PEMBANGUNAN WEB GIS MANAJEMEN AMBULANS UNTUK MENENTUKAN RUTE PENANGANAN GAWAT DARURAT DI KOTA MALANG BERBASIS TEKNOLOGI GPS DAN ALGORITMA SHORTEST PATH

Ika Qutsiati Utami[1], Satrio Agung W., S.Kom, M.Kom[2], D.Sc. Fatwa Ramdani, S.Si.,[3]
[1,2,3]Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran No.8 Malang, Informatika, Gedung A FILKOM - UB
Email : ika.qutsiati.utami@gmail.com[1], satrio.agung.w@ub.ac.id[2], fatwaramdani@ub.ac.id[3]

ABSTRAK

Ambulans merupakan salah satu sarana transportasi yang digunakan untuk memberikan pertolongan medis terhadap korban gawat darurat. Manajemen ambulans memiliki peran yang sangat penting dalam penanganan gawat darurat karena dapat mempengaruhi efektifitas pelayanan seperti waktu respon dan jaminan keselamatan korban. Salah satu manajemen yang dapat dilakukan adalah pemilihan rute terbaik. Rute terbaik adalah rute yang mudah dijangkau oleh mobil ambulans dengan waktu yang singkat. Analisis jaringan jalan saja kurang cukup untuk menentukan rute terbaik karena karakteristik dari jalan memiliki tingkat perbedaan pada segi kemacetan, kondisi lampu lalu lintas, lebar jalan, serta kondisi fisik jalan apakah jalan dalam keadaan baik atau tidak dapat diakses karena kerusakan jalan. Dalam penelitian ini digunakan algoritma *Shortest Path* Dijkstra yang digabungkan dengan data geospasial seperti data lokasi lampu lalu lintas, data kondisi fisik dan lebar jalan, serta data lokasi rawan macet dan kecelakaan lalu lintas. Data geospasial diproses dalam algoritma Djikstra dengan cara mengubah semua parameter ke dalam satuan jarak (meter). Hasil dari penelitian ini adalah *website* berbasis Sistem Informasi Geografis yang mampu melakukan manajemen terhadap pelayanan ambulans dan menampilkan rute terbaik dalam mencapai lokasi kejadian gawat darurat ke rumah sakit terdekat.

Kata kunci: Algoritma *Shortest Path* Djikstra, Manajemen Ambulans, Rute Ambulans, Sistem Informasi Geografis.

ABSTRACT

Ambulance is one of transportation mode that used to provide medical aid for victims of emergency situation. Management ambulance has a very important role to handling the emergency. It can affect the effectiveness of services such as response time and guarantee the safety of the victim. One management that can be set is the best route selection. The best route is a route that easily accessible by ambulance within a short time. Road network analysis only insufficient to determine the best route because every road has a level difference in terms of congestion, the condition of traffic lights, wide size, as well as the physical condition of the road if the road is in good condition or are inaccessible due to road damage. This study used Dijkstra Shortest Path algorithm combined with geospatial data such as location of traffic lights, the physical condition data, the width of the road, and locations of traffic jams and traffic accidents. Geospatial data is processed in Djikstra algorithms by changing all the parameters into units of distance (meters). The results of this study is the website of Geographic Information System that capable to performing the management of the ambulance services and display the best route to reach the emergency and transport to the nearest hospital.

Keywords**:** *Dijkstra Shortest Path Algorithm, Management Ambulance, Ambulance Route, Geographic Information System.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Ambulans merupakan salah satu sarana transportasi yang digunakan untuk memberikan pertolongan medis terhadap korban gawat darurat. Waktu respon ambulans memiliki peran yang sangat penting dalam penanganan gawat darurat karena penyebab utama korban meninggal dunia pada saat kejadian gawat darurat adalah terlambatnya pertolongan medis [1]. Salah satu penyebab keterlambatan pelayanan ambulans dikarenakan kesalahan dalam pemilihan rute penanganan.

Rute yang baik adalah rute yang mudah dijangkau oleh mobil ambulans dengan waktu yang singkat. Permasalahan yang terjadi adalah tingkat kepadatan penduduk yang berdampak terhadap tingkat kepadatan lalu lintas. Salah satunya seperti yang terjadi di Kota Malang. Jumlah penduduk kota Malang setiap tahunnya bertambah 0,86%.

Tahun 2011 tercatat jumlah penduduk sebesar 894.653 jiwa bahkan tahun 2013 mencapai 840.803 jiwa [2]. Dengan tingkat pertumbuhan penduduk maka volume kendaraan juga akan semakin meningkat. Hal ini menyebabkan kemacetan lalu lintas secara total pada ruas-ruas jalan akan lebih cepat terjadi sehingga mobil ambulans mengalami keterlambatan dalam menjangkau lokasi kejadian gawat darurat yang berdampak kepada keselamatan korban.

Permasalahan selanjutnya adalah kondisi fisik jalan. Sangat penting untuk mengetahui berapa lebar jalan dan apakah jalan dalam kondisi baik atau tidak. Beberapa segmen ruas jalan yang rusak dapat mengganggu kinerja dari pelayanan mobil ambulans dan seringkali merupakan lokasi terjadinya kemacetan. Pasha I. merancang sebuah prototipe untuk manajemen mobil ambulans menggunakan analisis jaringan jalan dalam menemukan korban kecelakaan lalu lintas dan proses mengantar korban dari lokasi kejadian ke rumah sakit terdekat [3]. Namun analisis jaringan jalan untuk menentukan rute terpendek saja dirasa kurang cukup karena karakteristik dari jalan memiliki tingkat perbedaan pada segi kemacetan, kondisi lampu lalu lintas, lebar jalan, serta kondisi fisik jalan apakah jalan dalam keadaan baik atau tidak dapat diakses karena kerusakan jalan.

Sistem manajemen ambulans untuk menentukan rute terbaik menggunakan informasi geografis menjadi sangat penting karena dalam menangani kejadian gawat darurat, petugas kesehatan membutuhkan posisi korban secara presisi. Dengan informasi geografis, sistem dapat menampilkan alamat positioning dengan koordinat geografis korban menggunakan teknologi *Global Positioning System* (GPS). Posisi kordinat dan alamat *positioning* korban di proses menggunakan metode perhitungan jalur terpendek dan digabungkan dengan data geospasial seperti data kerapatan dan kerapatan jalan sehingga diperoleh rute terbaik. Kota Malang dipilih karena tiga wilayah tertinggi angka kecelakaan di Jawa Timur adalah Malang, Kediri dan Surabaya [4], sehingga Kota Malang memiliki kemungkinan tingkat terjadinya gawat darurat yang tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam pembahasan makalah ini adalah:

1. Bagaimana cara mendapatkan data koordinat *longitude* dan *latitude* dari lokasi kejadian gawat darurat ?
2. Bagaimana cara mendapatkan parameter kepadatan dan kerapatan jalan yang akan digunakan dalam perhitungan *Shortest Path* ?
3. Bagaimana menerapkan algoritma Dijkstra menggunakan data geospasial untuk mendapatkan *Shortest Path* ?
4. Bagaimana tingkat akurasi penentuan rute penanganan gawat darurat menggunakan algoritma Dijkstra ?

1.3. Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan dalam pembahasan makalah ini adalah:

1. Mendapatkan data koordinat *longitude* dan *latitude* dari lokasi kejadian gawat darurat.
2. Mendapatkan parameter kepadatan dan kerapatan jalan yang akan digunakan dalam perhitungan *Shortest Path*.
3. Menerapkan algoritma Dijkstra dengan menggunakan data geospasial untuk mendapatkan *Shortest Path*.
4. Mengetahui tingkat akurasi penentuan rute penanganan gawat darurat menggunakan algoritma Dijkstra.

1.4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini antara lain:

1. Membantu pemerintah khususnya Dinas Kesehatan dalam melakukan manajemen mobil ambulans.
2. Membantu Dinas Kesehatan dalam memberikan pelayanan kesehatan yang lebih baik terhadap masyarakat.
3. Menghasilkan *website* berbasis informasi geografis dalam analisa kejadian gawat darurat di kota.

1.5. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dirumuskan lebih terfokus, maka pada penelitian ini dibatasi dalam hal:

1. Sampel data yang digunakan adalah data mengenai jaringan jalan dari daerah-daerah di Kota Malang tidak termasuk Kabupaten Malang.
2. Keluaran yang dihasilkan terfokus kepada pemberian solusi jalur atau rute terbaik dengan menggabungkan data perhitungan metode *Shortest Path* dengan data geospasial.
3. Tidak mendukung penggunaan jalan satu arah.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Gawat Darurat

Kejadian gawat darurat adalah keadaan dimana seseorang membutuhkan sebuah pertolongan secara cepat dan tepat. Keterlambatan pertolongan dapat menyebabkan terancamnya kondisi kesehatan seseorang baik keselamatan nyawa dan kondisi fisik. Penyebab terjadinya insiden gawat darurat antara lain

dikarenakan terjadinya kecelakaan lalu lintas, kebakaran, tenggelamnya kapal, pesawat jatuh dan penyebab lainnya. Kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab utama korban meninggal dunia di jalan raya [5]. Umumnya waktu tanggap gawat darurat adalah selama 10 menit. Selebihnya akan berdampak terhadap keselamatan nyawa korban.

2.2. *Googlemaps* API

Google maps adalah layanan *online* berbasis *website* yang berfungsi untuk memetakan seluruh wilayah di belahan bumi, dengan lebih dari 800.000 situs menggunakan googlemaps API. Terdapat beberapa fitur yang disediakan oleh googlemaps API diantaranya adalah *geocoding* API yang memungkinkan pengguna melakukan konversi alamat ke dalam koordinat geografis dan menempatkan penanda pada peta atau posisi peta dan *geolocation* untuk mengetahui koordinat geografis sebuah objek. *Output* yang dihasilkan berupa json dan xml [6].

2.3. *Global Positioning System* (GPS)

GPS merupakan singkatan dari *Global Positioning System* yaitu sistem penentu posisi sebuah objek dengan bantuan sistem satelit. Sistem ini pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat dan dipergunakan untuk keperluan militer dan sipil (survei dan pemetaan). Sistem GPS atau yang bernama NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Position*), terdiri dari tiga segmen, yaitu: satelit, pengontrol dan penerima [7].

2.4. Algoritma Djikstra

Algoritma Dijkstra merupakan sebuah algoritma yang diterapkan untuk menentukan lintasan terpendek dalam sejumlah langkah yang bersumber dari satu simpul untuk sebuah graf. Simpul pada Dijkstra tidak boleh memiliki nilai negatif. Analisis dilakukan dengan cara memeriksa simpul dengan bobot terkecil dan memasukkannya ke dalam himpunan solusi dengan awal pencarian simpul asal membutuhkan pengetahuan tentang semua jalur dan bobotnya, sehingga dibutuhkan pertukaran informasi dengan semua simpul. Algoritma Dijkstra memiliki sifat yang sederhana dan lempeng (*straightforward*), sesuai dengan prinsip kerja greedy [8].

Algoritma Dijkstra menyelesaikan kasus penentuan jalur terpendek dengan suatu graf berbobot G = (V, E). Jarak terpendek diperoleh dari dua buah titik jika total bobot dari semua simpul dalam jaringan adalah yang paling terpendek atau memiliki nilai minimal. Beberapa notasi yang digunakan beserta penjelasannya dijelaskan pada tabel 1:

Tabel 1. Notasi Djikstra

Notasi	Penjelasan
l(i,j)	Panjang jarak antara simpul *i* ke simpul *j*
A	Titik awal pencarian
d_{ai}	Jarak yang dikenal terpendek dan bersifat permanen dari titik awal ke titik (*i*) dalam suatu jaringan
q_i	Titik terdahulu yang dikenal terpendek dari titik awal ke titik (*i*) dalam suatu jaringan
C	Titik terakhir yang telah pindah ke keadaan permanen

Langkah-langkah perhitungan algoritma Dijkstra adalah sebagai berikut :

1. Proses dimulai dari titik awal (a), daa = 0. Maka titik yang satu-satunya permanen adalah titik a. Dan titik lain berlabel sementara yang diisi dengan inisial tak hingga (∞).
2. Memeriksa cabang titik yang keluar dari titik terakhir yang bersifat permanen dengan persamaan 1 :
   dai = min [dai, dac – 1(c,i)] …… (1)
3. Menentukan titik mana yang akan lulus dari label sementara menjadi label permanen. Dengan cara membandingkan nilai titik dari hasil langkah kedua dan diambil nilai titik paling minimum. Kemudian untuk mengetahui nilai titik permanen terdahulu, masukkan kedalam persamaan 2 :
   [dai-l(i,j)] = dai ……..(2)
4. Setelah mendapatkan titik dengan nilai paling minimum, maka titik yang bernilai minimum tersebut ditetapkan sebagai titik permanen berikutnya.
5. Jika masih terdapat titik yang belum berlabel permanen maka ulangi kembali dari langkah 2.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan mengenai penerapan algoritma Djikstra menggunakan data geospasial. Selain itu dibutuhkan pemahaman lebih mengenai googlemaps API. Studi literatur dilakukan dengan membaca buku, jurnal ilmiah dan sumber lain.

3.2. Pengumpulan Data

Pengambilan data rumah sakit dilakukan dengan proses observasi pada pusat kesehatan Kota Malang. Data rumah sakit kemudian diolah untuk mendapatkan koordinat geografis rumah sakit. Data kepadatan jalan seperti titik rawan kemacetan dan kecelakaan lalu lintas serta kondisi fisik jalan diperoleh dari hasil observasi di Kapolresta Kota Malang. Selain itu untuk

mengetahui tingkat kemacetan lalu lintas diperlukan data titik lokasi lampu lalu lintas yang didapat dari proses ekstraksi data menggunakan Quantum GIS. Pengumpulan data lainnya adalah data kerapatan jalan. Data kerapatan jalan diperoleh dengan pendefenisian lebar jalan berdasarkan kategori atau tipe jalan. Semua data diubah ke dalam bentuk bobot untuk dapat di proses di algoritma Djikstra.

3.3. Penerapan Algoritma Dijkstra

Proses awal yang dilakukan pada tahapan ini adalah melakukan digitasi jaringan jalan Kota Malang. Jaringan jalan digunakan sebagai graf yang akan diproses dalam algoritma Djikstra. Langkah-langkah dalam proses penerapan algoritma menggunakan diagram alur proses dapat dillihat pada gambar 1.

Gambar 1. *Flowchart* Penerapan Algoritma

3.3.1. Proses Mendapatkan Koordinat Korban

Lokasi geografis kejadian gawat darurat pada fitur diindentifikasi menggunakan fungsi *Geolocation* dan *Geocoding*. Dua fungsi tersebut disediakan oleh Google Maps API dengan ijin akses lokasi pada perangkat keras pengguna. Langkah-pertama dalam implementasi *Geolocation* adalah dengan menambahkan script bertipe javascript pada tag head halaman HTML. Apabila browser telah mendukung penggunaan javascript maka langkah selanjutnya adalah menjalankan fungsi *getCurrentPosition*().

Metode ini mengembalikan objek koordinat dengan fungsi yang ditentukan di dalam parameter (*showPosition*). Sedangkan fungsi *showPosition* digunakan untuk menampilkan koordinat *latitude* dan *longitude* dari lokasi korban kejadian gawat darurat. *Geocoding* merupakan fitur googlemaps API untuk mentransformasikan sebuah alamat ke dalam format *latitude longitude*. Sebagai contoh alamat Jln. Sumbersari Malang dikonversi menjadi (-7.797224, 112.36879).

3.3.2. Proses Mendapatkan Parameter Kepadatan dan Kerapatan Jalan

Data kepadatan jalan dibagi menjadi empat yaitu, data lampu lalu lintas, kondisi fisik jalan, titik kemacetan dan data rawan kecelakaan lalu lintas. Data kondisi fisik jalan, titik kemacetan dan titik rawan laka berupa data tabular yang didapatkan langsung dari hasil observasi. Data lokasi titik rawan macet dan rawan kecelakaan lalu lintas di Kota Malang berdasarkan data hasil observasi di Kapolresta Malang ditunjukkan pada tabel 2 :

Tabel 2. Kondisi Jalan

No.	Nama Jalan	Kategori
1.	Jln. S. Supriadi	Rawan Laka
2.	Jln. Ki Ageng Gribig	Rawan Laka
3.	Jln. S. Priyo Sudarmo	Rawan Laka
4.	Jln. Kolonel Sugiono	Rawan Laka
5.	Jln. Ahmad Yani	Rawan Macet
6.	Jln. Letjen S. Parman	Rawan Macet
7.	Jln. Letjen Sutoyo	Rawan Macet
8.	Jln. JA. Suprapto	Rawan Macet
9.	Jln. Basuki Rahmat	Rawan Macet
10.	Jln. Borobudur	Rawan Macet
11.	Simpang 4 L.A Sucipto	Rawan Macet
12.	Jln. Tlogomas	Rawan Macet
13.	Simpang 3 Gajayana	Rawan Macet
14.	Simpang 3 Sardo	Rawan Macet
15.	Simpang 4 ITN	Rawan Macet
16.	Simpang 4 Soekarno Hatta	Rawan Macet
17.	Simpang 3 Kacuk	Rawan Macet
18.	Simpang 4 Gadang	Rawan Macet
19.	Jln. Pasar Besar	Rawan Macet
20.	Jln. Agus Salim	Rawan Macet
21.	Jln. Basuki Rahmad	Rawan Macet
22.	Simpang 4 Ranu Grati	Rawan Macet
23.	Jln. G. Subroto	Rawan Macet
24.	Jln. Muharto	Rawan Macet
25.	Jln. Mayjen Sungkono	Rawan Macet

Data kerapatan jalan adalah data lebar jalan yang didefenisikan berdasarkan tipe atau kategori jalan. Defenisi lebar jalan berdasarkan tipe atau kategori jalan ditunjukkan oleh tabel 3. :

Tabel 3. Lebar Jalan

Tipe Jalan	Rata-Rata Lebar Jalan
Jalan Highway	10 meter
Jalan Arteri	8 meter
Jalan Lokal	6 meter

3.3.1. Proses Mengubah Parameter Menjadi Bobot

Setiap ruas jalan yang dihubungkan oleh dua titik (*node*) memiliki nilai bobot berupa jarak. Proses selanjutnya adalah bagaimana mengubah data kepadatan dan kerapatan jalan setiap ruas jalan menjadi bobot yang akan digunakan dalam perhitungan algoritma Djikstra. Penentuan bobot

berdasarkan pada kombinasi data kepadatan dan kerapatan jalan. Data bobot dalam dilihat pada tabel 4, 5, dan 6 :

1. Jalan Highway

Tabel 4. Bobot Jalan Highway

Kriteria Jalan	Bobot (m)
Lebar 10, Jalan Rusak	100
Lebar 10, Arus Macet	100
Lebar 10, Rawan Laka	100
Lebar 10, Jalan Rusak, Arus Macet	200
Lebar 10, Jalan Rusak, Rawan Laka	200
Lebar 10, Arus Macet, Rawan Laka	200
Lebar 10, Jalan Rusak, Arus Macet, Rawan Laka	300

2. Jalan Arteri

Tabel 5. Bobot Jalan Arteri

Kriteria Jalan	Bobot (m)
Lebar 8, Jalan Rusak	100
Lebar 8, Arus Macet	100
Lebar 8, Rawan Laka	100
Lebar 8, Jalan Rusak, Arus Macet	200
Lebar 8, Jalan Rusak, Rawan Laka	200
Lebar 8, Arus Macet, Rawan Laka	200
Lebar 8, Jalan Rusak, Arus Macet, Rawan Laka	300

3. Jalan Lokal

Tabel 6. Bobot Jalan Lokal

Kriteria Jalan	Bobot (m)
Lebar 6, Jalan Rusak	100
Lebar 6, Arus Macet	100
Lebar 6, Rawan Laka	100
Lebar 6, Jalan Rusak, Arus Macet	200
Lebar 6, Jalan Rusak, Rawan Laka	200
Lebar 6, Arus Macet, Rawan Laka	200
Lebar 6, Jalan Rusak, Arus Macet, Rawan Laka	300

Penentuan bobot berdasarkan jumlah lampu lalu lintas yang terdapat dalam satu ruas jalan dihitung berdasarkan rumus kecepatan dengan rata-rata kecepatan menggunakan mobil ambulans sebesar 60 km/jam. Dengan menggunakan rumus jarak maka diperoleh jarak pending dalam mencapai lokasi kejadian gawat darurat. Berikut contoh penggunaan dalam satu ruas jalan dengan satu lampu lalu lintas :

Kecepatan : 60 km/jam
Waktu stop lampu lalu lintas : 1 menit
Jarak : 60km/60menit x 1 menit : 1 km

Dengan demikian, jarak pending dalam satu ruas jalan dengan jumlah satu lampu lalu lintas adalah sebesar 1 km. Apabila dalam satu ruas jalan terdapat lebih dari satu lampu lalu lintas maka jarak pending dikalikan dengan 1 km. Nilai ini dapat dijadikan sebagai bobot tambah dalam perhitungan algoritma Djikstra

4. Implementasi

4.1. Lingkungan Implementasi

Pada bab ini akan dijelaskan lingkungan implementasi yang digunakan dalam pengembangan sistem, lingkup dari lingkungan implementasi yang akan dijelaskan antara lain lingkungan implementasi perangkat lunak. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem antara lain:

1. Sistem operasi windows 7 32-bit
2. Xampp versi 3.2.1
3. Quantum GIS versi 2.10
4. Google Chrome versi 48.0.2564.97 m
5. Bootstrap

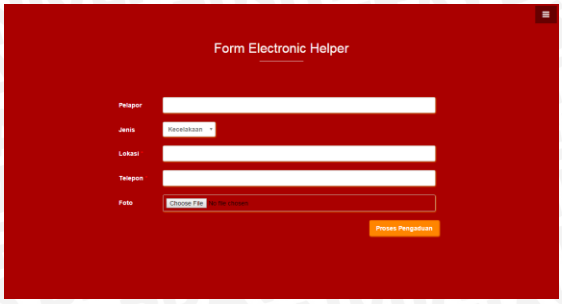
Dalam proses implementasi program digunakan lingkungan implementasi perangkat lunak berupa IDE (*Integrated Development Environment*) Netbeans IDE 7.4 yang berjalan di *windows* 7 dan mendukung pembuatan projek PHP

4.2. Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka yang akan dijelaskan meliputi antarmuka tab home/fitur *B-Help*, fitur *E-Helper,* kelola data rumah sakit, kelola data korban dan *Routing Map*.

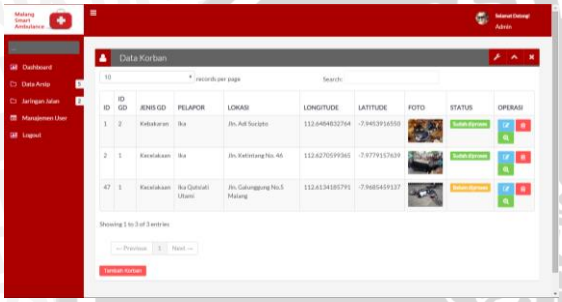
Gambar 2. Implementasi Antarmuka Halaman Home

Halaman Home/B-Helper merupakan halaman awal sistem ketika dijalankan. Halaman awal ini juga berfungsi sebagai fitur *B-Helper* dimana pengguna dapat melakukan pengaduan kejadian gawat darurat menggunakan tombol *panic button* yang telah disediakan.



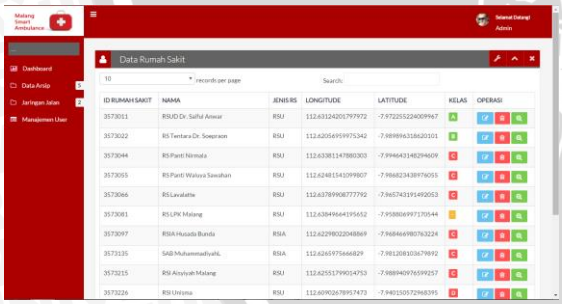
Gambar 3. Implementasi Antarmuka Halaman *E-Helper*

Halaman *E-Helper* merupakan antarmuka yang berfungsi untuk melakukan pengaduan kejadian gawat darurat menggunakan form. Pengguna diminta untuk menginputkan data-data seperti data lokasi dan telepon pelapor.



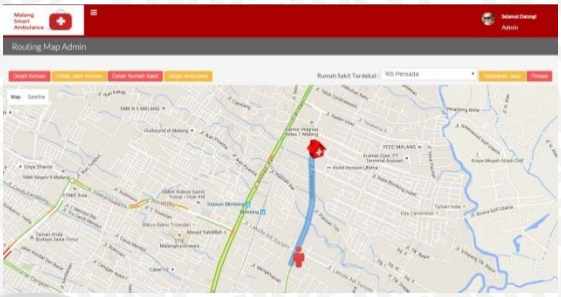
Gambar 4. Implementasi Antarmuka Halaman Kelola Data Korban

Halaman Mengelola Data Lampu Korban adalah antarmuka bagi admin untuk melakukan pengelolaan data korban. Pengelolaan dibagi menjadi empat aktivitas yaitu menambah, menghapus, mengubah dan melihat detail data korban.



Gambar 5. Implementasi Antarmuka Halaman Kelola Data Rumah Sakit

Halaman Mengelola Data Rumah Sakit adalah antarmuka bagi admin untuk melakukan pengelolaan data rumah sakit. Pengelolaan dibagi menjadi empat aktivitas yaitu menambah, menghapus, mengubah dan melihat detail data rumah sakit.



Gambar 6. Implementasi Antarmuka Halaman *Routing Map*

Halaman Routing Map merupakan antarmuka untuk memproses data gawat darurat menjadi jalur optimal yang akan dilalui oleh ambulans. Pada halaman Routing Map pengguna dapat melihat *detail* korban, *detail* rumah sakit yang menjadi tujuan, *detail* ambulans dan *detail* jalur yang dilalui ambulans ke rumah sakit tujuan.

5. Pengujian dan Analisis

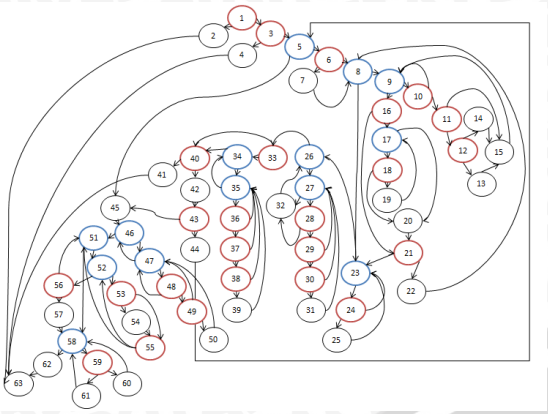
Proses pengujian dilakukan pada sistem dengan melakukan pengujian fungsionalitas menggunakan *blackbox*, pengujian algoritma menggunakan *whitebox* dan pengujian akurasi dengan melakukan pengujian di sepuluh titik lokasi korban yang berbeda.

5.1. Hasil Uji Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas menggunakan *blackbox testing* dilakukan dengan melakukan uji coba terhadap seluruh kebutuhan fungsional. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 14 kebutuhan fungsional dengan jumlah total *test case* sebanyak 42 menghasilkan nilai 100% valid sesuai dengan yang diharapkan pada sistem.

5.2. Hasil Uji Algoritma

Pengujian *whitebox* dilakukan untuk menguji apakah algoritma Djikstra yang digunakan adalah *valid* atau sesuai dengan struktur logika jalur indipenden yang dihasilkan. Pada pengujian ini peneliti melakukan pengujian terhadap algoritma Djiksra menggunakan pengujian Basis *Path Testing*. *Basis Path* yang dihasilkan dari kode program ditunjukkan pada gambar 7. *Node* berwarna merah menunjukkan predicate *node* struktur kontrol (*if*) sedangkan *node* dengan warna biru menunjukkan *predicate node* untuk perulangan (*for/foreach*).



Gambar 7. *Basist Path Testing*

Dari hasil tersebut didapat perhitungan matematis dari *cyclomatic complexity* (V(G)) berikut ini :

V (G) = Jumlah Region = 40
V (G) = Edge – Node + 2 = 101 – 63 + 2 = 40
V (G) = Predicate Node + 1 = 39 + 1 = 40

Jalur indipenden yang dihasilkan sebanyak 40 jalur. Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian empat jalur dasar yang masing-masing mewakili hasil keluaran atau nilai kembalian (*return*) yang berbeda. Hasil pengujian menghasilkan 100% valid dengan menghitung 4 jalur dari 40 jalur indipenden pada *basis path*.

5.3. Hasil Uji Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan melakukan 10 kali percobaan secara manual kemudian dibandingkan dengan hasil *output* sistem. Pengujian dilakukan dengan mengambil data lokasi korban di 10 alamat yang berbeda. Data lokasi korban yang akan dilakukan dalam pengujian ditunjukkan pada tabel 7:

Tabel 7. Data Pengujian

No.	Lat Korban	Long Korban	Lat RS	Long RS
1	-7.9565	112.6118	-7.940150	112.60902
2	-7.9478	112.6085	-7.940150	112.60902
3	-7.9425	112.6191	-7.948439	112.61873
4	-7.9528	112.6122	-7.948439	112.61873
5	-7.9518	112.6138	-7.948439	112.61873
6	-7.9520	112.6171	-7.948439	112.61873
7	-7.9569	112.6164	-7.952900	112.61914
8	-7.9468	112.6168	-7.948439	112.61873
9	-7.9485	112.6135	-7.948439	112.61873
10	-7.9568	112.6201	-7.952900	112.61914

Bobot jarak dari setiap simpul yang membentuk graf ditunjukkan pada tabel 8 :

Tabel 8. Hasil Bobot

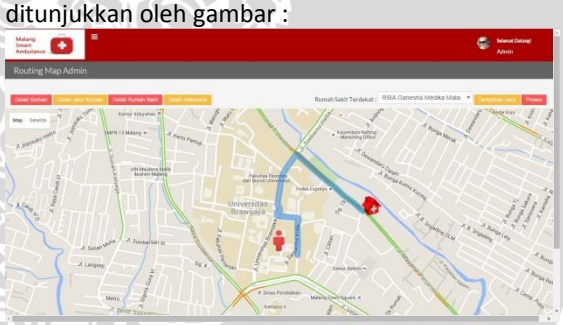
No.	Awal	Tujuan	Bobot (m)
1	0	1	269
2	0	10	966
3	1	2	205
4	2	3	434
5	2	6	121
6	3	4	271
7	4	5	224
8	5	6	193
9	5	12	256
10	6	7	174
11	7	8	77
12	7	9	77
13	7	12	151
14	8	11	391
15	9	10	116

Jalur yang diperoleh dari hasil perhitungan algoritma Djikstra ditunjukkan pada tabel 9. :

Tabel 9. Total Bobot

No.	Detail Jalur	Total Bobot (meter)
1	9-7-6-2-1-0	846
2	9-10-0	1082
3	9-7-6-5-4-3-2-1-0	1847
4	9-7-12-5-4-3-2-1-0	1890
5	9-7-12-5-6-2-1-0	1275

Jalur yang diperoleh berdasarkan keluaran sistem ditunjukkan oleh gambar :



Gambar 8. Hasil Pengujian Akurasi Sistem

Hasil Pengujian menghasilkan nilai 100% dari hasil perbandingan antara perhitungan manual dengan hasil keluaran sistem.

6.1. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya dijabarkan sebagai berikut:

1. Dapat dikembangkan lebih mendalam mengenai jaringan jalan dengan kondisi jalan memutar.
2. Dapat dikembangkan cara lain untuk memasukkan parameter data geospasial ke dalam algoritma Djikstra.
3. Dapat dilakukan analisa lebih lanjut mengenai efektifitas algoritma Djikstra yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fitriah, W.W., Mashuri, M., Irhamah, 2012, Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Keparahan Korban Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Surabaya dengan Pendekatan Bagging Regresi Logistik Ordinal. Jurnal Sains Dan Seni ITS. Vol.1. No.1. p.1.

[2] BPJS Kesehatan. 2012. *Panduan Pelayanan Ambulans*.

[3] Pasha, I., 2006. *Ambulance management system using GIS*. S2. Linkopin University..

[4] Sutawi, 2006. Membangun budaya keselamatan jalan. Karya Ilmiah (tidak diterbitkan).

[5] Sukoco, B., 2010, *Penentuan Rute Optimal Menuju Lokasi Pelayanan Gawat Darurat Berdasarkan Waktu Tempuh Tercepat* (Studi Kasus Kota Surakarta). S1. Universitas Sebelas Maret Surakarta..

[6] Shodiq A. 2014. *Tutorial Dasar Pemprograman Google Maps API*.

[7] Halengkara, L., 2012. *Gambar 6. Implementasi Antarmuka Halaman Routing Map.* Universitas Lampung.

[8] Ratnasari. A., Ardiani. F., Nurvita F., 2013. *Penentuan Jarak Terpendek dan Jarak Terpendek Alternatif Menggunakan Algoritma Dijkstra Serta Estimasi Waktu Tempuh*. Semantik. Semarang.