

Implementasi Algoritma A* untuk Menentukan Jalur Tercepat Penjemputan Ambulans di RSUD Aulia Pandeglang, Banten

Sri Setiyowati*¹, Robby Rizky², Mamay Maesaroh³, Susilawati⁴, Ayu Mira Yunita⁵, Agung Sugiarto⁶, Zaenal Hakim⁷, Aghy Gilar Pratama⁸, Andrianto Heri Wibowo⁹, Ervi Nurafliyan Susanti¹⁰, Neli Nailul Wardah¹¹, Moh Azizi Hakim¹², Fahmi Qudratullah¹³

¹⁻¹³ Fakultas Teknologi Dan Informatika Universitas Matla'UI Anwar Banten

Email : Robby_bae87@yahoo.com

Abstrak. Permasalahan keterlambatan penjemputan pasien oleh ambulans dapat terjadi akibat pemilihan rute yang kurang tepat, kondisi jalan yang bervariasi, serta jarak tempuh yang tidak efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma A dalam menentukan jalur tercepat penjemputan ambulans di RSUD Aulia Pandeglang, Banten. Metode yang digunakan adalah pendekatan pencarian jalur terpendek berbasis graf, dengan titik lokasi direpresentasikan sebagai node dan jalan sebagai edge. Algoritma A* digunakan karena mampu mencari rute optimal dengan mempertimbangkan nilai biaya perjalanan dan estimasi jarak menuju tujuan melalui fungsi heuristik. Data yang digunakan berupa titik lokasi awal ambulans, lokasi penjemputan pasien, serta hubungan antarjalur yang tersedia. Hasil dari penelitian ini adalah rancangan sistem yang mampu memberikan rekomendasi jalur tercepat bagi ambulans sehingga proses penjemputan pasien menjadi lebih efektif dan efisien. Dengan adanya penerapan Algoritma A*, diharapkan pengambilan keputusan rute ambulans dapat dilakukan secara lebih cepat, tepat, dan mendukung peningkatan kualitas pelayanan kesehatan.

Kata kunci : Algoritma A*, jalur tercepat, ambulans, graf, heuristik.

Abstract. Delays in patient pickup by ambulances may occur due to improper route selection, varying road conditions, and inefficient travel distances. This study aims to implement the A* Algorithm in determining the fastest ambulance pickup route at RSUD Aulia Pandeglang. The method used is a graph-based shortest path search approach, where location points are represented as nodes and roads as edges. The A* Algorithm is employed because it can identify the optimal route by considering travel costs and the estimated distance to the destination through a heuristic function. The data used include the ambulance's starting location, the patient pickup location, and the available route connections. The results of this study are in the form of a system design capable of providing recommendations for the fastest ambulance routes, thereby making the patient pickup process more effective and efficient. With the implementation of the A* Algorithm, it is expected that ambulance route decision-making can be carried out more quickly, accurately, and in support of improving healthcare service quality.

Keywords: A* Algorithm, fastest route, ambulance, graph, heuristic.

1. PENDAHULUAN

Pelayanan ambulans memiliki peran penting dalam mendukung sistem layanan kesehatan, terutama dalam proses penjemputan pasien yang membutuhkan pertolongan cepat. Ketepatan waktu ambulans dalam mencapai lokasi pasien sangat berpengaruh terhadap kualitas pelayanan kesehatan, karena keterlambatan penjemputan dapat berdampak pada kondisi pasien yang membutuhkan penanganan segera [1]. Oleh karena itu, penentuan rute atau jalur tercepat menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung efektivitas layanan ambulans [2].

Dalam praktiknya, proses penjemputan pasien sering menghadapi beberapa kendala, seperti jarak tempuh yang berbeda-beda, banyaknya pilihan jalur, kondisi jalan yang tidak selalu sama, serta



keterbatasan informasi rute yang dapat digunakan secara cepat. Pemilihan jalur secara manual dapat menyebabkan ambulans menempuh rute yang kurang optimal, sehingga waktu perjalanan menjadi lebih lama [3]. Permasalahan ini menunjukkan perlunya penerapan metode komputasi yang mampu membantu menentukan jalur terbaik dari titik awal ambulans menuju lokasi penjemputan pasien [4]

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pencarian jalur adalah Algoritma A^* . Algoritma A^* merupakan algoritma pencarian rute yang bekerja dengan mempertimbangkan biaya perjalanan dari titik awal menuju suatu node dan estimasi jarak dari node tersebut menuju titik tujuan [5]. Algoritma ini menggunakan fungsi evaluasi $f(n) = g(n) + h(n)$, dengan $g(n)$ sebagai biaya dari titik awal ke node saat ini, sedangkan $h(n)$ merupakan nilai heuristik atau estimasi biaya dari node saat ini menuju tujuan [4]. Dengan pendekatan tersebut, Algoritma A^* dapat digunakan untuk mencari jalur yang lebih optimal dibandingkan pencarian jalur tanpa estimasi arah tujuan [6].

Pada penelitian ini, Algoritma A^* diimplementasikan untuk menentukan jalur tercepat penjemputan ambulans di RSUD Aulia Pandeglang, Banten [7] Lokasi jalan direpresentasikan dalam bentuk graf, yaitu titik-titik lokasi sebagai node dan jalur penghubung sebagai edge. Setiap jalur memiliki bobot tertentu yang dapat berupa jarak atau estimasi waktu tempuh [8] Dengan menggunakan representasi graf tersebut, sistem dapat melakukan proses pencarian rute dari posisi awal ambulans menuju lokasi pasien berdasarkan nilai biaya terkecil [9].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Algoritma A^* dalam membantu menentukan jalur tercepat penjemputan ambulans. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi rute yang lebih efektif dan efisien, sehingga proses penjemputan pasien dapat dilakukan dengan lebih cepat. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem informasi penentuan rute ambulans berbasis algoritma pencarian jalur pada layanan kesehatan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menjelaskan tahapan yang digunakan dalam implementasi Algoritma A^* untuk menentukan jalur tercepat penjemputan ambulans di RSUD Aulia Pandeglang, Banten. Penelitian ini menggunakan pendekatan komputasional dengan memodelkan jalur perjalanan ambulans ke dalam bentuk graf. Setiap lokasi seperti rumah sakit, persimpangan jalan, dan titik penjemputan pasien direpresentasikan sebagai node, sedangkan jalur jalan yang menghubungkan antar lokasi direpresentasikan sebagai edge. Setiap edge memiliki bobot yang menunjukkan jarak atau estimasi waktu tempuh.

Algoritma A^* digunakan karena memiliki kemampuan dalam mencari jalur optimal dari titik awal menuju titik tujuan dengan mempertimbangkan biaya perjalanan yang telah ditempuh dan estimasi jarak menuju tujuan. Dalam konteks penelitian ini, titik awal adalah lokasi ambulans atau RSUD Aulia Pandeglang, sedangkan titik tujuan adalah lokasi penjemputan pasien. Proses pencarian dilakukan dengan menghitung nilai evaluasi pada setiap node yang memungkinkan untuk dilalui.

Secara teori, Algoritma A^* bekerja berdasarkan fungsi evaluasi sebagai berikut:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

Keterangan:

$f(n)$ adalah nilai total estimasi biaya dari titik awal menuju titik tujuan melalui node n .

$g(n)$ adalah biaya aktual atau jarak sebenarnya yang telah ditempuh dari titik awal menuju node n .

$h(n)$ adalah nilai heuristik atau estimasi biaya dari node n menuju titik tujuan.

n adalah node atau titik lokasi yang sedang diperiksa dalam proses pencarian jalur.

Nilai $g(n)$ diperoleh dari penjumlahan bobot jalur yang telah dilalui dari node awal sampai node yang sedang diperiksa. Sementara itu, nilai $h(n)$ digunakan untuk memperkirakan jarak dari node saat ini menuju node tujuan. Nilai heuristik ini membantu Algoritma A^* agar pencarian jalur menjadi lebih terarah dan tidak memeriksa seluruh kemungkinan jalur secara tidak efisien.



Dalam penelitian ini, nilai heuristik dapat dihitung menggunakan rumus jarak Euclidean. Rumus ini digunakan apabila setiap node memiliki koordinat lokasi dalam bentuk titik x dan y . Rumus jarak Euclidean adalah sebagai berikut:

$$h(n) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

$h(n)$ adalah estimasi jarak dari node saat ini menuju node tujuan.

x_1 dan y_1 adalah koordinat node saat ini.

x_2 dan y_2 adalah koordinat node tujuan.

Rumus tersebut digunakan untuk memperkirakan jarak garis lurus antara node yang sedang diperiksa dengan node tujuan. Semakin kecil nilai $h(n)$, maka semakin dekat posisi node tersebut terhadap tujuan. Dengan demikian, Algoritma A* akan memilih node yang memiliki nilai $f(n)$ paling kecil karena node tersebut dianggap memiliki peluang terbaik untuk menghasilkan jalur tercepat.

Jalur perjalanan ambulans dalam penelitian ini dimodelkan dalam bentuk graf. Secara matematis, graf dapat dituliskan sebagai berikut:

$$G = (V, E) \quad (3)$$

Keterangan:

G adalah graf yang merepresentasikan jaringan jalur ambulans.

V adalah himpunan node atau titik lokasi.

E adalah himpunan edge atau jalur penghubung antar node.

Setiap edge pada graf memiliki bobot tertentu. Bobot tersebut dapat berupa jarak tempuh, waktu tempuh, atau biaya perjalanan. Pada penelitian ini, bobot digunakan sebagai dasar dalam menentukan jalur tercepat yang dapat dilalui ambulans dari titik awal menuju lokasi penjemputan pasien.

Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, yaitu adanya kebutuhan untuk menentukan jalur tercepat dalam proses penjemputan pasien oleh ambulans. Permasalahan ini muncul karena terdapat beberapa alternatif jalur yang dapat dilalui, namun setiap jalur memiliki jarak dan waktu tempuh yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan algoritma pencarian jalur yang mampu memberikan rekomendasi rute secara lebih tepat dan efisien.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lokasi awal ambulans, lokasi penjemputan pasien, titik-titik persimpangan jalan, hubungan antarjalur, serta bobot setiap jalur. Bobot jalur dapat diperoleh berdasarkan jarak antar titik atau estimasi waktu tempuh. Data tersebut kemudian digunakan sebagai input dalam proses pemodelan graf.

Setelah data diperoleh, tahap selanjutnya adalah pemodelan jalur ke dalam bentuk graf. Setiap titik lokasi direpresentasikan sebagai node, sedangkan jalan yang menghubungkan dua lokasi direpresentasikan sebagai edge. Bobot pada setiap edge digunakan untuk menunjukkan besarnya biaya perjalanan dari satu node ke node lainnya. Dengan pemodelan ini, sistem dapat melakukan perhitungan jalur berdasarkan struktur hubungan antar lokasi.

Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai heuristik pada setiap node. Nilai heuristik digunakan untuk memperkirakan jarak dari node tertentu menuju lokasi penjemputan pasien. Perhitungan heuristik dilakukan menggunakan rumus Euclidean Distance. Nilai heuristik ini kemudian digabungkan dengan biaya aktual perjalanan untuk memperoleh nilai evaluasi $f(n)$.

Setelah nilai $g(n)$, $h(n)$, dan $f(n)$ diperoleh, Algoritma A* mulai melakukan proses pencarian jalur. Proses dimulai dari node awal, kemudian sistem memeriksa node-node tetangga yang terhubung langsung. Setiap node tetangga dihitung nilai $f(n)$ -nya. Node dengan nilai $f(n)$ paling kecil akan dipilih sebagai node berikutnya untuk diproses. Proses ini dilakukan secara berulang



sampai node tujuan ditemukan.

Langkah kerja Algoritma A* dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama, sistem menentukan node awal dan node tujuan. Kedua, node awal dimasukkan ke dalam daftar terbuka atau *open list*. Ketiga, sistem memilih node dengan nilai $f(n)$ terkecil dari *open list*. Keempat, sistem memeriksa apakah node tersebut merupakan node tujuan. Jika node tersebut belum menjadi tujuan, maka sistem akan memeriksa seluruh node tetangga yang terhubung. Kelima, sistem menghitung nilai $g(n)$, $h(n)$, dan $f(n)$ untuk setiap node tetangga. Keenam, node dengan nilai $f(n)$ terkecil dipilih untuk proses berikutnya. Langkah ini terus dilakukan sampai node tujuan ditemukan.

Apabila node tujuan telah ditemukan, sistem akan menelusuri kembali jalur yang telah dilalui dari node tujuan menuju node awal. Hasil akhir dari proses ini adalah urutan jalur tercepat yang dapat dilalui ambulans. Jalur tersebut menjadi rekomendasi rute penjemputan pasien dari RSUD Aulia Pandeglang menuju lokasi pasien.

Evaluasi hasil dilakukan dengan melihat total bobot jalur yang dihasilkan oleh Algoritma A*. Total bobot diperoleh dari penjumlahan seluruh edge yang dilalui dari titik awal sampai titik tujuan. Semakin kecil total bobot, maka semakin efisien jalur yang dihasilkan. Evaluasi juga dapat dilakukan dengan membandingkan jalur hasil Algoritma A* dengan jalur alternatif lainnya untuk mengetahui apakah rute yang dipilih sudah memberikan hasil terbaik.

Berdasarkan tahapan tersebut, metode penelitian ini berfokus pada penerapan Algoritma A* sebagai metode pencarian jalur tercepat. Dengan menggunakan fungsi evaluasi $f(n) = g(n) + h(n)$, sistem dapat menentukan rute penjemputan ambulans secara lebih terarah. Hasil dari metode ini diharapkan dapat membantu proses pengambilan keputusan dalam menentukan jalur ambulans sehingga penjemputan pasien dapat dilakukan dengan lebih cepat, efektif, dan efisien.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. Analisis A Star (A*)

Berikut ini adalah analisis A star (A*) yang meliputi proyeksi gambar peta jalur, pengambilan node berdasarkan persimpangan jalan, menghitung heuristik, Langkah-langkah pencarian Algoritma A*

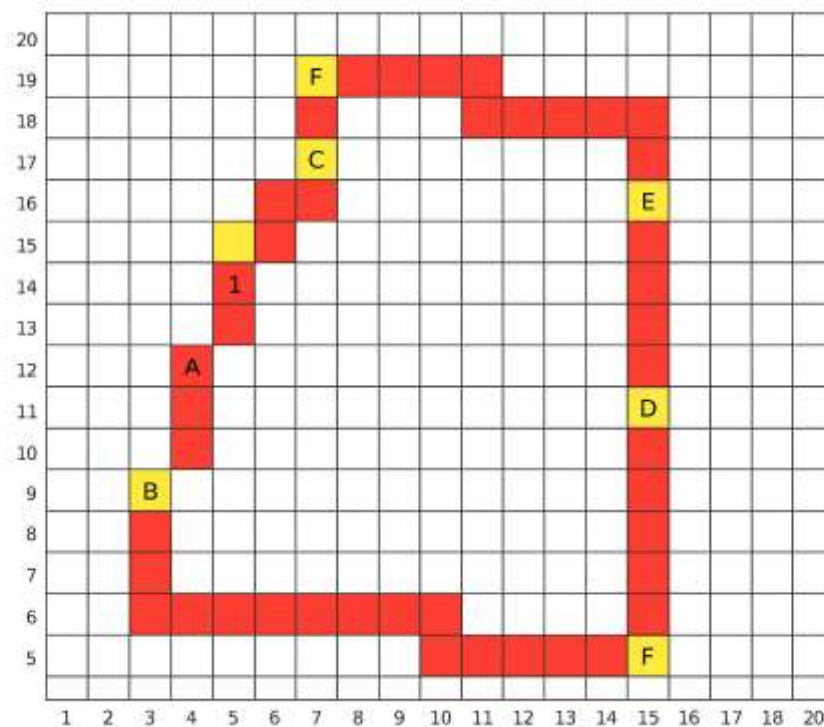
3.1 Pete Rute



Gambar 1. Peta Rute



3.2 Perhitungan GRID



Gambar 2. Perhitungan grid

3.3 Perhitungan Hauristik

Setelah titik koordinat di dapat selanjutnya tahap perhitungan heuristik, rumus jarak dua titik.

$$d(x,y) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka perhitungan setiap titik dapat di lihat sebagai berikut :

- A (4,12) → B (3,9)
 $d(x,y) = \sqrt{(1)^2 + (3)^2} = \sqrt{(1+9)} = 3.16$
- A (4,12) → C (8,17)
 $d(x,y) = \sqrt{(-4)^2 + (-5)^2} = \sqrt{(16+25)} = 6.40$
- A (4,12) → D (15,11)
 $d(x,y) = \sqrt{(-11)^2 + (1)^2} = \sqrt{(121+1)} = 11.05$
- A (4,12) → E (15,16)
 $d(x,y) = \sqrt{(-11)^2 + (-4)^2} = \sqrt{(121+16)} = 11.70$
- A (4,12) → F (15,5)
 $d(x,y) = \sqrt{(-11)^2 + (7)^2} = \sqrt{(121+49)} = 13.04$
- B (3,9) → C (8,17)
 $d(x,y) = \sqrt{(-5)^2 + (-8)^2} = \sqrt{(25+64)} = 9.43$
- B (3,9) → D (15,11)
 $d(x,y) = \sqrt{(-12)^2 + (-2)^2} = \sqrt{(144+4)} = 12.17$
- B (3,9) → E (15,16)
 $d(x,y) = \sqrt{(-12)^2 + (-7)^2} = \sqrt{(144+49)} = 13.89$
- B (3,9) → F (15,5)
 $d(x,y) = \sqrt{(-12)^2 + (4)^2} = \sqrt{(144+16)} = 12.65$
- C (8,17) → D (15,11)
 $d(x,y) = \sqrt{(-7)^2 + (6)^2} = \sqrt{(49+36)} = 9.22$
- C (8,17) → E (15,16)



$$d(x,y) = \sqrt{(-7)^2+(1)^2} = \sqrt{(49+1)} = 7.07$$

$$C(8,17) \rightarrow F(15,5)$$

$$d(x,y) = \sqrt{(-7)^2+(12)^2} = \sqrt{(49+144)} = 13.89$$

$$D(15,11) \rightarrow E(15,16)$$

$$d(x,y) = \sqrt{(0)^2+(-5)^2} = \sqrt{(0+25)} = 5.00$$

$$D(15,11) \rightarrow F(15,5)$$

$$d(x,y) = \sqrt{(0)^2+(6)^2} = \sqrt{(0+36)} = 6.00$$

$$E(15,16) \rightarrow F(15,5)$$

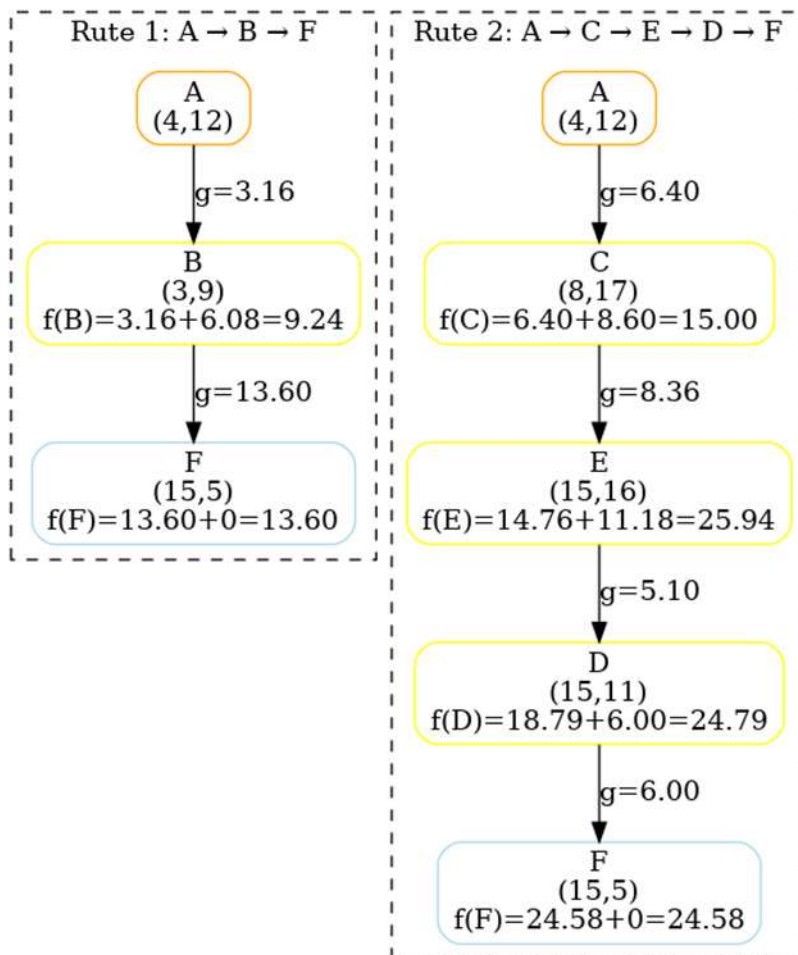
$$d(x,y) = \sqrt{(0)^2+(11)^2} = \sqrt{(0+121)} = 11.00$$

3.4 Pencarian Algoritma A *

Setelah nilai heuristic dari masing-masing node didapat maka kita akan mencari $f(n)$ menggunakan algoritma A* dengan rumus :

$$f(n) = h(n) + g(n) \tag{4}$$

Untuk dapat menemukan rute terdekat menuju lokasi pelapor, maka perhitungannya menggunakan metode A star, dapat dilihat berdasarkan langkah sebagai berikut :



Gambar 3. Langkah

$h(n)$ = Nilai heuristik antar koordinat
 $g(n)$ = Jarak koordinat ke titik tujuan



Berdasarkan pencarian rute terdekat menggunakan metode A star sebagaimana ditampilkan pada gambar 3, maka diketahui

3.5 Titik (koordinat)

$$A = (4,12)$$

$$B = (3,9)$$

$$C = (8,17)$$

$$D = (15,11)$$

$$E = (15,16)$$

$$F = (15,5) \text{ (tujuan)}$$

3.6 Jarak antar titik (satuan = indeks grid)

Saya hitung jarak Euclid $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$:

1. $A \rightarrow B = 3.1623$
2. $A \rightarrow C = 6.4031$
3. $A \rightarrow D = 11.0454$
4. $A \rightarrow E = 11.7047$
5. $A \rightarrow F = 13.0384$
6. $B \rightarrow C = 9.4340$
7. $B \rightarrow D = 12.1655$
8. $B \rightarrow E = 13.8924$
9. $B \rightarrow F = 12.6491$
10. $C \rightarrow D = 9.2195$
11. $C \rightarrow E = 7.0711$
12. $C \rightarrow F = 13.8924$
13. $D \rightarrow E = 5.0000$
14. $D \rightarrow F = 6.0000$
15. $E \rightarrow F = 11.0000$

3.7 Koreksi pada rute yang Anda bandingkan

Rute 1: $A \rightarrow B \rightarrow F$

1. $A \rightarrow B = 3.1623$ (unit indeks)
2. $B \rightarrow F = 12.6491$ (unit indeks)

$$\text{Total (unit indeks)} = 3.1623 + 12.6491 = 15.8114$$

$$\text{Total (meter)} = 15.8114 \times 10 = 158.11 \text{ m}$$

$$\text{Total (km)} = 0.1581 \text{ km}$$

Catatan: Anda menulis total $\approx 0,864$ km — itu jauh lebih besar daripada hasil perhitungan jarak Euclid di atas. Kemungkinan penyebab kesalahan: pencampuran nilai $f(n)$ yang bukan jarak path langsung, atau salah pengalihan skala/penjumlahan.

Rute 2: $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$

$$A \rightarrow C = 6.4031$$

$$C \rightarrow D = 9.2195$$

$$D \rightarrow E = 5.0000$$

$$E \rightarrow F = 11.0000$$

$$\text{Total (unit indeks)} = 6.4031 + 9.2195 + 5.0000 + 11.0000 = 31.6226$$

$$\text{Total (meter)} = 31.6226 \times 10 = 316.23 \text{ m}$$

$$\text{Total (km)} = 0.3162 \text{ km}$$



3.8 Perbandingan dan kesimpulan

Rute 1 ($A \rightarrow B \rightarrow F$) = 158.11 m

Rute 2 ($A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$) = 316.23 m

Jadi Rute 1 ($A \rightarrow B \rightarrow F$) *lebih pendek* dan lebih cepat daripada Rute 2 menurut jarak Euclid antar simpul pada grid ini.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Algoritma A*, diperoleh bahwa proses pencarian jalur tercepat dilakukan dengan memodelkan peta rute ke dalam bentuk grid dan node. Setiap node mewakili titik persimpangan atau titik penting pada jalur, sedangkan jarak antar node dihitung menggunakan rumus *Euclidean Distance*. Perhitungan heuristik digunakan untuk memperkirakan jarak dari setiap node menuju titik tujuan, sehingga proses pencarian rute dapat dilakukan secara lebih terarah.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat beberapa alternatif jalur dari titik awal A menuju titik tujuan F. Rute pertama, yaitu $A \rightarrow B \rightarrow F$, memiliki total jarak sebesar 15,8114 unit indeks grid atau setara dengan 158,11 meter. Sementara itu, rute kedua, yaitu $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$, memiliki total jarak sebesar 31,6226 unit indeks grid atau setara dengan 316,23 meter. Berdasarkan perbandingan tersebut, rute $A \rightarrow B \rightarrow F$ merupakan rute yang lebih pendek dibandingkan dengan rute $A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Algoritma A* mampu digunakan untuk menentukan jalur tercepat penjemputan ambulans berdasarkan perhitungan jarak antar node pada grid. Jalur terbaik yang direkomendasikan adalah $A \rightarrow B \rightarrow F$ karena memiliki total jarak paling kecil, yaitu 158,11 meter. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan Algoritma A* dapat membantu proses pengambilan keputusan dalam menentukan rute ambulans secara lebih cepat, efektif, dan efisien. Namun, hasil perhitungan ini masih berdasarkan jarak grid, sehingga pada pengembangan berikutnya dapat ditambahkan faktor kondisi jalan, kepadatan lalu lintas, dan estimasi waktu tempuh secara nyata agar hasil rute lebih sesuai dengan kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. B. Gede Wahyu Antara Dalem, "Penerapan Algoritma A* (Star) Menggunakan Graph Untuk Menghitung Jarak Terpendek," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 1, no. 1, pp. 41–47, 2018, doi: 10.31598/jurnalresistor.v1i1.253.
- [2]) Yuliani, F. Agus, and K. Kunci, "WEBGIS PENCARIAN RUTE TERPENDEK MENGGUNAKAN ALGORITMA STAR (A*) (Studi Kasus: Kota Bontang)," *J. Inform. Mulawarman Ed. Juli*, vol. 8, no. 2, pp. 50–55, 2013.
- [3] I. Fatahillah, R. Rizky, and Z. Hakim, "' Pengembangan Sistem Informasi Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) Berbasis Web Menggunakan WhatsApp Gateway di SMKN 4 Pandeglang ,'" no. 2, 2023.
- [4] R. Rizky, J. S. Informasi, F. Informatika, and U. Mathla, "Pencarian Jalur Terdekat dengan Metode A*(Star) Studi Kasus Serang Labuan Provinsi Banten 1)," no. November, 2018.
- [5] Z. Hakim and R. Rizky, "Sistem Pakar Menentukan Karakteristik Anak Kebutuhan Khusus Siswa Di SLB Pandeglang Banten Dengan Metode Forward Chaining," *JUTIS (Jurnal Tek. Inform.) Progr. Stud. Tek. Inform. Tek. Univ.*, vol. 7, no. 1, pp. 93–99, 2019.
- [6] Z. Hakim *et al.*, "Implementasi Algoritma Forward Chaining Untuk Sistem Pakar Diagnosis Hama Tanaman Kacang Kedelai Pada Dinas Pertanian Pandeglang Provinsi Banten," vol. 8, no. 1, 2020.
- [7] A. B. W. Putra, A. A. Rachman, A. Santoso, and M. Mulyanto, "Perbandingan Hasil Rute Terdekat Antar Rumah Sakit di Samarinda Menggunakan Algoritma A*(star) dan Floyd-



Warshall,” *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 9, no. 1, p. 59, 2020, doi: 10.32736/sisfokom.v9i1.685.

- [8] A. Kurniawati, “Penerapan Algoritma A *(STAR) Untuk Mencari Rute Tercepat Pada Suatu Bengkel,” no. Selisik, 2017.
- [9] M. Shokouhifar, F. Fanian, and M. Kuchaki, “AI-driven cluster-based routing protocols in WSNs : A survey of fuzzy heuristics , metaheuristics , and machine learning models,” *Comput. Sci. Rev.*, vol. 54, no. June, p. 100684, 2024, doi: 10.1016/j.cosrev.2024.100684.

