

Implementasi Algoritma A* (*A Star*) dalam Menentukan Jarak Terpendek Menuju Rumah Sakit Rujukan Covid-19

Muhammad Ardiansyah Muktadir Gasba^{a,1,*}, Harlinda L^{a,2}, Irawati^{a,3}

^a Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia Makassar

^a Jl. Urip Sumoharjo Km. 5, Makassar, Sulawesi Selatan

¹ muhammadardiansyah1124@gmail.com; ² harlinda@umi.ac.id; ³ irawati2804@gmail.com

*corresponding author

INFORMASI ARTIKE	ABSTRAK
Diterima : 28 – 07 – 2022 Direvisi : 15 – 08 – 2022 Diterbitkan : 31 – 08 – 2022	Lokasi atau keberadaan rumah sakit rujukan COVID-19 serta informasi kamar kosong IGD tersebut belum banyak diketahui oleh masyarakat di Kota Makassar. Kurangnya informasi mengenai lokasi rumah sakit kadang membuat kesulitan masyarakat ataupun pendatang untuk menemukan rumah sakit terpendek atau jalan menuju rumah sakit rujukan COVID-19 yang berada di dekatnya. Algoritma A* (<i>A Star</i>) merupakan salah satu algoritma untuk menentukan rute terpendek (<i>Shortest Path</i>) dari lokasi pengguna menuju lokasi tujuan dengan memasukkan variabel-variabel yang dibutuhkan yaitu <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> , serta mempertimbangkan nilai heuristiknya, yaitu jarak sebenarnya dari <i>node</i> awal ke <i>node</i> tujuan, untuk menentukan jarak antar <i>node</i> /titik simpul dibentuk dengan menerapkan metode <i>Euclidean distance</i> , dan menentukan jarak antar <i>node</i> dengan menentukan kecepatannya yaitu 50km/jam untuk wilayah perkotaan lalu menentukan waktunya yaitu 0,83km / 1 (satu) menit. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang aplikasi penentuan rute terpendek menuju RS rujukan COVID-19 dan mengimplementasikan algoritma A* (<i>A Star</i>) dalam menentukan rute terpendek dan jarak serta waktu tempuh terpendek menuju RS rujukan COVID-19 di Kota Makassar. Proses pencarian rute akan menggunakan algoritma A* (<i>A Star</i>). Hasil dari penelitian ini didapatkan tingkat persentase sebanyak 79.2% yang setuju dengan aplikasi tersebut, dan pada aplikasi terdapat 8 data rumah sakit yakni 4 RS Rujukan COVID-19 dan 4 RSU non COVID-19, 68 data <i>node</i> /simpul, 113 data graf yang menghubungkan tiap-tiap <i>node</i> agar dapat menjadi sebuah <i>path</i> serta pada aplikasi ini bebas dari kesalahan logika dikarenakan jumlah <i>path</i> sama dengan <i>Cyclomatic Complexity</i> di pengujian <i>Whitebox</i> .
Kata Kunci: Rute Terpendek Algoritma A* (<i>A Star</i>) RS Rujukan COVID- 19	

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang berkembang dan internet yang cepat saat ini dapat mempermudah seseorang dalam mencari sebuah informasi. Orang-orang dapat memperoleh informasi dimana saja dan kapan saja dengan mengakses suatu alamat informasi hanya dengan menggunakan alat teknologi canggih [1] seperti laptop ataupun *smartphone*.

Kota Makassar merupakan Ibukota dari Provinsi Sulawesi Selatan yang merupakan kota metropolitan terbesar di kawasan Indonesia Timur. Makassar memiliki fasilitas kesehatan (rumah sakit) sebanyak dua puluh satu rumah sakit yang tersebar di Kota Makassar. Lokasi atau keberadaan rumah sakit rujukan COVID-19 tersebut belum banyak diketahui oleh masyarakat di Kota Makassar. Kurangnya informasi mengenai lokasi rumah sakit kadang membuat kesulitan masyarakat ataupun pendatang untuk menemukan rumah sakit terpendek atau jalan menuju rumah sakit rujukan COVID-19 yang berada di dekatnya.

Penentuan sebuah jalur terpendek (*shortest path finding*) merupakan hal yang penting dan dibutuhkan dengan optimasi waktu yang efisien, dengan jalur terpendek yang dilalui menjadi lebih efektif dan tentunya dapat menghemat biaya [2]. Jalur terpendek (*shortest path*) dapat diartikan sebagai nilai minimal dari suatu lintasan, yaitu jumlah nilai dari keseluruhan bentuk lintasan [3]. Untuk membantu menentukan lintasan terpendek dapat memilih jalur yang terpendek dari tempat asal ke tujuan. Hal ini terkadang tidak dapat membantu secara maksimal dikarenakan banyaknya jumlah jalan yang harus dipilih dan lalu lintas yang kadang-kadang terjadi kemacetan yang tidak dapat diperkirakan jarak tempuh pada jalur itu.

Algoritma A* merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk memecahkan masalah pencarian jalur terpendek yang penerapannya dilakukan dengan cara bertahap [4]. Berdasarkan masalah diatas, maka peneliti

tertarik melakukan penelitian tentang penentuan rute terpendek menuju rumah sakit rujukan COVID-19 menggunakan algoritma A* (A Star).

Tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Dengan merancang sebuah aplikasi berbasis *android* yang dapat menjalankan algoritma A* (A Star) yang menampilkan lokasi dan jalur terpendek menuju rumah sakit rujukan COVID-19 di kota Makassar.
- 2) Dengan mengimplementasikan algoritma A* (A Star) dapat melakukan perhitungan jarak dan waktu tempuh menuju rumah sakit rujukan COVID-19 di kota Makassar.

II. Metode

A. Graf

Defenisi *Graf*, Teori *graf* merupakan pokok bahasan yang sudah tua usiannya namun memiliki banyak terapan dalam kehidupan sehari-hari saat ini [5]. *Graf* digunakan untuk mempresentasikan objek- objek diskrit dan hubungan antar objek-objek tersebut [6]. Banyak persoalan di dunia nyata yang merupakan gambaran visual dari *graf*. Contoh salah satu representasi visual *graf* adalah peta. Banyak hal yang dapat digali dari representasi tersebut, diantaranya menentukan jalur terpendek dari satu tempat ke tempat yang lain, menggambar dua kota yang bertetangga dengan warna yang berbeda pada peta, menentukan tata letak jalur transportasi, pengaturan jaringan telekomunikasi atau jaringan internet dan masih banyak lagi. Selain peta, masih banyak hal lain dalam dunia nyata yang merupakan representasi visual dari *graf* [7].

B. Algoritma A* (A Star)

Algoritma A* pertama kali ditemukan pada tahun 1968 oleh Peter Hart, Nils Nilsson dan Bertram Raphael [8]. Algoritma A* merupakan perbaikan dari metode BFS (*Best-First Search*) dengan menggunakan fungsi *heuristic* yaitu dengan meminimumkan total biaya lintasan dan akan memberikan solusi yang terbaik dalam waktu yang optimal. Algoritma A* memiliki 5 komponen utama, yaitu: simpul awal, simpul *goal*, *open list*, *closed list*, dan *cost* [9]. Simpul awal merupakan titik awal dari posisi saat ini, sedangkan simpul *goal* merupakan tujuan. *Cost* merupakan nilai dari jarak yang telah ditempuh untuk mencapai tujuan.

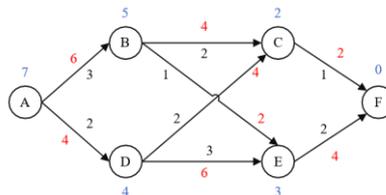
Notasi yang dipakai oleh Algoritma A* adalah: $f(n) = g(n) + h(n)$

Keterangan:

$f(n)$ = biaya estimasi terendah

$g(n)$ = biaya dari node awal ke *node n*

$h(n)$ = perkiraan biaya dari node *n* ke *node* akhir.



Gambar 1. Contoh Simulasi *graf* algoritma A* (A Star)

Keterangan:

1 = Angka yang berwarna biru adalah nilai heuristiknya

l = Angka yang berwarna hitam adalah bobot jarak dari titik sumber ke tujuan

l = Angka yang berwarna merah adalah waktu dari titik sumber ke titik tujuan

Tabel 1. Tabel Nilai Heuristik A*

<i>n</i>	A	B	C	D	E	F
$h(n)$	7	5	2	4	3	0

Literasi Pertama

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

$$F(B) = 3 + 5 = 8$$

$$F(D) = 3 + 4 = 7$$

Tabel 2. Tabel Literasi Pertama

Open List			Closed List		
Tujuan	Nilai	Via	Tujuan	Nilai	Via
B	8	A	A	7	A
D	7	A			

Dari hasil perhitungan maka nilai pada *open list* yaitu dari titik A ke titik D memiliki nilai yang terendah, jadi nilai tersebut di pindahkan ke *closed list*.

Literasi kedua

$$F(C) = (2 + 2) + 2 = 6$$

$$F(E) = (2 + 3) + 3 = 8$$

Tabel 3. Tabel Literasi Kedua

Open List			Closed List		
Tujuan	Nilai	Via	Tujuan	Nilai	Via
C	6	D	A	7	A
E	8	D	D	7	A

Dari hasil perhitungan maka nilai pada *open list* yaitu dari titik D ke titik C memiliki nilai bobot yang terendah, jadi nilai tersebut di pindahkan ke *closed list*.

Literasi ketiga

$$F(F) = (2 + 2 + 2) + 0 = 6$$

Tabel 4. Tabel Literasi Ketiga

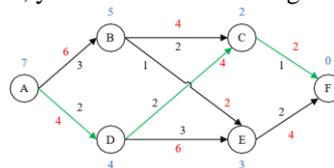
Open List			Closed List		
Tujuan	Nilai	Via	Tujuan	Nilai	Via
F	6	C	A	7	A
			D	7	A
			C	6	D

Dari hasil perhitungan maka nilai pada *open list* yaitu dari titik C ke titik F memiliki nilai bobot yang terendah, jadi nilai tersebut di pindahkan ke *closed list*. Setelah semua simpul telah dihitung dan mencapai titik akhir maka diperoleh simpul dari titik awal ke titik tujuan adalah A – D – C – F dengan nilai jarak terpendek adalah 6 km

Tabel 5. Tabel Akhir Simulasi

Closed List		
Tujuan	Nilai	Via
A	7	A
D	7	A
C	6	D
F	6	C

Kemudian setelah mendapatkan jaraknya, maka tahap akhirnya dengan menjumlahkan bobot- bobot waktu dari tiap tiap simpul yang ada di *closed list*, yaitu A – D – C – F dengan nilai bobot waktu 4 + 4 + 2 = 10 menit.



Gambar 2. Gambar akhir simulasi A* (A Star)

C. Euclidean Distance

Pada algoritma A* mempertimbangkan jarak heuristiknya, maka untuk mendapatkan nilai heuristik dapat menggunakan persamaan *euclidean deistance*, pengukuran jarak antar *node*/titik simpul juga menggunakan rumus *euclidean*, untuk persamaannya dapat dilihat rumus dibawah ini [10].

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \tag{1}$$

Keterangan:

d = Distance

x_2 = Latitude node tujuan

x_1 = Latitude node awal

x_2 = Longitude node tujuan

x_1 = Longitude node awal

Hasil perhitungan tersebut kemudian dikalikan dengan 111.319 untuk mendapatkan hasil dalam satuan km. nilai 111.319 diperoleh dari konversi 1 derajat bumi kedalam kilometer.

D. Penentuan dan Perhitungan Data Waktu

Menguraikan pembahasan analisis dari hasil implementasi yang telah dibuat. Untuk perhitungan data waktu menggunakan satuan menit, perhitungan setiap grafnya atau dari satu titik simpul ke simpul selanjutnya. Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 111 Tahun 2015 Pasal 3 Nomor 4 Poin c yaitu batas kecepatan ditetapkan paling tinggi 50 (lima puluh) kilometer per jam untuk kawasan perkotaan.

Untuk penentuan kecepatan pada penelitian digunakan kecepatan 50km/jam dan dipenelitian tidak menggunakan satuan jam melainkan menit. Kemudian untuk mendapatkan kecepatan waktu dalam satuan menit maka harus menghitung terlebih dahulu 50km/jam sama dengan berapa meter/menit sebagai berikut

Dari km kita ubah jadi m terlebih dahulu, lihat tangga diatas, dari km ke m turun 3 tangga artinya kita kali 1000.

50 km = 50 x 1000 m = 50.000 m

50 km/jam = 50.000 m/jam

Dari jam kita jadikan menit, lihat tangga turun 1 tangga artinya kita kalikan 60, 1 jam = 1 x 60 = 60 menit

50 km/jam = 50.000 m/jam

= 50.000 m/60 menit

= 833,3 m/menit

Setelah perhitungan diatas maka simpulkan yaitu untuk setiap 833.3meter sama dengan 1 menit.

Tabel 6. Tabel Data Waktu

Waktu (Menit)	Jarak (km)
1	0.83
2	1.67
3	2.45
4	3.33
5	4.16

E. Android

Android juga memiliki sifat *open-source* yang maksudnya bisa dikembangkan lebih jauh lagi sesuai dengan kebutuhan para pengguna. Kelebihan terakhir yang dimilikinya adalah banyaknya referensi aplikasi dan juga permainan gratis yang bisa Anda dapatkan melalui fitur layanan *Google Play Store*. Pada layanan ini, Anda dapat mencari berbagai aplikasi yang Anda butuhkan dan mengunduhnya dengan gratis.

F. Latitude dan Longitude

Latitude adalah garis yang melintang di antara kutub utara dan kutub selatan, yang menghubungkan antara sisi timur dan barat bagian bumi. Garis ini memiliki posisi membentangi bumi, sama halnya seperti garis *equator* (khatulistiwa), tetapi dengan kondisi nilai tertentu. Garis lintang inilah yang dijadikan ukuran dalam mengukur sisi utara-selatan koordinat suatu titik di belahan bumi. Sedangkan, *longitude* adalah garis membujur yang menghubungkan antara sisi utara dan sisi selatan bumi (kutub). Garis bujur ini digunakan untuk mengukur sisi barat-timur koordinat suatu titik di belahan bumi. Sama seperti *equator* pada *latitude* yang berada di tengah dan memiliki nilai 0 (nol) derajat, pada *longitude*, garis tengah yang bernilai 0 (nol) derajat disebut garis *prime meridian* (garis bujur). Sedangkan, garis yang berada paling kiri memiliki nilai -90 derajat, dan yang paling kanan memiliki nilai 90 derajat.

G. MySQL

MySQL termasuk ke dalam RDBMS (*Relational Database Management System*). Sehingga, menggunakan tabel, kolom, baris, di dalam struktur *database* -nya. Jadi, dalam proses pengambilan data menggunakan metode *relational database*. Dan juga menjadi penghubung antara perangkat lunak dan *database server*.

H. RS Rujukan COVID-19

Mempertimbangkan penyakit yang dapat menimbulkan wabah dapat berpotensi menyebabkan kedaruratan kesehatan masyarakat yang meresahkan dunia yang tidak hanya menyebabkan kematian tapi juga menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup besar, sehingga perlu dilakukan antisipasi untuk menanganinya. Atas dasar pertimbangan tersebut, Menteri Kesehatan (Menkes) menetapkan Keputusan Menteri (Kepmen) Nomor HK.01.07/MENKES/169/2020 tentang Penetapan Rumah Sakit Rujukan Penanggulangan Penyakit Infeksi *Emerging* Tertentu pada tanggal 10 Maret 2020. Rumah Sakit Rujukan Penanggulangan Penyakit Infeksi *Emerging* Tertentu, sebagaimana dimaksud dalam Kepmen tersebut, bertugas:

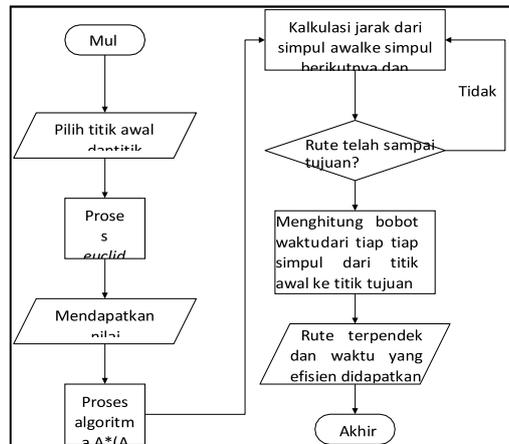
- 1) Melakukan penatalaksanaan dugaan kasus yang berpotensi kejadian luar biasa Penyakit Infeksi *Emerging* Tertentu;
- 2) Memberikan pelayanan rujukan pasien dan rujukan spesimen yang berkualitas sesuai dengan standar;
- 3) Meningkatkan kapasitas sumber daya yang diperlukan dalam rangka penatalaksanaan dugaan kasus yang berpotensi kejadian luar biasa Penyakit Infeksi *Emerging* Tertentu; dan
- 4) Melakukan pencatatan dan pelaporan.

Rumah sakit di Kota Makassar ada 4 (empat) yang telah ditetapkan/direkomendasikan sebagai rumah sakit penanggulangan penyakit infeksi khususnya virus COVID-19 di Kota Makassar yaitu:

- 1) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar (Alamat Jl. Paccerrakkang No.67, Paccerrakkang, Kec. Biringkanaya, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90242).
- 2) RSAD Tk. II Pelamonia (Alamat Jl. Jend Sudirman No. 27, Pisang Utara, Kec. Ujung Pandang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90157).
- 3) RSUD Labuang Baji (Alamat Jl. Dr. Sam Ratulangi No. 81, Labuang Baji, Kec. Mamajang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90132).

4) RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar (Alamat Jl.Perintis Kemerdekaan Km.11, Tamalanrea Jaya, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245).

I. Analisis Sistem yang diusulkan



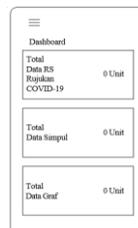
Gambar 3. Flowchart sistem yang diusulkan

Pada gambar 3.5 di atas sistem yang usulkan untuk pengguna yang pertama memilih titik awal yang telah ditentukan dan titik akhir (rumah sakit rujukan COVID-19 di kota Makassar) lalu dilakukan pencarian, proses yang pertama yaitu sistem memproses data *longitude* dan *latitude* pada setiap simpul yang ada, kemudian di dapatkan nilai heuristik pada tiap-tiap simpul ke titik tujuan, setelah mendapatkan nilainya, lalu masuk ke proses algoritma A* (*A Star*), yaitu dengan menjumlahkan bobot-bobot pada setiap *graf* yang ada dengan nilai heuristik yang telah di peroleh, setelah itu sistem akan mengecek apakah telah sampai di titik tujuan, apabila belum sampai ke titik tujuan maka kembali dilakukan perhitungan, dan apabila perhitungannya telah sampai ketitik tujuan, setelah itu dari simpul-simpul yang didapatkan kemudian diambil data bobot waktunya, kemudian dijumlahkan, setelah itu didapatkan nilai akhir dengan jarak terpendek dan waktu yang efisien menuju rumah sakit rujukan COVID-19 di kota Makassar.

J. Perancangan Interface

1) Rancangan Tampilan Menu Utama Admin

Halaman menu utama merupakan halaman yang menampilkan *dashboard* yang berisi jumlah data RS rujukan COVID-19, jumlah data *graph / graf*, dan jumlah data *node/simpul*.



Gambar 4. Tampilan Halaman Utama Admin

2) Rancangan Tampilan RS Rujukan

Halaman menu RS Rujukan merupakan halaman yang menampilkan daftar rumah sakit rujukan COVID-19 yang telah dimasukkan ke dalam aplikasi, dihalaman ini juga data tersebut dapat diubah dan dihapus oleh *admin*.



Gambar 5. Tampilan Halaman RS Rujukan

3) Rancangan Tampilan Node

Halaman menu *node* merupakan halaman yang menampilkan daftar letak titik-titik simpul yang telah dimasukkan ke aplikasi.

Node	Titik	Jarak	Aksi
			<input type="button" value="○"/>
			<input type="button" value="○"/>
			<input type="button" value="○"/>

Gambar 6. Tampilan Halaman *Node*4) *Rancangan Tampilan Graph*

Halaman Menu *Graph* merupakan halaman yang menampilkan daftar jarak antar simpul beserta jarak dan waktu tempuh dari antar simpul-simpul yang telah dimasukkan ke aplikasi sebelumnya oleh *admin*.

Mula	Tetapan	Jarak	Waktu	Aksi
				<input type="button" value="○"/>
				<input type="button" value="○"/>
				<input type="button" value="○"/>

Gambar 7. Tampilan Halaman *Graph*5) *Rancangan Tampilan Users (Admin)*

Halaman menu *Users* merupakan halaman yang menampilkan daftar akun *admin* yang dapat mengakses aplikasi ini.

username	password	No	Aksi
			<input type="button" value="○"/>
			<input type="button" value="○"/>
			<input type="button" value="○"/>

Gambar 8. Tampilan Halaman *Users (Admin)*6) *Rancangan Tampilan Login*

Halaman *Login* merupakan halaman yang menampilkan *form login admin* yang berisi *username* dan *password* untuk dapat masuk ke halaman *dashboard admin*.

Gambar 9. Tampilan Halaman *Login*7) *Rancangan Tampilan User (Pengguna)*

Halaman *user* (pengguna) merupakan halaman yang menampilkan halaman utama pengguna berisi *select box* untuk mengisi titik awal dan titik akhir dan sebuah *button* untuk melakukan pencarian rute terpendek menuju rumah sakit COVID-19.

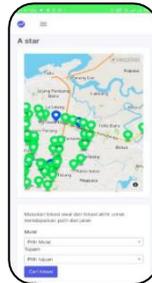
Gambar 10. Tampilan Halaman *User* (Pengguna)

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

1) *Antar Muka Halaman User (Pengguna)*

Halaman *user* (pengguna) akan tampil *user* (pengguna) pertama kali membuka aplikasi

Gambar 11. Antarmuka Halaman *User* (Pengguna)

Pada gambar 11 memperlihatkan tampilan antarmuka halaman utama *user* (pengguna), yang berisi *select box* tempat memilih titik awal dan titik tujuan (RS rujukan COVID-19).

2) *Antarmuka Halaman Dashboard (Admin)*

Pada gambar 12 memperlihatkan tampilan antarmuka halaman *dashboard admin* ketika telah *login*, dan pada halaman ini menampilkan total dari data RS rujukan, data simpul, dan data *graf*.

Gambar 12. Antarmuka Halaman *Dashboard*

3) *Antarmuka Halaman RS Rujukan*

Antarmuka halaman RS rujukan akan ditampilkan ketika *admin* memilih menu RS rujukan. Pada gambar 13 memperlihatkan tampilan antarmuka halaman RS rujukan yang berisi daftar RS rujukan dan titik koordinatnya.



Gambar 13 Tampilan Halaman RS Rujukan

4) *Antarmuka Halaman Node*

Pada gambar 14 memperlihatkan tampilan antarmuka halaman *node* yang berisi titik-titik simpul beserta titik koordinat yang hanya bisa diakses oleh *admin*.

Gambar 14. Tampilan Halaman *Node*5) *Antarmuka Halaman Graph*

Pada gambar 4.21 memperlihatkan tampilan antarmuka halaman *graph*, yaitu berisi data-data jarak dan waktu dari titik simpul ke titik simpul selanjutnya yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan hanya bisa diakses oleh *admin*.

Gambar 15. Tampilan Halaman *Graph*6) *Antarmuka Halaman Users (Pengguna)*

Pada gambar 4.22 memperlihatkan tampilan antarmuka halaman *users* pada menu *users*, pada halaman ini disajikan data dalam bentuk tabel yang berisi data *username* dan *password* admin yang terdaftar agar bisa *login* sebagai *admin*.

Gambar 16. Tampilan Halaman *Users (admin)*7) *Antarmuka User Pengujian Algoritma A* (A Star)*

Berdasarkan gambar 17 diatas merupakan salah satu pengujian yang menampilkan rute terpendek yang di *setting* pada lokasi awal yaitu dari RS rujukan COVID-19 (RSUD Labuang Baji) menuju RS rujukan COVID-19 (RSAD Tk. II Pelamonia) yang berjarak 1.4 km dengan waktu tempuh 5 menit.



Gambar 17. Tampilan Halaman Pengujian Aplikasi

B. Pembahasan

1) *Menghitung Jarak*

Untuk menghitung jarak, yaitu dengan menambahkan jarak pada tiap-tiap *graf* yang ada dan menjumlahkan dengan nilai heuristiknya. Untuk contoh perhitungannya bisa dilihat dibawah ini:

Jalur terpendek dari RS umum *non COVID* ke RS rujukan COVID Lokasi Awal: (*Non COVID*) RSU Akademis Jaury

Lokasi Akhir: (COVID) RSAD Tk. II Pelamonia Literasi pertama

Node: (Non COVID) RSU Akademis Jaury $f(X65): g(X65) + h(X65)$

$f(X65): 0.4 + 0.95$

$f(X65): 1.35$

Best Node: X65 Literasi kedua Node: X65

$f(X57): g(X57) + h(X57)$

$f(X57): 0.22 + 0.94$
 $f(X57): 1.34$
 $f(X60): g(X60) + h(X60)$
 $f(X60): 0.19 + 1.16$
 $f(X60): 1.35$
 Best Node: X57 Literasi ketiga Node: X57
 $f(X58): g(X58) + h(X58)$
 $f(X58): 0.66 + 0.28$
 $f(X58): 0.94$
 Best Node: X58 Literasi keempat Node: X58
 $f((COVID) RSAD Tk. II Pelamonia): g((COVID) RSAD Tk. II Pelamonia)$
 $+ h((COVID) RSAD Tk. II Pelamonia) f(X58): 0.14 + 0$
 $f(X58): 0.14$
 Best Node: (COVID) RSAD Tk. II Pelamonia

Setelah titik tujuan telah didapatkan maka diambil node-node yang telah menjadi best node dan akan menjadi sebuah shortest path yaitu (Non COVID) RSU Akademis Jaury $\rightarrow X65 \rightarrow X65 \rightarrow X57 \rightarrow X57 \rightarrow X58 \rightarrow X58 \rightarrow (COVID) RSAD Tk.II Pelamonia$, dengan nilai bobot pada setiap graf dalam satuan kilometer yaitu $0.40 + 0.22 + 0.66 + 0.14 = 1.42$ kilometer.

2) Menghitung Waktu

Untuk menghitung waktunya yaitu dengan mengambil data waktu pada tiap-tiap graf yang telah dihubungkan menjadi jalur terpendek. Untuk contoh perhitungannya bisa dilihat dibawah ini:

Jalur terpendek dari RS umum non COVID ke RS rujukan COVID Lokasi Awal: (Non COVID) RSU Akademis Jaury

Lokasi Akhir: (COVID) RSAD Tk. II Pelamonia

Tabel 7. Tabel Waktu Per Menit

Path / Jalur	Jarak (Kilometer)	Waktu(Menit)
(Non COVID) RSU Akademis Jaury $\rightarrow X65$	0.40	1
$X65 \rightarrow X57$	0.22	1
$X57 \rightarrow X58$	0.66	1
$X58 \rightarrow (COVID) RSAD Tk.II Pelamonia$	0.14	1
Total	1.42	4

Berdasarkan tabel 7 untuk perhitungan waktu dari titik awal RSU Akademis Jaury menuju RSAD Tk. II Pelamonia adalah $1+1+1+1 = 4$ Menit.

3) Pengujian Algoritma A* (A Star)

Tabel 8. Pengujian Algoritma A* (A Star)

No	Titik Awal	Titik Tujuan	Jarak	Waktu
1	(RS Non COVID) RSU Islan Faisal	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	10.9 Km	23 Menit
2		(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	3.48 Km	14 Menit
3		(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	2.08 Km	9 Menit
4		(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	8.34 Km	16 Menit
5	(RS Non COVID) RSU Ibnu Sina	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	9.06 Km	18 Menit
6		(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	3.77 Km	8 Menit
7		(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	5.23 Km	12 Menit
8		(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	6.45 Km	11 Menit
9	(RS Non COVID) RSU Primaya	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	9.66 Km	19 Menit
10		(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	3.45 Km	8 Menit
11		(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	4.98 Km	12 Menit
12		(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	7.05 Km	12 Menit
13	(RS Non COVID) RSU Akademis Jaury	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	11.9 Km	25 Menit
14		(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	1.42 Km	4 Menit
15		(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	7.29 Km	18 Menit
16		(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	9.36 Km	18 Menit
17	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	12.1 Km	25 Menit
18	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	13.6 Km	29 Menit
19		(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	2.9 Km	9 Menit
20	(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	12.5 Km	28 Menit
21		(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	11.05 Km	8 Menit
22	(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	9.9 Km	21 Menit
23		(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	12.97 Km	28 Menit
24	(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	1.4 Km	5 Menit
25		(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	10.4 Km	21 Menit
26	(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	(RSR COVID) RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar	2.93 Km	9 Menit
27		(RSR COVID) RSAD Tk.II Pelamonia	12.19 Km	18 Menit
28	(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	(RSR COVID) RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo	11.05 Km	22 Menit
28		(RSR COVID) RSUD Labuang Baji	11.05 Km	22 Menit

Berdasarkan tabel 4.16 diatas menampilkan hasil percobaan pada aplikasi yang di *setting* dari titik awal RS Non COVID menuju titik tujuan RS rujukan COVID-19 dan juga menampilkan hasil percobaan pada aplikasi yang di *setting* dari titik awal RS rujukan COVID-19 menuju titik tujuan RS rujukan COVID-19 yang berada pada aplikasi serta menampilkan jarak rute terpendek dan waktu tempuh yang singkat menggunakan algoritma A*(A Star).

IV. Kesimpulan dan saran

Setelah melakukan analisis dan perancangan sistem maka penulis dapat mengambil kesimpulan dan saran sesuai dengan sistem yang dibuat yaitu: Aplikasi ini dapat menampilkan informasi tentang pencarian rute terpendek menuju rumah sakit COVID-19 di kota Makassar dengan menerapkan algoritma A* (A Star). Node rumah sakit rujukan COVID-19 yang dapat dilihat di sistem sebanyak 8 (empat node) diantaranya terdapat 4 (empat) RSU Non COVID yaitu RSU Islam Faisal, RSU Ibnu Sina, RSU Primaya, RSU Akademis Jaury dan 4 (empat) RS rujukan COVID-19 yaitu RS dr. Tadjuddin Chalid Makassar, RSAD Tk.II Pelamonia, RSUD Labuang Baji, RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo, serta terdapat 68 (enam puluh delapan) node/simpul persimpangan dan juga 113 (seratus tiga belas) graf. Kuesioner menunjukkan bahwa sebesar 79.2 % pengguna setuju dengan aplikasi yang sudah dibuat untuk menentukan jarak terpendek menuju ke rumah sakit COVID-19 di kota Makassar yang melibatkan 15 orang responden. Aplikasi ini berhasil menerapkan metode A* (A Star) dalam menentukan lokasi, jarak, dan waktu tempuh terpendek ke RS rujukan COVID-19 dan ketersediaan kamar kosong di RS rujukan COVID-19 di kota Makassar berbasis *android*. Aplikasi ini bebas dari kesalahan logika dikarenakan jumlah path sama dengan *Cyclomatic Complexity* pada pengujian *Whitebox*. → Berdasarkan hasil pengujian maka jalur terpendek dari titik awal RS Non COVID ke titik tujuan RS Rujukan COVID yaitu Dari RSU Akademis Jaury menuju RSAD Tk.II Pelamonia terletak pada jalur 1 yang berwarna merah yaitu melewati titik node TA→X65→X57→X58→TT dengan jarak 1.42 km dengan waktu tempuh 4 menit. Saran-saran yang dapat penulis buat sesuai dengan berjalannya sistem baru adalah: Pada aplikasi ini titik lokasi *user* diatur manual, harapannya untuk pengembangan selanjutnya agar lokasi *user* dapat dijadikan dinamis. Perlu adanya fitur tambahan sebagai pengembangan sistem yang baru. Sebaiknya kedepan dapat menggunakan beberapa algoritma pencarian jalur terpendek yang ada lalu membandingkannya untuk mencari kompleksitas dari algoritma-algoritma tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] P. H. Parsaorantua, Y. Pasoreh, and S. A. Rondonuwu, "Implementasi Teknologi Informasi Dan Komunikasi," *Acta Diurna*, vol. VI, no. 3, pp. 1–14, 2017.
- [2] P. Pandunata, R. Agung Bagaskoro, A. Ilham Bachtiar, and A. Andriani, "Pencarian Rute Terpendek untuk Pengoptimalan Distribusi Sales Rokok Gudang Garam di kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma Genetika," *Informatics J.*, vol. 2, no. 3, p. 129, 2017.
- [3] M. K. Harahap and N. Khairina, "Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Dijkstra," *Sinkron*, vol. 2, no. 2, pp. 18–23, 2017, doi: 10.33395/sinkron.v2i2.61.
- [4] U. Anwar, A. P. Sari, and R. Nasution, "Perancangan Aplikasi Wisata Kabupaten Lebak Menggunakan Algoritma A* (A-Star) Berbasis Android," *Simp. Nas. Ilmu Pengetah. dan Teknol.* 2017, vol. ISBN: 978-, pp. 2–6, 2017.
- [5] M. Kusmira and Taufiqurrochman, "Pemanfaatan Aplikasi Graf Pada Pembuatan Jalur Angkot 05 Tasikmalaya," *Semin. Nas. Sains dan Teknologi*, no. 11, pp. 1–6, 2017.
- [6] B. Muflikhudin and D. Pratama, "Teknik Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Piket Osis Dengan Algoritma Welch-Powell Pada Smp Negeri 2 Kemranjen," *FUSIOMA (Fundamental Sci. J. Math.)*, vol. 1, no. 2, pp. 8–13, 2021.
- [7] M. Muharrom, "Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Penentuan Jalur Terpendek Studi Kasus Jarak Tempat Kuliah Terdekat," *Indones. J. Bus. Intell.*, vol. 3, no. 1, p. 25, 2020, doi: 10.21927/ijubi.v3i1.1229.
- [8] 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.
- [9] Y. Mananoma, S. R. Sentinuwo, and A. M. Sambul, "Waste Transportation Route Optimization in Manado using A-Star Algorithm (A*)," *J. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 3, pp. 273–282, 2021.
- [10] A. Yudhana, S. Sunardi, and A. J. S. Hartanta, "Algoritma K-Nn Dengan Euclidean Distance Untuk Prediksi Hasil Penggergajian Kayu Sengon," *Transmisi*, vol. 22, no. 4, pp. 123–129, 2020, doi: 10.14710/transmisi.22.4.123-129.