

IMPLEMENTASI GRAF HAMILTON PADA *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* DARI KANTOR WALIKOTA KE SETIAP KANTOR KECAMATAN DI KOTA SALATIGA

Maulana Iqbal¹, Antika Damayanti², Nishfi Tadzkhirotul Maulani³, Nur Latifah Paramitha Wardhani⁴, Muhammad Gani Rohman⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Program Studi Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Universitas Islam Negeri Salatiga

Email penulis pertama: iqbaldudoy@gmail.com

Article Info

Article history:

Received Jul 16, 2024

Revised Aug 20, 2024

Accepted Aug 26, 2024

Kata Kunci:

Graf, Hamilton, TSP

Keywords:

Graph, Hamilton, TSP

Abstrak

Walikota merupakan seorang pemimpin kepada daerah yang menjabat di daerah kota madya Kota Salatiga merupakan salah satu kota madya yang terdapat di Provinsi Jawa Tengah. Salah satu tugas dari Walikota yaitu dapat memantau berjalannya kegiatan yang dilaksanakan pada daerah pimpinannya, termasuk mengawasi kegiatan yang diadakan di setiap kecamatan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan graf Hamilton untuk dapat memperoleh *travelling salesman problem* atau rute terpendek untuk permasalahan Walikota dalam menjalankan tugasnya. Dengan menggunakan metode studi kasus dilengkapi dengan pembuatan graf. Diperoleh hasil penelitian bahwa ditemukan rute terpendek sejauh 20,7 km yang dimulai dari kantor Walikota Salatiga melalui kantor Kecamatan Sidorejo, kantor kecamatan Tingkir, ke kantor Kecamatan Argomulyo dan kantor Kecamatan Sidomukti kemudian kembali ke kantor Walikota Salatiga.

The mayor is a regional leader who holds office in the municipality. Salatiga City is one of the municipalities in Central Java Province. One of the duties of the Mayor is to monitor the progress of activities carried out in the area of his leadership, including supervising activities held in each sub-district. In this research, the author uses the Hamilton graph to obtain the traveling salesman problem or the shortest route for the Mayor is problems in carrying out his duties. By using the case study method complemented by making graphs. The research results showed that the shortest route was found to be 20.7 km, starting from the Salatiga Mayor's office via the Sidorejo District office, the Tingkir sub-district office, to the Argomulyo District office and the Sidomukti District office then back to the Salatiga Mayor's office.

Copyright © 2024 STKIP Paracendekia NW Sumbawa.
All rights reserved.

✉ Corresponding author:

Email Address: iqbaldudoy@gmail.com

PENDAHULUAN

Kota Salatiga adalah salah satu kota yang terletak di Provinsi Jawa Tengah. Mulanya kota Salatiga memiliki satu Kecamatan, yaitu Kecamatan Salatiga. Namun, dengan bertambahnya jumlah

penduduk maka diperlukan pemekaran wilayah agar Walikota dapat mempermudah dalam mengkoordinasi kegiatan yang ada di suatu daerah. Oleh karenanya, secara administratif Kota Salatiga terdiri dari empat Kecamatan. Kecamatan tersebut meliputi Kecamatan Argomulyo, Kecamatan Sidomukti, Kecamatan Tingkir, dan Kecamatan Sidoharjo. Dimana Kantor Walikota Salatiga terletak di pusat kota dan berfungsi sebagai titik awal dan akhir dari rute yang direncanakan.

Lintasan terpendek menggambarkan suatu masalah kombinatorial yang mendasar dan sering muncul di berbagai bidang ilmu misalnya aplikasi jaringan jalan, transportasi dan aplikasi lainnya. Menentukan lintasan terpendek berarti menentukan lintasan dengan jarak paling minimum yang dibutuhkan dari tempat asal untuk sampai ke tempat tujuan.

Mencari rute yang memiliki jarak optimal (terpendek) dalam mengunjungi setiap Kecamatan tepat sekali dan kembali ke kantor walikota yang menjadi awal dari perjalanan dikenal dengan nama *Travelling Salesman Problem (TSP)*. *Travelling Salesman Problem (TSP)* adalah suatu masalah mengenai pengaturan objek untuk melaksanakan tugas, dengan tujuan meminimalkan biaya, waktu, jarak, ataupun memaksimalkan keuntungan (Bangun et al., 2015). *Travelling Salesman Problem (TSP)* selalu terkait dengan persoalan lintasan terpendek. Persoalan ini cukup populer dan dapat diselesaikan dengan berbagai pendekatan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah dengan metode graf hamilton. Dalam teori graf, graf yang menggunakan semua titik dan kembali ke titik semula dikenal dengan graf hamilton.

Pada persoalan TSP ini, jika setiap simpul terhubung ke simpul yang lain, maka graf yang menggambarkannya adalah graf lengkap berbobot. Pada sembarang graf lengkap dengan n buah simpul ($n > 2$), jumlah dari graf hamilton yang berbeda adalah $\left(\frac{(n-1)!}{2}\right)$. Rumus ini diperoleh dari pernyataan bahwa dari sembarang simpul dipunyai $n - 1$ buah sisi untuk dipilih menjadi simpul pertama, $n - 2$ sisi menjadi simpul kedua, $n - 3$ menjadi simpul ketiga, dan seterusnya. Ini adalah pilihan yang independen, sehingga diperoleh $(n - 1)!$ pilihan. Jumlah itu harus dibagi dengan 2, karena tiap graf Hamilton terhitung dua kali, sehingga semuanya ada $\left(\frac{(n-1)!}{2}\right)$ buah graf hamilton (Amozhita et al., 2019).

Menurut Rosen dan Krithivasan, graf merupakan struktur diskrit yang terdiri dari beberapa simpul dan sisi yang saling menghubungkan dengan simpul-simpul tersebut (Aziz, 2021). Contoh penggunaan graf seperti penggambaran struktur organisasi, arus lalu lintas, peta, sistem penjualan dan sebagainya. Berdasarkan orientasi arah pada sisi maka graf dapat dibedakan mejadi dua jenis yaitu graf berarah dan graf tidak berarah. Simpul pada graf berarah dihubungkan dengan sisi yang memiliki orientasi arah (Dey et al., 2018). Dimana graf berarah (u, v) berbeda dengan graf berarah (v, u) . Sedangkan pada graf tidak berarah, sisi yang menghubungkan antar simpul tidak memiliki orientasi arah, sehingga urutan pasangan simpul tersebut dapat diabaikan (Noviriandini & Safitri, 2017).

Salah satu alasan teori graf menarik perhatian adalah karena modelnya memiliki banyak aplikasi. Salah satunya adalah TSP (*Travelling Salesman Problem*), yang menyelesaikan masalah dengan menggunakan graf Hamilton. Sebuah graf disebut sebagai graf semi-Hamilton jika suatu graf hanya memuat lintasan Hamilton, sedangkan jika semua titik pada graf dimuat oleh graf tersebut maka disebut sebagai graf Hamilton (Rizkyawan et al., 2021). Menurut Budayasa misalkan G sebuah graf, maka graf G disebut sebagai graf Hamilton, sedangkan jika G memiliki suatu graf yang melewati semua titik pada graf tepat satu kali, kecuali titik awal dan titik akhir yang dilewati dua kali graf tersebut merupakan graf Hamilton (Al Amin & Juniati, 2021).

Dengan menerapkan pendekatan dengan metode graf hamilton diharapkan dapat memberikan

rute perjalanan yang optimal dalam mengunjungi empat kantor Kecamatan di Kota Salatiga. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan cara menentukan graf hamilton yang memiliki bobot paling kecil. Dengan rute yang optimal ini, tentu dapat mengurangi ongkos dan juga menghemat waktu transportasi dalam rangka untuk memantau kegiatan yang dilakukan di setiap Kecamatan yang ada di Salatiga.

METODE

Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini ialah pendekatan kuantitatif deskriptif. Menurut Achmadi dan Narbuko, penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dapat menjelaskan solusi berbasis data mengenai persoalan terkini dengan cara menyajikan, menganalisis, dan menafsirkannya (Inayah et al., 2023). Pada penelitian ini penulis menggunakan studi kasus sebagai jenis penelitiannya. Graf Hamilton akan diimplementasikan untuk mencari rute terpendek dari kantor walikota ke setiap kantor Kecamatan di Salatiga. Data yang digunakan meliputi peta jalan dimana data tersebut akan dikumpulkan melalui observasi.

Pada penelitian yang dilakukan di Kantor Walikota hingga Kantor Kecamatan di Kota Salatiga dibuat dengan menggunakan konsep dari teori graf hamilton agar dapat diperoleh lintasan terpendeknya. Kemudian para peneliti akan menentukan pula jarak dari Kantor Walikota ke Kantor Kecamatan di kota Salatiga yang akan digambarkan sebagai simpul dengan berbantuan pada panduan *google maps*. *Google maps* merupakan salah satu *platform* yang disediakan oleh *google* dan sangat umum digunakan. *Google maps* dapat digunakan untuk melihat suatu peta wilayah yang ingin diketahui Lokasi daerahnya. Dapat disimpulkan bahwa *google maps* ialah salah satu *platform* yang disediakan oleh *google* untuk dapat melihat peta wilayah suatu daerah yang ingin diketahui lokasinya (Ariyanti et al., 2015).

Pada *google maps* ditampilkan lintang dan bujur untuk menggambarkan sistem koordinat secara geografis yang dimanfaatkan untuk menunjukan suatu titik di bumi (Setiawan et al., 2021). Jarak antara dua titik kordinat digambarkan sebagai bobot sisi di dalam graf pada penelitian ini. Selanjutnya akan dibuat graf terhubung dengan menghubungkan setiap simpul sesuai dengan rute yang dapat dilalui oleh mobil. Setelah dapat membuat graf terhubung tadi, lalu dapat ditambahkan bobot pada setiap sisi yang menghubungkan simpul sesuai dengan jarak yang tertera pada *google maps*. Untuk dapat mencari rute terpendeknya dengan graf hamilton akan dibuat dengan metode gambar dan graf yang mewakili tiap-tiap simpulnya beserta jaraknya.

Data peta jalan akan diolah menggunakan graf hamilton. Graf Hamilton akan mencari rute terpendek dari Kantor Walikota ke setiap Kantor Kecamatan di Kota Salatiga dengan mempertimbangkan jarak. Hasil analisis data akan disajikan dalam beberapa graf yang memungkinkan, karena dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Roy dkk, ditemukan bahwa graf dengan model K_5 yang mana merepresentasikan titik internal yang tidak memiliki graf unik hamilton, sehingga diperlukan penjabaran terhadap beberapa bentuk graf hamilton yang memungkinkan untuk mencari jarak terpendek (Makalew et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini terdapat lima simpul (*vertex*) yang menggambarkan titik internal, sedangkan untuk jarak antar tiap titik dianggap sebagai sisi (*edge*). Berikut akan ditunjukkan daftar titik internal dalam tabel berikut.

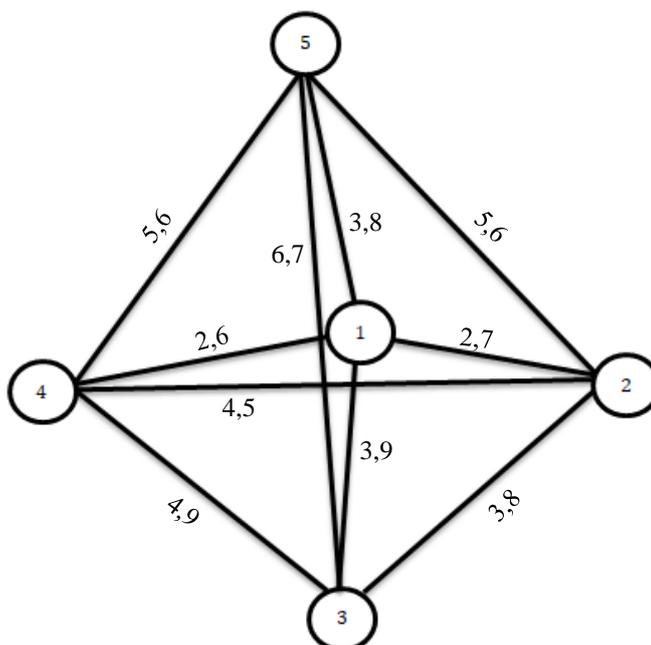
Tabel 1. Daftar Titik Internal

Simpul	Keterangan
1	Kantor Walikota Salatiga
2	Kantor Kecamatan Tingkir
3	Kantor Kecamatan Argomulyo
4	Kantor Kecamatan Sidomukti
5	Kantor Kecamatan Sidorejo

Tabel 2. Data Jarak Antar Simpul

No	Simpul	Jarak (km)
1	1-2	2,7
2	1-3	3,9
3	1-4	2,6
4	1-5	3,8
5	2-3	3,8
6	2-4	4,5
7	2-5	5,6
8	3-4	4,9
9	3-5	6,7
10	4-5	5,6

Setelah ditentukan simpul yang dijadikan sebagai acuan dalam menyelesaikan permasalahan, akan digambarkan grafnya yang mana juga merupakan graf lengkap berbobot $n = 5$. Selanjutnya dengan TSP akan dicari jumlah graf Hamilton yang akan terbentuk (1).



Gambar 1. Graf Titik Internal

$$\binom{(n-1)!}{2} = \frac{(5-1)!}{2} = \frac{4!}{2} = 12 \quad (1)$$

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis data, diperoleh 12 rute yang berbeda dan membentuk graf Hamilton. Berikut penulis tampilkan tabel hasil analisis data.

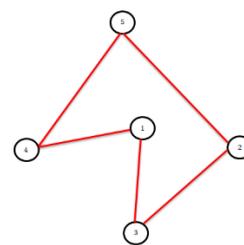
Tabel 3. Jarak Rute dari Kantor Walikota ke Setiap Kantor Kecamatan

No	Rute	Jarak (km)	Graf
1	1,2,3,4,5,1	20,8	
2	1,3,4,5,2,1	22,7	

Gambar 2. Rute 1

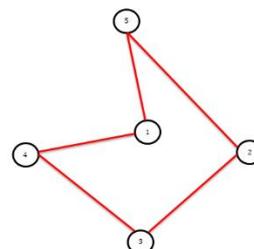
Gambar 3. Rute 2

3 1,4,5,2,3,1 21,5



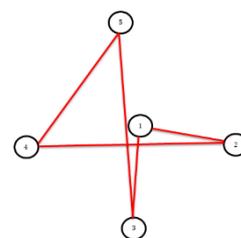
Gambar 4. Rute 3

4 1,5,2,3,4,1 20,7



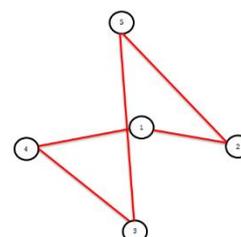
Gambar 5. Rute 4

5 1,2,4,5,3,1 23,4



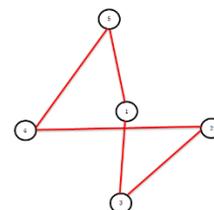
Gambar 6. Rute 5

6 1,2,5,3,4,1 22,5



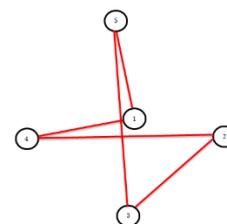
Gambar 7. Rute 6

7 1,3,2,4,5,1 21,6



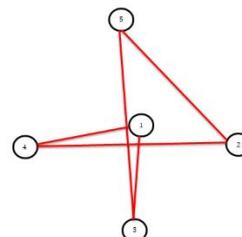
Gambar 8. Rute 7

8 1,4,2,3,5,1 21,4



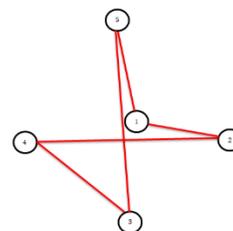
Gambar 9. Rute 8

9 1,4,2,5,3,1 23,3



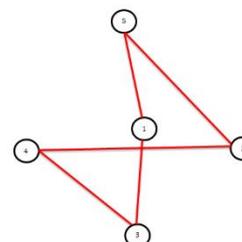
Gambar 10. Rute 9

10 1,5,3,4,2,1 22,6



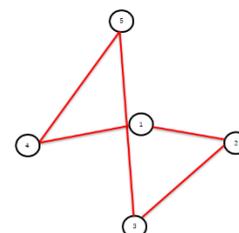
Gambar 11. Rute 10

11 1,5,2,4,3,1 22,7



Gambar 12. Rute 11

12 1,2,3,5,4,1 21,4



Gambar 13. Rute 12

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, dengan mengaplikasikan graf Hamilton didapatkan rute terpendek dari kantor Walikota Salatiga melalui setiap kantor Kecamatan dan kembali ke kantor Walikota Salatiga, pada rute 4 yaitu yang dimulai dari kantor Walikota, melewati kantor Kecamatan Sidorejo kemudian kantor Kecamatan Tingkir, kantor Kecamatan Argomulyo dan kantor Kecamatan Sidomukti lalu kembali ke kantor Walikota Salatiga. Dengan melewati rute ini, hanya diperlukan jarak tempuh 20,7 km. tentunya dengan adanya temuan ini dapat mempersingkat jarak tempuh seorang walikota dalam memantau berjalannya kegiatan yang diselenggarakan di setiap Kecamatan.

REFERENSI

- Al Amin, M., & Juniati, D. (2021). Math Unesa. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(2), 437–446. <https://media.neliti.com/media/publications/249234-model-infeksi-hiv-dengan-pengaruh-percob-b7e3cd43.pdf>
- Amozhita, K. K., Suyitno, A., & Mashuri. (2019). Menyelesaikan Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Metode Dua Sisi Optimal pada PT. Es Malindo Boyolali. *Unnes Journal of Mathematics*, 8(1), 20–29. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm/article/view/14620>
- Ariyanti, R., Khairil, K., & Kanedi, I. (2015). Pemanfaatan Google Maps Api Pada Sistem Informasi Geografis Direktori Perguruan Tinggi Di Kota Bengkulu. *Jurnal Media Infotama*, 11(2), 119–129.
- Aziz, T. A. (2021). Eksplorasi Justifikasi dan Rasionalisasi Mahasiswa dalam Konsep Teori Graf. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 06(02), 40–54. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr>
- Bangun, P. B., Octarina, S., & Purba, B. V. (2015). Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Metode Brach And Bound (Aplikasi Permasalahan Pengangkutan Barang Kantor Pos Palembang). *Prosiding Semirata*, 399–408.
- Dey, A., Pradhan, R., Pal, A., & Pal, T. (2018). A genetic algorithm for solving fuzzy shortest path problems with interval type-2 fuzzy arc lengths. *Malaysian Journal of Computer Science*, 31(4), 255–270. <https://doi.org/10.22452/mjcs.vol31no4.2>
- Inayah, A. M., Resti, N. C., & Ilmiyah, N. F. (2023). Analisa Perbandingan Algoritma Floyd-Warshall dan Algoritma Dijkstra Untuk Penentuan Rute Terdekat. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 4(2), 146–155.
- Makalew, R. A. M., Montolalu, C. E. J. C., & Mananohas, M. L. (2021). Lintasan Hamiltonian pada Graf 4-Connected. *D’CARTESIAN*, 9(2), 181. <https://doi.org/10.35799/dc.9.2.2020.29735>
- Noviriandini, A., & Safitri, M. (2017). Implementasi Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Jalur Terpendek Wilayah Pisangan Dan Kampus Nusa Mandiri Tangerang. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 13(2), 181–186.
- Rizkyawan, K. F., Bandung, I. T., Bandung, J. G., & Graf, A. T. (2021). *Aplikasi Travelling Salesman Problem (TSP) untuk Optimalisasi Rute Perjalanan Kurir Pengiriman Barang*.
- Setiawan, Y. A., Gata, W., Sidik, & Nova Arviantino, F. (2021). Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Lokasi dan Jarak Tempuh Terpendek Bank Syariah di Samarinda. *Metik Jurnal*, 5(1), 19–24. <https://doi.org/10.47002/metik.v5i1.212>