

Penerapan Kruskal Minimum Spanning Tree Pada Optimasi Rute Wisata Bojong Kabupaten Tegal

Arya Maulana¹,

¹Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Enjinerung Indorama, Indonesia
Email Korespondensi: aryamaulana110803@gmail.com

Info Artikel	ABSTRAK
Histori Artikel: Dikirim 27-05-2025 Revisi 31-05-2025 Diterima 03-06-2025	Penentuan rute wisata yang efisien menjadi salah satu kebutuhan utama dalam pengelolaan destinasi pariwisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Kruskal dalam optimalisasi rute antar destinasi wisata di wilayah Bojong, Kabupaten Tegal. Menggunakan metode studi kasus, penelitian ini menganalisis 16 titik lokasi wisata yang diperoleh dari Google Maps. Melalui penerapan algoritma Kruskal dalam pencarian Minimum Spanning Tree (MST), penelitian berhasil mengidentifikasi rute optimal dengan total jarak 12.206 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Kruskal efektif dalam menentukan rute terpendek yang menghubungkan seluruh destinasi wisata tanpa membentuk sirkuit, memberikan solusi praktis bagi pengelola wisata dalam mengoptimalkan jalur perjalanan wisatawan.
Kata Kunci: Algoritma Kruskal, Spanning Tree, Rute Wisata, Optimasi Perjalanan, Destinasi Wisata,	

Article Info	ABSTRACT
Article history: Received 27-05-2025 Revised 31-05-2025 Accepted 03-06-2025	<i>Determining efficient tourist routes has become one of the primary needs in tourism destination management. This study aims to implement Kruskal's algorithm to optimize routes between tourist destinations in the Bojong region, Tegal Regency. Using a case study method, this research analyzes 16 tourist location points obtained from Google Maps. Through the application of Kruskal's algorithm in finding the Minimum Spanning Tree (MST), the research successfully identified an optimal route with a total distance of 12,206 meters. The results demonstrate that Kruskal's algorithm is effective in determining the shortest route connecting all tourist destinations without forming circuits, providing a practical solution for tourism managers in optimizing tourist travel routes.</i>
Keywords: Kruskal's Algorithm, Spanning Tree, Tourist Route, Travel Optimization, Tourist Destination.	

1. PENDAHULUAN

Pariwisata telah menjadi sektor ekonomi yang signifikan dalam meningkatkan pendapatan daerah dan mendorong pengembangan wilayah[1]. Optimisasi rute perjalanan wisata menjadi aspek penting untuk meningkatkan pengalaman wisatawan dan efisiensi perjalanan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan rute perjalanan yang efisien adalah Algoritma Kruskal, yang dikembangkan oleh Joseph B. Kruskal pada tahun 1956, Algoritma Kruskal, yang digunakan untuk mencari Minimum Spanning Tree (MST). Algoritma ini bekerja dengan cara mengurutkan semua sisi (edges) berdasarkan bobotnya secara ascending. Kemudian menambahkan sisi-sisi tersebut ke MST secara bertahap, asalkan tidak membentuk siklus atau sirkuit. Proses ini berlanjut hingga semua simpul dalam graf terhubung[2]. MST juga dapat menentukan rute optimal antar destinasi wisata dengan mempertimbangkan berbagai variable, seperti jarak, waktu tempuh, dan aksesibilitas[3]. Spanning tree merupakan struktur yang menghubungkan semua simpul dalam graf tanpa membentuk siklus, menggunakan sisi yang minimal[4]. Sebuah graf yang memenuhi kondisi ini disebut tree (pohon). Tree merupakan graf terhubung yang tidak memuat siklus yang menjadikannya relevan untuk berbagai penerapan praktis. Sementara itu, spanning tree adalah pohon

dalam graf yang mencakup semua titik dalam graf tersebut. Dari setiap graf dapat dikonstruksi setidaknya satu *spanning tree*[5]. Graf merupakan struktur matematika yang terdiri dari dua himpunan V dan E , dimana V adalah kumpulan titik atau simpul yang tidak boleh kosong. Sedangkan E merupakan kumpulan garis atau sisi yang berfungsi menghubungkan antar simpul dalam graf tersebut. Graf memiliki kegunaan penting dalam menyederhanakan permasalahan dengan cara mempresentasikan objek-objek diskrit beserta hubungan atau relasi yang terjadi antara objek tersebut ke dalam bentuk visual yang lebih mudah dipahami[6]. Misalkan $G = (V,E)$ merupakan graf tak berarah terhubung dan apabila pada graf G terdapat sirkuit, kemudian sirkuit tersebut dihapus dan dilakukan secara berulang sehingga semua sirkuit di G hilang, maka G disebut *spanning tree*[7]. Graf juga mempunyai banyak manfaat untuk optimasi dalam membangaun jalan raya, rel kerta api, desain jaringan komunikasi dan lain sebagainya[8]. Dengan Algoritma Kruskal, dapat membangun *spanning tree* yang menghubungkan destinasi wisata dengan biaya atau jarak total minimal, sehingga dapat mengoptimalkan waktu dan biaya perjalanan antar destinasi wisata.

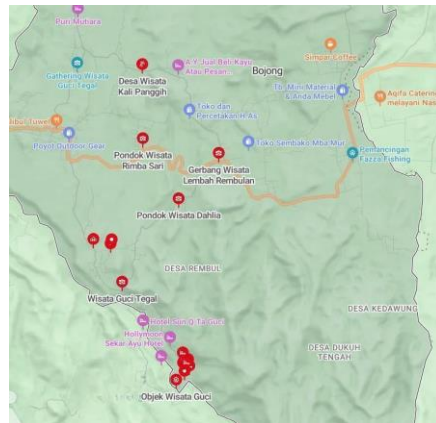
Beberapa penelitian di Indonesia telah mengkaji penerapan algoritma kruskal dalam sektor pariwisata. Sebagai contoh, penelitian sebelumnya yang berjudul Implementasi Algoritma Kruskal Dalam Menentukan Rute Terpendek dan Biaya Minimum Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Barat mengimplementasikan algoritma kruskal untuk merancang rute perjalanan yang optimal antara destinasi wisata di Lombok Barat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan efektivitas dalam menentukan rute terpendek dan biaya minimum, yang dapat memberikan manfaat bagi pengelolaan pariwisata dalam merencanakan dan mengoptimalkan jalur perjalanan wisatawan di Lombok barat[9]. Selain itu penelitian yang dilakukan di jalan Ina Tuni Karang Panjang Ambon menggunakan Algoritma Kruskal untuk mengoptimalkan jaringan pipa yang terbagi dalam 7 kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang pipa awal yang terpasang adalah 1448 meter, namun setelah dioptimasi menggunakan Algoritma Kruskal dengan merepresentasikan rumah sebagai vertex dan pipa sebagai edge, diperoleh panjang pipa optimal sebesar 1026 meter, sehingga terdapat selisih 422 meter yang menunjukkan bahwa jaringan pipa yang terpasang belum optimal[10].

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan Algoritma Kruskal dalam merancang rute wisata di Indonesia dapat meningkatkan efisiensi perjalanan, mengurangi waktu dan biaya perjalanan, serta berpotensi meningkatkan kepuasan wisatawan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma Kruskal dalam menentukan rute optimal antar destinasi wisata di wilayah Bojong, kabupaten Tegal dan diharapkan memberikan rekomendasi bagi pengelola destinasi wisata dalam merencanakan dan mengoptimalkan jalur perjalanan.

2. METODE

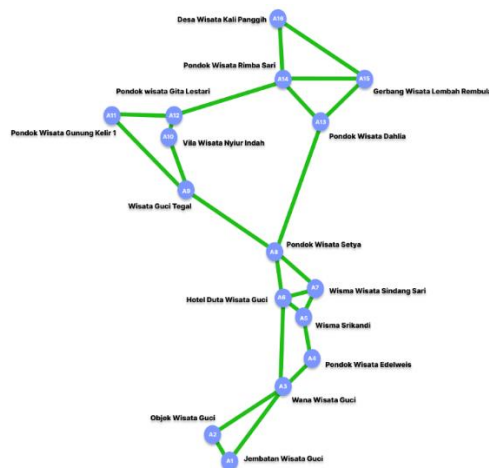
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian studi kasus. Metode penelitian studi kasus ini merupakan pendekatan yang mendalami suatu peristiwa atau fenomena dalam konteks tertentu. Dalam penelitian ini, focus kasus yang dikaju adalah penerapan algoritma kruskal dalam menentukan rute terpendek antar destinasi wisata di wilayah Bojong, kabupaten Tegal.

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data posisi wisata yang didapatkan dari tampilan satelit aplikasi Google Maps di sekitar wilayah Bojong, kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Pada tampilan satelit tersebut terdapat 16 titik yang terdiri dari beberapa koordinat titik map.



Gambar 1. Lokasi Wisata dari Maps.

Setelah mengidentifikasi setiap titik pada lokasi penelitian, langkah berikutnya adalah menerapkan algoritma kruskal dengan menampilkan semua kemungkinan jalur yang dapat menghubungkan setiap titik tersebut.



Gambar 2. Jalur Wisata

Berikut bobot nilai pada setiap garis yang terhubung antar titik agar dapat mengetahui rute mana yang paling terpendek dengan menggunakan algoritma kruskal. Bobotnya tersaji dalam satuan Meter (m).

Table 1 Titik dan bobot area

Titik	Sisi	Bobot
A1-A2	X1	23
A1-A3	X2	195
A2-A3	X3	184
A3-A4	X4	500
A3-A6	X5	400
A4-A5	X6	63
A5-A6	X7	47
A5-A7	X8	52
A6-A7	X9	39

A6-A8	X10	200
A7-A8	X11	100
A8-A9	X12	1600
A8-A13	X13	4700
A9-A10	X14	1700
A9-A11	X15	900
A10-A12	X16	150
A11-A12	X17	300
A12-A14	X18	3200
A13-A14	X19	1800
A13-A15	X20	1200
A14-A15	X21	1900
A14-A16	X22	2200
A15-A16	X23	2300

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, hasil dan pembahasan yang akan dilakukan adalah mengurutkan bobot setiap sisi yang menghubungkan titik-titik dalam graf, mulai dari yang terkecil hingga yang terbesar. Pengurutan ini sangat penting untuk mempermudah penerapan algoritma kruskal, yang digunakan untuk mencari Minimum Spanning Tree (MST). Dengan urutan bobot yang benar, algoritma kruskal dapat memilih sisi-sisi yang menghubungkan titik-titik dengan bobot terkecil, tanpa membentuk siklus, hingga menghasilkan pohon terhubung dengan biaya total minimal.

3.1. Mengurutkan Bobot

Saat ini, setiap sisi yang menghubungkan titik-titik dalam graf telah diberi bobot masing-masing. Langkah selanjutnya adalah mengurutkan bobot-bobot sisi tersebut, dimulai dari yang terkecil hingga terbesar. Proses ini memungkinkan untuk memulai algoritma kruskal, yang akan memilih sisi dengan bobot terkecil terlebih dahulu untuk membentuk Minimum Spanning Tree (MST). Bobotnya sendiri dalam satuan Meter (m), urutan bobotnya tersaji pada tabel berikut.

Table 2 Urutan Bobot

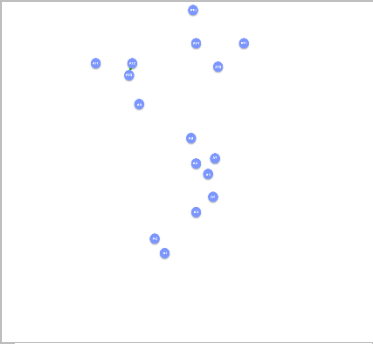
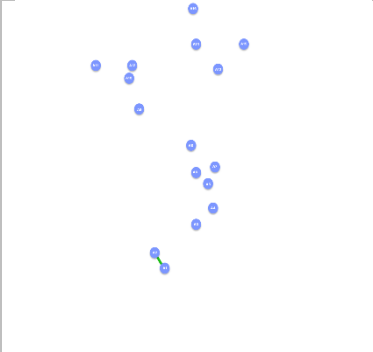
Titik	Sisi	Bobot
A1-A2	X1	23
A6-A7	X9	39
A5-A6	X7	47
A5-A7	X8	52
A4-A5	X6	63
A7-A8	X11	100
A10-A12	X16	150
A2-A3	X3	184
A1-A3	X2	195
A6-A8	X10	200
A11-A12	X17	300
A3-A6	X5	400
A3-A4	X4	500
A9-A11	X15	900
A13-A15	X20	1200

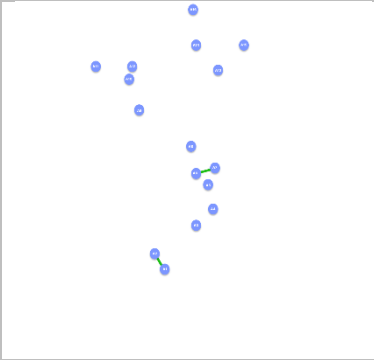
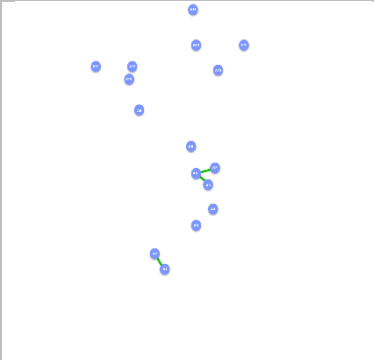
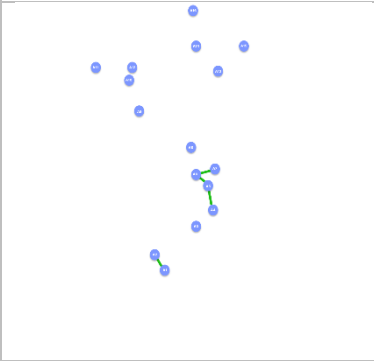
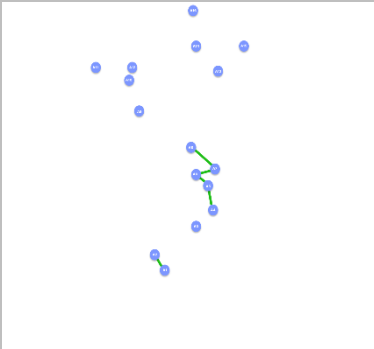
A8-A9	X12	1600
A9-A10	X14	1700
A13- A14	X19	1800
A14- A15	X21	1900
A14- A16	X22	2200
A15- A16	X23	2300
A12- A14	X18	3200
A8-A13	X13	4700

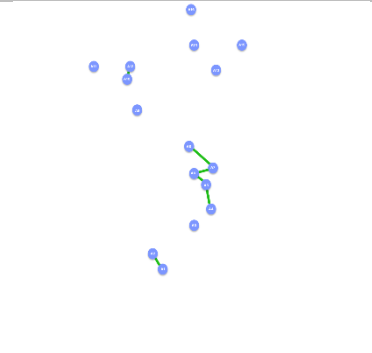
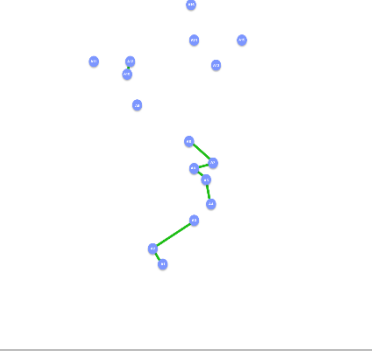
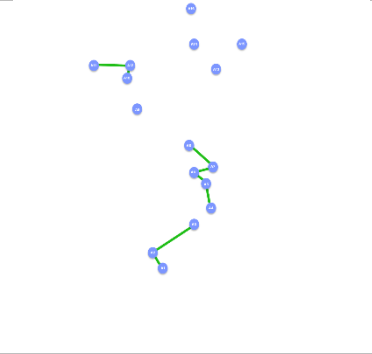
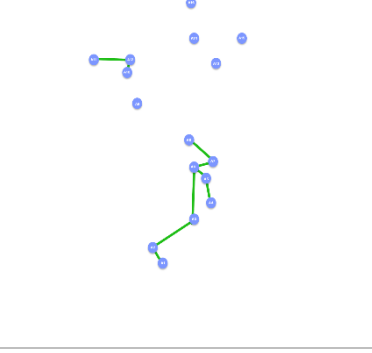
3.2. Perhitungan Minimum Spanning Tree

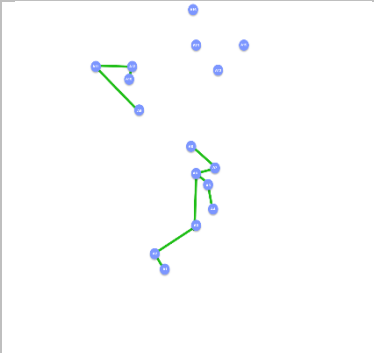
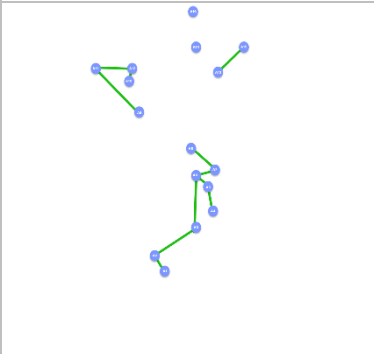
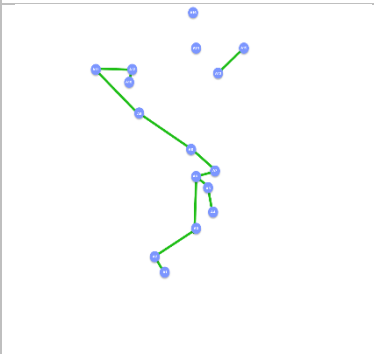
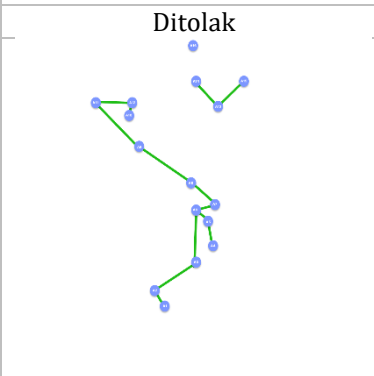
Setelah mendapatkan urutan bobot dari terkecil ke terbesar, rangkai minimum spanning tree mulai dari bobot yang paling kecil terlebih dahulu. Apabila pada suatu langkah rangkaian membentuk sirkuit, maka langkah tersebut akan ditolak dan dilanjutkan ke langkah berikutnya.

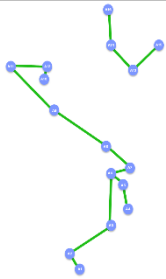
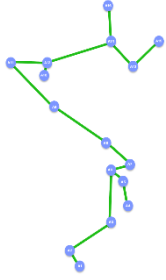
Table 3 Perhitungan MST

Langkah	Sisi	Bobot	Minimum Spanning Tree
0			
1	X1	23	

2	X9	39	
3	X7	47	
4	X8	52	Ditolak
5	X6	63	
6	X11	100	

7	X16	150	
8	X3	184	
9	X2	195	Ditolak
10	X10	200	Ditolak
11	X17	300	
12	X5	400	
13	X4	500	Ditolak

14	X15	900	
15	X20	1200	
16	X12	1600	
17	X14	1700	Ditolak
18	X19	1800	
19	X21	1900	Ditolak

20	X22	2200	
21	X23	2300	Ditolak
22	X18	3200	
23	X13	4700	Ditolak

Setelah semua titik sudah berhasil terhubung tanpa membentuk suatu sirkuit, hitunglah keseluruhan bobot yang tidak ditolak. $23 + 39 + 47 + 63 + 100 + 150 + 184 + 300 + 400 + 900 + 1200 + 1600 + 1800 + 2200 + 3200 = 12206$. Sebelum menghitung minimum spanning tree titik bobot keseluruhan adalah 21200 m. Dengan menggunakan Algoritma Kruskal, didapatkan hasil minimum spanning tree dengan bobot sebesar 12206 dalam satuan meter adalah 12206 m. yang kemudian kita bisa mengetahui selisihnya yaitu 8994 m.

4. KESIMPULAN

Penerapan algoritma Kruskal dalam optimalisasi rute antar destinasi wisata di wilayah Bojong, Kabupaten Tegal telah berhasil mencapai tujuan yang diharapkan. Melalui analisis 16 titik lokasi wisata dengan menggunakan Minimum Spanning Tree (MST), diperoleh rute optimal dengan total jarak 12.206 meter. Hasil ini membuktikan efektivitas algoritma Kruskal dalam menentukan rute terpendek yang menghubungkan seluruh destinasi wisata tanpa membentuk siklus. Temuan ini memberikan kontribusi praktis bagi pengelola wisata dalam merencanakan dan mengoptimalkan jalur perjalanan wisatawan, sekaligus membuka peluang untuk pengembangan sistem informasi pariwisata yang lebih terintegrasi di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak Politeknik Enjnering Indorama yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Serta saya ucapkan terima kasih kepada pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan pada penelitian ini. Tidak lupa, peneliti menyadari bahwa dalam penulisan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi Ejaan Bahasa Indonesia (EBI) maupun pemilihan kosakata. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala keterbatasan dan ketidaksempurnaan dalam penelitian ini. Peneliti berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang optimalisasi rute wisata. Kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian serupa di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Fadilla, "Pengembangan Sektor Pariwisata untuk Meningkatkan Pendapatan Daerah di Indonesia," *Benefit J. Bussiness, Econ. Financ.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–43, 2024, doi: 10.37985/benefit.v2i1.375.
- [2] M. M. Manik and C. Sormin, "Optimasi Jaringan Pipa PDAM Tirta Sanjung Buana Di Perumahan Salasah Indah Menggunakan Algoritma Kruskal," vol. 9, no. December, pp. 249–257, 2024.
- [3] D. Rahmadi, "Penerapan Minimum Spanning Tree dalam Menentukan Rute Terpendek pada Wisata di Kota Wonogiri," vol. 3, no. 2, pp. 31–39, 2024.
- [4] Q. A. Ar Ruhimat, S. Slamini, and A. Malinda, "Efektivitas Algoritma Kruskal dalam Mengoptimalkan Jalur Terpendek pada Jaringan Intranet," *JSN J. Sains Nat.*, vol. 2, no. 3, pp. 59–67, 2024, doi: 10.35746/jsn.v2i3.546.
- [5] T. Nudiyanto and E. Susanti, "Efisiensi Penggunaan Matriks In-Degree Untuk Mengkonstruksi Spanning-Tree pada Graf Berarah," *J. Edukasi dan Sains Mat.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–15, 2019.
- [6] K. Kodirun, "Perbandingan Algoritma Prim Dan Kruskal Dalam Menentukan Pohon Rentang Minimum," *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, 2009, [Online]. Available: <https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/JIMT/article/view/22%0Ahttps://bestjournal.untad.ac.id/index.php/JIMT/article/download/22/16>
- [7] F. Annisa and F. Muliani, "Penerapan Algoritma Kruskal Dalam Sisrem Jaringan Listrik Di Kecamatan Langsa Baro," *Ganna-pi*, vol. 01, no. 01, pp. 2010–2012, 2019.
- [8] S. Rizki, "Penerapan Teori Graf Untuk Menyelesaikan Masalah Minimum Spanning Tree (Mst) Menggunakan Algoritma Kruskal," *AKSIOMA J. Math. Educ.*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.24127/ajpm.v1i2.68.
- [9] F. Ramadhan, H. Soeprianto, M. Turmuzi, and A. Amrullah, "Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terpendek dan Biaya Minimum Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Barat," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 8, no. 3, pp. 1509–1521, 2023, doi: 10.29303/jipp.v8i3.1512.
- [10] A. Z. Wattimena and S. Lawalatta, "Aplikasi Algoritma Kruskal Dalam Pengotimalan Panjang Pipa," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 13–18, 2013, doi: 10.30598/barekengvol7iss2pp13-18.