

Penerapan Algoritma Floyd-Warshall pada Jalur Evakuasi Korban Kecelakaan di Boyolali

Fitri Nofita Sari*, Juhari, Erna Herawati

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Indonesia

fitri.novita@gmail.com*, juhari@uin-malang.ac.id, faridatul_mahya@uin-malang.ac.id

Abstrak

Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan rute terpendek dan paling mudah untuk diterapkan karena dapat menemukan semua rute terpendek antara setiap pasangan posisi yang dimungkinkan dan merupakan bagian dari program dinamis yang sangat efisien dalam memecahkan persoalan rute yang optimal. Algoritma Floyd-Warshall bekerja dengan cara membandingkan setiap kemungkinan jalur pada graf untuk setiap pasangan simpul dan melakukan pengecekan pada kombinasi simpul yang dihasilkan. Permasalahan rute terpendek dalam kehidupan sehari-hari adalah evakuasi korban kecelakaan lalu lintas di Boyolali Jawa Tengah. Agar evakuasi lebih efektif diperlukan rute terdekat ke rumah sakit terdekat. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian menghasilkan matriks acuan berupa lintasan terpendek yang digunakan untuk menentukan rute terpendek ke rumah sakit terdekat di Boyolali Jawa Tengah.

Kata Kunci: rute terpendek; graf; algoritma Floyd-Warshall; titik

Abstract

The Floyd-Warshall algorithm is one of the algorithms that can be used to solve the shortest route problem and is the easiest to apply because it can find all the shortest routes between each possible pair of position and is part of a dynamic program that is very efficient in solving optimal route problems. The Floyd-Warshall algorithm works by comparing each possible path on the graph for each node pair and checking the resulting node combination. The problem of the shortest route in daily life is the evacuation of victims of traffic accidents in Boyolali, Central Java. For evacuation to be more effective, a nearby route to the nearest hospital is needed. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the study produced reference matrix in the form of the shortest trajectory used to determine the shortest route to nearest hospital in Boyolali, Central Java.

Keywords: shortest route; graph; Floyd-Warshall algorithm node

PENDAHULUAN

Graf merupakan teori yang ilmunya dapat diimplementasikan dalam penyelesaian masalah mencari jalur terpendek [1]. Masalah jalur terpendek adalah masalah pencarian dari dua titik berupa titik awal dan titik tujuan yang diselesaikan dengan suatu algoritma. kemudian jalur yang dihasilkan dijumlahkan jaraknya sehingga akan menghasilkan jalur terpendek. Sehingga suatu permasalahan jalur terpendek dapat diari solusinya dengan suatu algoritma dan menghasilkan jarak yang minimum [2]. Dermawan mengatakan bahwa dengan menggunakan Algoritma Floyd-Warshall akan memperoleh jalur terbaik sebagai pemecah masalah jalur terpendek [3]. Dapat dikatakan algoritma terbaik karena merupakan algoritma yang dinamis. Algoritma yang dinamis adalah sebuah penyelesaian suatu masalah dimana dalam menentukan solusi dengan mengambil solusi yang telah diperoleh dari keputusan yang berkesinambungan.

Menurut data pada halaman berita Suara Merdeka 2022, bahwa jumlah angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia meningkat. Jumlah kecelakaan di tahun 2020-2021 naik sebesar 101 %,

sedangkan tahun 2021-2022 meningkat 55,3 % [4]. Angka tersebut menandakan bahwa perlu penindakan yang lebih serius terkait angka kematian dan kecelakaan tersebut. Salah satu faktor tingginya angka kecelakaan tersebut karena terlambatnya penanganan dari korban kecelakaan. Keterlambatan penanganan terjadi karena korban kecelakaan tidak segera dievakuasi dan dibawa ke rumah sakit dengan cepat. Maka dari itu tindakan untuk meminimalkan tingginya angka kecelakaan salah satunya dengan mencari jalur evakuasi korban kecelakaan lalu lintas dari titik rawan kecelakaan di Boyolali, Jawa Tengah menuju rumah sakit terdekat dengan jarak terkecil.

Proses evakuasi kecelakaan yang terjadi dilakukan oleh masyarakat Boyolali kerap dilakukan sendiri. Namun jika korban kecelakaan meninggal akan menghubungi pihak rumah sakit agar mengirimkan *ambulance* ke jalan lokasi kecelakaan tersebut. Proses evakuasi korban kecelakaan sering terkendala karena kemacetan lalu lintas. Maka dari itu, evakuasi dapat lebih cepat jika jalur yang dipilih adalah jalan yang tidak macet lalu lintasnya. Mencari jalur evakuasi korban kecelakaan lalu lintas dari titik rawan kecelakaan di Boyolali, Jawa Tengah menuju rumah sakit terdekat dengan mempertimbangkan jarak. Penentuannya dengan setiap lokasi titik kecelakaan direpresentasikan dalam sebuah graf, kemudian titik dapat dihubungkan, lalu dapat dilakukan pencarian jalur terpendek sesuai titik kecelakaan menuju rumah sakit yang terdekat dari titik lokasi kecelakaan Sehingga, jalur evakuasi dapat diperoleh dengan mempertimbangkan jarak dan kemacetan lalu lintas jalan di Boyolali, Jawa Tengah.

Algoritma Floyd-Warshall digunakan di beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian Arfananda tentang penentuan jalur perjalanan Kota Bandung menggunakan pemilihan jalur perjalanan [5]. Yudha telah meneliti jalur terpendek ke masing-masing fakultas di Universitas Padjadjaran diperoleh dengan menggunakan Algoritma Floyd-Warshall [6]. Penelitian lain oleh Usman, tentang pendistribusian listrik di PLN Kota Gorontalo [7].

Berdasarkan penjabaran tersebut, penulis akan melakukan penelitian dengan penentuan jalur terpendek dari titik rawan kecelakaan menuju rumah sakit terdekat di Boyolali, Jawa Tengah. Sehingga, dengan pencarian jalur terpendek dapat memberikan manfaat supaya jalur evakuasi korban kecelakaan dapat lebih efisien dalam waktu dan jarak, serta korban lebih cepat terselamatkan. Sehingga korban kecelakaan lebih cepat terselamatkan, diharapkan dapat menurunkan angka kematian akibat kecelakaan lalu lintas, di Boyolali Jawa Tengah.

METODE

Data dan Sumber Data

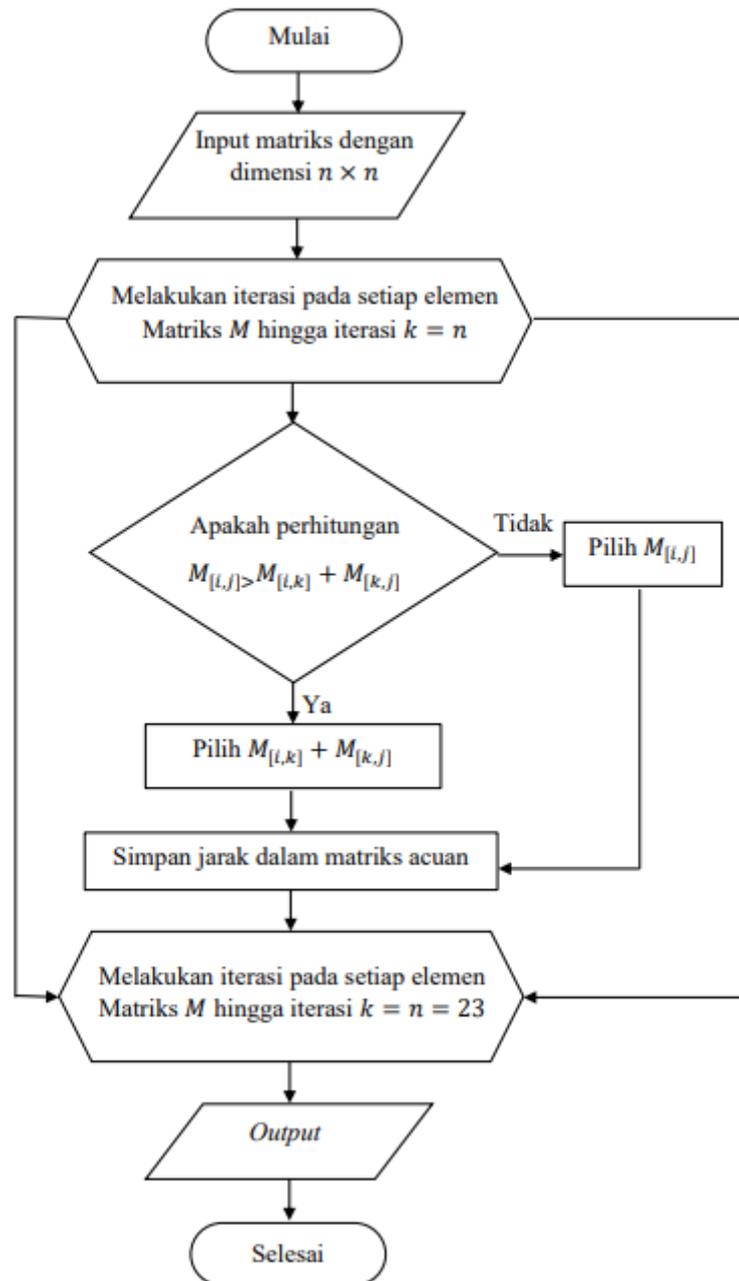
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang didominasi dengan suatu perhitungan [8]. Penelitian menggunakan pendekatan studi lapangan melalui *Google Maps*. yang diambil dari Berita Solopos [9]. Terdapat 7 ruas jalan arteri yang rawan kecelakaan dan telah dikonfirmasi oleh Kapolres Boyolali, Jawa Tengah. Rumah sakit yang akan dipilih adalah yang tersebar di sekitar lokasi rawan kecelakaan di Boyolali, Jawa Tengah.

Tahapan Penelitian

1. Menghimpun data dari *google maps* berupa screenshot *Google Maps* terkait data yang digunakan.
2. Memodelkan data jarak yang telah diperoleh ke dalam bentuk graf penelitian.
3. Menginterpretasikan graf yang dihasilkan sebagai matriks M berukuran $n \times n$.
4. Melakukan perhitungan cara membandingkan elemen $M_{[i,j]}$ dengan $M_{[i,k]} + M_{[k,j]}$, untuk penggantian jarak yang belum ditemukan.
5. Melakukan pengujian rute terpendek dengan menginputkan titik awal (i) dan titik (j) tujuan.

Flowchart

Algoritma Floyd-Warshall akan dijalankan dengan flowchart sebagai berikut.



Gambar 1 Flowchart Algoritma Floyd-Warshall

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melakukan pengamatan dan mengumpulkan data obyek yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian. Data yang dihimpun berupa ruas jalan rawan kecelakaan yang diambil dari Berita Solopos [9]. Data rumah sakit akan ditambahkan. Lalu, data tersebut akan dibuat graf yang dapat mewakili tiap-tiap titik dan jarak di lokasi penelitian. Pada graf tersebut titik mewakili lokasi dan sisi mewakili jarak, Algoritma Floyd-Warshall menghitung semua bobot minimum yang mungkin untuk setiap pasang titik. Digambarkan pada graf berikut:

10	Rumah Sakit Umum Asy-Syifa Sambi
----	----------------------------------

Dari graf tersebut, selanjutnya jarak antar titik dapat dinyatakan dalam bentuk tabel. Baris pada tabel menyatakan (*i*) yang berisi titik awal. Kolom pada tabel tersebut menyatakan (*j*) yang berarti titik tujuan. Elemen pada tabel tersebut berisi jarak sisi dari (*i*) titik awal menuju titik tujuan (*j*) dalam satuan kilometer. Sementara tanda (∞) pada tabel menyatakan bahwa jarak antara (*i*) titik awal menuju titik tujuan (*j*) pada iterasi tersebut belum ditemukan.

Iterasi dilakukan sebanyak $k = 23$ sesuai dengan jumlah datanya. Adapun percobaan iterasi tersebut yaitu

1. Iterasi $k = 1$

Beberapa hasil pengecekan pada iterasi $k = 1$ adalah sebagai berikut :

- a. $M_{[3,2]} = 3$ sedangkan $M_{[3,1]} + M_{[1,2]} = \infty + 0.8 = \infty$
 Karena nilai $M_{[i,j]} < M_{[3,1]} + M_{[1,2]}$ maka nilai $M_{[3,2]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 3.
- b. $M_{[3,4]} = 7.3$ sedangkan $M_{[3,1]} + M_{[1,4]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $M_{[3,4]} < M_{[3,1]} + M_{[1,4]}$ maka nilai $M_{[3,4]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 7.3.
- c. $M_{[3,14]} = 0.8$ sedangkan $M_{[3,1]} + M_{[1,14]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $M_{[3,14]} < M_{[3,1]} + M_{[1,14]}$ maka nilai $M_{[3,14]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 0.8.
- d. $M_{[5,4]} = 3.4$ sedangkan $M_{[5,1]} + M_{[1,4]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $M_{[5,4]} < M_{[5,1]} + M_{[1,4]}$ maka nilai $M_{[5,4]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 0.8.
- e. $M_{[16,5]} = 1.3$ sedangkan $M_{[16,1]} + M_{[1,5]} = \infty + \infty = \infty$
 Karena nilai $M_{[16,5]} < M_{[16,1]} + M_{[1,5]}$ maka nilai $M_{[16,5]}$ tidak berubah atau tetap bernilai 1.3.

2. Iterasi selanjutnya akan dilakukan $k = 2$ sampai $k = 23$ sehingga menghasilkan tabel seperti berikut ini

Tabel 2 Hasil Iterasi k=23

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0	0.8	3.8	11.1	14.5	16.9	18	26.8	30.4	37.5	31.8	24.2	18.7	4.6	14.2	15.8	16	17.4	19.2	19.2	34.4	34.9	27.7
2	0.8	0	3	10.3	13.7	16.1	17.2	26	29.6	36.7	31	23.4	17.9	3.8	13.4	15	15.2	16.6	18.4	18.4	33.6	34.1	26.9
3	3.8	3	0	7.3	10.7	13.1	14.2	23	26.6	33.7	28	20.4	14.9	0.8	10.4	12	12.2	13.6	15.4	15.4	30.6	31.1	23.9
4	11.1	10.3	7.3	0	3.4	5.8	6.9	15.7	19.3	26.4	20.7	13.1	7.6	3.1	4.7	4.9	6.3	8.1	8.1	23.3	23.8	16.6	
5	14.5	13.7	10.7	3.4	0	2.4	3.5	12.3	15.9	24.2	24.1	16.5	11	11.5	3.6	1.3	1.5	2.9	4.7	4.7	19.9	20.4	20
6	16.9	16.1	13.1	5.8	2.4	0	1.1	9.9	13.5	21.8	26.5	18.9	13.4	13.9	6	3.7	3.9	5.3	2.3	2.3	17.5	18	22.4
7	18	17.2	14.2	6.9	3.5	1.1	0	8.8	12.4	20.7	26.4	20	14.5	15	7.1	4.8	3.6	5	3.4	1.2	16.4	16.9	23.5
8	29	28.2	25.2	17.9	14.5	12.1	13.2	0	3.6	11.9	17.6	25.2	25.5	26	18.1	15.8	16	17.4	9.8	7.6	7.6	8.1	21.7
9	32.6	31.8	28.8	21.5	18.1	15.7	16.8	3.6	0	8.3	14	21.6	27.1	29.6	21.7	19.4	19.6	21	13.4	11.2	4	4.5	18.1
10	37.5	36.7	33.7	26.4	26.4	24	25.1	11.9	8.3	0	5.7	13.3	18	34.5	29.5	27.7	27.9	29.3	21.7	19.5	12.3	3.8	9.8
11	31.8	31	28	20.7	24.1	26.5	27.6	17.6	14	5.7	0	7.6	13.1	28.8	23.8	25.4	25.6	27	27.4	25.2	18	9.5	4.1
12	24.2	23.4	20.4	13.1	16.5	18.9	20	25.2	21.6	13.3	7.6	0	5.5	21.2	16.2	17.8	18	19.4	21.2	21.2	25.6	17.1	3.5
13	18.7	17.9	14.9	7.6	11	13.4	14.5	23.3	26.9	18.8	13.1	5.5	0	15.7	10.7	12.3	12.5	13.9	15.7	15.7	30.9	22.6	9
14	4.6	3.8	0.8	8.1	11.5	13.9	15	23.8	27.4	34.5	28.8	21.2	15.7	0	11.2	12.8	13	14.4	16.2	16.2	31.4	31.9	24.7
15	14.2	13.4	10.4	3.1	3.6	6	7.1	15.9	19.5	27.8	23.8	16.2	10.7	11.2	0	2.3	5.1	6.5	8.3	8.3	23.5	24	19.7
16	15.8	15	12	4.7	1.3	3.7	4.8	13.6	17.2	25.5	25.4	17.8	12.3	12.8	2.3	0	2.8	4.2	6	6	21.2	21.7	21.3
17	16	15.2	12.2	4.9	1.5	3.9	3.6	12.4	16	24.3	25.6	18	12.5	13	5.1	2.8	0	1.4	6.2	4.8	20	20.5	21.5
18	17.4	16.6	13.6	6.3	2.9	5.3	5	13.8	17.4	25.7	27	19.4	13.9	14.4	6.5	4.2	1.4	0	7.6	6.2	21.4	21.9	22.9
19	19.2	18.4	15.4	8.1	4.7	2.3	3.4	9.8	13.4	21.7	27.4	21.2	15.7	16.2	8.3	6	6.2	7.6	0	2.2	17.4	17.9	24.7
20	21.4	20.6	17.6	10.3	6.9	4.5	5.6	7.6	11.2	19.5	25.2	23.4	17.9	18.4	10.5	8.2	8.4	9.8	2.2	0	15.2	15.7	26.9
21	36.6	35.8	32.8	25.5	22.1	19.7	20.8	8.1	4	12.3	18	25.6	31.1	33.6	25.7	23.4	23.6	25	17.4	15.2	0	8.5	22.1
22	37.1	36.3	33.3	26	22.6	20.2	21.3	21.7	4.5	3.8	9.5	17.1	22.6	34.1	26.2	23.9	24.1	25.5	17.9	15.7	8.5	0	13.6
23	27.7	26.9	23.9	16.6	20	22.4	23.5	21.7	18.1	9.8	4.1	3.5	9	24.7	19.7	21.3	21.5	22.9	24.7	24.7	22.1	13.6	0

Hasil tersebut sebagai acuan dalam menentukan rute terpendek. Adapun keterangan pada tabel tersebut yaitu $A - M$ merupakan jalan titik rawan kecelakaan. Keterangan lainnya yaitu 1 - 10 adalah rumah sakit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma Floyd-Warshall pada evakuasi korban kecelakaan di Boyolali dapat dilakukan dan menghasilkan matriks acuan. Matriks acuan ini berisi elemen jarak terpendek antar titik yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan rute terpendek dari satu jalan rawan kecelakaan menuju rumah sakit terdekat dengan cara melihat baris sebagai titik awal dan kolom sebagai titik tujuan dan sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Agung, T. Efendi and H. Agung, "Analisis Perbandingan Algoritma Floyd-Warshall dengan Algoritma Bellman-Ford Dalam Pencarian Rute Terpendek Menuju Museum di Jakarta," *Kalbi Scientia Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, pp. 4-5, 2018.
- [2] Siswanto, *Operations Research Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 2006.
- [3] T. Dermawan, "Comparison of Dijkstra dan Floyd-Wharshall Algorithm to Determine the Best Route of Train," *Internasional Journal on Informatics for Development*, vol. 2, p. 9, 2019.
- [4] J. Murdowo, "Memprihatinkan. Jumlah Kecelakaan di Boyolali Meningkat 101 Persen dari Tahun 2020," *Suara Merdeka*, Boyolali, 2020.
- [5] M. Arfananda, Nasution and Setianingsih, "A Selection of Bandung City Travel Route Using The Floyd-Warshall Algorithm. The International Journal of Integrated Engineering," *The International Journal of Integrated Engineering*, vol. 1 No 12, pp. 4-6, 2020.
- [6] M. Yudha, A. Rahmani and S. Purwani, "Finding Shortest Path at Padjadjaran University Using Floyd-Warshall Algorithm," *World Scientific News An International Scientific Journal*, vol. 7, pp. 7-8, 2022.
- [7] S. Usman, I. Wiranto and Nurwan, "Aplikasi Algoritma Floyd-Warshall untuk Mengoptimalkan Distribusi Listrik di PLN Kota Gorontalo," *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, vol. 1, p. 8, 2022.
- [8] M. Shahid, H. Khawar and A. Kamal, "The Mathematical Model for searching the Shortest Route for Tuberculosis Patients with the help of Dijkstra's Algorithm," *Sukkur IBA of Computing and Mathematical Sciences*, vol. 1, p. 4, 2021.
- [9] N. Faizah, "Ternyata Ini Ruas Jalan Paling Rawan Kecelakaan di Boyolali," *Solopos*, Boyolali, 2022.
- [10] R. M. McLeod, K. Ranson and L. Biehl, *The generalized Riemann integral*, JSTOR, 1980.
- [11] C. Godsil and G. F. Royle, *Algebraic graph theory*, vol. 207, Springer Science & Business Media, 2013.
- [12] A. Gara, M. A. Blumrich, D. Chen, G.-T. Chiu, P. Coteus, M. E. Giampapa, R. A. Haring, P. Heidelberger, D. Hoenicke, G. V. Kopcsay and others, "Overview of the Blue Gene/L system architecture," *IBM Journal of Research and Development*, vol. 49, no. 2, pp. 195-212, 2005.
- [13] J. France, J. H. Thornley and others, *Mathematical models in agriculture.*, Butterworths, 1984.
- [14] F. E. Browder, "Nonexpansive nonlinear operators in a Banach space," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 54, no. 4, pp. 1041-1044, 1965.
- [15] M. J. Berger and J. Oliger, "Adaptive mesh refinement for hyperbolic partial differential equations," *Journal of computational Physics*, vol. 53, no. 3, pp. 484-512, 1984.