

Perancangan Jalur Terpendek Evakuasi Bencana di Kawasan Boulevard Manado Menggunakan Algoritma Dijkstra

Aryando Giovani Rumondor¹⁾, Steven Ray Sentinuwo²⁾, Alwin Melkie Sambul³⁾

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Jl.Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

E-mail: aryandorumondor@gmail.com¹⁾, steven@unsrat.ac.id²⁾, asambul@unsrat.ac.id³⁾

Abstrak – Secara geografis Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Letak kawasan boulevard berada di pesisir pantai Kota Manado. Oleh karena itu perlu adanya perancangan jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami menggunakan algoritma Dijkstra yang dapat menunjang mitigasi bencana gempa dan tsunami. Proses penentuan jalur terpendek evakuasi dengan menerapkan Algoritma Dijkstra. Algoritma ini dapat menentukan jalur terpendek dari graf berbobot nilai positif, dari titik awal ke semua titik yang dikehendaki, sehingga nantinya akan ditemukan jalur terpendek dari titik awal dan titik tujuan.

Kata Kunci: Algoritma Dijkstra; Bencana Gempa dan Tsunami; Jalur Terpendek; Kawasan Boulevard Manado

Abstract – Geographically, Indonesia is an area prone to earthquakes because it is traversed by a meeting path of 3 tectonic plates, namely: the Indo-Australian Plate, the Eurasian plate, and the Pacific plate. The location of the boulevard is on the coast of the city of Manado. Therefore, it is necessary to design the shortest path for evacuating earthquake and tsunami disasters using the Dijkstra algorithm that can support earthquake and tsunami disaster mitigation. This algorithm can determine the shortest path of a positive value weighted graph, from the starting point to all the desired points

Keywords: Dijkstra Algorithm; Earthquake and Tsunami Disaster; Manado Boulevard Area; Shortest Path

I. PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Jalur pertemuan lempeng-lempeng tersebut berada di laut, sehingga apabila terjadi gempa bumi dengan skala yang besar dan dengan kedalaman yang dangkal maka akan berpotensi menimbulkan tsunami. Dengan kondisi geografis yang dimiliki oleh Indonesia maka daerah pesisir dan pulau-pulau berpotensi besar mengalami bencana alam, seperti gempa bumi, tsunami, angin topan dan badai [8]

Sulawesi Utara juga merupakan salah satu daerah rawan bencana gempa bumi dan tsunami di Indonesia. Penyebabnya, karena posisi Sulawesi Utara yang terletak dekat dengan sumber gempa bumi dan pembangkit tsunami, baik di darat maupun di laut yang terbentuk akibat proses tektonik. Sumber-sumber gempa di darat berasal dari beberapa sesar aktif yang terletak di daratan Sulawesi Utara. Adapun sumber gempa di laut berasal dari penunjaman sublempeng Sulawesi Utara yang terletak di sebelah utara Pulau Sulawesi,

lempeng Punggungan Mayu dan lempeng Sangihe yang terletak di sebelah timur Sulawesi Utara. Sumber gempa di laut ini juga merupakan sumber pembangkit tsunami. Kota Manado memiliki potensi untuk gempa bumi dan tsunami. Dalam Seminar Nasional yang diadakan oleh Universitas Politeknik Manado Jurusan Teknik Sipil dengan peserta dari kepala daerah se-Sulawesi Utara yang diwakili dinas terkait dan para Kepala Jurusan Teknik Sipil Politeknik se-Indonesia, membahas tentang Provinsi Sulawesi Utara adalah merupakan daerah rawan gempa bumi dan berpotensi terkena dampak bencana tsunami yang di sebabkan oleh kekuatan gempa magnitude 8.1. Dengan potensi dihantam tsunami mencapai ketinggian lima meter.

Oleh karena itu perlu adanya perancangan jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami menggunakan algoritma Dijkstra agar dapat menunjang mitigasi bencana dalam bentuk penyediaan informasi jalur terpendek yang akan dilalui serta dapat mengetahui cara penyelamatan diri jika terjadi bencana gempa dan tsunami. Proses evakuasi penentuan jalur dengan menerapkan algoritma Dijkstra untuk menghasilkan rute terpendek antara titik mulai ke titik tujuan [12].

A. Sistem Informasi Geografis

Informasi merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari dalam pengambilan keputusan. Informasi itu sendiri diperoleh dari sistem informasi (*Information System*). Informasi adalah suatu sistem didalam suatu organisasi yang mempertemukan kebutuhan pengolah transaksi harian yang mendukung fungsi operasi organisasi yang bersifat manajerial dengan kegiatan strategi dari suatu organisasi untuk dapat menyediakan kepada pihak luar tertentu dengan laporan-laporan yang diperlukan[1].

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan sistem yang dirancang untuk bekerja dengan data yang tereferensi secara spasial atau koordinat- koordinat geografi. Sistem informasi geografis adalah bentuk sistem informasi yang menyajikan informasi dalam bentuk grafis dengan menggunakan peta sebagai antar muka [2]. Teknologi Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk investigasi ilmiah, pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, kartografi dan perencanaan rute. Misalnya, SIG bisa membantu perencana untuk cepat menghitung waktu tanggap darurat saat terjadi bencana alam[9].

B. Website

World Wide Web atau *WWW* atau juga dikenal dengan *web* adalah salah satu layanan yang didapat oleh pemakai komputer yang terhubung ke internet. *Web* menyediakan informasi bagi pemakai komputer yang terhubung ke internet

dari sekedar informasi “sampah” atau informasi yang tidak berguna sama sekali sampai informasi yang serius, dari informasi gratisan sampai informasi komersial. *Website* atau situs dapat diartikan sebagai kumpulan halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar diam atau bergerak, animasi, suara dan atau gabungan dari itu baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait satu dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman (*hyperlink*).

C. Mapbox

Mapbox adalah salah satu penyedia peta kustom terbesar di situs-situs ternama seperti *Foursquare*, *Pinterest*, *Evernote* sejak pada tahun 2010, *Mapbox* memperbanyak pilihan peta kustomnya untuk mengisi keterbatasan yang dimiliki penyedia peta seperti *google maps*. *Mapbox* merupakan pencipta atau *contributor* sejumlah pustaka dan aplikasi peta bebas terkenal, misalnya spesifikasi *MBTiles*, Kartografi *TileMill IDE*, pustaka *Java Script Leaflet*, Bahasa gaya dan parser peta *CartoCSS*, dan pustaka *Java Script Mapbox.js*. Data *Mapbox* diambil dari sumber-sumber data terbuka seperti *Open Street Map* dan *NAS*, dan sumber-sumber data berbayar seperti *Digital Globe*. Teknologinya dibangun menggunakan *Node.js*, *CouchDB*, *Mapnik*, *GDAL* dan *Leaflet.js*. *MapBox*, yaitu dukungan terhadap *GeoJSON – encoding* obyek geografis dalam bentuk *JSON*. *Mapbox* juga merupakan turunan dari *Open Street Map*.

D. Personal Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP atau *Personal Hypertext Preprocessor* adalah merupakan bahasa berbentuk *script* yang ditempatkan dalam server dan diproses di server. Selain itu juga *PHP* merupakan salah satu dari sekian banyak bahasa perograman *HTML* (*Hypertext Markup Language*). Dibuat oleh *Rasmus Lerdorf* diawali dengan membuatnya sebagai *personal project* dan disempurnakan oleh *group six of developer* dan lahir kembali nama *PHP*. *PHP* adalah bahasa *scripting* yang menyatu dengan *HTML* untuk membuat halaman *web* yang dinamis dan dijalankan pada *server side*. Artinya semua sintaks yang kita berikan akan sepenuhnya dijalankan pada server tetapi disertakan pada dokumen *HTML*, sedangkan yang dikirim ke browser hanya hasilnya saja. Kode *PHP* diawali dengan tanda lebih kecil (<), dan diakhiri dengan tanda lebih besar (>).

E. Hypertext Markup Language (HTML)

Hypertext Markup Language adalah salah satu format yang digunakan untuk menulis halaman *web*, *HTML* ini berjalan di *web browser* dan memiliki fungsi untuk melakukan pemrograman aplikasi diatas *web*. *HTML* merupakan pengembangan standar pemformatan dokumen teks, yaitu standar *Generalized Markup Language*. *HTML* sebenarnya adalah dokumen *ASCII* atau teks biasa yang dirancang untuk tidak tergantung pada suatu sistem operasi tertentu. Secara umum, fungsi *HTML* adalah mengolah serangkaian data dan informasi sehingga suatu dokumen dapat diakses dan ditampilkan diinternet melalui layanan *web*.

F. MySQL

MySQL adalah *Relational Database Management System* (*RDBMS*) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi *GPL* (*General Public License*). *MySQL* sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam *database* sejak lama yaitu *SQL* (*Structure Query Language*). *SQL* adalah sebuah konsep perngoperasian *database* terutama untuk pemilihan/seleksi dan pemasukkan data yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah dan secara otomatis. *MySQL* merupakan *software* yang tergolong sebagai *DBMS* (*Database Management System*) yang bersifat *opensource*. *Opensource* menyatakan bahwa *software* ini dilengkapi dengan *source code* (kode yang dipakai untuk membuat *MySQL*). *MySQL* lebih sering digunakan untuk membangun aplikasi berbasis *web*, umumnya pengembangan aplikasinya menggunakan bahasa pemrograman *script PHP* [13].

G. Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language adalah salah satu alat bantu yang sangat handal di dunia pengembangan sistem yang berorientasi objek. Hal ini disebabkan karena *UML* menyediakan bahasa pemodelan visual yang memungkinkan bagi pengembang sistem untuk membuat *blueprint* atas visi mereka dalam bentuk yang baku, mudah dimengerti serta dilengkapi dengan mekanisme yang efektif untuk berbagi dan mengkomunikasikan rancangan mereka dengan yang lain[3].

UML adalah bahasa untuk menspesifikasi, memvisualisasi, membangun dan mendokumentasikan *artifacts* (bagian dari informasi yang digunakan untuk dihasilkan oleh proses pembuatan perangkat lunak), *artifact* tersebut dapat berupa model, deskripsi atau perangkat lunak dari sistem perangkat lunak, seperti pada pemodelan bisnis dan sistem non perangkat lunak lainnya[10].

H. Metodologi Perancangan Sistem

Tahapan pengembangan ini merupakan kerangka kerja berupa langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian. Kerangka kerja yang digunakan menggunakan pendekatan metodologi *Waterfall*

1) Waterfall

Waterfall adalah sebuah model perkembangan perangkat lunak dilakukan secara sekuensial, dimana satu tahap dilakukan setelah tahap sebelumnya telah selesai dilaksanakan. Model *waterfall* ini mengambil kegiatan dasar seperti spesifikasi, pengembangan, validasi, dan evolusi, dan mempresentasikannya sebagai fase-fase proses yang berbeda seperti spesifikasi persyaratan, perancangan perangkat lunak, implementasi, pengujian, dan seterusnya.

2) Tahapan Waterfall

Berikut adalah dari tahap-tahap yang dilakukan di dalam model ini [4]:

a. System / Information Engireering and Modeling

Permodelan ini diawali dengan mencari kebutuhan dari keseluruhan sistem yang akan di aplikasikan ke dalam bentuk *software*. Hal ini sangat penting, mengingat *software* harus dapat berinteraksi dengan elemen-elemen yang lain seperti *hardware*, *database*, dan sebagainya. Tahap ini sering disebut dengan *Project Definition*.

b. *Software Requirements Analysis*

Proses pencarian kebutuhan diintensifkan dan difokuskan pada *software*. Untuk mengetahui sifat dari program yang akan dibuat, maka para *software engineer* harus mengerti tentang domain informasi dari *software*, misalnya fungsi yang dibutuhkan, *user interface*, dsb. Dari 2 aktivitas tersebut (pencarian kebutuhan sistem dan *software*) harus didokumentasikan dan ditunjukkan kepada pelanggan

c. *Design*

Proses ini digunakan untuk mengubah kebutuhan-kebutuhan diatas menjadi representasi ke dalam bentuk "*blueprint*" *software*, sebelum *coding* dimulai desain harus dapat mengimplementasikan kebutuhan yang telah disebutkan pada tahap sebelumnya. Seperti 2 aktivitas sebelumnya, juga harus didokumentasikan sebagai konfigurasi dari *software*.

d. *Coding*

Untuk dapat dimengerti oleh mesin, dalam hal ini adalah komputer, maka desain tadi harus diubah bentuknya menjadi bentuk yang dapat dimengerti oleh mesin, yaitu ke dalam bahasa pemrograman melalui proses *coding*. Tahap ini merupakan implementasi dari tahap *design* yang secara teknis nantinya dikerjakan oleh *programmer*.

e. *Testing Verification*

Sesuatu yang dibuat haruslah diujicobakan. Demikian juga dengan *software*. Semua fungsi-fungsi *software* harus diujicobakan, agar *software* bebas dari *error*, dan hasilnya harus benar-benar sesuai dengan kebutuhan yang sudah didefinisikan sebelumnya.

I. *Gempa Bumi dan Tsunami*

Gempa bumi merupakan peristiwa pelepasan energi yang menyebabkan diskolasi (pergeseran) pada bagan dalam bumi secara tiba-tiba. Penyebab terjadinya gempa bumi yaitu proses tektonik akibat pergerakan kulit/lempeng bumi, aktivitas sesar di permukaan bumi, pergerakan *geomografi* secara lokal, contohnya terjadi runtuh tanah, aktivitas gunung api, ledakan nuklir.

1) *Jalur Gempa Bumi Dunia*

Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke arah utara dan menyusup kedalam lempeng Eurasia, sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat. Jalur pertemuan lempeng berada di laut sehingga apabila terjadi gempa bumi besar dengan kedalaman dangkal maka akan berpotensi menimbulkan tsunami sehingga Indonesia juga rawan tsunami.

Tsunami adalah gelombang laut yang terjadi karena adanya gangguan impulsif pada laut. Gangguan impulsif tersebut terjadi akibat adanya perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba dalam arah vertikal atau dalam arah horizontal. Perubahan tersebut disebabkan oleh tiga sumber utama, yaitu gempa tektonik, letusan gunung api, atau longoran yang terjadi di dasar laut [11]. Dari ketiga sumber tersebut, di Indonesia gempa merupakan penyebab utama.

Tsunami dapat terjadi jika terjadi gangguan yang menyebabkan perpindahan sejumlah besar air, seperti letusan gunung api, gempa bumi, longsor maupun meteor yang jatuh ke bumi. Namun, 90% tsunami adalah akibat gempa bumi bawah laut.

1) *Akibat Tsunami*

Berikut ini berbagai hal yang ditimbulkan akibat tsunami:

a. *Kerusakan Bangunan*

Kerusakan bangunan adalah akibat langsung yang bisa dirasakan ketika terjadi gempa bumi. Kerusakan bangunan bisa berupa kerusakan rumah, gedung-gedung perkantoran, jalan raya, rel kereta api dan lain-lain. Seringkali kerusakan ini disertai timbulnya korban jiwa akibat banyaknya orang-orang yang terperangkap di dalamnya. Kerusakan bangunan terbagi menjadi tiga kategori, yaitu roboh, rusak berat, dan rusak sedang atau ringan.

b. *Timbulnya penyakit*

Rusaknya sanitasi akibat gempa bumi, dapat menyebabkan penyakit menular mudah menyebar. Jenis penyakit yang biasanya muncul antara lain infeksi, campak, diare dan ISPA.

c. *Munculnya trauma*

Tidak jarang gempa bumi (terutama berkekuatan besar) dapat menimbulkan trauma, terutama pada anak-anak. Setelah terjadinya gempa bumi, biasanya anak-anak merasakan tekanan psikologis, seperti perasaan takut berpisah, takut pada orang lain, takut pada hewan-hewan tertentu, sulit tidur, tidak ada nafsu makan, perut merasa mual, ngompol, menghisap jari dan sering menangis. Hal tersebut merupakan gejala-gejala trauma pada anak akibat tsunami.

J. *Algoritma Dijkstra*

Algoritma Dijkstra ditemukan oleh Edsger W. Dijkstra yang merupakan salah satu varian bentuk algoritma populer dalam pemecahan persoalan yang terkait dengan masalah optimasi dan bersifat sederhana. Algoritma ini menyelesaikan masalah mencari sebuah lintasan terpendek (sebuah lintasan yang mempunyai panjang minimum) dari *vertex a* ke *vertex z* dalam *graph* berbobot, bobot tersebut adalah bilangan positif jadi tidak dapat dilalui oleh *node* negatif, namun jika terjadi demikian, maka penyelesaian yang diberikan adalah *infinity*[5]

1) *Pengenalan Algoritma Dijkstra*

Dijkstra merupakan algoritma menemukan jalur dengan biaya terendah (yaitu rute terpendek) antara simpul tersebut dengan setiap simpul lainnya. Algoritma ini juga dapat digunakan untuk menemukan jalur terpendek dari simpul asal ke simpul tujuan dengan cara menghentikan algoritma ketika jalur terpendek simpul tujuan telah ditentukan. Salah satu komponen dari algoritma Dijkstra adalah graf dan matriks ketetanggaan. Graf merupakan pasangan himpunan $G = (V, E)$. Secara geometri graf digambarkan sebagai sekumpulan noktah (simpul) didalam bidang dwimatra yang dihubungkan dengan sekumpulan garis (sisi). Dalam matriks ketetanggaan terdapat komponen utama sebagai penyusunnya yaitu

lintasan. Dua buah simpul dalam sebuah graf dinyatakan bertetangga apabila keduanya terhubung langsung dalam sebuah sisi[6].

2) Cara Kerja Algoritma Dijkstra

Cara kerja algoritma Dijkstra memakai strategi *greedy*. Dimana strategi *greedy* pada algoritma Dijkstra menyatakan bahwa setiap langkah, ambil sisi yang berbobot minimum yang menghubungkan sebuah simpul yang sudah terpilih dengan sebuah simpul lain yang belum terpilih. Lintasan dari simpul asal ke simpul yang baru haruslah merupakan lintasan terpendek diantara semua lintasannya ke simpul-simpul yang belum dipilih. Algoritma ini mencari panjang lintasan terpendek dari *vertex* a ke *vertex* z dalam sebuah graf (*graph*) berbobot positif dan tersambung[7].

K. Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi adalah lintasan yang digunakan sebagai pemindahan langsung dan cepat dari orang-orang yang akan menjauh dari ancaman atau kejadian yang dapat membahayakan. Ada dua jenis evakuasi yang dapat dibedakan yaitu evakuasi skala kecil dan evakuasi skala besar. Contoh dari evakuasi skala kecil yaitu penyelamatan yang dilakukan dari sebuah bangunan yang disebabkan karena ancaman bom atau kebakaran. Contoh dari evakuasi skala besar yaitu penyelamatan dari sebuah daerah karena banjir, letusan gunung berapi, gempa dan tsunami. Dalam situasi ini yang melibatkan manusia secara langsung atau pengungsi sebaiknya di dekontaminasi sebelum diangkut keluar dari daerah yang terkontaminasi. Adapun syarat-syarat jalur evakuasi yaitu:

1) Keamanan Jalur

Jalur evakuasi yang akan digunakan untuk evakuasi haruslah benar-benar aman dari benda-benda yang berbahaya yang dapat menimpa diri.

2) Jarak Tempuh Jalur

Jarak jalur evakuasi yang akan dipakai untuk evakuasi dari tempat tinggal semula ketempat yang lebih aman haruslah jarak yang akan memungkinkan cepat sampai pada tempat yang aman.

3) Kelayakan Jalur

Jalur yang dipilih juga harus layak digunakan pada saat evakuasi sehingga tidak menghambat proses evakuasi.

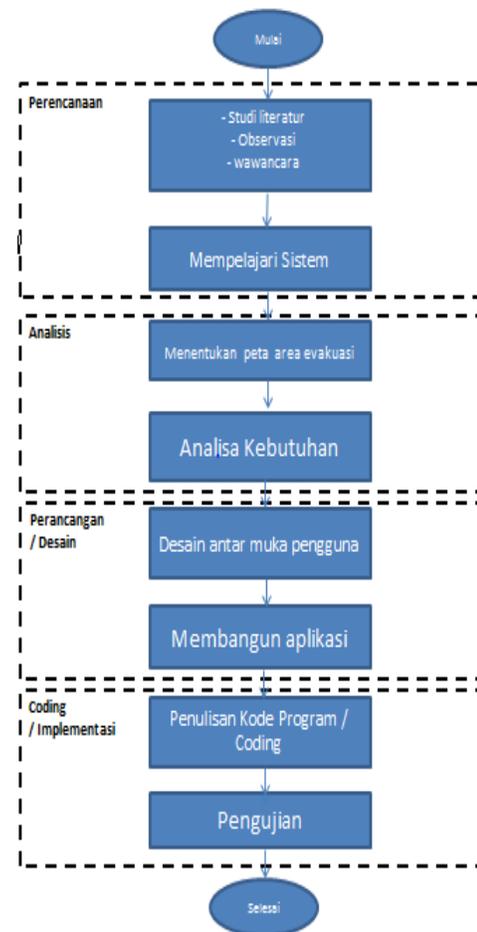
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Kerangka Kerja

Metodologi yang digunakan dalam perancangan aplikasi adalah metodologi *Waterfall*. Metodologi merupakan suatu proses pengembangan perangkat lunak berurutan, dimana kemajuan dipandang sebagai terus mengalir ke bawah (seperti air terjun) melewati tahapan-tahapan yang ada. Berikut merupakan kerangka kerja dengan metodologi *waterfall* (Gambar 6).

B. Obyek Penelitian

Obyek dari penelitian ini dilakukan pada Kantor Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Manado dengan mengambil data tempat evakuasi bencana gempa dan tsunami. Serta kawasan boulevard Manado yang menjadi obyek penelitian lapangan yang dilakukan.



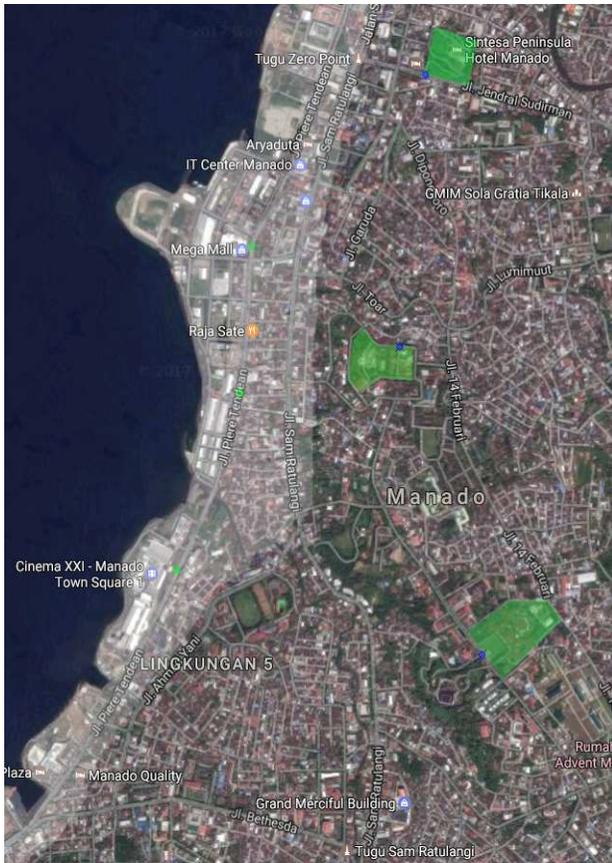
Gambar 6 kerangka kerja

C. Pengumpulan Data

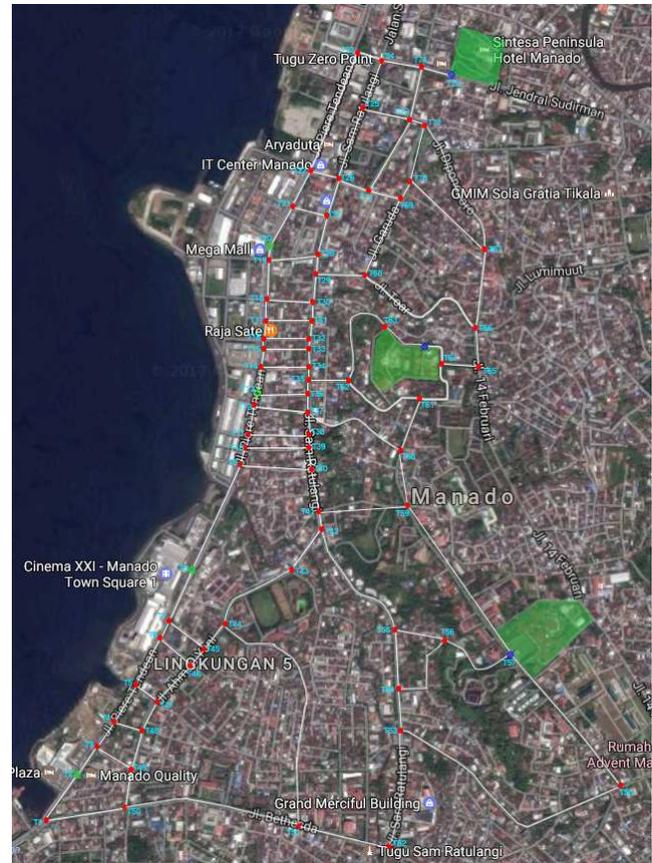
Pengumpulan data terkait penelitian ini adalah didapat dari buku literatur, jurnal *online*, *ebook*, serial *online* dan observasi yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan sistem dan pembahasan ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa jarak antar persimpangan jalan yang diperoleh berdasarkan pengukuran pada peta kawasan boulevard Manado (*Google Map*). Peta kemudian direpresentasikan dalam sebuah graf lalu dibuat tabel ketetanggaannya dan selanjutnya menentukan lintasan terpendek.

Pada tahap pengamatan atau observasi ini penulis langsung melakukan pengamatan pada obyek penelitian dalam hal ini kawasan boulevard Manado (kawasan Manado *Convention Center* dan *Quality* hotel, kawasan area Manado *Town Square*, kawasan area *Mega Trade Center*, kawasan area *Megamall* manado) sebagai titik kumpul pada saat terjadi bencana. kawasan Hotel Peninsula Manado, kawasan perumahan bumi beringin dan kawasan perkantoran Gubernur Sulawesi Utara sebagai titik kumpul evakuasi (*shelter*) yang menjadi objek lapangan penelitian. Dari pengamatan yang dilakukan juga untuk mendapatkan data jalur-jalur yang digunakan sebagai data yang akan dibuat sebagai titik (*node*) yaitu merupakan persimpangan jalan, serta melihat gang-gang jalan kecil yang dapat digunakan sebagai jalur evakuasi

Pada tahap ini penulis melakukan wawancara secara langsung kepada seorang nara sumber yaitu seorang pegawai Kantor Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Manado.



Gambar 7 titik kumpul bencana dan titik evakuasi



Gambar 8 Graf peta kawasan Boulevard Manado

Dari hasil wawancara tersebut, dapat diperoleh data valid yang merupakan kriteria yang menjadi titik kumpul evakuasi bencana (*shelter*) yang digunakan dalam penelitian. Dimana didapatkan untuk area titik kumpul evakuasi bencana dari kawasan area *Megamall* adalah area hotel peninsula, area titik kumpul evakuasi bencana dari kawasan *Mega Trade Center* adalah kawasan area perumahan bumi beringin, area titik kumpul evakuasi bencana dari kawasan Manado *Town Square*, *Mega Convention Center* dan *Quality* hotel adalah kawasan area perkantoran Gubernur Sulawesi Utara.

D. Tahap Analisis

Pada tahap ini lokasi yang menjadi fokus dari pencarian jalur terpendek evakuasi yang akan dibuat. Seperti yang dijelaskan pada batasan masalah, lokasi perancangan jalur evakuasi yang akan dibuat yakni pada kawasan boulevard Kota Manado. Evakuasi di fokuskan pada area di sekitaran kawasan boulevard Manado. Titik kumpul saat terjadi bencana yang dijadikan sebagai titik start *vertex* pada graf yaitu Manado *Convention Center*, Manado *Town Square*, Manado *Trade Center (MTC)* dan pada area *Megamall* Manado yang merupakan area rawan tsunami. Berdasarkan dari pengumpulan data dengan melakukan wawancara pada kantor BPBD Kota Manado maka di dapatkan lokasi titik kumpul evakuasi bencana gempa dan tsunami (Gambar 7). Lokasi titik kumpul harus memenuhi beberapa kriteria, seperti luas area dan ketinggian yang dianggap aman. bagian yang berwarna putih merupakan area yang masuk dalam kawasan resiko tsunami yang diambil dari peta resiko dari BPBD Kota Manado, beserta juga area titik kumpulnya (*shelter*) (Gambar 7). Peta kawasan boulevard manado kemudian direpresentasikan dalam sebuah graf (Gambar 8).

1) Analisis Kebutuhan

Untuk tahap spesifikasi pengguna ini merupakan penjelasan tentang setiap aktor-aktor yang ada juga penjelasan dari tanggung jawab setiap aktor yang memakai aplikasi ini.

Aplikasi pencarian jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami pada kawasan boulevard manado ini akan menentukan rute terpendek yang di lalui dengan menggunakan algoritma Dijkstra. Aplikasi ini akan memberikan data keluaran dan memiliki kemampuan sebagai berikut :

- Memberikan informasi jalur terpendek dari titik awal keberangkatan menuju ke lokasi tujuan
- Memberikan informasi nama-nama jalan yang di lalui yang merupakan jalur terpendek untuk dilewati

E. Perancangan Sistem

Pada penelitian ini digunakan *UML* sebagai bahasa pemodelan untuk mendesain dan merancang sistem pencarian jalur terpendek evakuasi gempa dan tsunami. Model *UML* yang digunakan antara lain *use case diagram*.

- Use case diagram* (Gambar 9) menjelaskan apa saja fungsi-fungsi yang akan dikerjakan oleh sistem. Hal ini dikarenakan *use case diagram* akan merepresentasikan bagaimana interaksi antara aktor (*user*) dengan sistem mulai dari *user* menginputkan titik awal dan titik tujuan hingga menghasilkan nama-nama jalan yang akan dilalui untuk menuju tempat evakuasi dan gambar jalur pada peta serta aktor (*admin*) yang dapat menambah, mengubah, menghapus data jalan dan jarak antar titik.

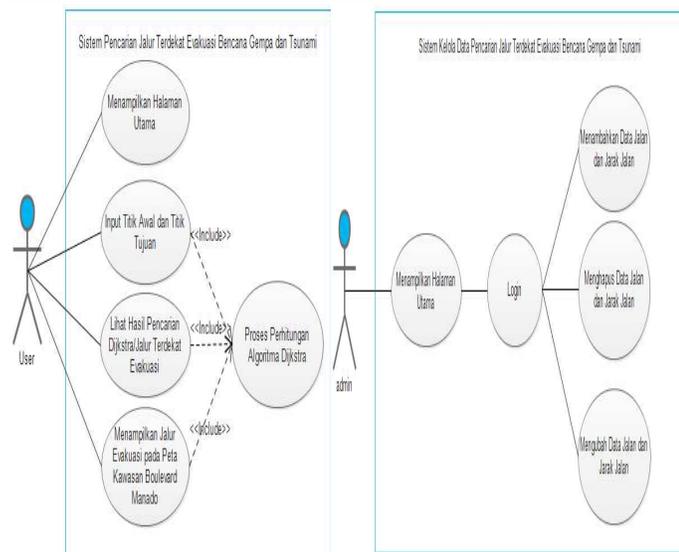
TABEL 1 SPESIFIKASI PENGGUNA

Pengguna	Peran	Tanggung Jawab
Pegawai / Masyarakat	User	Aktor yang menggunakan aplikasi pencarian jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami untuk melakukan proses pencarian jalur terpendek evakuasi

Pengguna	Peran	Tanggung Jawab
Pegawai	Admin	Aktor yang menggunakan aplikasi pencarian jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami untuk melakukan proses pengolahan data

TABEL 5 PENGUJIAN ALGORITMA

Titik Awal dan Akhir	Total Jarak (meter)	Kecepatan Berlari (m/detik)	Waktu Tempuh (menit)
MCC -> Kantor Gubernur	2.669	1.07	42
Mantos -> Kantor Gubernur	2.020	1.07	31
MTC -> Bumi Beringin	1.027	1.07	16
Megamall -> Hotel Peninsula	1.290	1.07	20



Gambar 9 use case diagram

TABEL 2 DATABASE ADMIN

Nama Atribut	Tipe Data
Id	Integer (20)
Username	Varchar (100)
Password	Varchar (100)

TABEL 3 DATABASE TITIK

Nama Atribut	Tipe Data
Titik_id	Integer (20)
Titik_nama	Varchar (200)
Titik_keterangan	Varchar (200)
Titik_Latitude	Decimal (9,6)
Titik_Longitude	Decimal (9,6)

TABEL 4 DATABASE JARAK

Nama Atribut	Tipe Data
Jarak_id	Integer (20)
Jarak_titik_id_awal	Varchar (200)
Jarak_titik_id_akhir	Varchar (200)
Jarak_cost	Float (9,6)
Arah	Varchar (9,6)



Login Admin

PILIH TEMPAT ASAL DAN TUJUAN EVAKUASI BENCANA

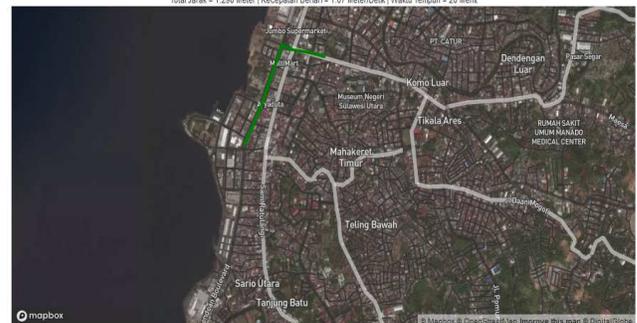
-- Titik Awal -- -- Titik Tujuan --

 Cari Jalur

NAMA-NAMA JALAN YANG AKAN DILEWATI

Mega Mall Manado (T20) -- (Lurus [190 Meter]) --> Jl.PiereTendean (T21) -- (Lurus [160 Meter]) --> Jl.LaksadajohnLe (T22) -- (Lurus [500 Meter]) --> Jl.PiereTendean (T23) -- (Lurus [120 Meter]) --> Jl.SanRatulenghi.7.Phaeasan,Wenang (T24) -- (Belok Kanan [190 Meter]) --> Jl.DotulolingLusu,Phaeasan,Wenang (T74) -- (Lurus [130 Meter]) --> Peninsula Hotel Manado (T75)

Total Jarak = 1.290 Meter | Kecepatan Berlari = 1.07 Meter/Detik | Waktu Tempuh = 20 Menit



Copyright © 2019 Universitas Sam Ratulangi

Gambar 10 Tampilan aplikasi pencarian jalur terpendek evakuasi di kawasan boulevard Manado

Tambah Data Jalan

Tabel Data Jalan

Show 10 entries

Search:

No.	ID	Nama Titik	Nama Jalan	Latitude	Longitude	Aksi
1	1	T1	Jl. R. W. Monginsidi No. 4, Bahu, Malalayang	1.483067	124.829570	Ubah Hapus
2	2	T2	Manado Convention Center	1.454788	124.828178	Ubah Hapus
3	3	T3	Jl. PiereTendean,SarioTumpaen,Sario	1.485167	124.828464	Ubah Hapus
4	4	T4	Jl. PiereTendean,SarioTumpaen,Sario	1.486638	124.829460	Ubah Hapus
5	5	T5	Jl. Ahmad Yani17,SarioTumpaen,Sario	1.488007	124.830263	Ubah Hapus
6	6	T6	Jl. Piere Tendean,SarioTumpaen,Sario	1.489716	124.831146	Ubah Hapus
7	7	T7	Jl. PiereTendean,SarioUtara,Sario	1.470322	124.831429	Ubah Hapus
8	8	T8	Manado Town Square	1.472073	124.832278	Ubah Hapus
9	9	T9	Jl. PiereTendean,TiwungSen,Sario	1.470088	124.834018	Ubah Hapus
10	10	T10	Jl. PiereTendean,TiwungSen,Sario	1.470610	124.834190	Ubah Hapus

Showing 1 to 10 of 76 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 8 Next

Gambar 11 halaman kelola data jalan

Database Untuk memisahkan data TITIK 1 dan TITIK 2, yaitu dengan menggunakan nomor ID dari Data Jalan III.

Tambah Data Jarak

Tabel Data Jarak Jalan

Show 10 entries

Search:

No.	TITIK 1	TITIK 2	JARAK COST	ARAH	AKSI
1	1	2	240	Lurus	Ubah Hapus
2	1	50	350	Lurus	Ubah Hapus
3	2	1	240	Lurus	Ubah Hapus
4	2	3	51	Lurus	Ubah Hapus
5	3	2	51	Lurus	Ubah Hapus
6	3	4	200	Lurus	Ubah Hapus
7	3	49	190	Belok Kanan	Ubah Hapus
8	4	3	200	Lurus	Ubah Hapus
9	4	5	180	Lurus	Ubah Hapus
10	4	48	130	Belok Kanan	Ubah Hapus

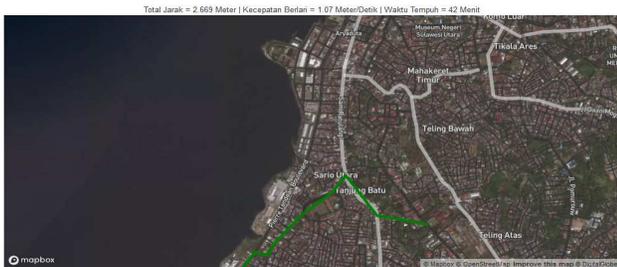
Showing 1 to 10 of 217 entries

Previous 1 2 3 4 5 ... 22 Next

Gambar 12 halaman kelola data jarak

NAMA-NAMA JALAN YANG AKAN DILEWATI

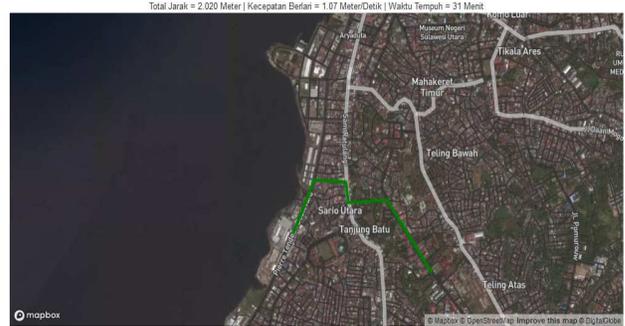
Manado Convention Center (T2) - (Lurus [51 Meter]) -> Jl. PiereTendean,SarioTumpaen,Sario (T3) - (Lurus [200 Meter]) -> Jl. PiereTendean,SarioTumpaen,Sario (T4) - (Belok Kanan [130 Meter]) -> Jl. AhmadYani16,SarioUtara,Sario (T48) - (Belok Kiri [140 Meter]) -> Jl. AhmadYani17,SarioTumpaen,Sario (T47) - (Lurus [210 Meter]) -> Jl. AhmadYani13,SarioTumpaen,Sario (T46) - (Lurus [78 Meter]) -> Jl. AhmadYani11,SarioUtara,Sario (T45) - (Lurus [130 Meter]) -> Jl. AhmadYani10,SarioUtara,Sario (T44) - (Lurus [400 Meter]) -> Jl. AhmadYani17,SarioUtara,Sario (T43) - (Lurus [220 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.75,Tj.Batu,Wana (T42) - (Belok Kanan [500 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.75,Tj.Batu,Wana (T55) - (Lurus [210 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.25,Tj.Batu,Wana (T56) - (Belok Kiri [350 Meter]) -> Kantor Gubernur (T57)



Gambar 13 pencarian MCC – Kantor Gubernur

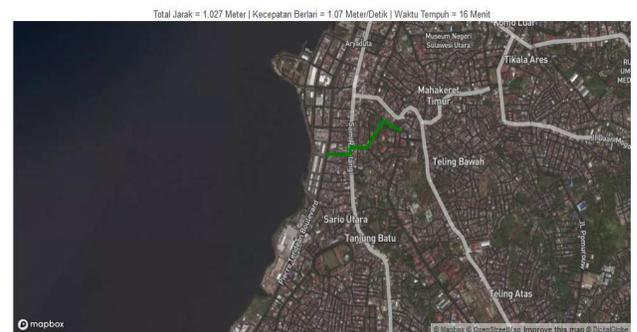
NAMA-NAMA JALAN YANG AKAN DILEWATI

Manado Town Square (T8) - (Lurus [500 Meter]) -> Jl. PiereTendean,TiwungSen,Sario (T9) - (Belok Kanan [200 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.147,TiwungUtara,Sario (T46) - (Lurus [170 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.75,Tj.Batu,Wana (T41) - (Belok Kiri [350 Meter]) -> Jl. 17Agustus,BumiBeringin,Wenang (T59) - (Belok Kanan [700 Meter]) -> Kantor Gubernur (T57)



Gambar 14 pencarian Mantos – Kantor Gubernur

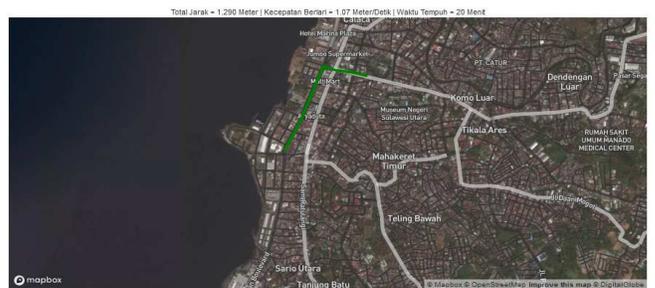
Mega Trade Center Manado (T13) - (Lurus [20 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.147,TiwungUtara,Sario (T36) - (Belok Kiri [57 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.147,TiwungUtara,Sario (T35) - (Belok Kanan [160 Meter]) -> Jl. Ch.Taulu,BumiBeringin,Wenang (T62) - (Belok Kiri [400 Meter]) -> Jl. Ch.Taulu,BumiBeringin,Wenang (T63) - (Lurus [190 Meter]) -> Pemukiman Bumi Beringin Manado (T76)



Gambar 15 pencarian MTC – Bumi beringin

NAMA-NAMA JALAN YANG AKAN DILEWATI

Mega Mall Manado (T20) - (Lurus [190 Meter]) -> Jl. PiereTendean (T21) - (Lurus [160 Meter]) -> Jl. LaSada,Johulu (T22) - (Lurus [500 Meter]) -> Jl. PiereTendean (T23) - (Lurus [120 Meter]) -> Jl. SamRatulangiNo.7,Pinasean,Wenang (T24) - (Belok Kanan [190 Meter]) -> Jl. DabulokongLasut,Pinasean,Wenang (T74) - (Lurus [130 Meter]) -> Peninsula Hotel Manado (T75)



Gambar 16 pencarian Megamall – Hotel Peninsula

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Algoritma

Algoritma Dijkstra akan menentukan jalur terpendek dari jalan - jalan yang ada di daerah kawasan boulevard Manado untuk dijadikan jalur evakuasi tsunami menuju ke tempat aman dari tsunami. Untuk pengimplementasian Algoritma Dijkstra, konsep graf diterapkan pada jalan-jalan di daerah kawasan boulevard Manado dan area-area evakuasi. Jalan-jalan pada daerah kawasan boulevard Manado dan area evakuasi bencana akan dijadikan edges untuk pencarian dan persimpangan antara jalan akan dijadikan verteks atau titik (node) pertemuan jalan. Setiap verteks akan diberi identifikasi dengan nama "Tnomorvertex" yang berarti juga nama persimpangan jalan atau nama tempat, contohnya T2 atau

"kawasan MCC". Algoritma Dijkstra akan melakukan perhitungan setiap jalan untuk menentukan jalur terpendek berdasarkan edges dan vertex tersebut. Berdasarkan data peta kawasan boulevard Manado dan data jarak antar persimpangan jalan yang diperoleh kemudian direpresentasikan menjadi graf dari data tersebut. Dalam hal ini jalur evakuasi yang akan dilalui adalah jalan raya maupun gang-gang kecil yang dapat dilewati.

B. Database Aplikasi

Database dirancang dengan menggunakan DBMS MySQL, berikut adalah database yang digunakan untuk aplikasi yaitu database admin, database titik, database jarak. Tabel - tabel yang ada dalam masing-masing tabel dan tipe datanya dapat dilihat pada tabel-tabel (Tabel 2,3,4).

C. Tampilan Aplikasi

1) Halaman utama

Halaman utama aplikasi berfungsi untuk pencarian jalur terpendek evakuasi bencana dengan memasukkan titik awal dan titik akhir kemudian dengan menekan tombol cari jalur, aplikasi akan menampilkan nama jalan yang akan di lewati serta informasi tentang total jarak, kecepatan berlari, waktu tempuh dan menampilkan jalur pada peta (Gambar 10).

2) Halaman Admin

Halaman admin aplikasi berfungsi untuk melakukan pengelolaan data jalan (Gambar 11) dan data jarak jalan (Gambar 12). Admin dapat menambahkan, mengubah dan menghapus data jalan dan jarak.

D. Pengujian Algoritma

Pengujian algoritma merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari algoritma yang digunakan yaitu dengan menggunakan algoritma Dijkstra. Dalam pengujian ini terdapat empat titik yang dijadikan sebagai titik berkumpul daerah rawan bencana tsunami dan tiga titik kumpul aman evakuasi bencana gempa dan tsunami. Dengan melakukan pencarian jalur menggunakan algoritma Dijkstra ini didapatkan jalur terpendek, total jarak serta waktu tempuh (Tabel 5) dari kawasan *Manado Convention Center* dan *Quality hotel* menuju ke are kawasan kantor Gubernur Sulut (Gambar 13), kawasan *Manado Town Square* menuju Kantor Gubernur Sulut (Gambar 14), area kawasan *Mega Trade Center* menuju perumahan bumi beringin (Gambar 15), kawasan *Megamall* menuju hotel peninsula Manado (Gambar 16).

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari proses dan tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, maka peneliti dapat menarik kesimpulan didapatkan jalur terpendek evakuasi yang akan dilalui pengunjung kawasan Boulevard Manado menuju zona aman evakuasi (*shelter*), serta total jarak dari lokasi rawan bencana menuju lokasi evakuasi, waktu tempuh dan petunjuk arah dengan menggunakan Algoritma Dijkstra. Hasil dari perancangan jalur terpendek ini dapat membantu masyarakat maupun pihak dinas Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Manado dalam pemilihan jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami.

B. Saran

Beberapa saran yang harus diperhatikan yaitu agar dapat menampilkan marker posisi pengguna dan *polygon* lokasi rawan bencana dan tempat evakuasi pada peta kawasan Boulevard Manado. Pada aplikasi pencarian jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami di kawasan Boulevard Manado juga membutuhkan koneksi internet yang stabil serta bagus. Jika kedepannya ingin mengembangkan aplikasi pencarian jalur terpendek evakuasi bencana gempa dan tsunami ini maka dapat menambahkan fitur-fitur ataupun variabel-variabel yang dapat lebih mengoptimalkan proses pencarian serta bermanfaat sesuai dengan kebutuhan.

KUTIPAN

- [1] Tata Sutabri, Analisa Sistem Informasi. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset. 2004.
- [2] Prahasta, E, Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Penerbit Informatika. Bandung. 2009
- [3] Munawar, Pemodelan Visual dengan UML (*Unified Modelling Language*). Yogyakarta: Graha Ilmu. 2005.
- [4] Pressman, Roger S, Rekayasa Perangkat Lunak : Pendekatan Praktisi (Buku Satu). Yogyakarta: Andi Offset. 2002
- [5] Henny S.L. "Perbandingan Algoritma Greedy Dan Dijkstra Untuk Menentukan Lintasan Terpendek". 2009
- [6] Munir, R. "Matematika Diskrit". Informatika. Bandung. 2012
- [7] Dewi, L.J.E. "Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata Di Bali Dengan Menggunakan Algoritma Dijkstra". SNATI. 2010
- [8] William D. Weno, Steven R. Sentinuwo, Alwin M. Sambul. "Pemodelan dan Simulasi *Pedestrian* Untuk Evakuasi Bencana pada Kawasan *Boulevard Manado* Menggunakan Model *Cellular Automata*". E-Journal Teknik Informatika, Volume 9 No. 1, 2016.
- [9] Monica Kumaat, Steven R. Sentinuwo, Agustinus Jacob. "Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Jalur Angkutan Dalam Kota di Kota Manado Berbasis *Web*". E-Journal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 5 No. 4, 2016 ISSN : 2301-8402.
- [10] David Sumual, Steven R. Sentinuwo, Arie S. Lumenta. "Perancangan Aplikasi Pencarian Lokasi Ruang Kantor Pusat Universitas Sam Ratulangi Berbasis Posisi dan *Augmented Reality*". E-Journal Teknik Informatika Vol. 12, No. 1, 2017 ISSN : 2301-8364
- [11] Arief Mustofa Nur. "Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya. Jurnal Geografi". Volume 7. No. 1, 2010. ISSN : 2549-3094
- [12] Kohei Arai, Steven R. Sentinuwo. "*Mobile Robot Motion Using Cellular Automaton Model to Avoid Transient Obstacles*. IJ Modern Education and Computer Science", 8, 73-80, 2013.
- [13] Johan Alexander, Virginia Tulenan, Alwin M. Sambul. "Rancang Bangun Aplikasi Pendataan Potensi Desa / Kelurahan Berbasis *Web*". E-Journal Teknik Informatika Vol. 9, No. 1, 2016.

SEKILAS TENTANG PENULIS



Saya bernama Aryando Giovanni Rumondor. Lahir pada tanggal 17 Oktober 1994 di Minahasa.

Saya mulai menempuh pendidikan di SD Negeri Nabarua Nabire (1999-2006). Kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Nabire (2006-2009). Setelah itu saya menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Tareran (2009-2012). Setelah itu, di tahun 2012 saya melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado yaitu Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Informatika di Jurusan Elektro Fakultas Teknik. Penulis membuat skripsi demi memenuhi syarat sarjana (S1) dengan penelitian berjudul Perancangan Jalur Terpendek Evakuasi Bencana Gempa dan Tsunami di Kawasan Boulevard Manado Menggunakan Algoritma Dijkstra yang di bimbing oleh Dr. Eng. Steven R. Sentinuwo ST., MTL, dan Alwin M. Sambul, ST., M.Eng., Ph.D sehingga pada tanggal 14 Juni 2019 resmi lulus di Teknik Elektro Program Studi Teknik Informatika Universitas Sam Ratulangi Manado dengan menyandang gelar Sarjana Komputer (S.Kom) dan mendapatkan hasil predikat sangat memuaskan.