

Implementasi Algoritma *Bellman-Ford* Dalam Menentukan Rute Terpendek *Ambulance* Ke Lokasi Pasien Di Kota Makassar Kelurahan Masale

Fahrim Irhamna Rachman[#], Ferdy Hasan, Muhyiddin A.M Hayat

Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Makassar

Jl. Sultan Alauddin No.259, Gn. Sari, Kec. Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90221, Indonesia

ferdyhasan128@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Bellman-Ford dalam menentukan rute terpendek bagi ambulans di Kelurahan Masale, Kota Makassar. Algoritma Bellman-Ford adalah algoritma yang digunakan untuk menemukan jalur terpendek dari satu titik sumber ke semua titik lainnya yang ada dalam sebuah graf. Algoritma Bellman-Ford dipilih karena kemampuannya menangani graf berbobot dan menemukan jalur optimal berdasarkan bobot tertentu, seperti jarak tempuh. Dengan setiap simpul merepresentasikan titik dalam jalur transportasi ambulans. Terdapat sebanyak 78 titik yang ada dalam graf jaringan jalan. Data yang didapat berupa data wilayah geografis yang ada di Kelurahan Masale. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil algoritma Bellman-Ford dengan rute yang direkomendasikan oleh Google Maps. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Bellman-Ford mampu menemukan rute yang lebih pendek dalam sebagian besar scenario jarak tempuh ambulans. Dengan penerapan algoritma Bellman-Ford, penelitian ini memberikan solusi dalam optimasi jalur rute terpendek ambulans.

Kata kunci: *Algoritma Bellman-Ford, Ambulans, jalur terpendek, darurat*

Abstract

This study aims to implement the Bellman-Ford algorithm in determining the shortest route for ambulances in Masale Village, Makassar City. Bellman-Ford algorithm is an algorithm used to find the shortest path from one source point to all other points in a graph. The Bellman-Ford algorithm was chosen for its ability to handle weighted graphs and find optimal paths based on certain weights, such as distance traveled. With each vertex representing a point in the ambulance transportation path. There are 78 nodes in the road network graph. The data obtained is in the form of geographical area data in Masale Village. Testing is done by comparing the results of the Bellman-Ford algorithm with the route recommended by Google Maps. The results showed that the Bellman-Ford algorithm was able to find shorter routes in most ambulance travel distance scenarios. With the application of the Bellman-Ford algorithm, this research provides a solution in optimizing the shortest ambulance route path.

Keywords: *Bellman-Ford, Ambulance, Bellman-Ford Algorithm, Shortest path, Emergency*

I. PENDAHULUAN

Layanan ambulans memiliki peran krusial dalam memberikan pertolongan medis secara cepat di situasi darurat. Jarak tempuh menuju lokasi pasien sering kali menjadi penentu keselamatan pasien, terutama dalam kondisi darurat medis yang membutuhkan respons cepat.

Kegawatan adalah kondisi di mana terdapat ancaman bahaya atau dampak berbahaya yang telah terjadi, yang dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut. Keadaan ini memerlukan tindakan khusus di luar aturan dan prosedur normal dan sering disebut sebagai keadaan darurat atau situasi kritis. Keadaan darurat dapat terjadi kapan saja. Untuk mencegah kerusakan permanen, penanganan segera diperlukan. Bencana alam dan non-alam adalah beberapa contoh situasi darurat. Bencana non alam, seperti kecelakaan, kebakaran, dan penyakit, telah mengubah pola penyakit dalam beberapa tahun terakhir. Di Indonesia, stroke adalah penyakit dengan peringkat tertinggi, diikuti oleh kecelakaan lalu lintas dan jantung iskemik [1].

Bencana non alam seperti penyakit merupakan suatu kondisi di mana seseorang mengalami ketidaknyamanan atau disfungsi fisik atau mental. Beberapa faktor yang mempengaruhi kesehatan menurut Unicef termasuk keturunan, lingkungan, pelayanan kesehatan, dan perilaku. Penyakit dapat menyerang laki-laki dan perempuan, dari segala usia. Salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan adalah perilaku yang disebabkan oleh tindakan atau keputusan yang tidak aman. Misal perilaku mengemudi yang ceroboh atau tidak patuh terhadap aturan keselamatan di tempat kerja yang dapat mengakibatkan kecelakaan.

Kecelakaan harus segera ditangani secara medis, terutama jika melibatkan luka serius yang dapat mengancam nyawa atau menyebabkan kerusakan permanen pada tubuh. Tindakan medis darurat yang tepat waktu sangat penting untuk menstabilkan kondisi korban, mengurangi risiko infeksi, dan mempercepat proses penyembuhan.

Ambulance merupakan mobil yang disediakan rumah sakit untuk mengangkut pasien atau individu yang membutuhkan perawatan medis darurat seperti kecelakaan. Ambulans sering memiliki peralatan medis seperti tandu, oksigen, defibrillator, dan obat darurat. Perawatan pertama di tempat kejadian sebelum pasien dibawa ke rumah sakit atau tempat kesehatan lainnya adalah tugasnya. Mobil *ambulance* atau unit transportasi medis yang dilengkapi dengan peralatan medis untuk mengangkut pasien gawat darurat, memberikan pertolongan pertama dan perawatan intensif, dan mengangkut pasien menuju rumah sakit rujukan [2].

Penanganan medis yang terlambat dapat menyebabkan kematian atau memperburuk kondisi korban. Oleh karena itu, respons yang cepat dari layanan ambulans sangat penting untuk menyelamatkan nyawa. Salah satu kunci agar dapat memberikan respon cepat terhadap kondisi darurat adalah kemampuan dalam menentukan rute terpendek menuju lokasi pasien. Dengan rute yang pendek, *ambulance* dapat tiba lebih awal di lokasi pasien yang sangat kritis dalam penyelamatan. Dengan itu dalam penelitian ini, algoritma Bellman-Ford dipilih sebagai pendekatan untuk menentukan rute terpendek bagi *ambulance*. Algoritma ini mampu menangani graf berbobot, yang relevan untuk menentukan rute terpendek menuju lokasi tujuan. Bellman-Ford akan menghitung jarak terpendek antara titik awal (lokasi ambulans) dan titik tujuan (lokasi pasien).

Metode algoritma Bellman-Ford ini diterapkan pada graf berbobot. Namun, metode ini menghasilkan waktu yang lebih lama daripada metode lainnya. Seperti yang ditunjukkan oleh penelitian, metode Algoritma Bellman-Ford dapat menawarkan solusi untuk menemukan jalan terpendek sehingga dapat mengubah jarak tempuh [3].

Algoritma Bellman-Ford digunakan untuk menemukan jalur terpendek dari satu titik sumber (vertex) ke semua titik lainnya yang ada dalam sebuah graf [4]. Algoritma ini juga digunakan untuk menemukan lintasan terpendek pada graf berbobot. lintasan terpendek didefinisikan sebagai semua jarak terpendek yang dimulai dari satu titik node tertentu [5]. Lintasan terpendek adalah lintasan minimum yang dapat dilalui untuk menempuh satu titik menuju titik lain [6]. Kecamatan Panakkukang adalah salah satu kecamatan Kota Makassar dengan kepadatan penduduk 8.190 jiwa/km² pada tahun 2021. Wilayahnya seluas 17,05 km² [7]. Kelurahan Masale terletak di Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Kelurahan Masale memiliki luas 1,32 km².

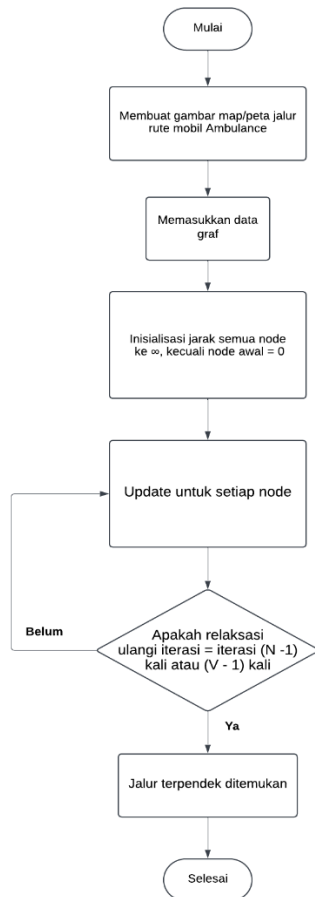
Algoritma Bellman-Ford mencari jarak terpendek dari satu simpul sumber ke semua simpul lain dalam graf berbobot. Graph adalah sekumpulan objek terstruktur di mana beberapa pasangan objek memiliki hubungan atau keterkaitan satu sama lain [8]. Algoritma ini menemukan rute dengan total bobot minimum dengan melakukan relaksasi berulang kali pada semua tepi graf. Jalur terpendek yang diperoleh akan meminimalkan fungsi linear tertentu dari jalur tersebut, seperti jarak yang ditempuh selama perjalanan [9]. Algoritma Bellman-Ford adalah salah satu dari berbagai algoritma yang dapat digunakan untuk menemukan rute terpendek [10].

Dengan menerapkan Algoritma Bellman-Ford, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma Bellman-Ford dalam penentuan rute terpendek dan menghitung jarak

terpendek yang akan ditempuh ambulance untuk mencapai lokasi pasien.

II. METODE PENELITIAN

Sistem yang melibatkan pemodelan dan pembuatan sistem untuk memenuhi kebutuhan spesifik serta menyelesaikan masalah yang telah diidentifikasi, terutama dalam konteks penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Algoritma

- Dimulai dari awal yaitu ditandai dengan “mulai”
- Masukkan Data Graf: Memasukkan data graf yang terdiri dari simpul (nodes), tepi (edges), dan bobot (weights) ke dalam perancangan.
- Inisialisasi Jarak: Pada tahap ini memulai proses penentuan rute terpendek dengan mengatur nilai awal jarak dari simpul sumber (source node) ke setiap simpul lainnya.
- Update untuk setiap node: Algoritma melakukan iterasi pada setiap tepi graf untuk memperbarui jarak minimum ke setiap node.
- Relaksasi Tepi: Pada tahap Relaksasi Tepi

melakukan perhitungan untuk memperbarui jarak dari simpul sumber ke semua simpul lainnya melalui semua tepi yang ada dalam graf.

- Output Rute Terpendek: Pada tahap akhir ini menyajikan hasil perhitungan rute terpendek dari simpul sumber ke semua simpul tujuan dalam graf.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya yaitu dilakukannya pengambilan data peta wilayah di Kelurahan Masale. Pengambilan data dilakukan di Kelurahan Masale dan berkoordinasi dengan pihak kelurahan. Data yang didapat berupa data peta wilayah geografis di Kelurahan Masale. Selebihnya pengambilan data ada diambil dari Google Map. Dengan ini, data dihasilkan sehingga dapat digunakan. Berikut data peta geografis wilayah Kelurahan Masale yang diperoleh di kantor Kelurahan Masale:

B. Penggambaran Peta

Tujuan dari penggambaran ulang data peta wilayah ini adalah untuk meningkatkan keakuratan dalam menentukan rute tercepat bagi mobil ambulans di Kelurahan Masale. Kami melakukan ini dengan memastikan bahwa semua elemen penting, seperti jaringan jalan digambar agar terwakili dengan baik dan tepat.

C. Penetapan Titik Graf

Berikut pendekatan dalam penetapan titik graph yang berdasarkan belokan dan perempatan jalan:

1) Penentuan Titik Belokan

Setiap belokan penting, terutama di jalan sempit atau berliku, turut dipetakan sebagai simpul dalam graf.

2) Penentuan Titik Perempatan jalan

Pada perempatan jalan utama dipetakan sebagai simpul dalam graf. Simpul-simpul ini terletak di titik pertemuan dua atau lebih jalan.

D. Pelabelan Nama Titik Graf

Pelabelan titik-titik pada graf ini dilakukan secara sistematis mengikuti urutan huruf abjad, dimulai dari huruf A hingga Z, untuk memudahkan identifikasi dan memastikan konsistensi. Setiap titik diberi label yang berbeda. Dan setelah Z ditambahkan lagi dengan memberi tambahan angka dibelakangnya seperti A1, A2, A3, A4 hingga melabel semua titik dan terdapat sebanyak 78 titik yang ada dalam

graf jaringan jalan.

E. Pengukuran Jarak Jalan

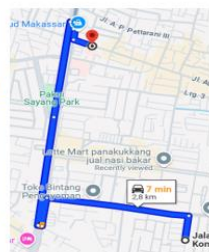
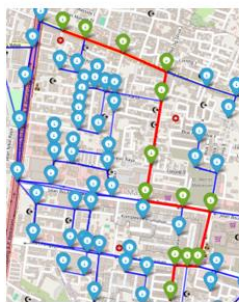
Dalam penelitian ini, pengukuran jarak jalan dilakukan dengan mempertimbangkan empat arah utama: barat, timur, utara, dan selatan. Pengukuran dilakukan untuk mengukur jarak antar titik pada grafik yang dibuat di perempatan jalan dan belokan. Tujuannya adalah untuk memastikan ketepatan dalam perhitungan rute terpendek menggunakan Algoritma Bellman-Ford.

F. Hasil Pengujian dari Algoritma Bellman-Ford

Hasil pengujian algoritma yang dirancang untuk menemukan rute terpendek ambulans menuju lokasi pasien di Kelurahan Masale akan disajikan dalam bagian ini. Pengujian dilakukan dengan lima kombinasi kondisi dan parameter yang berbeda guna memastikan algoritma dapat bekerja secara optimal.

Titik Asal	Titik Tujuan	Output Hasil Titik yang dilalui dan Total Jarak Algoritma Bellman Ford	Total Jarak Google Maps
------------	--------------	--	-------------------------

A A33



Total Jarak: 2800m

Titik-titik yang dilalui: Titik A -> Titik C -> Titik D -> Titik E -> Titik A7 -> Titik A8 -> Titik A19 -> Titik A18 -> Titik A17 -> Titik A42 -> Titik A41 -> Titik A40 -> Titik A33

Total Jarak: 1725m

HASIL PERBANDINGAN: 2800-1725= 1075m

Hasil dari perbandingan di atas menunjukkan hasil pencarian rute antara Algoritma Bellman-Ford dan Google Maps dalam menentukan jalur dari titik asal menuju titik tujuan. Keduanya bertujuan untuk mencari jalur terpendek pada sebuah peta atau graf. Meskipun keduanya punya tujuan yang sama, pendekatan yang digunakan serta hasil yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Dari 10 hasil pengujian yang dilakukan, Dimana dari titik asal adalah titik A ke titik lain yaitu titik A33, A41, A21, A42, A17, A4, A38, A32, A39, A12. Pendekatan menggunakan Algoritma Bellman Ford kebanyakan mendapatkan jalur rute yang lebih

pendek dibanding dengan Google Maps dikarenakan algoritma ini hanya berfokus pada pencarian rute terpendek.

G. Perhitungan setiap jarak dan titik hasil dari Algoritma Bellman-Ford

Hasil pengujian algoritma yang dirancang untuk menemukan rute terpendek ambulans menuju lokasi pasien di Kelurahan Masale akan disajikan dalam

A	A33	Titik A -> Titik C -> Titik D -> Titik E -> Titik A7 -> Titik A8 -> Titik A19 -> Titik A18 -> Titik A17 -> Titik A42 -> Titik A41 -> Titik A40 -> Titik A33	120+120+80+150+220+170+182+135+259+60+69+160 = 1.725
---	-----	---	--

Perhitungan jarak diatas dilakukan untuk memastikan panjang jarak setiap titik akurat dengan hasil yang didapatkan. Kesalahan dalam perhitungan jarak dapat menyebabkan rute yang tidak optimal karena perhitungan jaraknya tidak akurat. Dengan menghitung setiap jarak yang dihasilkan lalu diakumulasikan hingga mendapatkan total hasil jarak.

Hasil yang dihasilkan oleh Algoritma Bellman Ford berkaitan pada data jarak yang telah dihitung, di mana output akhirnya menampilkan rute dengan jarak paling terpendek.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini membahas penerapan algoritma Bellman-Ford dalam menentukan rute terpendek bagi mobil ambulans yang dalam keadaan darurat. Berdasarkan hasil implementasi, dapat disimpulkan bahwa algoritma Bellman-Ford mampu menemukan rute terpendek dengan mempertimbangkan bobot jalan, seperti jarak tempuh.

Dari pengujian yang dilakukan, Algoritma Bellman-Ford terbukti efektif dalam menangani graf berbobot dan berfungsi pada kebanyakan pengujian mendapatkan rute paling pendek.

REFERENSI

- [1] P. Nurmalia dan I. Budiono, "Program Public Safety Center (PSC) 119 Mataram Emergency Medical Service (MEMS)," HIGEIA Journal of Public Health Research and Development, vol. 4, no. 2, pp. 301–307, Apr. 2020, doi: 10.15294/higeia.v4i2.33673.
- [2] A. Pradella, F. A. Fiolana, dan D. A. W. K., "Implementasi Sistem Kontrol pada Traffic Light untuk Ambulance," dalam Prosiding 1st

National Conference on Electrical, Informatics and Industrial Technology (NEIIT-2024), Kediri: Universitas Islam Kediri, Jul. 2024, pp. 247–251.

- [3] A. E. Prasetya, "Pencarian Rute Tercepat Mobil Ambulance Menggunakan Algoritma Ant Colony Optimization," *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, vol. 6, no. 4, pp. 381–388, Agustus 2019.
- [4] M. Melliana, T. Mesra, Yusrizal, dan Sirlyana, "Pemilihan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman Ford," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI)*, vol. 2023, pp. 608–618, 2023.
- [5] Y. Alfioza dan E. Sahputra, "Penerapan Metode Algoritma Bellman-Ford dalam Aplikasi Pencarian Indekos di Kecamatan Gading Cempaka," *Journal Innovation Informatics (JII)*, vol. 1, no. 3, pp. 142–144, Jul. 2022.
- [6] E. Sari dan A. S. Purnomo, "Rekomendasi Pemilihan Rute Wisata Menggunakan Metode Bellman-Ford (Studi Kasus: Daerah Wisata Kabupaten Luwu Timur)," *Informatics and Artificial Intelligence Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 84–85, 2024.
- [7] Nurhafifa, Syafri, R. Ruslan, J. Abbas, dan K. A. S., "Strategi Pemenuhan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kecamatan Panakkukang Kota Makassar," *Journal of Urban and Regional Spatial*, vol. 4, no. 1, pp. 27–38, Nov. 2024.
- [8] Y. Yahya, Mirnawati, S. Triana, dan Irmayanti, "Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Teori Graph," *Journal of Mathematics Learning Innovation (JMLI)*, vol. 2, no. 2, pp. 112–123, Sep. 2023.
- [9] Melladia, "Algoritma Genetika Menentukan Jalur Jalan dengan Lintasan Terpendek (Shortest Path)," *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK)*, vol. 4, pp. 112–114, 2020.
- [10] D. Luthfita, Pristiwanto, dan S. Aripin, "Implementasi Algoritma A* Dalam Menentukan Tarif Minimum Berdasarkan Jarak Terpendek Rute Armada Taksi Bandara," *Journal of Informatics Management and Information Technology (JIMAT)*, vol. 2, no. 1, pp. 43–47, Jan. 2022.