

Pohon Merentang Minimum pada Prioritas Pemeliharaan Jalan-jalan Rusak di Kabupaten Karawang

Rikayanti^{1*}, Nahdiatul Latifa²

Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Singaperbangsa Karawang

Email korespondensi*: rika.yanti@fkip.unsika.ac.id

Abstrak

Pohon merentang minimum merupakan salah satu topik pada teori graf yang dapat digunakan untuk masalah optimasi. Studi ini menggunakan sampel yang diambil dari google maps dan analisa deteksi kebutuhan pemeliharaan jalan. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan perangkat lunak graph.ru.online dan Algoritma Kruskal serta Algoritma Prim. Hasil penelitian menghasilkan suatu pohon merentang minimum dari representasi graf kecamatan-kecamatan di kabupaten Karawang. Panjang jalan minimum untuk prioritas perbaikan jalan sepanjang 251 km.

Kata kunci: pohon merentang minimum, Algoritma Kruskal, Algoritma Prim.

Abstract

The minimum spanning tree is one of the topics in graph theory that can be used for optimization problems. This study uses a sample taken from Google Maps and analyzes road maintenance needs detection. The data obtained was processed using graph.ru.online software and Kruskal's Algorithm as well as Prim's Algorithm. The research results in a minimum spanning tree of the graph representation of sub-districts in Karawang Regency. The minimum road length for road repair priority is 251 km.

Keywords: minimum spanning tree; Kruskall Algorithm; Prim Algorithm.

Sejarah artikel

Diterima: 03-10-2025

Direvisi: 26-11-2025

Dipublikasikan: 10-12-2025

Article history

Received: 03-10-2025

Revised: 26-11-2025

Published: 10-12-2025

A. Pendahuluan

Permasalahan yang bertujuan meminimalkan bobot seringkali dapat diselesaikan dengan pohon merentang minimum yang merupakan topik dari teori graf. Graf G adalah tripel terurut $(V(G), E(G), \alpha_G)$ yang terdiri dari himpunan titik tak kosong $V(G)$, himpunan sisi $E(G)$, yang terpisah dari $V(G)$, dan fungsi insiden α_G yang mengaitkan setiap sisi G dengan pasangan tak terurut dari titik-titik G (yang tidak harus berbeda). Jika e adalah sisi dan u dan v adalah simpul sedemikian rupa sehingga $\alpha_G(e) = uv$, maka e dikatakan menghubungkan u dan v ; titik u dan v disebut ujung-ujung e (Bondy & Murty, 1976). Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek ke dalam titik dan sisi. Dalam hal ini, titik bisa mewakili objek-objek seperti wilayah, toko, server, nama orang, dan lainnya sedangkan sisi mewakili hubungan antara titik-titik tersebut.





Pada topik yang berkaitan dengan optimasi seperti meminimumkan jarak, sisi-sisi pada graf diberikan nilai yang biasa disebut dengan bobot, sehingga terbentuklah graf berbobot.

Bobot minimal dari sebuah jalur yang menghubungkan semua titik pada suatu jaringan dapat ditentukan secara efektif dengan menggunakan pohon merentang minimum. Beberapa definisi terkait dengan pohon merentang minimum dijelaskan oleh (Bondy & Murty, 1976). Subgraf rentang dari suatu graf G adalah subgraf yang diperoleh hanya dengan penghapusan sisi, dengan kata lain, subgraf yang himpunan simpulnya adalah seluruh himpunan simpul G . Sedangkan pohon merentang adalah subgraf yang merupakan subpohon dari suatu graf berupa subgraf rentang.

Metode yang seringkali digunakan dalam menentukan pohon merentang minimum diantaranya adalah Algoritma Kruskal dan Algoritma Prim. Algoritma Kruskal ditemukan pada tahun 1956 oleh seorang ilmuwan matematika, statistika, komputer dan psikometrika Joseph yaitu Bernard Kruskal, Jr yang berasal dari Amerika. Dasar pembentukan Algoritma Kruskal berasar dari analogi growing forest yakni membentuk pohon merentang minimum T dari graf G dengan mengambil sisi pada G satu persatu dan menambahkannya pada pohon yang sudah terbentuk sebelumnya sehingga seiring dengan iterasi pada setiap sisi maka forest akan memiliki pohon yang semakin sedikit (Situmorang & Mansyur, 2023). Studi terkait dengan penerapan Algoritma Kruskal diantaranya diterapkan pada optimalisasi jalur terpendek dalam jaringan internet (Ruhimat et al., 2024). Variasi lainnya terkait kajian yang memanfaatkan Algoritma Kruskal berikutnya adalah jalur terpendek pada distribusi air artesis (Wulandari & Arifin, 2018).

Beberapa kajian ilmiah yang menggunakan konsep pohon merentang minimum di antaranya implementasi untuk meminimumkan biaya pemeliharaan jalan di Kota Makassar (Djafar & Ibrahim, 2017). Penelitian lainnya adalah penentuan rute terpendek dengan membentuk pohon merentang minimum yang menghasilkan waktu tempuh terpendek dari sembilan pusat perbelanjaan adalah 81 menit dengan jarak tempuh yaitu 31.5 km di Kota Surabaya (Amalia dkk., 2024). Studi lainnya yang relevan dan analog meliputi hasil kajian dari seputar penentuan lintasan minimum (Fatimah & Sam, 2020) dan (Ramadhan et al., 2023), terdapat juga penelitian yang menerapkan konsep pohon merentang pada jaringan pipa perusahaan PDAM Tirta Lamongan (Mualimah & Fanani, 2020) dan (Wattimena & Lawalatta, 2013). Beberapa kajian-kajian tersebut memanfaatkan aplikasi dari Algoritma Kruskal, Prim, serta Brute Force dalam menyusun pohon merentang minimum.

Kajian-kajian yang telah dilakukan terdahulu menunjukkan bahwa pohon merentang minimum dapat disusun dengan menggunakan beberapa algoritma yang telah disebutkan. Metode ini dinilai cukup efektif dan efisien dalam menentukan bobot minimum pada suatu jaringan. Sejalan dengan penelitian tersebut, studi ini menerapkan metode yang analog pada objek dan permasalahan yang berbeda. Pada kasus ini, tujuan utama dari penelitian ini adalah menentukan pohon merentang minimum dari beberapa kecamatan di Kabupaten Karawang. Hasil utamanya adalah bobot minimum yang menunjukkan prioritas panjang jalan yang akan diperbaiki di Kabupaten Karawang.

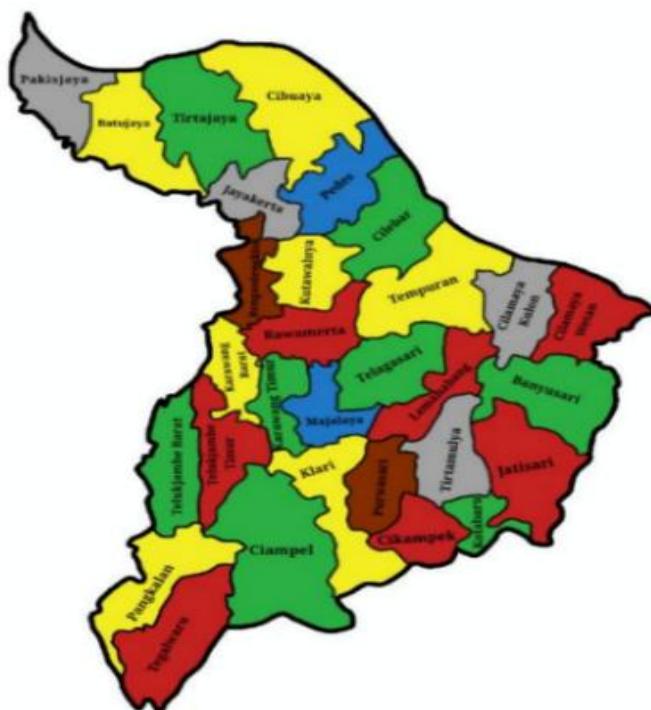
B. Metode Penelitian

Garis besar penelitian ini terbagi ke dalam tiga tahapan utama yakni; tahap pengumpulan data dan informasi penunjang, dilanjutkan tahap pengolahan dan penganalisaan data, dan terakhir proses menyimpulkan hasil pengolahan dan analisis data. Data utama yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari google maps dan observasi lapangan. Daerah yang menjadi sumber data utama adalah beberapa kecamatan di Kabupaten Karawang yakni titik-titik penghubung jalan Kecamatan Karawang Timur, Karawang Barat, Teluk Jambe Timur, dan Teluk Jambe Barat. Jalan utama yang menghubungkan wilayah tersebut dianalisa dan dibuat matriks ketetanggaan.

Data yang diperoleh direpresentasikan ke dalam graf dan matriks ketetanggaan untuk kemudian dianalisa dengan menggunakan Algoritma Kruskal dan Algoritma Prim. Proses kontruksi pohon merentang minimum dengan Algoritma tersebut berbantuan aplikasi graph.ru.online. Pohon merentang minimum sebagai hasil utama dijadikan salah satu alternatif dalam skala prioritas perbaikan jalan.

C. Hasil dan Pembahasan

Secara umum hasil utama dari studi ini adalah pohon merentang minimum yang menggambarkan panjang jalan sebagai skala prioritas dalam perbaikan jalan. Berikut ini gambaran sebaran Kecamatan di Kabupaten Karawang untuk memetakan jalan-jalan penghubungnya.

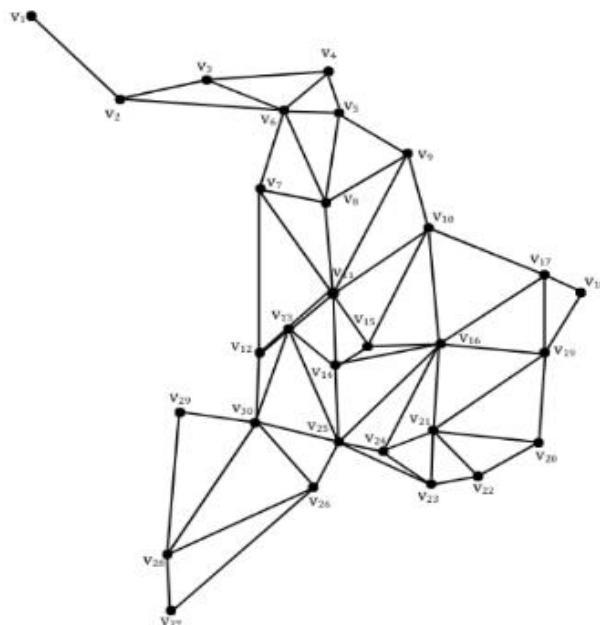


Gambar 1. Peta Kabupaten Karawang yang Memuat Seluruh Kecamatan

Tabel 1. Panjang Jalan Penghubung antar Kecamatan

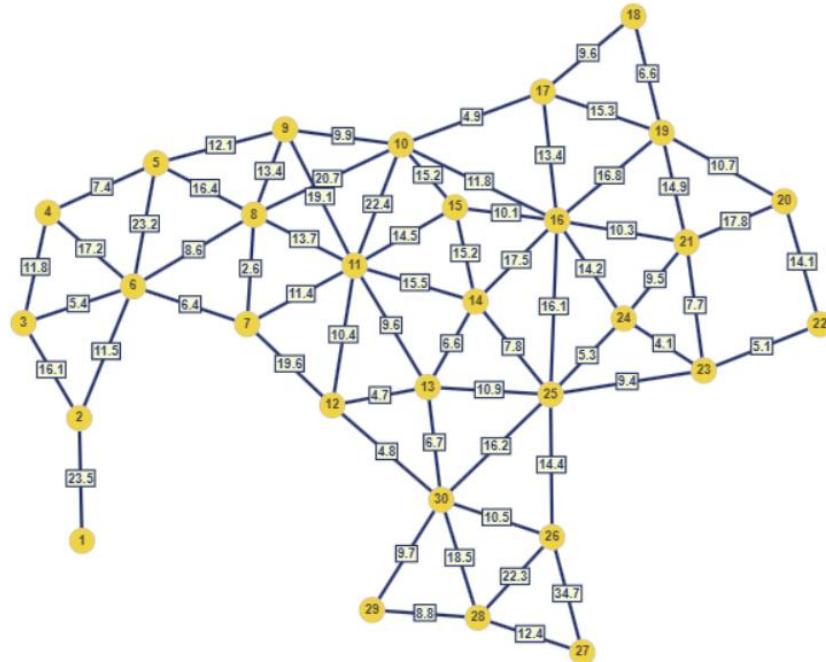
No	Kecamatan	Label Titik	Titik Tetangga	No	Kecamatan	Label Titik	Titik Tetangga
1	Pakisjaya	v_1	v_2	16	Lemahabang	v_{16}	$v_{10}, v_{14}, v_{15}, v_{17}, v_{19}, v_{21}, v_{24}, v_{25}$
2	Batujaya	v_2	v_3, v_6	17	Cilamayan Kulon	v_{17}	$v_{10}, v_{16}, v_{18}, v_{19}$
3	Tirtajaya	v_3	v_2, v_4, v_6	18	Cilamaya Wetan	v_{18}	v_{17}, v_{19}
4	Cibuaya	v_4	v_3, v_5, v_6	19	Banyusari	v_{19}	$v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{20}, v_{21}$
5	Pedes	v_5	v_4, v_6, v_8, v_9	20	Jatisari	v_{20}	v_{19}, v_{21}, v_{22}
6	Jayakerta	v_6	$v_2, v_3, v_4, v_5, v_7, v_8$	21	Tirtamulya	v_{21}	$v_{16}, v_{19}, v_{20}, v_{22}, v_{23}, v_{24}$
7	Rengasdengklok	v_7	v_6, v_8, v_{11}, v_{12}	22	Kotabaru	v_{22}	v_{20}, v_{21}, v_{23}
8	Kutawaluya	v_8	$v_5, v_6, v_7, v_9, v_{10}, v_{11}$	23	Cikampek	v_{23}	$v_{21}, v_{22}, v_{24}, v_{25}$
9	Cilebar	v_9	v_5, v_8, v_{10}, v_{11}	24	Purwasari	v_{24}	$v_{16}, v_{21}, v_{23}, v_{25}$
10	Tempuran	v_{10}	$v_9, v_{11}, v_{15}, v_{16}, v_{17}$	25	Klari	v_{25}	$v_{13}, v_{14}, v_{16}, v_{23}, v_{24}, v_{26}, v_{30}$
11	Rawamerta	v_{11}	$v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}$	26	Ciampel	v_{26}	$v_{25}, v_{27}, v_{28}, v_{30}$
12	Karawang Barat	v_{12}	$v_7, v_{11}, v_{13}, v_{30}$	27	Tegalwaru	v_{27}	v_{26}, v_{28}
13	Karawang Timur	v_{13}	$v_{11}, v_{12}, v_{14}, v_{25}, v_{30}$	28	Pangkalan	v_{28}	$v_{26}, v_{27}, v_{29}, v_{30}$
14	Majalaya	v_{14}	$v_{11}, v_{13}, v_{15}, v_{16}, v_{25}$	29	Telukjambe Barat	v_{29}	v_{28}, v_{30}
15	Talagasari	v_{15}	$v_{10}, v_{11}, v_{14}, v_{16}$	30	Telukjambe Timur	v_{30}	$v_{12}, v_{13}, v_{25}, v_{26}, v_{28}, v_{29}$

Adapun representasi graf dari sebaran wilayah kecamatan-kecamatan di Kabupaten Karawang dapat dilihat pada Gambar 2.



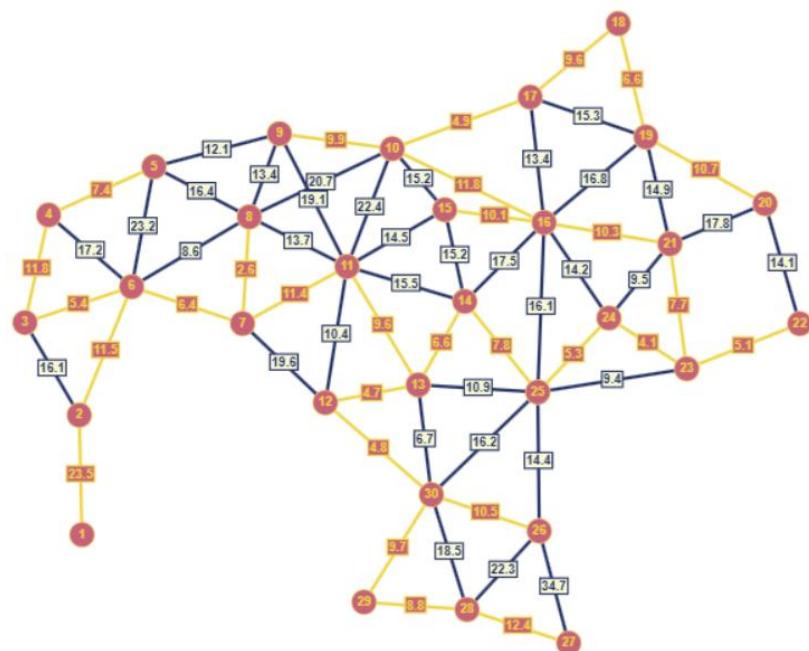
Gambar 2. Representasi Graf Sebaran Kecamatan di Kabupaten Karawang

Data-data jarak yang telah diperoleh dari google maps direpresentasikan ke dalam matriks ketetanggan dan matriks jarak sehingga diperoleh graf berikut ini.



Gambar 3. Graf Berbobot Sebaran Kecamatan di Karawang

Dengan berbantuan graph.ru.online diperoleh pohon merentang minimum sepanjang 251 km seperti terlihat pada Gambar 4 yakni garis-garis dengan warna kuning dan titik berwarna merah.



Gambar 4. Pohon Merentang Minimum



D. Simpulan

Hasil utama dari studi ini memperlihatkan hasil komputasi dari representasi graf yang diperoleh dengan mengkonstruksi pohon merentang minimum. Nilai yang diperoleh sebesar 251 km yang menunjukkan panjang jalan yang menghubungkan titik-titik yang bertetangga dalam hal ini kecamatan yang saling bertetangga. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa panjang jalan yang memerlukan perawatan rutin sepanjang 251 km (paling minimum) tentunya dengan memperhatikan kondisi ruas jalan yang ditinjau dari kualitas kerusakannya. Kualitas kerusakan menjadi landasan dalam melakukan perbaikan ruas jalan yang bekerja sama dengan dinas-dinas terkait.

E. Daftar Pustaka

- Amalia, N. T., Novianti, F., & Yasmin, Y. R. A. (2024). Minimum Spanning Tree Rute Shopping Mall Di Surabaya Menggunakan Algoritma Prim. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika.*, 11(1).
- Bondy, J. A., & Murty, U. S. R. (1976). *Graph theory with applications*. Macmillan.
- Djafar, I., & Ibrahim, A. (2017). Implementasi Pohon Merentang Minimum Dalam Menentukan Prioritas Pemeliharaan Jalur Jalan Kota Dengan Biaya Minimal. *Jurnal Digital of Information Technology*, 1(2).
- Fatimah, F., & Sam, M. (2020). Aplikasi Algoritma Semut Dalam Menentukan Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree) Terhadap Lintasan yang Mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo. *Infinity: Jurnal Matematika Dan Aplikasinya.*, 1(1), 1–7.
- Mualimah, A., & Fanani, A. (2020). Penggunaan Algoritma Kruskal Dalam Jaringan Pipa Pendistribusian Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Lamongan. *Jurnal Algebra.*, 1(2), 150-156.
- Ramadhan, F., Soeprianto, H., Turmuzi, M., & Amrullah, A. (2023). Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terpendek dan Biaya Minimum Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(3), 1509–1521.
- Ruhimat, Q. A. Y. A., Slamin, S., & Malinda, A. (2024). Efektivitas Algoritma Kruskal dalam Mengoptimalkan Jalur Terpendek pada Jaringan Intranet. *Jurnal Sains Natural*, 2(3), 59–67.
- Situmorang, Y. M., & Mansyur, A. (2023). Pengoptimalan Jaringan Pipa Primer PDAM Tirtanadi Cabang Tuasan Dengan Menggunakan Algoritma Kruskal. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 221–237.
- Wattimena, A. Z., & Lawalatta, S. (2013). Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pengotimalan Panjang Pipa. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 7(2), 13–18.
- Wulandari, D. A. R., & Arifin, F. N. (2018). Penentuan Rute Terpendek Jalur Distribusi Air Artesis Menggunakan Kruskal. *Jurnal Sains Komputer Dan Informatika (J-SAKTI)*, 2(2), 121–129.