct field observations and digital surveys using the Google Maps application, followed by GPS validation. The results indicate that the shortest path from Base Camp Lembah Kaliandra to Puncak Ciung 3 is 1,513.7 meters via the trajectory v1–v5–v7–v8–v9–v10–v12. These results validate the currently existing routes. In addition to the main path, this study successfully identified two alternative paths with distances of 1,552.13 meters and 2,098.18 meters, respectively. The Floyd–Warshall algorithm is proven capable of mapping complex path connectivity and can serve as a scientific foundation for tourism managers in designing efficient and safe hiking routes and evacuation paths.

Keywords: Gunung Ciung, Floyd–Warshall Algorithm, Shortest Path, Undirected Weighted Graph.

Abstrak

Peningkatan kunjungan wisatawan di kawasan Gunung Ciung, Sentul, menuntut adanya perencanaan jalur pendakian yang efisien dan aman, terutama bagi pendaki pemula dan keluarga. Penelitian ini bertujuan menguji jalur yang sudah ada dan mengoptimalkan jalur rute pendakian dengan menentukan jalur terpendek serta jalur alternatif guna mendukung efisiensi waktu pendakian dan keamanan. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif melalui pemodelan graf berbobot tak-berarah yang melibatkan 12 titik lokasi dan 17 jalur penghubung. Optimasi dilakukan menggunakan algoritma Floyd–Warshall untuk menghitung jarak terpendek antar seluruh pasangan simpul (all-pairs shortest path). Data dikumpulkan dengan kombinasi observasi langsung di lapangan dan survei digital menggunakan aplikasi Google Maps serta validasi dengan GPS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalur terpendek dari Base Camp Lembah Kaliandra menuju Puncak Ciung 3 adalah sepanjang 1.513,7 meter melalui lintasan v1–v5–v7–v8–v9–v10–v12. Hasil ini memvalidasi rute yang sudah ada saat ini. Selain jalur utama, penelitian ini berhasil mengidentifikasi dua jalur alternatif dengan jarak masing-masing 1.552,13 meter dan 2.098,18 meter. Algoritma Floyd–Warshall terbukti mampu memetakan konektivitas jalur yang kompleks dan dapat menjadi landasan saintifik bagi pengelola wisata dalam menyusun rute jalur pendakian dan jalur evakuasi efisien dan aman.

Kata kunci: Gunung Ciung, Algoritma Floyd–Warshall, Jalur Terpendek, Graf Berbobot Tak Berarah..

1. Pendahuluan

Kawasan Gunung Ciung, Kabupaten Bogor adalah salah satu destinasi wisata alam pendakian yang mengalami perkembangan signifikan dan menjadi pilihan populer bagi pendaki pemula dan keluarga. Kawasan ini memiliki ketinggian 950 mdpl dengan trek pendakian relatif ringan hingga sedang. Didominasi jalur tanah merah, bebatuan, serta kemiringan yang bervariasi [1], [2]. Titik-titik utama yang menjadi acuan pendakian meliputi Basecamp, Check Point 1 atau Camping Ground, hingga Puncak Gunung Ciung yang menawarkan panorama indah [1], [2], [3]. Selain itu, jalur pendakian juga memberikan akses ke Curug Leuwi Ciung dan Curug Panyantelan, sehingga kawasan ini cocok untuk aktivitas hiking santai, camping, maupun gathering [3].

Salah satu tantangan kawasan wisata ini adalah perencanaan jalur yang efisien dan aman. Banyaknya titik lokasi, bisa menjadi bumerang jika tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan survei lapangan tahun 2025, teridentifikasi setidaknya 12 titik utama seperti Basecamp, Mata Air, Camping Ground, Puncak, serta pos-pos pendukung lainnya, yang menghubungkan 17 jalur potensial. Kondisi geografis yang kompleks dan meningkatnya jumlah kunjungan wisatawan [4], menuntut adanya sistem perencanaan rute yang lebih aman dan efisien. Selain untuk efisiensi jarak tempuh, perencanaan rute juga dapat digunakan untuk memastikan ketersediaan jalur alternatif dan rute evakuasi darurat apabila terjadi force majeure.

Untuk mengatasi kompleksitas jalur yang melibatkan banyak titik lokasi, penelitian ini mengusulkan

penerapan algoritma Floyd–Warshall dengan memodelkan jaringan jalur pendakian sebagai graf berbobot tak-berarah. Dalam perspektif matematika diskrit, optimasi rute dilakukan dengan merepresentasikan hubungan antar-titik sebagai graf berbobot, di mana algoritma Floyd–Warshall berperan dalam menentukan jalur terpendek untuk setiap pasangan titik (all-pairs shortest path) [5], [6]. Keunggulan algoritma ini terletak pada kemampuannya menganalisis jaringan dengan banyak simpul secara simultan [7], sehingga mampu menghasilkan informasi rute yang komprehensif sekaligus menyediakan jalur alternatif. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian [5] yang dilakukan Krisnamurti dan Geong (2021) yang berhasil mengoptimalkan rute pariwisata di Labuan Bajo menggunakan metode serupa. Mustakim (2026) juga menggunakan algoritma ini untuk mengoptimalkan rute pengantaran Pos di Kecamatan Mariso [8]. Bahkan Novantara (2019) pada penelitian [9] dan Syahputra (2025) pada penelitian [10] berhasil menerapkannya pada aplikasi berbasis Android.

Eriska dkk (2025) menjelaskan bahwa meskipun memiliki kompleksitas waktu yang lebih tinggi dibandingkan algoritma Dijkstra, Floyd-Warshall jauh lebih efektif dan efisien untuk aplikasi jaringan yang memerlukan informasi jarak terpendek antara semua pasangan simpul sekaligus [11]. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Hendra dan Riti (2022) serta Bhaskara dkk (2024) [12]. Dengan demikian, algoritma Floyd–Warshall dinilai relevan untuk diterapkan di kawasan wisata alam seperti Gunung Ciung.

Penelitian ini ditargetkan menghasilkan matriks jarak terpendek antar seluruh titik lokasi yang disusun berdasarkan integrasi data survei digital dan validasi lapangan. Melalui matriks tersebut, jalur utama dan jalur alternatif yang optimal dapat diidentifikasi secara presisi. Luaran penelitian ini diharapkan menjadi landasan teknis bagi pihak pengelola dalam menyusun sistem penanda jalur (signage), peta pendakian digital maupun cetak, serta protokol panduan evakuasi yang adaptif. Dengan implementasi pendekatan ini, optimasi konektivitas jalur di kawasan Gunung Ciung diharapkan tidak hanya meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pendaki, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pariwisata alam di wilayah Sentul, Bogor.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen komputasional. Tahapan penelitian dirancang secara sistematis dan disajikan dalam bentuk flowchart pada gambar 1 berikut.

2.1. Penentuan Obyek

Obyek penelitian yang dipilih adalah kawasan wisata Gunung Ciung, Sentul, Bogor. Obyek ini dipilih karena meningkatnya kunjungan wisatawan di kawasan tersebut, terutama dari tingkatan pemula dan keluarga. Sehingga penentuan rute pendakian yang efektif dan aman mendesak dilakukan.

Objek penelitian difokuskan pada seluruh jaringan jalan setapak (trail network) yang menghubungkan titik-titik akses utama, area perkemahan, dan puncak bukit. Pemilihan titik lokasi didasarkan pada kompleksitas topologi jalur di kawasan ini yang memiliki banyak persimpangan dan jalur alternatif, sehingga membutuhkan solusi optimasi rute yang presisi.



Gambar 1. Flowchart Umum Metodologi Penelitian

2.2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari berbagai metode yang relevan digunakan pada penelitian ini, terutama adalah mengenai pembuatan graf dan algoritma Floyd Warshal.

2.2.1 Graf

Secara umum graf dapat dijelaskan sebagai kumpulan titik (nodes atau vertices) dan garis (arcs atau edges) [13]. Simpul (node/vertex) dapat diartikan sebagai titik atau lokasi dalam sebuah peta atau jaringan. Sedangkan sisi (edge) adalah garis yang menghubungkan dua simpul, biasanya merepresentasikan jalan atau jalur. Bobot adalah nilai numerik pada sisi yang dapat mewakili jarak, waktu tempuh, atau biaya [14].

Menurut arah dan bobotnya, graf dibagi menjadi : [15], [16], [17], [18]

1. Graph berarah dan berbobot, dimana tiap sisi mempunyai arah (anak panah) dan bobot.
2. Graph tidak berarah dan berbobot: tiap sisi tidak mempunyai anak panah akan tetapi memiliki bobot.
3. Graph berarah dan tidak berbobot: tiap sisi mempunyai arah yang tidak berbobot

2.2.2 Finding Path

Path Finding adalah metode matematika untuk menemukan arah dalam graph berarah. Metode ini digunakan untuk dapat menemukan jalan dari node awal menuju node tujuan dengan melakukan penelusuran terhadap graph tersebut [19]

2.2.3 Shortest Path

Jalur terpendek atau shortest path adalah upaya paling optimal dari path finding. Shortest path berlaku pada graf berarah dan berbobot. Setiap jalur yang ditemukan pada path finding akan dicari jalur terpendeknya. Pencarian jalur ini ditentukan dengan akumulasi besaran vektor/bobot yang dilalui untuk mencapai node tujuan. Akumulasi cost/bobot dengan nilai minimum adalah jalur terpendek dari graph tersebut [20], [21], [22]

2.2.4 Algoritma Floyd Warshall

Algoritma Floyd-Warshall merupakan algoritma pemrograman dinamis yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan All-Pairs Shortest Path (APSP), yaitu menentukan jarak terpendek antar seluruh pasangan simpul dalam graf berbobot dengan memanfaatkan setiap simpul sebagai simpul perantara [23], [24]. Proses komputasi dilaksanakan mengikuti tahapan pemrograman dinamis sebagai berikut:

- Tahap Pra-proses (Inisialisasi):
Data graf dikonversi menjadi Matriks Jarak Awal (D0) berukuran 12 x 12. Pengisian elemen matriks dilakukan dengan ketentuan:
 - a) $D0[i,j] = 0$, jika $i = j$.
 - b) $D0[i,j] = wij$, jika terdapat jalur langsung antara simpul i dan j .
 - c) $D0[i,j] = \infty$, jika tidak terdapat jalur langsung.
- Tahap Iterasi Utama:
Algoritma melakukan perulangan sebanyak k kali (dimana $k = 1$ sampai 12) untuk memperbarui matriks jarak. Pada setiap iterasi ke- k , algoritma mengevaluasi apakah simpul k dapat menjadi perantara yang menghasilkan jarak lebih pendek antara simpul i dan j . Persamaan rekursif yang digunakan adalah:

$$dij(k) = \min(d(ijk-1), dik(k-1) + dkj(k-1))$$

Dimana $dij(k)$ adalah jarak terpendek dari simpul i ke simpul j dengan hanya menggunakan himpunan simpul $\{1, 2, \dots, k\}$ sebagai simpul perantara.

- Analisis Kompleksitas:
Algoritma ini memiliki kompleksitas waktu $O(V^3)$, dimana V adalah jumlah simpul. Dengan $V=12$, total operasi dasar yang dilakukan adalah $12^3 = 1.728$ iterasi. Jumlah ini relatif kecil sehingga komputasi dapat diselesaikan dengan sangat efisien dan menghasilkan solusi optimal global tanpa overhead komputasi yang signifikan.

- Tahap Pasca-proses:
Matriks akhir (D12) yang dihasilkan memuat jarak terpendek antar seluruh pasangan titik. Data dari matriks ini kemudian diekstraksi untuk menganalisis rute utama dan rute alternatif menuju Puncak Ciung 3 (v12) dan titik-titik vital lainnya.

2.3. Pengumpulan Data dan Observasi

Penelitian ini menggunakan data primer dengan metode pengumpulan data hybrid yang menggabungkan observasi lapangan dan survei digital. Observasi lapangan dilaksanakan secara langsung di lokasi kawasan Gunung Ciung pada tanggal 30 Oktober 2025 untuk memperoleh data kondisi jalur pendakian. Data yang diambil meliputi data titik dan jarak antar titik. Data jarak diperoleh menggunakan GPS dengan tingkat akurasi sebesar 5 meter. Selanjutnya, dilakukan survei digital pada tanggal 9 November 2025 menggunakan aplikasi Google Maps sebagai data pendukung untuk melengkapi dan memperkuat hasil pengumpulan data. Data yang diverifikasi meliputi titik, jarak antar titik, dan gambaran visual peta. Akurasi penentuan jarak menggunakan Google Maps kurang lebih 5-10 meter.

2.4. Pemodelan

Data yang sudah didapatkan melalui tahapan sebelumnya, diolah untuk dijadikan data awal pemodelan. Terdapat dua langkah utama dalam tahapan ini yaitu identifikasi simpul dan pembuatan graf berbobot tak berarah.

- Identifikasi Simpul (Nodes)
Sebanyak 12 titik lokasi strategis (v) diidentifikasi sebagai simpul dalam graf ($v1$ hingga $v12$). Penentuan simpul mencakup titik awal pendakian (trailhead), persimpangan jalur (junction), lokasi tujuan wisata (puncak, sungai), dan fasilitas pendukung lainnya.

- Pembobotan (Edges & Weights)
Jalur penghubung antar lokasi dimodelkan sebagai sisi (E) pada graf berbobot tak-berarah (undirected)

weighted graph). Pengukuran jarak dilakukan menggunakan fitur Measure Distance pada Google Maps dan divalidasi dengan jejak digital (GPS tracks) dari aplikasi Strava untuk memastikan jalur tersebut nyata dan dapat dilalui. Bobot (w) merepresentasikan jarak fisik dalam satuan meter dengan presisi dua angka di belakang koma.

2.5. Implementasi Algoritma

Setelah graf didapatkan, maka langkah berikutnya adalah menerapkan algoritma Floyd Warshal terhadap graf yang didapatkan. Proses implementasi akan dijelaskan secara mendetail langkah demi langkah secara manual agar lebih bisa dipahami. Akan tetapi, pada praktiknya, akan dibuatkan program sederhana berbasis Python untuk menentukan rute wisata di Gunung Ciung ini.

2.5. Analisa Hasil

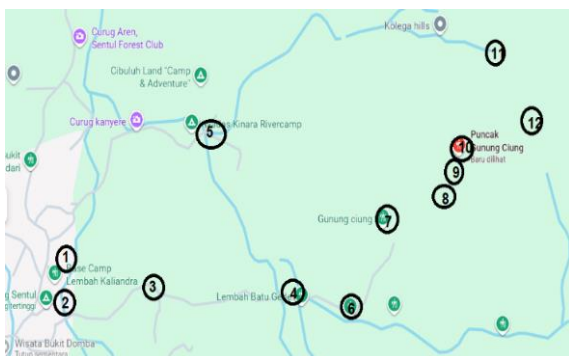
Analisa dilakukan terhadap hasil rute yang didapatkan, apakah rute yang didapatkan merupakan rute yang visible dan efisien untuk dijadikan master plan perencanaan wisata di Gunung Ciung.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini dibahas hasil penelitian yang telah dilakukan. Pembahasan meliputi pemodelan graf jalur pendakian Gunung Ciung, Hasil Perhitungan Algoritma Floyd–Warshall, serta Analisis Jalur Terpendek Pendakian.

3.1. Pemodelan

Jalur pendakian Gunung Ciung dimodelkan sebagai graf berbobot tak berarah. Simpul pada graf merepresentasikan titik-titik lokasi strategis di sepanjang jalur pendakian, sedangkan sisi merepresentasikan jalur penghubung antar lokasi dengan bobot berupa jarak tempuh antar simpul.



Gambar 2. Titik-titik kunci rute di Gunung Ciung

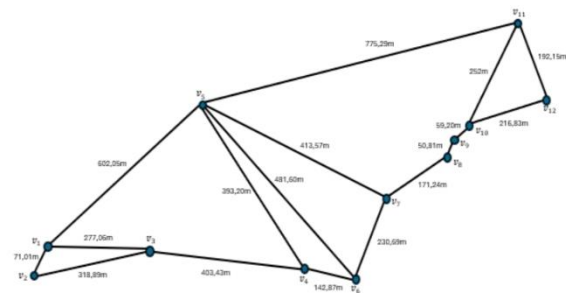
Gambar 2 menunjukkan peta wilayah penelitian Gunung Ciung yang menjadi dasar dalam penentuan titik-titik lokasi strategis. Peta ini digunakan untuk

mengidentifikasi posisi simpul dan jalur pendakian yang dimodelkan ke dalam bentuk graf.

Tabel 1. Daftar simpul (V) pada Jalur Pendakian Gunung Ciung

Titik	Asal
v1	Base Camp Lembah Kaliandra
v2	Gunung Ciung Camping Ground, Hiking & Tadabur Alam
v3	Watu Gede Riverside
v4	Lembah Batu Gede
v5	Basecamp Prabowo
v6	Lembah Sampang
v7	Gunung Ciung
v8	Tanjakan Pedes
v9	Tanjakan terjal ke Puncak Ciung
v10	Puncak Gunung Ciung
v11	Puncak Ciung 2

Tabel 1 menyajikan daftar simpul yang merepresentasikan titik-titik lokasi strategis pada jalur pendakian Gunung Ciung. Setiap simpul diberi penomoran untuk memudahkan proses pemodelan graf dan penerapan algoritma Floyd–Warshall.



Gambar 3. Graf lokasi dari titik pada Gunung Ciung

Gambar 3 menampilkan struktur graf berbobot tak berarah hasil pemodelan jalur pendakian Gunung Ciung. Graf ini menjadi dasar dalam penerapan algoritma Floyd–Warshall untuk menentukan jalur terpendek antar seluruh pasangan simpul.

Tabel 2. Daftar Sisi (E) dan Bobot Jarak Antar Simpul

Sisi	Titik Asal	Titik Tujuan	Jarak (m)
e1	v1	v2	71, 01
e2	v1	v3	277, 06
e3	v1	v5	602, 05
e4	v2	v3	318, 89
e5	v3	v4	403, 43
e6	v4	v5	393, 20
e7	v4	v6	142, 87
e8	v5	v6	481, 60
e9	v5	v7	413, 57
e10	v5	v11	775, 29
e11	v6	v7	230, 69
e12	v7	v8	171, 24
e13	v8	v9	50, 81
e14	v9	v10	59, 20
e15	v10	v11	252, 00
e16	v10	v12	216, 83
e17	v11	v12	192, 15

Tabel 2 memperlihatkan daftar jalur penghubung antar simpul beserta bobot jaraknya. Bobot jarak diperoleh dari hasil pengukuran jarak antar titik lokasi dan digunakan sebagai nilai pembobot pada sisi graf berbobot tak berarah

3.2. Implementasi Algoritma

Berdasarkan data bobot jarak pada Tabel 2, dibentuk matriks jarak awal $D(0)$ berukuran 12×12 yang merepresentasikan jarak langsung antar simpul pada graf berbobot jalur pendakian Gunung Ciung. Elemen matriks diisi dengan nilai nol untuk simpul yang sama, nilai jarak untuk simpul yang saling terhubung secara langsung, serta nilai tak hingga untuk pasangan simpul yang tidak memiliki jalur langsung.

Matriks jarak awal pada Tabel 3 selanjutnya diproses menggunakan algoritma Floyd–Warshall melalui iterasi sebanyak 12 tahap sesuai dengan jumlah simpul yang dimodelkan. Iterasi dilakukan dengan melihat sel pada setiap matriks yaitu dengan melihat nilai :

$$d_{ij}(k) = \min(d_{ijk-1}, d_{ik}(k-1) + d_{kj}(k-1)).$$

Sehingga didapatkan iterasi seperti ditunjukkan pada iterasi-iterasi pada Tabel 4 hingga Tabel 7.

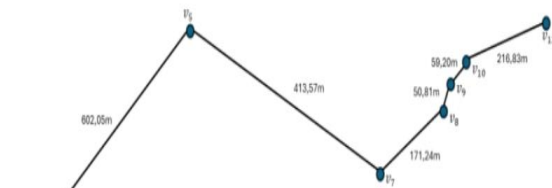
Pada iterasi pertama ini belum terdapat perubahan, sehingga matriks $D(1) = D(0)$.

Pada iterasi kedua ini juga belum terdapat perubahan, sehingga matriks $D(2) = D(1)$.

Pada Iterasi $k=3$ terdapat pergantian sel, yang menjadi matriks $D(3)$ yang terdapat pada sel 1.4, 2.4, 4.1, 4.2.

Selanjutnya iterasi dilakukan hingga iterasi ke-12, sehingga didapatkan matriks seperti pada Tabel 7.

Setelah dilakukan 12 iterasi, diperoleh matriks jarak akhir $D(12)$ sebagai hasil perhitungan algoritma Floyd–Warshall. Matriks ini merepresentasikan jarak terpendek dari simpul awal v_1 (Base Camp Lembah Kaliandra) menuju seluruh simpul tujuan lainnya (v_2 hingga v_{12}) di kawasan Gunung Ciung. Nilai pada baris pertama matriks menunjukkan jarak minimum dari v_1 ke masing-masing titik lokasi tanpa merepresentasikan urutan lintasan yang dilalui.



Gambar 4. Penggambaran Rute Hasil Iterasi Ke-12

3.3. Analisa Hasil

Berdasarkan hasil analisis matriks akhir, jalur terpendek dari v_1 (Base Camp Lembah Kaliandra) menuju v_{12} (Puncak Ciung 3) memiliki total jarak sebesar 1.513,7 meter. Jalur tersebut melalui lintasan : $v_1-v_5-v_7-v_8-v_9-v_{10}-v_{12}$ seperti ditunjukkan pada gambar 4, yaitu :

Base Camp Lembah Kaliandra → Basecamp Prabowo → Gunung Ciung → Tanjakan Pedes → Tanjakan Terjal ke Puncak Ciung → Puncak Gunung Ciung → Puncak Ciung 3.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, rute pendakian yang umum digunakan oleh pendaki menuju Puncak Ciung 3 adalah :

Base Camp Lembah Kaliandra → Basecamp Prabowo → Gunung Ciung → Tanjakan Pedes → Tanjakan Terjal ke Puncak Ciung → Puncak Gunung Ciung → Puncak Ciung 3.

Rute pendakian yang umum digunakan tersebut sama dengan rute hasil perhitungan algoritma Floyd–Warshall, yang mengidentifikasinya sebagai jalur terpendek menuju Puncak Ciung 3, sehingga menunjukkan kesesuaian antara hasil analisis komputasi dan kondisi jalur pendakian di lapangan.

Selain jalur utama, algoritma Floyd–Warshall juga mengidentifikasi beberapa jalur alternatif menuju Puncak Gunung Ciung 3 dengan jarak yang lebih panjang. Jalur alternatif ini dapat menjadi opsi pendakian dalam kondisi tertentu, seperti kepadatan jalur utama atau pertimbangan keselamatan pendaki. Rincian jalur alternatif pendakian disajikan pada Tabel 8 berikut.

Penemuan jalur alternatif merupakan kelebihan algoritma Floyd–Warshall yang tidak bisa ditemukan pada algoritma lain seperti Dijkstra. Meskipun dalam perhitungannya membutuhkan waktu yang lebih lama.

Tabel 8. Rute Jalur Alternatif

Jenis Jalur	Lintasan	Rute	Total Jarak (m)			
Jalur Terpendek	v1-v5- v7-v8- v9-v10- v12	Base Camp Lembah Kaliandra → Basecamp Prabowo → Gunung Ciung → Tanjakan Pedes → Tanjakan Terjal ke Puncak Ciung → Puncak Gunung Ciung → Puncak Ciung 3	1.513,70	Alternatif 2	v1-v2- v3-v4- v5-v7- v8-v9- v10-v12	Puncak Ciung → Puncak Gunung Ciung → Puncak Ciung 3
		Base Camp Lembah Kaliandra → Gunung Ciung Camping Ground,Hiking & Tadabur Alam → Watu Gede Riverside → Lembah Batu Gede → Basecamp Prabowo → Gunung Ciung → Tanjakan Terjal ke Puncak Ciung → Puncak Ciung 3	2.098,18			
Alternatif 1	v1-v3- v4-v6- v7-v8- v9-v10- v12	Base Camp Lembah Kaliandra → Watu Gede Riverside → Lembah Batu Gede → Lembah Sampang → Gunung Ciung → Tanjakan Pedes → Tanjakan Terjal ke	1.552,13			

Tabel 3. Matriks Jarak Awal (D⁰) Jalur Pendakian Gunung Ciung

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	71,01	277,06	∞	602,05	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	71,01	0	318,89	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	277,06	318,89	0	403,43	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	∞	∞	403,43	0	393,2	142,87	∞	∞	∞	∞	∞	∞
5	602,05	∞	∞	393,2	0	481,6	413,57	∞	∞	∞	775,29	∞
6	∞	∞	∞	142,87	481,6	0	230,69	∞	∞	∞	∞	∞
7	∞	∞	∞	∞	413,57	230,69	0	171,24	∞	∞	∞	∞
8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	171,24	0	50,81	∞	∞	∞
9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	50,81	0	59,2	∞	∞
10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	59,2	0	252	216,83
11	∞	∞	∞	∞	775,29	∞	∞	∞	∞	252	0	192,15
12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	216,83	192,15	0

Tabel 4. Matriks Hasil Iterasi K=1 (D¹)

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	71,01	277,06	∞	602,05	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	71,01	0	318,89	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	277,06	318,89	0	403,43	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	∞	∞	403,43	0	393,2	142,87	∞	∞	∞	∞	∞	∞
5	602,05	∞	∞	393,2	0	481,6	413,57	∞	∞	∞	775,29	∞
6	∞	∞	∞	142,87	481,6	0	230,69	∞	∞	∞	∞	∞
7	∞	∞	∞	∞	413,57	230,69	0	171,24	∞	∞	∞	∞
8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	171,24	0	50,81	∞	∞	∞
9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	50,81	0	59,2	∞	∞
10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	59,2	0	252	216,83
11	∞	∞	∞	∞	775,29	∞	∞	∞	∞	252	0	192,15
12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	216,83	192,15	0

Tabel 5. Matriks Hasil Iterasi K=2 (D²)

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	71,01	277,06	∞	602,05	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	71,01	0	318,89	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	277,06	318,89	0	403,43	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	∞	∞	403,43	0	393,2	142,87	∞	∞	∞	∞	∞	∞
5	602,05	∞	∞	393,2	0	481,6	413,57	∞	∞	∞	775,29	∞
6	∞	∞	∞	142,87	481,6	0	230,69	∞	∞	∞	∞	∞
7	∞	∞	∞	∞	413,57	230,69	0	171,24	∞	∞	∞	∞
8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	171,24	0	50,81	∞	∞	∞
9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	50,81	0	59,2	∞	∞
10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	59,2	0	252	216,83
11	∞	∞	∞	∞	775,29	∞	∞	∞	∞	252	0	192,15
12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	216,83	192,15	0

Tabel 6. Matriks Hasil Iterasi K=3 (D³)

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	71,01	277,06	680,49	602,05	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	71,01	0	318,89	722,32	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	277,06	318,89	0	403,43	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	680,49	722,32	403,43	0	393,2	142,87	∞	∞	∞	∞	∞	∞
5	602,05	∞	∞	393,2	0	481,6	413,57	∞	∞	∞	775,29	∞
6	∞	∞	∞	142,87	481,6	0	230,69	∞	∞	∞	∞	∞
7	∞	∞	∞	∞	413,57	230,69	0	171,24	∞	∞	∞	∞
8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	171,24	0	50,81	∞	∞	∞
9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	50,81	0	59,2	∞	∞
10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	59,2	0	252	216,83
11	∞	∞	∞	∞	775,29	∞	∞	∞	∞	252	0	192,15
12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	216,83	192,15	0

Tabel 7. Matriks Hasil Iterasi K=12 (D¹²)

ij	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	71,01	277,06	680,49	602,05	823,36	1015,62	1186,86	1237,67	1296,87	1377,34	1513,7
2	71,01	0	318,89	722,32	1115,52	865,19	1529,09	1700,33	1751,14	1810,34	1890,81	2027,17
3	277,06	318,89	0	403,43	796,63	546,3	1210,2	1381,44	1432,25	1491,45	1571,92	1708,28
4	680,49	722,32	403,43	0	393,2	142,87	806,77	978,01	1028,82	1088,02	1168,49	1304,85
5	602,05	1115,52	796,63	393,2	0	481,6	413,57	584,81	635,62	694,82	775,29	911,65
6	823,36	865,19	546,3	142,87	481,6	0	230,69	401,93	452,74	511,94	763,94	728,77
7	1015,62	1529,09	1210,2	806,77	413,57	230,69	0	171,24	222,05	281,25	533,25	498,08
8	1186,86	1700,33	1381,44	978,01	584,81	401,93	171,24	0	50,81	110,01	362,01	326,84
9	1237,67	1751,14	1432,25	1028,82	635,62	452,74	222,05	50,81	0	59,2	311,2	276,03
10	1.296,87	1.810,34	1.491,45	1.088,02	694,82	511,94	281,25	110,01	59,2	0	252	216,83
11	1.377,34	1.890,81	1.571,92	1.168,49	775,29	763,94	533,25	362,01	311,2	252	0	192,15
12	1.513,70	2.027,17	1.708,28	1.304,85	911,65	728,77	498,08	326,84	276,03	216,83	192,15	0

4. Kesimpulan

Implementasi algoritma Floyd–Warshall dalam penelitian ini berhasil memetakan konektivitas jalur di Gunung Ciung melalui perhitungan all-pairs shortest path. Identifikasi jalur utama menuju Puncak Ciung 3 sejauh 1.513,7 meter yang didukung oleh variasi jalur alternatif (1.552,13 m dan 2.098,18 m) menegaskan fleksibilitas model graf dalam menangani jaringan jalur yang kompleks.

Hasil ini memberikan landasan saintifik bagi pengelola untuk mengoptimalkan penempatan titik pantau dan sistem informasi pendakian. Secara keseluruhan, metode ini terbukti efektif sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam perencanaan jalur pendakian yang adaptif, aman, dan efisien.

Daftar Rujukan

- [1] GetLost.id, “Menjelajahi Gunung Ciung, Destinasi Pendakian Santai di Sentul Bogor,” <https://getlost.id/2025/01/03/menjelajahigunung-ciung-destinasi-pendakian-santai-di-sentul-bogor/>.
- [2] MyTrip.co.id., “Gunung Ciung, Alternatif Mendaki Gunung di Sekitar Jakarta dengan Bonus Curug Panyantelan,” <https://www.mytrip.co.id/article/gunung-ciung-di-sentul>.
- [3] Liputan6.com, “6 Fakta Menarik Gunung Ciung di Sentul Bogor,” <https://www.liputan6.com/lifestyle/read/5742652/6-faktamenarik-gunung-ciung-di-sentul-bogor-bisa-lihatpemandangan-gunung-salak-di-puncaknya>.
- [4] BPS Kabupaten Bogor, “Kabupaten Bogor Dalam Angka 2024,” <https://bogorkab.bps.go.id/id/statisticstable/2/MjAxZiI=/jumlah-wisatawan.html>.
- [5] C. Novella Krisnamurti and E. Alfandro Pascal Geong, “Cyrenia Novella & Geong, Efreem Alfrando Pascal. 2021. Implementasi algoritma Floyd-Warshall untuk Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Lahuan Bajo,” *UNNES*

- Journal of Mathematics*, vol. 10, no. 1, pp. 75–84, 2021, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- [6] Darmadi, T. M. Diansyah, and D. Handoko, “Penerapan Algoritma Floyd Warshall dengan Menggunakan Euclidean Distance dalam Menentukan Rute Terbaik,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol. 2023, no. 2, pp. 195–205, Mar. 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.70340/jirsi.v2i2.68>
- [7] Y. Erwadi, S. Handayani, S. A. Saputera, and S. Fernandez, “Pemanfaatan Algoritma Floyd Warshall dalam Menentukan Jalur Terpendek Bencana Banjir,” *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 5, no. 4, pp. 806–814, Aug. 2024, <https://doi.org/10.47065/josvc.v5i4.5483>
- [8] Mustakim, T. Wahyuni, and F. Irhamna Rahman, “Implementasi Algoritma Floyd-Warshall Untuk Menentukan Jarak Terpendek Dalam Sistem Pengantaran Pos Di Kecamatan Mariso,” *Jurnal Intelektual dan Cendekiawan Nusantara*, vol. 3, no. 1, Mar. 2026, <https://doi.org/10.57250/ajst.v3i2.1785>
- [9] P. Novantara and F. Susanti, “Implementasi Algoritma Floyd Warshall Untuk Pencarian Rute Terpendek Berbasis Android (Studi Kasus : Pandu Logistik Kuningan),” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 4, no. 1, 2019, <https://doi.org/10.25134/jejaring.v4i1.6709>
- [10] D. Syahputra, A. Muliani Harahap, and F. Hasyifah Sibarani, “APLIKASI MOBILE GIS UNTUK PEMETAAN OBJEK WISATA DI KABUPATEN MANDAILING NATAL,” *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 9, no. 2, 2025. <https://doi.org/10.47080/saintek.v9i2.4229>
- [11] E. Meiyana, D. Y. Nopasa, U. U. Lutfia, A. Nur Azizah, and M. Rohmah, “Penerapan Algoritma Floyd Washall untuk Optimasi Rute Terpendek Antara Perguruan Tinggi Di Belitang,” *Trigonometri: Jurnal Matematika*, vol. 2, no. 1, pp. 39–46, Jan. 2025. <https://doi.org/10.30599/jnwa3t33>
- [12] H. Hendra and Y. F. Riti, “PERBANDINGAN ALGORITMA DIJKSTRA DAN FLOYD-WARSHALL DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK STASIUN GUBENG MENUJU WISATA SURABAYA,” *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 6, no. 3, p. 297, Oct. 2022, <https://doi.org/10.31000/jika.v6i3.6528>
- [13] R. Arief and G. S. Adji, “APLIKASI LOCATION BASE SYSTEM PENYEDIA INFORMASI LAYANAN DARURAT BERBASIS ANDROID,” *Jurnal Ilmiah FIFO*, vol. 8, no. 1, p. 72, May 2016, <https://doi.org/10.22441/fifo.v8i1.1302>
- [14] Y. F. Riti, J. S. Iskandar, and H. Hendra, “Comparison Analysis of Graph Theory Algorithms for Shortest Path Problem,” *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 12, no. 3, pp. 415–424, Nov. 2023, <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i3.1756>
- [15] Y. Darnita, R. Toyib, and R. Rinaldi, “IMPLEMENTASI ALGORITMA FLOYD WARSHALL UNTUK MENENTUKAN LETAK DAN LOKASI PERUSAHAAN TRAVEL/RENTAL MOBIL DI KOTA BENGKULU,” *Pseudocode*, vol. 4, no. 2, pp. 144–155, Sep. 2017, <https://doi.org/10.33369/pseudocode.4.2.144-155>
- [16] T. A. Fitri and M. N. Arsyad, “Rancangan Aplikasi Pelayanan Kesehatan Berbasis Geographic Information System (GIS) Versi Android di Kota Pekanbaru,” *JST (Jurnal Sains Terapan)*, vol. 3, no. 2, Oct. 2017, <https://doi.org/10.32487/jst.v3i2.256>
- [17] W. E. Y. Retnani, D. Istiadi, and A. Roqib, “Pencarian SPBU Terdekat dan Penentuan Jarak Terpendek Menggunakan Algoritma DIJKSTRA (Studi Kasus di Kabupaten Jember),” *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 4, no. 1, p. 89, Mar. 2015, <https://doi.org/10.25077/inte.v4n1.132.2015>
- [18] Supiyandi and M. Eka, “Penerapan Teknik Pewarnaan Graph Pada Penjadwalan Ujian Dengan Algoritma Welch-Powell,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 1, 2018. <https://doi.org/10.30829/algoritma.v3i1.4439>
- [19] D. Darmadi, T. M. Diansyah, and Divi Handoko, “Penerapan Algoritma Floyd Warshall dengan Menggunakan Euclidean Distance dalam Menentukan Rute Terbaik,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 311–321, May 2023, <https://doi.org/10.70340/jirsi.v2i2.68>
- [20] A. D. Hartanto, A. S. Mandala, D. R. P.L., S. Aminudin, and A. Yudirianto, “Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Game Pacman,” *CCIT Journal*, vol. 12, no. 2, pp. 170–176, Aug. 2019, <https://doi.org/10.33050/ccit.v12i2.687>
- [21] W. S. Jati, H. Nurwasito, and M. Data, “Perbandingan Kinerja Protocol Routing Open Shortest Path First (OSPF) dan Routing Information Protocol (RIP) Menggunakan Simulator Cisco Packet Tracer,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 8, 2018.
- [22] M. Afandi, “APLIKASI ANDROID UNTUK PENCARIAN RUTE TERDEKAT MINI MARKET MENGGUNAKAN METODE FLOYD-WARSHALL BERBASIS GIS,” *Ubiquitous: Computers and its Applications Journal*, pp. 51–56, Jun. 2019, <https://doi.org/10.51804/ucaiaj.v2i1.51-56>
- [23] E. R. Ningrum, A. Sanwidi, R. Akbarita, and M. N. H. Qomaruddin, “Optimasi Rute Pendistribusian Gas Elpiji Menggunakan Algoritma Floyd Warshall Dan Algoritma Greedy,” *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 20, no. 1, pp. 1–14, Jun. 2023, <https://doi.org/10.22487/2540766X.2023.v20.i1.15568>
- [24] R. Resti, M. Musarudin, and B. Pramono, “Implementasi Algoritma Floyd-Warshall Menentukan Rute Terpendek Pada Pencarian Lokasi Petani Beras,” *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, vol. 05, no. 02, p. 97, 2024, [Online]. Available: <https://ejournalunsam.id/index.php/jicom/>