

## PENENTUAN RUTE TERCEPAT UNTUK RESPONDEN PERTAMA MENGUNAKAN ALGORITMA A\* (A-STAR)

**Moch. Nurul Kafi, Asep Id Hadiana, Herdi Ashaury**

Teknik Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani  
Jl. Terusan Jend. Sudirman, Cimahi, Jawa Barat, Indonesia  
*nurulkafi21@gmail.com*

### ABSTRAK

Responden pertama adalah individu atau kelompok yang bertugas untuk memberikan pertolongan pertama pada saat terjadinya bencana atau kecelakaan. Mereka memiliki pelatihan dan keterampilan dasar dalam memberikan pertolongan pertama. Responden pertama perlu cepat mencapai lokasi bencana untuk memberikan pertolongan medis yang efektif. Untuk itu, diperlukan navigasi yang menawarkan rute tercepat, menggunakan algoritma Dijkstra dan A\*. Efisiensi pencarian rute juga dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas dan jenis jalan, di mana kemacetan dapat memperlambat perjalanan. Jenis jalan memiliki lebar jalan dan kecepatan paling rendah yang didesain khusus untuk jenis jalan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi yang mampu melakukan pencarian rute tercepat dengan mempertimbangkan parameter kondisi lalu lintas dan jenis jalan. Hasil dari penelitian ini yaitu perbedaan pada rute, terdapat perbedaan waktu eksekusi dengan rata-rata waktu eksekusi yang berbeda dengan data node 42 pada Tabel 6, menghasilkan waktu rata rata eksekusinya yaitu 0.007563353 ms, dan dengan data node pada Tabel 7, menghasilkan waktu rata rata eksekusinya yaitu 0.008669555 ms. Aplikasi yang dirancang dalam penelitian ini untuk membantu responden pertama mencapai lokasi terjadinya bencana dengan efisien.

**Kata kunci :** Responden Pertama, Algoritma A\* (A Star)

### 1. PENDAHULUAN

Responden pertama adalah sebutan untuk individu atau kelompok yang bertugas untuk memberikan pertolongan pertama pada saat terjadinya bencana atau kecelakaan. Responden pertama ini bertugas untuk memberikan bantuan darurat sebelum tim medis atau tim penanganan bencana datang. Responden pertama juga bertugas untuk mengatur evakuasi dan membantu masyarakat yang terdampak bencana. Responden pertama biasanya terdiri dari petugas keamanan, warga sipil, dan tokoh masyarakat setempat yang memiliki keahlian dalam menangani bencana. Mereka memiliki pelatihan dan keterampilan dasar dalam memberikan pertolongan pertama pada saat terjadi bencana [1].

Responden pertama harus segera melakukan penanganan awal dengan cepat untuk sampai ke tempat terjadi bencana. Dengan demikian, tingkat keberhasilan penanganan korban bencana alam dapat ditingkatkan, yaitu dengan mengurangi risiko kematian dan insiden kecacatan pada korban. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa korban bencana alam mendapatkan pertolongan medis yang cepat dan efektif, yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari kejadian bencana alam yang dialami [2].

Untuk sampai ke tempat terjadinya bencana dibutuhkan navigasi yang mampu memberikan opsi rute-rute yang paling tercepat yang dapat membantu mempercepat responden pertama untuk sampai ke tempat terjadi bencana.

Untuk mencari rute tercepat, dapat diterapkan beberapa algoritma seperti Algoritma Dijkstra [3], dan algoritma a\*(a-star) [4]. Algoritma dijkstra juga dikenal sebagai algoritma greedy, yaitu sebuah metode

untuk menyelesaikan masalah dengan cara mencari nilai maksimum, algoritma dijkstra ini merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi jarak minimal dari suatu vertex ke vertex lain pada sebuah grafik yang memiliki bobot, dimana jarak antar vertex ditentukan oleh nilai bobot dari setiap edge pada grafik tersebut [5], [6].

Algoritma a\*(A-Star) adalah salah satu metode pencarian rute yang efisien dan komprehensif. Efisien berarti bahwa rute yang dihasilkan adalah yang terbaik dan komprehensif berarti bahwa algoritma ini dapat mencapai tujuan yang ditentukan. Dalam penggunaannya, A\* (A-Star) menggunakan jarak sebagai kriteria untuk menghitung nilai terbaik [4], [7].

Kedua algoritma tersebut dapat digunakan untuk mencari rute tercepat, namun keduanya memiliki perbedaan dalam efektifitas penggunaannya, Algoritma A\* lebih cepat dalam menentukan waktu proses pencarian rute tercepat dibandingkan algoritma Dijkstra [6].

Selain waktu proses pencarian rute tercepat pada algoritma, kondisi lalu lintas juga berpengaruh terhadap efisiensi pencarian rute tercepat. Tentunya, jika terjadi kemacetan di suatu tempat, hal tersebut akan mempengaruhi seberapa cepat suatu rute dapat ditempuh. Faktor lain yang turut berperan melibatkan jenis jalan. Terdapat beberapa kategori jalan berdasarkan fungsinya. Sebagai contoh, jalan arteri primer didesain untuk mencapai kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam, dengan lebar badan jalan minimal 11 meter. Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal. Jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi, serta tidak boleh terputus di kawasan

perkotaan. Selain itu, terdapat berbagai jenis jalan lainnya yang tentunya memiliki lebar jalan dan kecepatan paling rendah yang didesain khusus untuk jenis jalan tersebut [8]. Semua faktor ini juga memengaruhi penentuan jalur tercepat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi yang mampu melakukan pencarian rute tercepat dengan mempertimbangkan parameter kondisi lalu lintas dan jenis jalan. Aplikasi ini dirancang untuk membantu responden pertama mencapai lokasi terjadinya bencana dengan efisien. Penelitian ini akan menggunakan algoritma A\*, dipilih karena kemampuannya menemukan rute tercepat dengan waktu proses lebih cepat dibandingkan dengan algoritma Dijkstra [6]. Namun dalam penelitian ini, akan digunakan fungsi heuristik yang berbeda, yaitu algoritma haversine dengan penambahan bobot berupa tingkat kemacetan atau kondisi lalu lintas dan jenis jalan. Kecepatan proses pencarian rute ini menjadi sangat penting dalam konteks penelitian, mengingat responden pertama yang menjadi fokus penelitian memiliki kebutuhan mendesak untuk tiba di lokasi bencana secepat mungkin.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Algoritma A-Star

Algoritma A-Star merupakan metode yang digunakan untuk menemukan jalur terpendek dalam suatu permasalahan. Algoritma ini menonjol karena kemampuannya yang optimal dan komprehensif dalam pencarian rute terdekat. Konsep dasar algoritma ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yakni titik-titik yang dapat dilewati (Open List) dan titik-titik yang sudah diperiksa (Close List). Close List berperan untuk mencegah algoritma mengulang pemeriksaan pada titik-titik yang sudah dilewati sebelumnya, menghasilkan proses pencarian rute yang lebih cepat dan efisien. Eksekusi algoritma ini akan dihentikan jika tidak ada lagi titik dalam Open List atau jika titik akhir telah ditentukan [9], [10]. Berikut adalah rumus perhitungan yang digunakan dalam implementasi algoritma A\*(A-Star):

$$F(n) = g(n) + h'(n) \quad (1)$$

Keterangan:

- a)  $f(n)$  adalah biaya estimasi
  - b)  $g(n)$  adalah biaya dari node awal ke node  $n$ .
  - c)  $h(n)$  adalah biaya perkiraan dari node  $n$  ke node tujuan.
  - d)  $h'(n)$  adalah nilai Heuristik
- $h(n)$  dapat dihitung menggunakan algoritma Haversine, sebuah metode yang memperhitungkan jarak antara dua titik pada permukaan bumi berdasarkan koordinat garis bujur dan garis lintang [11]. Berikut merupakan rumus Haversine :

$$x = (\text{lon}2 - \text{lon}1) * \cos(\text{lat}1 + \text{lat}2) / 2 \quad (2)$$

$$y = (\text{lat}2 - \text{lat}1) \quad (3)$$

$$d = \text{sqrt}(x * x + y * y) * R \quad (4)$$

Keterangan :

- a)  $R$  = Radius Bumi (6371 Km)
- b) 1 derajat = 0,0174532925 radian
- c)  $y$  = latitude
- d)  $x$  = longitude
- e)  $d$  = jarak

### 2.2. Graf

Graf adalah kumpulan simpul (nodes) yang dihubungkan satu sama lain melalui sisi atau busur. Graf digunakan sebagai representasi objek-objek diskrit beserta hubungan di antara mereka. Visualisasi graf mencakup penggunaan titik, bulatan, atau noktah untuk menggambarkan objek, sementara garis digunakan untuk menyatakan hubungan di antara objek tersebut. Pencarian rute optimal dari titik awal ke titik akhir, dengan beban terkecil atau minimal dibandingkan dengan rute-rute lainnya, melibatkan penggunaan berbagai algoritma, termasuk salah satunya algoritma A\* [12], [13].

### 2.3. MapBox

Mapbox merupakan sebuah platform peta dan lokasi yang menyajikan sejumlah layanan dan perangkat bagi para pengembang aplikasi. Melalui antarmuka pemrograman aplikasi (API) dan Kit Pengembangan Perangkat Lunak (SDK), Mapbox memberikan kemampuan bagi pengembang untuk menyisipkan peta interaktif ke dalam aplikasi mereka. Beberapa fitur utama yang ditawarkan mencakup pemetaan interaktif, visualisasi data lokasi, geokoding, navigasi, dan kemampuan kustomisasi desain peta. Penggunaan Mapbox tersebar luas dalam berbagai aplikasi, seperti perjalanan, transportasi, dan e-commerce, memberikan akses yang efektif dan menarik terhadap informasi lokasi [14].

### 2.4. HERE Traffic API

HERE Traffic API merupakan REST API yang memberikan informasi aliran lalu lintas dan kejadian secara real-time. API ini memungkinkan akses ke data aliran lalu lintas dalam format XML atau JSON, termasuk informasi terperinci mengenai kecepatan dan kepadatan lalu lintas di wilayah yang spesifik. Selain itu, API ini memfasilitasi permintaan peta lalu lintas untuk memvisualisasikan data yang tersedia. Berguna untuk mendapatkan informasi terkumpul mengenai kejadian lalu lintas, seperti jenis, lokasi, status, dan data relevan, API ini membantu dalam mengoptimalkan perhitungan rute secara dinamis. API ini sering digunakan untuk memvisualisasikan pola lalu lintas real-time dan dapat diakses melalui berbagai bahasa pemrograman serta alat pengembangan [15].

### 2.5. Jenis Jalan

Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 lebih lanjut menguraikan bahwa penyelenggaraan jalan sebaiknya dipandang sebagai suatu sistem jaringan jalan yang menyeluruh, memperhitungkan keterhubungan antarkawasan, baik dalam kawasan

perkotaan maupun perdesaan. Dalam konteks ini, terdapat dua istilah utama, yaitu sistem jaringan jalan primer dan sekunder. Pengelompokan jalan berdasarkan status memberikan kewenangan kepada Pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan prinsip-prinsip otonomi daerah.

### 2.5.1. Sistem Jaringan Jalan

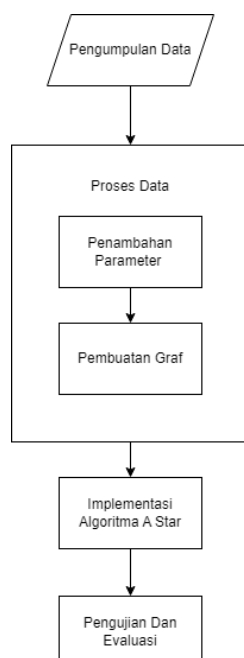
Sistem jaringan jalan dikembangkan sesuai dengan rencana tata ruang wilayah, memperhatikan keterhubungan antarkawasan, baik dalam kawasan perkotaan maupun perdesaan. Sistem jaringan jalan dapat dibagi menjadi 2 jalan yaitu sistem jaringan jalan primer untuk mendistribusikan barang atau jasa pada pengembangan wilayah nasional, dan sistem jaringan jalan sekunder yang dimana berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota.

### 2.5.2. Fungsi Jalan

Berdasarkan fungsinya, jalan dibagi menjadi beberapa kategori, termasuk jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan. Setiap kategori memiliki perbedaan dalam desain kecepatan, lebar badan jalan, dan fungsinya dalam menghubungkan pusat-pusat kegiatan di berbagai tingkatan [8].

## 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, tahap pertama yaitu pengumpulan data, tahap kedua yaitu tahap pemrosesan data, tahap ketiga yaitu implementasi Algoritma A\* (A-Star), dan tahap terakhir yaitu pengujian.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

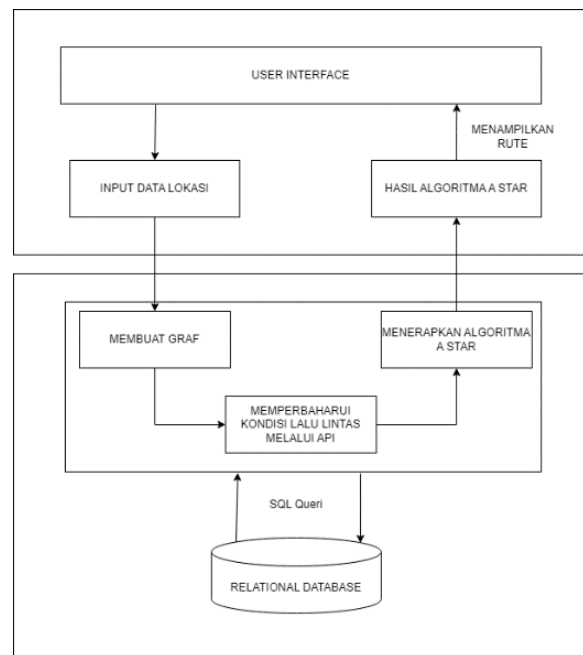
### 3.1. Analisis Sistem

Sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini merupakan sebuah aplikasi berbasis web yang menggunakan bahasa pemrograman PHP dan

JavaScript. Aplikasi ini akan melibatkan dua tahap utama, yakni perancangan sistem dan implementasi sistem. Dalam satu aplikasi, terdapat dua antarmuka utama, yaitu antarmuka untuk pengguna atau pelapor dan antarmuka untuk administrator atau petugas pemadam kebakaran. Antarmuka administrator akan mencakup beberapa menu, seperti node, graf, dan opsi untuk melakukan pencarian rute menggunakan algoritma A\*. Sementara itu, antarmuka pengguna akan memuat halaman untuk mengirimkan data lokasi sebagai titik tujuan dalam pencarian rute.

### 3.2. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang dimulai dari antarmuka dari sistem yang akan melakukan input data lokasi awal dan lokasi tujuan. Kemudian sistem akan membuat sebuah graf yang akan digunakan sesuai dengan lokasi dan melakukan perbaharuan terhadap kondisi lalu lintas melalui API. Setelah itu, masuk ke dalam proses algoritma A\* dan akan menampilkan rute terbaik.



Gambar 2. Perancangan Sistem

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Proses Hitung Manual Algoritma A-Star

Proses perhitungan manual Algoritma A\* untuk mencari jalur tercepat, sebagai contoh, disini kita akan mencari rute dari simpul A ke simpul F. Proses ini melibatkan = 64) beberapa tabel yang memberikan informasi mengenai jenis jalan, node atau simpul beserta atributtributnya, graf yang merepresentasikan keterhubungan antar simpul, bobot yang menunjukkan nilai seberapa baik suatu jalur, dan heuristik yang memberikan estimasi jarak ke simpul tujuan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$F(n) = g(n) + h'(n)$$

Untuk nilai heuristik, digunakan algoritma haversine yang ditambahkan dengan bobot dari simpul, yaitu Tingkat kemacetan dan jenis jalan.

Table 1. Jenis Jalan

| Bobot | Label                   |
|-------|-------------------------|
| 1     | Jalan Arteri Primer     |
| 2     | Jalan Arteri Sekunder   |
| 3     | Jalan Kolektor Primer   |
| 4     | Jalan Kolektor Sekunder |

| Bobot | Label                     |
|-------|---------------------------|
| 5     | Jalan Lokal Primer        |
| 6     | Jalan Lokal Sekunder      |
| 7     | Jalan Lingkungan Primer   |
| 8     | Jalan Lingkungan Sekunder |

Tabel 2 menggambarkan bobot dan label untuk setiap jenis jalan yang digunakan dalam atribut simpul, serta perhitungan bobot pada tabel selanjutnya.

Table 2. Simpul (Node)

| Simpul | Latitude         | Longitude       | Tingkat Kemacetan | Jenis Jalan |
|--------|------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| A      | -6.8919699992068 | 107.53083243659 | 0                 | 1           |
| B      | -6.8919520273026 | 107.53030357459 | 0                 | 2           |
| C      | -6.8936895560846 | 107.52988091702 | 0                 | 2           |
| D      | -6.8909549791497 | 107.52839927753 | 0                 | 2           |
| E      | -6.8928200115223 | 107.5275857027  | 0                 | 2           |
| F      | -6.8919442307018 | 107.52796689723 | 0                 | 2           |

Tabel 3 merupakan informasi tentang simpul-simpul yang terlibat dalam pencarian jalur. Atribut simpul mencakup latitude, longitude, tingkat kemacetan, dan jenis jalan.

Table 3. Graf

| Simpul Mulai | Simpul Tujuan | Jarak |
|--------------|---------------|-------|
| A            | B             | 0.06  |
| B            | C             | 0.20  |
| B            | D             | 0.24  |
| C            | E             | 0.27  |
| E            | F             | 0.11  |
| D            | F             | 0.12  |

Tabel 4 menunjukkan keterhubungan antar simpul dengan menyajikan jarak antar simpul mulai dan simpul tujuan.

Table 4 Bobot

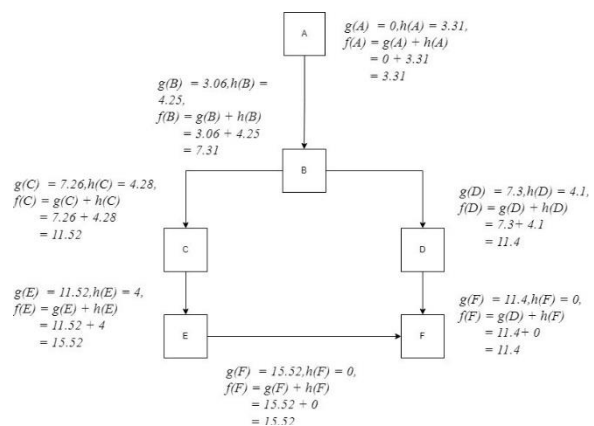
| Simpul Mulai | Simpul Tujuan | Bobot |
|--------------|---------------|-------|
| A            | B             | 3.06  |
| B            | C             | 4.2   |
| B            | D             | 4.24  |
| C            | E             | 4.27  |
| E            | F             | 4     |
| D            | F             | 4.1   |

Tabel 5 memberikan bobot untuk setiap jalur yang menghubungkan dua simpul. Bobot ini dihitung dengan menjumlahkan atribut-atribut dari jenis jalan, tingkat kemacetan, dan jarak.

Table 5. Heuristik

| Simpul Mulai | Simpul Tujuan | h(n) |
|--------------|---------------|------|
| A            | F             | 3.31 |
| B            | F             | 4.25 |
| C            | F             | 4.28 |
| D            | F             | 4.1  |
| E            | F             | 4    |

Tabel 6 berisi nilai estimasi jarak ( $h(n)$ ) dari setiap simpul mulai ke simpul tujuan. Dalam kasus ini, diberikan contoh estimasi menggunakan fungsi haversine dan dijumlahkan dengan atribut-atribut simpul tingkat kemacetan dan jenis jalan. Dengan menggunakan tabel-tabel yang telah diuraikan sebelumnya, grafik beserta perhitungannya dapat terlihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Perhitungan Manual

Setelah melakukan perhitungan, ditemukan dua jalur, yaitu A-B-D-F dengan total bobot 11.4 dan A-B-C-E-F dengan bobot 15.52. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rute tercepat untuk perjalanan dari simpul A ke D adalah melalui jalur A-B-D-F.

## 4.2. Pengujian

Pengujian merupakan tahap yang dilakukan setelah implementasi sistem selesai. Terdapat tiga jenis pengujian yang akan dilakukan : **Pertama**, akan dilakukan pengujian waktu eksekusi dari algoritma A\* yang akan diuji menggunakan data dan berbagai kondisi parameter. Kedua, pengujian akan dilakukan terhadap rute yang dihasilkan oleh algoritma A\* dengan menggunakan data dan kondisi parameter yang

berbeda. Berikut adalah data data yang akan digunakan untuk pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini :

Table 6. Data Note 1

| ID | Nama                                | Lat              | Lng             | Tingkat Kemacetan | Jenis Jalan |
|----|-------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| 1  | Kantor Pemadam Kebakaran            | -6.9018171475575 | 107.53609397738 | 0                 | 1           |
| 2  | Jl. Raya Baros                      | -6.9015093806595 | 107.53551046936 | 0                 | 1           |
| 3  | Cimahi Selatan                      | -6.9025970631897 | 107.53500052744 | 1.6               | 1           |
| 4  | Jalan Baros No. 16, Utama           | -6.9009089972772 | 107.53585702298 | 0                 | 1           |
| 5  | Jalan Baros No. 16, Utama           | -6.9009621207617 | 107.53599830919 | 0                 | 7           |
| 6  | The Edge Super Block                | -6.89991298764   | 107.53655620834 | 0                 | 7           |
| 7  | Jalan Pilar Mas 2                   | -6.9001206833131 | 107.53744670241 | 0                 | 1           |
| 8  | Jalan Pilar Mas                     | -6.9005840063389 | 107.5373501427  | 0                 | 1           |
| 9  | Cimahi Selatan                      | -6.9027424933536 | 107.53511132395 | 0                 | 1           |
| 10 | Jl. Leuwigajah 66 (baru)/236 (lama) | -6.902746178247  | 107.53672518787 | 0                 | 1           |
| 11 | Jalan Mahar Martanegara No. 206     | -6.9024639273607 | 107.5369665867  | 0                 | 1           |
| 12 | SMKN 1 Cimahi                       | -6.9006833926427 | 107.53764564927 | 0                 | 1           |
| 13 | Jalan Baros No. 16, Utama           | -6.9004455416883 | 107.53607609325 | 0                 | 1           |

Table 7. Data Note 2

| ID | Nama                                | Lat              | Lng             | Tingkat Kemacetan | Jenis Jalan |
|----|-------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| 1  | Kantor Pemadam Kebakaran            | -6.9018171475575 | 107.53609397738 | 0                 | 1           |
| 2  | Jl. Raya Baros                      | -6.9015093806595 | 107.53551046936 | 0                 | 1           |
| 3  | Cimahi Selatan                      | -6.9025970631897 | 107.53500052744 | 1.6               | 1           |
| 4  | Jalan Baros No. 16, Utama           | -6.9009089972772 | 107.53585702298 | 0                 | 1           |
| 5  | Jalan Baros No. 16, Utama           | -6.9009621207617 | 107.53599830919 | 0                 | 7           |
| 6  | The Edge Super Block                | -6.89991298764   | 107.53655620834 | 0                 | 7           |
| 7  | Jalan Pilar Mas 2                   | -6.9001206833131 | 107.53744670241 | 0                 | 1           |
| 8  | Jalan Pilar Mas                     | -6.9005840063389 | 107.5373501427  | 0                 | 1           |
| 9  | Cimahi Selatan                      | -6.9027424933536 | 107.53511132395 | 2                 | 8           |
| 10 | Jl. Leuwigajah 66 (baru)/236 (lama) | -6.902746178247  | 107.53672518787 | 2                 | 8           |
| 11 | Jalan Mahar Martanegara No. 206     | -6.9024639273607 | 107.5369665867  | 2                 | 8           |
| 12 | SMKN 1 Cimahi                       | -6.9006833926427 | 107.53764564927 | 0                 | 1           |
| 13 | Jalan Baros No. 16, Utama           | -6.9004455416883 | 107.53607609325 | 0                 | 1           |

Table 8. Data Graf

| ID | Start_Id | End_Id | Jarak |
|----|----------|--------|-------|
| 1  | 1        | 2      | 0.07  |
| 2  | 2        | 4      | 0.08  |
| 3  | 4        | 13     | 0.06  |
| 4  | 4        | 5      | 0.02  |
| 5  | 5        | 6      | 0.13  |
| 6  | 6        | 7      | 0.10  |
| 7  | 7        | 8      | 0.05  |
| 8  | 8        | 12     | 0.03  |
| 9  | 2        | 3      | 0.13  |
| 10 | 3        | 9      | 0.02  |
| 11 | 9        | 10     | 0.18  |
| 12 | 10       | 11     | 0.04  |
| 13 | 11       | 12     | 0.21  |

**Tahap Kedua** melakukan pengujian sebanyak 10 kali percobaan untuk menghitung nilai rata-rata efektivitas waktu eksekusi dari algoritma, sehingga data yang dihasilkan menjadi lebih valid. Akan dilakukan dua pengujian dengan data node yang berbeda yaitu data node pada Tabel 7 dan data node pada Tabel 6 yang berbeda dari kedua tabel tersebut yaitu bobot tingkat kemacetan dan jenis jalan. Berikut

pengujian efektifitas waktu eksekusi pada yang dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10 dibawah ini :

Table 9. Pengujian Efektifitas Waktu Eksekusi Data Node Tabel 6

| No        | Time(MS)    |
|-----------|-------------|
| 1         | 0.006519079 |
| 2         | 0.006881952 |
| 3         | 0.007231951 |
| 4         | 0.006073951 |
| 5         | 0.007448912 |
| 6         | 0.009852171 |
| 7         | 0.008355141 |
| 8         | 0.006556988 |
| 9         | 0.007352829 |
| 10        | 0.006826878 |
| Rata-rata | 0.007563353 |

Table 10. Pengujian Efektifitas Waktu Eksekusi Data Node Tabel 4.7

| No | Waktu Eksekusi(ms) |
|----|--------------------|
| 1  | 0.010286808        |
| 2  | 0.006673098        |
| 3  | 0.01017499         |
| 4  | 0.009294033        |
| 5  | 0.010127068        |

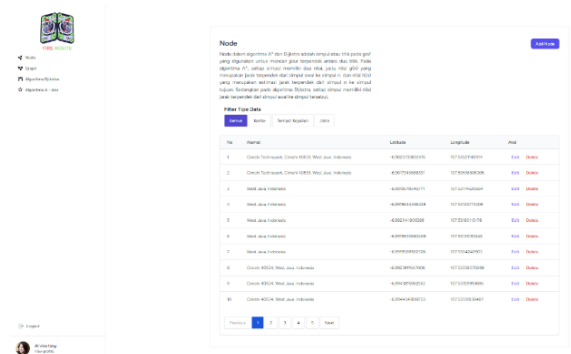
| No        | Waktu Eksekusi(ms) |
|-----------|--------------------|
| 6         | 0.007548094        |
| 7         | 0.009008884        |
| 8         | 0.008608103        |
| 9         | 0.008608103        |
| 10        | 0.008608103        |
| Rata-rata | 0.008669555        |

Dari dua pengujian yang dilakukan dengan menggunakan data graf yang sama namun data node yang berbeda, dihasilkan rute yang berbeda. Selain perbedaan pada rute, terdapat perbedaan waktu eksekusi dengan rata-rata waktu eksekusi yang berbeda dengan data node 42 pada Tabel 6, menghasilkan waktu rata rata eksekusinya yaitu 0.007563353 ms, dan dengan data node pada Tabel 7, menghasilkan waktu rata rata eksekusinya yaitu 0.008669555 ms.

Setelah dianalisis, perbedaan ini terjadi karena variasi data node yang menghasilkan rute yang berbeda, meskipun grafnya sama. Namun, perbedaan ini juga berpengaruh pada rata-rata waktu eksekusi algoritma. Dengan data node pada tabel 7, waktu eksekusi algoritma cenderung lebih lambat, disebabkan oleh jumlah node tetangga yang lebih banyak pada data node tersebut. Hal ini membuat algoritma A-star menjadi lebih lambat, mengingat prinsipnya yang tidak mengulang node yang sudah dilalui, tetapi akan mengunjungi node tetangga.

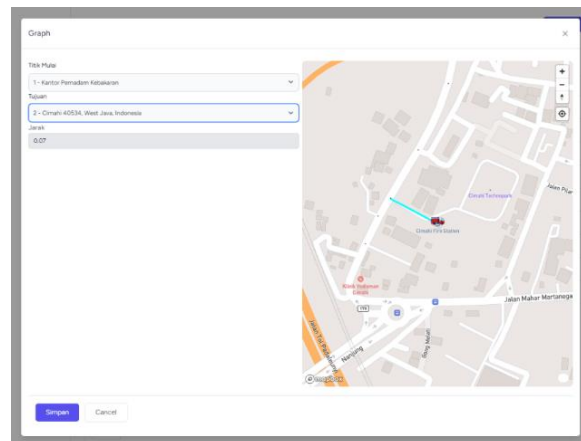
#### 4.3. Implementasi Interface User Petugas Pemadam Kebakaran

Antarmuka halaman node ini merupakan halaman yang menampilkan data node beserta terdapat fungsi untuk tambah data node, edit data node dan hapus data node. Tampilan halaman node dapat dilihat pada Gambar 4.



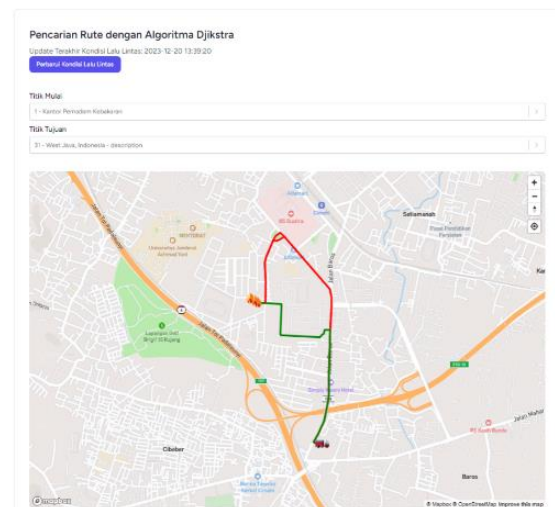
Gambar 4. Implementasi Halaman Node

Setelah menentukan node maka user dapat menambahkan graf pada halaman graf yang dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Implementasi Halaman Tambah Data Graf

Setelah menentukan node dan garf maka selanjutnya user dapat mencari rute dengan menggunakan algoritma Dijkstra yang akan menampilkan pembaruan terkait kondisi lalu lintas, tombol untuk memperbarui kondisi lalu lintas, serta opsi untuk memilih titik awal dan tujuan pencarian rute. Halaman ini juga menampilkan peta rute dan tabel navigasi jika rute telah ditemukan. Anda dapat melihat tampilan halaman pencarian rute algoritma Dijkstra ini pada Gambar 6 dan Gambar 7 yang disertakan.



Gambar 6. Implementasi Halaman Pencarian Rute Algoritma Dijkstra

Rute Tercepat

| Langkah | Start                                                   | End                                                     | Jarak   | Tingkat Kemacetan |
|---------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| 1       | Kantor Pemadam Kebakaran                                | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.07 km | 0                 |
| 2       | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | West Java, Indonesia                                    | 0.08 km | 0                 |
| 3       | West Java, Indonesia                                    | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.10 km | 2.4               |
| 4       | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.13 km | 2.4               |
| 5       | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.27 km | 0                 |
| 6       | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.34 km | 0                 |
| 7       | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Jalan Geger Subroto, Cimahi 40534, West Java, Indonesia | 0.39 km | 0                 |
| 8       | Jalan Geger Subroto, Cimahi 40534, West Java, Indonesia | Jalan Baros, Cimahi 40534, West Java, Indonesia         | 0.34 km | 0                 |
| 9       | Jalan Baros, Cimahi 40534, West Java, Indonesia         | Jalan Baros, Cimahi 40534, West Java, Indonesia         | 0.02 km | 0                 |
| 10      | Jalan Baros, Cimahi 40534, West Java, Indonesia         | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.12 km | 2.4               |
| 11      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.17 km | 4.8               |
| 12      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.34 km | 2.4               |
| 13      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.33 km | 0                 |
| 14      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.02 km | 0                 |
| 15      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | West Java, Indonesia                                    | 0.02 km | 0                 |
| 16      | West Java, Indonesia                                    | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.18 km | 0                 |
| 17      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.31 km | 0                 |
| 18      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | Cimahi 40534, West Java, Indonesia                      | 0.22 km | 0                 |

Gambar 7. Implementasi Halaman List Rute Tercepat Algoritma Dijkstra

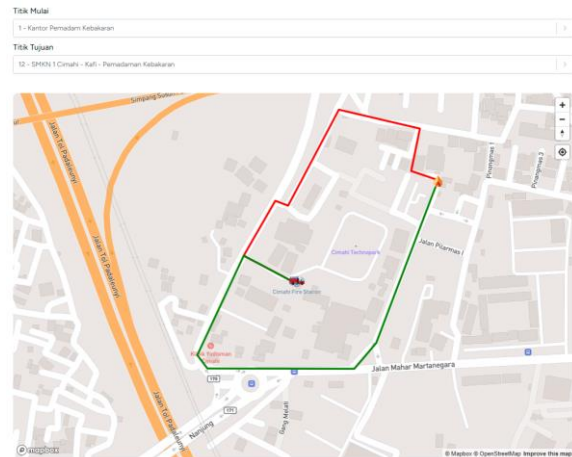
Kemudian user pelapor kebakaran dapat melihat laporan dan dapat melakukan pengiriman data lokasi kebakaran kepada petugas pemadam kebakaran, dimana dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini.

Gambar 8. Implementasi Antar Muka User Pelapor Kebakaran

#### 4.4. Pengujian Kinerja Algoritma A Star

Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah algoritma ini mampu menghasilkan rute yang sesuai dengan kondisi lalu jenis jalan. Hasil dari pengujian kinerja ini akan memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai keefektifan algoritma A\* dalam menangani variasi kondisi jalan dan lalu lintas.

Pengujian akan dua kali menggunakan data node pada Tabel 6 dan data node pada Tabel 7 dengan perbedaan dari datanya hanya dari bobot tingkat kemacetan dan jenis jalan, untuk data graf akan menggunakan data graf yang sama yaitu data graf pada Tabel 8. Titik mulai dan titik tujuannya itu juga sama yaitu titik mulainya dari kantor pemadam kebakaran dengan ID 1 dan tujuannya SMKN 1 Cimahi dengan ID 12. Berikut adalah pengujian dengan data node pada Table 6 dibawah ini :



Gambar 9. Pengujian Pencarian Rute Data Node Pada Tabel 6

Rute Tercepat

| Langkah                                             | Start                               | End                                 | Jarak                     | Tingkat Kemacetan | Bobot Jenis Jalan |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| 1                                                   | Kantor Pemadam Kebakaran            | Jl. Raya Baros                      | 0.07 km                   | 0                 | 2                 |
| 2                                                   | Jl. Raya Baros                      | Cimahi Selatan                      | 0.13 km                   | 1.6               | 2                 |
| 3                                                   | Cimahi Selatan                      | Cimahi Selatan                      | 0.02 km                   | 1.6               | 2                 |
| 4                                                   | Cimahi Selatan                      | Jl. Luinggah 66 (baru) / 236 (lama) | 0.18 km                   | 0                 | 2                 |
| 5                                                   | Jl. Luinggah 66 (baru) / 236 (lama) | Jalan Mahar Martanegara No. 206     | 0.04 km                   | 0                 | 2                 |
| 6                                                   | Jalan Mahar Martanegara No. 206     | SMKN 1 Cimahi                       | 0.21 km                   | 0                 | 2                 |
| Total                                               |                                     |                                     | 0.65 km                   |                   |                   |
| Total Waktu Eksekusi                                |                                     |                                     | 0.00486183660390625 Detik |                   |                   |
| Total Jarak                                         |                                     |                                     | 0.65 Km                   |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Jenis Jalan         |                                     |                                     | 120 km/jam                |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Kondisi Lalu Lintas |                                     |                                     | 28.333333333333332 km/jam |                   |                   |
| Estimasi Waktu                                      |                                     |                                     | 0.21 Menit                |                   |                   |

Gambar 10. Hasil Rute Tercepat Untuk Data Node Pada Tabel 6

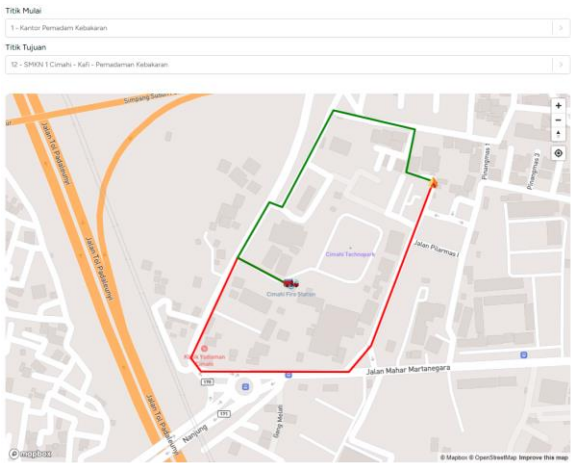
Rute Alternatif 1

| Langkah                                             | Start                     | End                       | Jarak                    | Tingkat Kemacetan | Bobot Jenis Jalan |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| 1                                                   | Kantor Pemadam Kebakaran  | Jl. Raya Baros            | 0.07 km                  | 0                 | 2                 |
| 2                                                   | Jl. Raya Baros            | Jalan Baros No. 16, Utama | 0.08 km                  | 0                 | 2                 |
| 3                                                   | Jalan Baros No. 16, Utama | Jalan Baros No. 16, Utama | 0.02 km                  | 0                 | 8                 |
| 4                                                   | Jalan Baros No. 16, Utama | The Edge Super Block      | 0.13 km                  | 0                 | 14                |
| 5                                                   | The Edge Super Block      | Jalan Pilar Mas 2         | 0.10 km                  | 0                 | 8                 |
| 6                                                   | Jalan Pilar Mas 2         | Jalan Pilar Mas           | 0.05 km                  | 0                 | 2                 |
| 7                                                   | Jalan Pilar Mas           | SMKN 1 Cimahi             | 0.03 km                  | 0                 | 2                 |
| Total                                               |                           |                           | 0.48 km                  |                   |                   |
| Total Jarak                                         |                           |                           | 0.48 Km                  |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Jenis Jalan         |                           |                           | 94.28571428571429 km/jam |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Kondisi Lalu Lintas |                           |                           | 10 km/jam                |                   |                   |
| Estimasi Waktu                                      |                           |                           | 0.43 Menit               |                   |                   |

Gambar 11. Hasil Rute Alternatif 1 Untuk Data Node Pada Tabel 6

Berikut adalah pengujian dengan data node pada Table 7 :





Gambar 12. Pengujian Pencarian Rute Data Node Pada Tabel 7

| Rute Tercepat                                       |                           |                              |         |                   |                   |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------|-------------------|-------------------|
| Langkah                                             | Start                     | End                          | Jarak   | Tingkat Kemacetan | Bobot Jenis Jalan |
| 1                                                   | Kantor Pemadam Kebakaran  | Jl. Raya Baros               | 0.07 km | 0                 | 2                 |
| 2                                                   | Jl. Raya Baros            | Jalan Baros No. 16, Utama    | 0.08 km | 0                 | 2                 |
| 3                                                   | Jalan Baros No. 16, Utama | Jalan Baros No. 16, Utama    | 0.02 km | 0                 | 8                 |
| 4                                                   | Jalan Baros No. 16, Utama | The Edge Super Block         | 0.13 km | 0                 | 14                |
| 5                                                   | The Edge Super Block      | Jalan Pilih Mas 2            | 0.10 km | 0                 | 8                 |
| 6                                                   | Jalan Pilih Mas 2         | Jalan Pilih Mas              | 0.05 km | 0                 | 2                 |
| 7                                                   | Jalan Pilih Mas           | SHON 1 Cimahi                | 0.03 km | 0                 | 2                 |
| Total                                               |                           |                              | 0.48 km |                   |                   |
| Total Waktu Eksekusi                                |                           | : 0.004824101529541016 Detik |         |                   |                   |
| Total Jarak                                         |                           | : 0.48 Km                    |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Jenis Jalan         |                           | : 94.285742857429 km/jam     |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Kondisi Lalu Lintas |                           | : 10 km/jam                  |         |                   |                   |
| Estimasi Waktu                                      |                           | : 0.18 Menit                 |         |                   |                   |

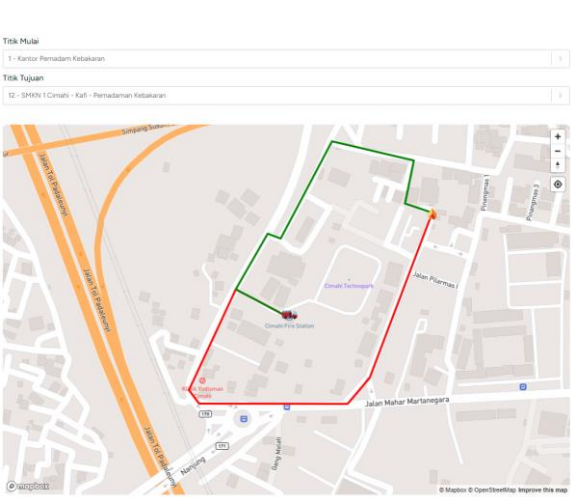
Gambar 13. Hasil Rute Tercepat Untuk Data Node Pada Tabel 7

| Rute Alternatif 1                                   |                                       |                                       |         |                   |                   |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|
| Langkah                                             | Start                                 | End                                   | Jarak   | Tingkat Kemacetan | Bobot Jenis Jalan |
| 1                                                   | Kantor Pemadam Kebakaran              | Jl. Raya Baros                        | 0.07 km | 0                 | 2                 |
| 2                                                   | Jl. Raya Baros                        | Cimahi Selatan                        | 0.13 km | 1.6               | 2                 |
| 3                                                   | Cimahi Selatan                        | Cimahi Selatan                        | 0.02 km | 3.6               | 9                 |
| 4                                                   | Cimahi Selatan                        | Jl. Leuwigajah 66 (baru) / 236 (lama) | 0.18 km | 4                 | 16                |
| 5                                                   | Jl. Leuwigajah 66 (baru) / 236 (lama) | Jalan Mahar Martanegara No. 206       | 0.04 km | 4                 | 16                |
| 6                                                   | Jalan Mahar Martanegara No. 206       | SHON 1 Cimahi                         | 0.21 km | 2                 | 9                 |
| Total                                               |                                       |                                       | 0.65 km |                   |                   |
| Total Jarak                                         |                                       | : 0.65 Km                             |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Jenis Jalan         |                                       | : 70 km/jam                           |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Kondisi Lalu Lintas |                                       | : 53.33333333333333 km/jam            |         |                   |                   |
| Estimasi Waktu                                      |                                       | : 0.46 Menit                          |         |                   |                   |

Gambar 14. Hasil Rute Alternatif 1 Untuk Data Node Pada Tabel 7

Berikut adalah pengujian dengan data node pada tabel 6 dan 7 tanpa bobot tingkat kemacetan dan bobot jenis jalan

| Table 11. Hasil Kecepatan Data Node Pada Tabel 6 dan Tabel 7 |                    |                    |                      |                               |                                 |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Parameter                                                    | Data               | Jarak Tercepat(km) | Jarak Alternatif(km) | Waktu Tempuh Tercepat (menit) | Waktu Tempuh Alternatif (menit) |
| Tingkat Kemacetan Dan Jenis Jalan                            | Data NodeTabel 4,6 | 0.65               | 0.48                 | 0.21                          | 0.43                            |



Gambar 15. Pengujian Data Node Tabel 6 dan Tabel 7

| Rute Tercepat                                       |                           |                              |         |                   |                   |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------|-------------------|-------------------|
| Langkah                                             | Start                     | End                          | Jarak   | Tingkat Kemacetan | Bobot Jenis Jalan |
| 1                                                   | Kantor Pemadam Kebakaran  | Jl. Raya Baros               | 0.07 km | 0                 | 2                 |
| 2                                                   | Jl. Raya Baros            | Jalan Baros No. 16, Utama    | 0.08 km | 0                 | 2                 |
| 3                                                   | Jalan Baros No. 16, Utama | Jalan Baros No. 16, Utama    | 0.02 km | 0                 | 8                 |
| 4                                                   | Jalan Baros No. 16, Utama | The Edge Super Block         | 0.13 km | 0                 | 14                |
| 5                                                   | The Edge Super Block      | Jalan Pilih Mas 2            | 0.10 km | 0                 | 8                 |
| 6                                                   | Jalan Pilih Mas 2         | Jalan Pilih Mas              | 0.05 km | 0                 | 2                 |
| 7                                                   | Jalan Pilih Mas           | SHON 1 Cimahi                | 0.03 km | 0                 | 2                 |
| Total                                               |                           |                              | 0.48 km |                   |                   |
| Total Waktu Eksekusi                                |                           | : 0.003897964430503906 Detik |         |                   |                   |
| Total Jarak                                         |                           | : 0.48 Km                    |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Jenis Jalan         |                           | : 94.285742857429 km/jam     |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Kondisi Lalu Lintas |                           | : 10 km/jam                  |         |                   |                   |
| Estimasi Waktu                                      |                           | : 0.48 Menit                 |         |                   |                   |

Gambar 16. Hasil Rute Tercepat Untuk Data Node Pada Tabel 6 dan Tabel 7

| Rute Alternatif 1                                   |                                       |                                       |         |                   |                   |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|
| Langkah                                             | Start                                 | End                                   | Jarak   | Tingkat Kemacetan | Bobot Jenis Jalan |
| 1                                                   | Kantor Pemadam Kebakaran              | Jl. Raya Baros                        | 0.07 km | 0                 | 2                 |
| 2                                                   | Jl. Raya Baros                        | Cimahi Selatan                        | 0.13 km | 1.6               | 2                 |
| 3                                                   | Cimahi Selatan                        | Cimahi Selatan                        | 0.02 km | 3.6               | 9                 |
| 4                                                   | Cimahi Selatan                        | Jl. Leuwigajah 66 (baru) / 236 (lama) | 0.18 km | 4                 | 16                |
| 5                                                   | Jl. Leuwigajah 66 (baru) / 236 (lama) | Jalan Mahar Martanegara No. 206       | 0.04 km | 4                 | 16                |
| 6                                                   | Jalan Mahar Martanegara No. 206       | SHON 1 Cimahi                         | 0.21 km | 2                 | 9                 |
| Total                                               |                                       |                                       | 0.65 km |                   |                   |
| Total Jarak                                         |                                       | : 0.65 Km                             |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Jenis Jalan         |                                       | : 70 km/jam                           |         |                   |                   |
| Rata Rata Kecepatan Berdasarkan Kondisi Lalu Lintas |                                       | : 53.33333333333333 km/jam            |         |                   |                   |
| Estimasi Waktu                                      |                                       | : 0.65 Menit                          |         |                   |                   |

Gambar 17. Hasil Rute Alternatif 1 Untuk Data Node Pada Tabel 6 dan Tabel 7

Berikut Tabel 11 dibawah ini menampilkan hasil kecepatan data node yaitu sebagai berikut.



| Parameter                         | Data                        | Jarak Tercepat(km) | Jarak Alternatif(km) | Waktu Tempuh Tercepat (menit) | Waktu Tempuh Alternatif (menit) |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Tingkat Kemacetan Dan Jenis Jalan | Data Node Tabel 4.7         | 0.48               | 0.65                 | 0.18                          | 0.46                            |
| Tanpa Parameter                   | Data Node Tabel 4.6 Dan 4.7 | 0.48               | 0.65                 | 0.48                          | 0.65                            |

Setelah menjalankan pengujian dengan menggunakan data node yang berbeda dalam hal bobot tingkat kemacetan dan jenis jalan, terdapat perbedaan rute. Pada pengujian menggunakan data node dari Tabel 6, rute yang terpilih memiliki jarak yang lebih panjang dibandingkan dengan rute alternatif. Hal ini disebabkan oleh bobot jenis jalan dan Tingkat Kemacetan pada data ini lebih rendah dibandingkan dengan rute alternatif. Sebaliknya, pada pengujian dengan menggunakan data dari Tabel 7 menghasilkan rute yang berbeda, yakni rute dengan jarak lebih pendek. Bobot jenis jalan dan Tingkat Kemacetan pada data ini juga lebih rendah daripada rute alternatif. Namun, jika data node dari Tabel 6 dan 7 digunakan untuk algoritma A\* tanpa mempertimbangkan bobot dari tingkat kemacetan dan jenis jalan, algoritma ini akan menghasilkan rute yang jaraknya lebih dekat. Dari ketiga pengujian dapat disimpulkan bahwa penambahan parameter dapat mempercepat waktu tempuh ke titik tujuan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulannya adalah bahwa data lalu lintas dapat diperoleh melalui HERE Traffic API yang kemudian akan memperbarui atribut simpul, seperti tingkat kemacetan. Dalam implementasinya, kondisi lalu lintas dan jenis jalan memiliki pengaruh terhadap pemilihan rute yang dihasilkan oleh algoritma A\*. Ketika menghasilkan dua rute yang berbeda, algoritma ini akan memilih rute yang paling cepat, meskipun jaraknya lebih jauh, selama tingkat kemacetan dan jenis jalan lebih baik. Jika algoritma A\* dieksekusi tanpa bobot dari tingkat kemacetan dan jenis jalan, algoritma ini akan memilih rute dengan jarak paling dekat, tetapi dengan waktu tempuh yang lebih lama. Namun, algoritma A\* dengan menggunakan parameter tingkat kemacetan dan jenis jalan ini lebih cepat dibandingkan dengan algoritma A\* yang hanya mempertimbangkan jarak dalam hal waktu tempuh ke titik tujuan. Secara efektivitas, algoritma A\* tergolong cepat dalam hal waktu eksekusi, walaupun hal ini bergantung pada data node dan struktur graf itu sendiri. Dalam kasus tertentu, kinerja algoritma A\* dapat menjadi lebih lambat jika memilih data node pada graf yang memiliki banyak node tetangga dalam struktur graf tersebut. Adapun saran yang penulis dapat saat melakukan penelitian, diantaranya Memperbanyak data lokasi (simpul) akan memungkinkan algoritma A\* mempertimbangkan lebih banyak rute alternatif tanpa penambahan manual. Selain itu, memperbarui data jenis jalan dengan informasi aktual dapat meningkatkan akurasi sistem.

Pengembangan aplikasi untuk smartphone dan penambahan sistem navigasi juga akan meningkatkan fungsionalitas sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Riset Dan Inovasi Nasional and Badan Tenaga Nuklir Nasional, "Pelatihan First Responder untuk pengenalan Kedaruratan Nuklir." Accessed: Dec. 08, 2022. [Online]. Available: <http://www.batan.go.id/index.php/id/home-psta/alamat-psta/5950-pelatihan-first-responder-untuk-pengenalan-kedaruratan-nuklir>
- [2] A. Mulyadi, "First Responder Emergency Training Dan Perilaku Petugas Satuan Pengamanan Dalam Penanganan Korban Kegawatdaruratan," *Journal of Applied Nursing (Jurnal Keperawatan Terapan)*, vol. 4, no. 1, pp. 6–13, 2018.
- [3] M. K. Harahap and N. Khairina, "Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Dijkstra," *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik ...*, 2017, [Online]. Available: <http://polgan.ac.id/jurnal/index.php/sinkron/article/view/61>
- [4] S. Purnama, D. A. Megawaty, and Y. Fernando, "Penerapan Algoritma A Star Untuk Penentuan Jarak Terdekat Wisata Kuliner di Kota Bandar Lampung," *Jurnal teknoinfo*, 2018, [Online]. Available: <http://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/37>
- [5] P. M. Hasugian, "Analisa dan implementasi algoritma bellman ford dalam mnentukan jalur terpendek pengantaran barang dalam kota," *Jurnal Mantik Penusa*, vol. 18, no. 2, 2015.
- [6] A. C. Prasetyo, M. P. Arnandi, H. S. Hudnanto, and ..., "Perbandingan Algoritma Astar dan Dijkstra Dalam Menentukan Rute Terdekat," ..., 2019, [Online]. Available: <http://www.sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/ST/article/view/456>
- [7] B. Pratama and A. T. Priandika, "Sistem Informasi Location Based Service Sentra Keripik Kota Bandar Lampung Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2020, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/sisteminfor/article/view/237>
- [8] DINAS PEKERJAAN UMUM PERUMAHAN DAN KAWASAN PERMUKIMAN KABUPATEN KULON PROGO,

- “KLASIFIKASI JALAN BERDASARKAN FUNGSI,” DINAS PEKERJAAN UMUM PERUMAHAN DAN KAWASAN PERMUKIMAN KABUPATEN KULON PROGO.
- [9] M. A. Mustaqov and D. A. Megawaty, “Penerapan Algoritma A-Star Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Fotografi Di Bandar Lampung berbasis Android,” *Jurnal Teknoinfo*, 2020, [Online]. Available: <http://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/509>
- [10] U. Anwar, A. P. Sari, and R. Nasution, “Perancangan Aplikasi Wisata Kabupaten Lebak Menggunakan Algoritma A\*(A-Star) Berbasis Android,” *Simnasiptek 2017*, vol. 1, no. 1, pp. 230–234, 2017
- [11] F. Antono and S. Dwiasnati, “Implementasi Absensi Karyawan Menggunakan Algoritma Haversine dengan Global Positioning System Berbasis Android,” *Jurnal Esensi Infokom: Jurnal Esensi Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [12] I. B. G. W. A. Dalem, “Penerapan algoritma A\*(Star) menggunakan graph untuk menghitung jarak terpendek,” *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, vol. 1, no. 1, pp. 41–47, 2018.
- [13] R. A. Nugraeni, M. Mulyono, and R. Rochmad, “Penerapan Algoritma A\* Dalam Penyelesaian Rute Terpendek Pendistribusian Barang,” *UNNES Journal of Mathematics*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [14] MapBox, “About MapBox,” MapBox.
- [15] HERE Traffic, “HERE Traffic API v6 - Developer Guide,” HERE Traffic.