

Penentuan Rute Terpendek di Wilayah Kecamatan Teluk Mutiara Menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*

Yuliana Adriyanti Mowata¹⁾, Landerius Maro²⁾, Damaris Lalang^{3*)}

^{1,2,3}Prodi Matematika, FMIPA, Universitas Tribuana Kalabahi, Indonesia

*) Email: dhamar.ipb14@gmail.com

Article Info

Sejarah artikel

Diterima: 15-01-2025

Direvisi: 25-01-2025

Dipublikasikan: 16-05-2025

ABSTRAK /ABSTRACT

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan rute terpendek di wilayah Kecamatan Teluk Mutiara menggunakan algoritma Floyd-Warshall, yang secara luas diterapkan dalam teori graf untuk menyelesaikan permasalahan lintasan terpendek. Permasalahan muncul akibat banyaknya alternatif jalur yang tersedia di wilayah ini, yang sering kali menyebabkan pemilihan jalur yang tidak efisien dan berdampak pada peningkatan waktu tempuh serta konsumsi bahan bakar. Data penelitian diperoleh melalui observasi dan dokumentasi menggunakan *Google Maps* dan *Google Earth*, kemudian divalidasi melalui survei lapangan. Titik-titik persimpangan jalan dan jarak antar titik tersebut dikumpulkan dan direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot yang terdiri dari 16 simpul dan 22 sisi. Setiap ruas jalan diberi bobot berdasarkan jarak fisiknya. Algoritma *Floyd-Warshall* kemudian diterapkan pada graf tersebut untuk menghitung jarak terpendek antara semua pasangan titik persimpangan. Hasilnya menunjukkan jarak optimal serta rute terpendek yang dapat dilalui dari setiap titik asal ke setiap titik tujuan. Temuan ini bermanfaat dalam pengambilan keputusan rute transportasi dan pelayanan publik di wilayah tersebut, sehingga dapat membantu mengurangi waktu tempuh dan biaya operasional.

Kata kunci: rute terpendek; jarak terpendek; graf berbobot; algoritma *Floyd-Warshall*

Abstract

This study aims to determine the shortest route in the Teluk Mutiara sub-district using the Floyd-Warshall algorithm, which is widely applied in graph theory for shortest path problems. The motivation arises from the presence of multiple route alternatives in the area, which often leads to inefficient path selection, resulting in increased time and fuel consumption. The research data were obtained through observations and documentation using Google Maps and Google Earth, and further validated by field surveys. Road intersection points and the distances between them were collected and represented in the form of a weighted graph consisting of 16 vertices and 22 edges. Each road segment was assigned a weight based on the physical distance. The Floyd-Warshall algorithm was then applied to this graph to compute the shortest distances between all pairs of intersections. The results show the optimal

Article history

Received: 15-01-2025

Revised: 25-01-2025

Published: 16-05-2025

Corresponding Author:

Nama: Damaris Lalang

Email: dhamar.ipb14@gmail.com

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license



distances and corresponding routes for all possible starting and destination points. These findings are useful for optimizing routing decisions in transportation logistics and public service delivery within the region, helping reduce travel time and operational costs.

Keywords: shortest route; shortest distance; weighted graph; Floyd-Warshall algorithm

A. Pendahuluan

Teori graf merupakan cabang dari matematika diskrit yang berperan penting dalam pemodelan berbagai permasalahan nyata, terutama yang berkaitan dengan jaringan dan hubungan antar entitas dalam suatu sistem [1]. Graf secara formal didefinisikan sebagai pasangan himpunan $G=(V,E)$ $G=(V, E)G=(V,E)$, di mana V merupakan himpunan simpul dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan pasangan simpul tersebut [1][14]. Salah satu persoalan sentral dalam teori graf adalah pencarian lintasan terpendek, yaitu menentukan jalur optimal dari satu simpul ke simpul lain dengan total bobot sisi paling kecil. Di antara berbagai algoritma yang dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan ini, algoritma *Floyd-Warshall* dikenal sebagai metode yang efisien karena mampu menghitung lintasan terpendek untuk semua pasangan simpul secara simultan dalam graf berbobot [2][12].

Penerapan algoritma *Floyd-Warshall* telah menunjukkan performa yang signifikan dalam berbagai bidang. Misalnya, Nugraha et al. (2020) mengaplikasikannya dalam pencarian lokasi agen transportasi berbasis Android [13], sementara Kriswanto et al. (2014) memanfaatkannya untuk menentukan jarak terpendek pada rute transmisi [2]. Ningrum dan Andrasto (2016) juga menggunakannya dalam pemodelan jaringan pariwisata di Kota Semarang [11], dan Mukti & Mulyono (2018) menerapkannya untuk mengoptimalkan distribusi barang pada sebuah perusahaan logistik [9]. Selain itu, algoritma ini juga diterapkan dalam pengembangan sistem informasi kesehatan seperti yang dilakukan oleh Vlandari et al. (2021) di lingkungan Puskesmas Kabupaten Karanganyar [15]. Rangkaian penelitian tersebut memperkuat validitas algoritma *Floyd-Warshall* sebagai solusi matematis yang andal dalam menyelesaikan masalah rute terpendek.

Kendati telah banyak diaplikasikan dalam berbagai sektor dan wilayah, hasil telaah pustaka menunjukkan bahwa belum terdapat penelitian yang secara khusus mengimplementasikan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menentukan rute terpendek di Kabupaten Alor, khususnya di Kecamatan Teluk Mutiara. Padahal, wilayah ini memiliki banyak simpul jalan dan percabangan rute transportasi yang seringkali menimbulkan ketidakefisienan dalam proses pengiriman barang maupun pergerakan masyarakat [4]. Kompleksitas jaringan jalan tersebut sangat membutuhkan pendekatan matematis yang mampu memetakan jalur optimal guna mendukung efisiensi operasional transportasi dan logistik daerah.

Berangkat dari kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* dalam menentukan jarak dan rute terpendek antar titik simpang jalan di Kecamatan Teluk Mutiara, Kabupaten Alor. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam bentuk rekomendasi rute yang efisien untuk mendukung pengambilan keputusan dalam sistem transportasi lokal dan perencanaan logistik wilayah.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan fenomena pemilihan rute terpendek secara sistematis dan terukur dengan menggunakan pendekatan algoritma *Floyd-Warshall*. Metode ini digunakan untuk merepresentasikan sistem jalan di wilayah Kecamatan Teluk Mutiara dalam bentuk graf berbobot, serta menghitung jarak dan rute terpendek antara semua titik persimpangan jalan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi menggunakan layanan pemetaan digital seperti *Google Maps* dan *Google Earth*. Titik-titik persimpangan jalan dan panjang ruas jalan yang menghubungkannya diperoleh dari hasil observasi ini, kemudian divalidasi secara langsung di lapangan guna memastikan keakuratan data spasial.

Selanjutnya, data yang telah divalidasi direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot. Dalam graf ini, setiap persimpangan jalan diasosiasikan sebagai simpul (*vertex*), ruas jalan sebagai sisi (*edge*), dan panjang ruas jalan tersebut sebagai bobot sisi. Jumlah simpul dalam penelitian ini adalah 16, sedangkan jumlah sisi yang menghubungkan simpul tersebut adalah 22.

Tahapan analisis dilakukan dengan menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menghitung jarak minimum antar semua pasangan simpul. Algoritma ini memungkinkan pencarian lintasan terpendek antara setiap pasangan titik secara simultan. Hasil akhir dari analisis ini berupa matriks jarak minimum dan matriks rute yang menunjukkan lintasan optimal dari titik awal ke titik tujuan. Matriks tersebut menjadi dasar dalam menyusun rute terpendek yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan optimalisasi transportasi dan logistik di wilayah penelitian.

C. Hasil dan Pembahasan

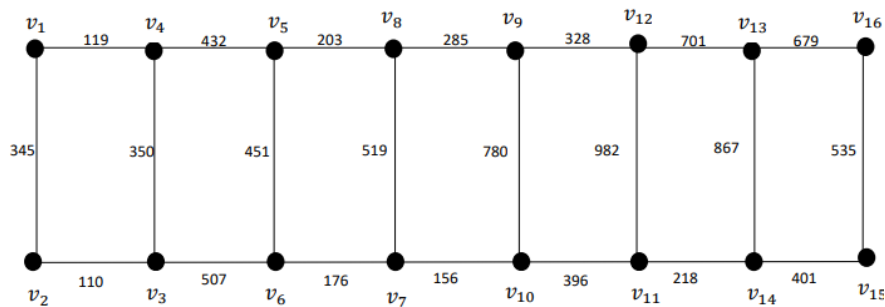
1. Hasil

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh melalui *Google Maps* dan *Google Earth* serta melakukan validasi ke lokasi penelitian. Adapun data yang diperoleh adalah berupa data titik persimpangan jalan yang berjumlah 16 titik dan 22 jalan yang menghubungkan ke 16 titik persimpangan jalan beserta panjang masing – masing jalan tersebut. Data titik persimpangan dan jalan yang menghubungkan titik persimpangan jalan tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Data Titik Persimpangan dan Jalan

Sementara itu jarak dari ke-22 jalan tersebut yaitu : $v_1v_2 = 345m$
 $v_1v_4 = 119m$, $v_2v_3 = 110m$, $v_3v_4 = 350m$, $v_3v_6 = 507m$, $v_4v_5 = 432m$,
 $v_5v_6 = 451m$, $v_5v_8 = 203m$, $v_6v_7 = 176m$, $v_7v_8 = 519m$, $v_7v_{10} = 156m$,
 $v_8v_9 = 285m$, $v_9v_{10} = 780m$, $v_9v_{12} = 328m$, $v_{10}v_{11} = 396m$, $v_{11}v_{12} = 982m$,
 $v_{11}v_{14} = 218m$,
 $v_{12}v_{13} = 701m$, $v_{13}v_{14} = 867m$, $v_{13}v_{16} = 679m$, $v_{14}v_{15} = 401m$, $v_{15}v_{16} = 535m$.
 Data yang diperoleh selanjutnya direpresentasikan ke dalam bentuk Graf berbobot seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Graf Hasil Representasi Data

Graf berbobot yang diperoleh selanjutnya diubah ke dalam bentuk matriks ketetanggaan, yaitu matriks jarak dan matriks rute yang selanjutnya diselesaikan dengan menggunakan algoritma *floyd warshall* untuk menentukan lintasan terpendek dari semua titik ke semua titik graf tersebut. Matriks jarak (X) dan matriks rute (Z) diperoleh sebagai berikut.

X: Matriks Jarak

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}
v_1	0	345	∞	119	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_2	345	0	110	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_3	∞	110	0	350	∞	507	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_4	119	∞	350	0	432	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_5	∞	∞	∞	432	0	451	∞	203	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_6	∞	∞	507	∞	451	0	176	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_7	∞	∞	∞	∞	∞	176	0	519	∞	156	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_8	∞	∞	∞	∞	203	519	0	285	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
v_9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	285	0	780	∞	328	∞	∞	∞	∞	∞
v_{10}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	156	∞	780	0	396	∞	∞	∞	∞	∞
v_{11}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	396	0	982	∞	218	∞	∞	∞
v_{12}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	328	∞	982	0	701	∞	∞	∞	∞
v_{13}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	701	0	867	∞	679	∞
v_{14}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	218	∞	867	0	401	∞	∞
v_{15}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	401	0	535	∞
v_{16}	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	679	535	0	∞	∞

Z: Matriks Rute

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}
v_1	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_3	0	2	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_4	1	0	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_5	0	0	0	4	0	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
v_6	0	0	3	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_7	0	0	0	0	6	0	8	0	10	0	0	0	0	0	0	0
v_8	0	0	0	0	5	0	7	0	9	0	0	0	0	0	0	0
v_9	0	0	0	0	0	0	8	0	10	0	12	0	0	0	0	0
v_{10}	0	0	0	0	0	0	7	0	9	0	11	0	0	0	0	0
v_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	12	0	14	0	0	0
v_{12}	0	0	0	0	0	0	0	9	0	11	0	13	0	0	0	0
v_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	14	0	16	0
v_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	13	0	15	0	0
v_{15}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	16	0	0
v_{16}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	15	0	0

Algoritma *floyd-warshall* untuk mencari lintasan terpendek adalah sebagai berikut:

- 1) $X = X_0$
- 2) Untuk $k = 1$ hingga n ,
 lakukan: Untuk $i = 1$ hingga n ,
 lakukan: Untuk $j = 1$ hingga n lakukan, Jika
 $X[i, j] > X[i, k] + X[k, j]$ maka Tukar $X[i, j]$ dengan $X[i, k] + X[k, j]$
- 3) $X^* = X$

Keterangan:

X = matriks jarak

X_0 = Matriks jarak mula-mula

k = iterasi 1 sampai ke- n

i = titik awal pada v_i

j = titik akhir pada v_j

X^* = hasil matriks setelah perbandingan (Panggabean et al., 2024).

Sementara itu perubahan pada matriks rute mengikuti perubahan yang terjadi pada matriks jarak.

Berdasarkan hasil dari perhitungan iterasi ke -0 hingga iterasi ke -16 diperoleh hasil akhir yaitu X merupakan matriks yang menunjukkan jarak minimum semua rute dari dan menuju 16 titik dan Z merupakan matriks yang menunjukkan rute terpendek dari dan menuju 16 titik tersebut. Adapun tampilan hasil iterasi ke-16 dari kedua matriks tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

X: matriks jarak terpendek

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}
v_1	0	345	455	119	551	962	1.138	754	1.039	1.294	1.690	1.367	2.068	1.908	2.309	2.747
v_2	345	0	110	460	892	617	793	1.095	1.380	949	1.345	1.708	2.409	1.563	1.964	2.499
v_3	455	110	0	350	782	507	683	985	1.270	839	1.235	1.598	2.299	1.453	1.854	2.389
v_4	119	460	350	0	432	857	1.033	635	920	1.189	1.585	1.248	1.949	1.803	2.204	2.628
v_5	551	892	782	432	0	451	627	203	488	783	1.179	816	1.517	1.397	1.798	2.196
v_6	962	617	507	857	451	0	176	654	939	332	728	1.267	1.813	946	1.347	1.882
v_7	1.138	793	683	1.033	627	176	0	519	804	156	552	1.132	1.637	770	1.171	1.706
v_8	754	1.095	985	635	203	654	519	0	285	675	1.071	613	1.314	1.289	1.690	1.993
v_9	1.039	1.380	1.270	920	488	939	804	285	0	780	1.176	328	1.029	1.394	1.795	1.708
v_{10}	1.294	949	839	1.189	783	332	156	675	780	0	396	1.108	1.481	614	1.015	1.550
v_{11}	1.690	1.345	1.235	1.585	1.179	728	552	1.071	1.176	396	0	982	1.085	218	619	1.154
v_{12}	1.367	1.708	1.598	1.248	816	1.267	1.132	613	328	1.108	982	0	701	1.200	1.601	1.380
v_{13}	2.068	2.409	2.299	1.949	1.517	1.813	1.637	1.314	1.029	1.481	1.085	701	0	867	1.214	679
v_{14}	1.908	1.563	1.453	1.803	1.397	946	770	1.289	1.394	614	218	1.200	867	0	401	936
v_{15}	2.309	1.964	1.854	2.204	1.798	1.347	1.171	1.690	1.795	1.015	619	1.601	1.214	401	0	535
v_{16}	2.747	2.499	2.389	2.628	2.196	1.882	1.706	1.993	1.708	1.550	1.154	1.380	679	936	535	0

Berdasarkan table diatas, dapat dilihat bahwa jarak matriks tependel diasumsikan jaraknya simetris dan merupakan matrik dari jarak terpendek.

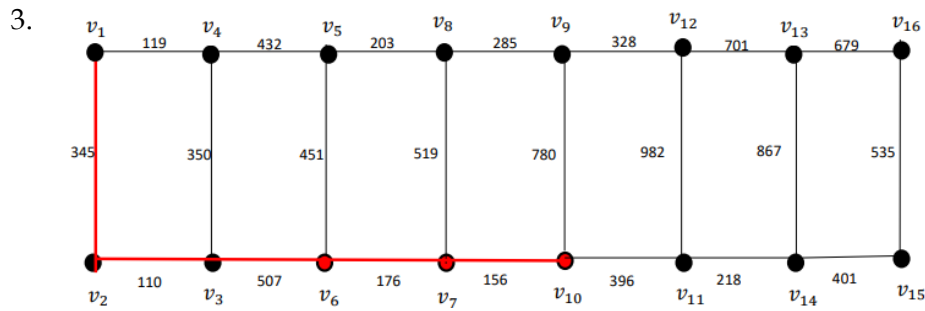
Z: Matriks Rute Terpendek

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}	v_{14}	v_{15}	v_{16}
v_1	0	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2	4
v_2	1	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
v_3	2	2	0	4	4	6	6	4	4	6	6	4	4	6	6	6
v_4	1	3	3	0	5	3	3	5	5	3	3	5	5	3	3	5
v_5	4	4	4	4	0	6	6	8	8	6	6	8	8	6	6	8
v_6	3	3	3	3	5	0	7	5	5	7	7	5	7	7	7	7
v_7	6	6	6	6	6	6	0	8	8	10	10	8	10	10	10	10
v_8	5	5	5	5	5	5	7	0	9	7	7	9	9	7	7	9
v_9	8	8	8	8	8	8	8	8	0	10	10	12	12	10	10	12
v_{10}	7	7	7	7	7	7	7	7	9	0	11	9	11	11	11	11
v_{11}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	12	14	14	14	14
v_{12}	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	0	13	11	11	13
v_{13}	12	12	12	12	12	14	14	12	12	14	14	12	0	14	16	16
v_{14}	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	13	13	0	15	15
v_{15}	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	16	14	0
v_{16}	13	15	15	13	13	15	15	13	13	15	15	13	13	15	15	0

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh yaitu jarak dan rute terpendek dari ke -16 titik persimpangan jalan, dimana ke -16 titik persimpangan jalan ini dapat bertindak sebagai titik awal dan juga titik tujuan, maka dapat dijelaskan bahwa setiap baris pada matriks merupakan titik awal keberangkatan dan setiap kolom pada matriks merupakan titik tujuan, sedangkan isian pada matriks X dan Z merupakan hasil akhir dari jarak dan rute terpendek berdasarkan hasil perhitungan algoritma *floyd warshall*.

Untuk lebih memahami isian pada kedua matriks maka dapat diuraikan contoh sebagai berikut, misalkan titik awal keberangkatan adalah dari titik v_1 menuju titik v_{10} ($v_1 \rightarrow v_{10}$) maka dapat dilihat pada matriks X dimana jarak minimum adalah 1.294m (baris ke-1 kolom ke-10) dengan rute yang dilalui berturut - turut yaitu $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 10$. Rute tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



4. Gambar 3. Rute dari Titik v_1 ke v_{10}

Hasil penelitian ini dapat digunakan secara umum, baik pribadi maupun lembaga tertentu, tergantung dari kebutuhan para pengguna karena hasil dari penelitian ini telah memberikan hasil optimum baik jarak maupun rute yang dapat menghemat waktu dan biaya. Sebagai contoh pada studi kasus pengantar paket dan para tukang ojek, dimana dalam kasus ini para pengendara akan menuju setiap titik tujuan yang tidak menentu sehingga melalui hasil penelitian ini dapat membantu para pengendara baik itu para kurir maupun para tukang ojek untuk memilih rute optimum pada saat bekerja. Selain itu para pengendara yang berada diluar wilayah penelitian yang akan melewati wilayah penelitian ini disarankan untuk mengikuti hasil dari penelitian ini guna menghemat waktu perjalanan dan biaya.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa wilayah Kecamatan Teluk Mutiara berhasil direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot yang terdiri dari 16 simpul dan 22 sisi. Masing-masing simpul mewakili titik persimpangan jalan, sedangkan sisi menyatakan jalan yang menghubungkan simpul-simpul tersebut dengan bobot berupa jarak fisik antar titik.

Dengan menerapkan algoritma *Floyd-Warshall*, penelitian ini berhasil menentukan jarak minimum dan rute terpendek antara setiap pasangan titik persimpangan secara simultan. Matriks hasil menunjukkan bahwa algoritma ini mampu memberikan solusi optimal dalam pencarian lintasan terpendek secara efisien dan sistematis.

Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan matematis berbasis graf dan algoritma *Floyd-Warshall* sangat bermanfaat dalam mendukung pengambilan keputusan operasional, khususnya dalam bidang transportasi dan distribusi. Hasil rute terpendek yang diperoleh dapat digunakan oleh pengemudi ojek, kurir, maupun lembaga logistik sebagai referensi untuk menghemat waktu tempuh dan biaya operasional.

E. Daftar Pustaka

- [1] Adawiyah, R. (2016). Penentuan Bilangan Dominasi Sisi Pada Graf Hasil Operasi Produk Tensor. [https:// repository . its . ac .id /1232/2/1214201019-Master Thesis.pdf](https://repository.its.ac.id/1232/2/1214201019-Master%20Thesis.pdf)

- [2] Kriswanto, Y. R., Bendi, R. K., & Aliyanto, A. (2014). Penentuan Jarak Terpendek Rute Transmisi dengan Algoritma Floyd-Warshall. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, 2014(November), 209–216. <https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/semantik/article/view/865>
- [3] Lalang, D., Silalahi, B. P., & Bukhari, F. (2014). Vehicle Routing Problem Time Windows Dengan Pengemudi Sese kali. Journal of Mathematics and Its Applications, 72–80. <https://doi.org/10.47839/ijc.3.2.289>.
- [4] Maro, L. (2022). Application of the Welch-Powell Algorithm on Graph Coloring in Mapping Village Area in Alor Island, East Nusa Tenggara. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 8(23), 569–575.
- [5] Maro, L. (2023). Himpunan Dominasi Terkendali Graf Hasil Operasi Amalgamasi Titik Dan Sisi Pada Graf Siklus Berorde Sama. KADIKMA : Jurnal Matematika Dan Pend. Matematika, 14(2), 57–66. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/37923/13666>
- [6] Maro, L., & Djaha, K. M. T. (2022). Penerapan Himpunan Dominasi pada Graf untuk Optimalisasi Pembocoran Pipa Air Minum di Kelurahan Kalabahi Barat. Jurnal Kadikma (Matematika Dan Pend. Matematika), 13(02), 94–102. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/32374/12091>
- [7] Maro, L., Sanga, A., & Tuaty, M. E. (2022). Determination of the Restrained Domination Number on Vertex Amalgamation and Edge Amalgamation of the Path Graph With the Same Order. BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan, 16(2), 421–426. <https://doi.org/10.30598/barekengvol16iss2pp421-426>
- [8] Maro, L., & Yopli, O. H. (2022). Penerapan Konsep Himpunan Dominasi pada Teori Graf untuk Optimalisasi Jumlah Kebocoran Pipa Air Minum di Desa Mausamang, Kabupaten Alor. Jurnal Saintek Lahan Kering, 4(2), 16–18. <https://doi.org/10.32938/slk.v4i2.1481>
- [9] Mukti, M. R., & Mulyono. (2018). Menentukan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Pendistribusian Barang Pada PT. Rapy Ray Putratama. Karismatika: Kumpulan Artikel Ilmiah, Informatika, Statistik, Matematika Dan Aplikasi, 4(1). <https://doi.org/10.24114/.v4i1.11857>.
- [10] Nawagusti, V. A. (2018). Penerapan Algoritma Floyd Warshall Dalam Aplikasi Penentuan Rute Terpendek Mencari Lokasi BTS (Base Tower Station) Pada PT.GCI Palembang. Jurnal Nasional Teknologi Dan

- Sistem Informasi, 4(2), 81-88.
<https://doi.org/10.25077/teknosi.v4i2.2018.81-88>
- [11] Ningrum, F. W., & Andrasto, D. T. (2016). Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 21-24. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/8791>
- [12] Novandi, R. A. D. (2013). Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek (Single Pair Shortest Path). *IF2251 Strategi Algoritmik*, 1, 1-5.
- [13] Nugraha, D. W., Amriana, A., & Arif, A. (2020). Implementasi Algoritma Floyd Warshall Pada Pencarian Lokasi Agen Bus, Tour And Travel, Dan Rental Mobil Di Kota Palu Berbasis Android. *Sains, Aplikasi, Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 2(2), 41. <https://doi.org/10.30872/jsakti.v2i2.2400>.
- [14] Panggabean, S., Maulana, Y. S., Ena, M., Ginting, S. S. B., Anggriani, N., Hasya, A., Lalang, D., Ilahi, A. A. A., Loban, J. M., Mukhti, T. O., Maro, L., Ekayanti, A., & Harjanti, W. (2024). Riset Operasi. In T. N. Sipayung (Ed.), *Riset Operasi* (1st ed., Vol. 1, pp. 1-273). Penerbit Future Science (CV. Future Science).
- [15] Vlandari, R. T., Hasbi, M., & Tristanto, B. (2021). Penerapan Algoritma Floyd Warshall pada Sistem Informasi Puskesmas Kabupaten Karanganyar. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 3(1), 20-29. <https://doi.org/10.21580/square.2021.3.1.7716>