© 2020 Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo
JURNAL SAINS INFORMASI GEOGRAFI [JSIG]

Volume 3 Nomor 1, Mei 2020 *ISSN 2614-1671*

PENENTUAN JALUR TERDEKAT TITIK EVAKUASI TSUNAMI BERBASIS WEBGIS DENGAN ALGORITMA *A-STAR* DI KAWASAN PURUS KOTA PADANG

Determination of The Nearest Path of The Tsunami Evacuation Point Based on Webgis With A-Star Algorithm In Kawasan Purus, Padang City

Sularno[1], Renita Astri[1]

[1]Prodi Sistem Informasi Universitas Dharma Andalas, Indonesia
Email Korespondensi: soelarno@unidha.ac.id

DOI: http://dx.doi.org/10.31314/jsig.v3i1.423
Abstract *- District of West Padang which is the area closest to the coast and has a high population. Therefore a geographic information system was created using the A-Star Algorithm method. The A-Star algorithm uses the closest distance estimation to reach a goal and has a heuristic value that is used as a basis for consideration. In this system there are alternative paths and show the amount of capacity and distance from the shelter to be addressed.*

Keywords*: earthquake, tsunami, shelter, geographic information system, a-star algorithm*

Abstrak – Kawasan Purus Kota Padang yang merupakan daerah terdekat dengan pantai dan memiliki jumlah penduduk yang tinggi. Oleh karena itu dibuatlah sebuah sistem informasi geografis dengan menggunakan metode Algoritma *A*-Star. Algoritma *A-Star* menggunakan estimasi jarak terdekat untuk mencapai tujuan (*goal*) dan memiliki nilai heuristik yang digunakan sebagai dasar pertimbangan. Pada sistem ini terdapat jalur alternatif dan menunjukkan jumlah daya tampung serta jarak dari *shelter* yang akan dituju.

Kata kunci: gempa, tsunami, selter, sistem informasi geografis, algoritma *a-star*

PENDAHULUAN

Kota Padang salah satu daerah yang rawan bencana gempa bumi dan tsunami. Dengan fakta tersebut, pemerintah kota Padang membuat sejumlah tempat titik kumpul atau tempat berlindung (*shelter*) untuk warga kota Padang. Namun masih ada warga Padang baik dari penduduk asli Padang maupun pendatang yang masih belum mengetahui dimana tempat untuk menyelamatkan diri ketika bencana itu terjadi. Begitu juga di kecamatan Padang Barat yang merupakan daerah terdekat dengan pantai dan memiliki jumlah penduduk yang tinggi. Berdasarkan data dalam Kota Padang dalam Angka (2018), bahwa jumlah penduduk di Kecamatan Padang Barat pada tahun 2017 berjumlah 46.010 jiwa. Oleh karena itu penulis mengangkat kasus ini dengan menggunakan metode Algoritma *A-Star*.

Algoritma *A-star* menerapkan estimasi jarak terdekat untuk mencapai tujuan (*goal*) dan mempunyai nilai heuristik yang akan dipakai sebagai dasar pertimbangan. Pada sistem ini terdapat jalur alternatif dan menunjukkan jumlah daya tampung serta jarak dari shelter yang akan dituju. Sistem ini memiliki fitur informasi kontak darurat seperti pemadam kebakaran, BPBD, dan kantor polisi serta informasi terbaru terkait gempa. Agar mudah diakses oleh masyarakat, maka salahsatu cara yang dikembangkan adalah dengan menggunakan *Mobile GIS*. Yaitu sebuah integrasi cara kerja perangkat lunak/keras untuk pengaksesan data dan layanan *geospasial* melalui perangkat bergerak via jaringan kabel atau nirkabel (Lengkong, dkk, 2015). Menurut Latius Hermawan dan Maria Bellaniar (2015), salahsatu algoritma yang digunakan pada *pathfinding* adalah *A-Star*. Digunakan dalam melakukan pencarian jalur yang optimal yang menghubungkan dua titik pada peta (grafik) dari permainan yang ada. A* lebih cocok untuk sebuah lingkungan di mana ada beberapa rute di sekitar lingkungan yang ada.

Algoritma *A-Star* atau A* adalah salah satu algoritma pencarian yang menganalisa input, mengevaluasi sejumlah jalur yang mungkin dilewati dan menghasilkan solusi. Algoritma A* adalah algoritma komputer yang digunakan secara luasdalam *graph* traversal dan penemuan jalur serta proses perencanaan jalur yang bisa dilewati secara efisien di sekitar titik-titik yang disebut *node* (Reddy,2013). Secara matematis, fungsi sebagai estimasi fungsi evaluasi terhadap node n dapat dituliskan sesuai persamaan:

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

keterangan:
f(n) : biaya estimasi terendah
g(n) : biaya dari node awal ke node n
h(n) : perkiraan biaya dari node n ke node akhir.

Metode untuk mencari nilai heuristik g(n) dan h(n) adalah metode Euclidean. Karena metode ini digunakan untuk mencari jalur terpendek antara dua simpul. Dan rumus ini juga cukup mudah digunakan. Berikut rumus metode Euclidean:

$$\mathbf{h(n)}=\sqrt{(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{x1})^2+(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{y1})^2}$$

keterangan:
x : *latitude* x dari *node* awal
y : *longitude* y dari *node* awal
x1 : *latitude* x1 menuju *node* tujuan
y1 : *longitude* y1 menuju *node* tujuan

Google MAP API

Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan Google Map Api, yang merupakan layanan google yang gratis dan sangat popular. Google Map adalah peta dunia yang bisa digunakan untuk melihat objek suatu daerah. Istilah lainnya adalah, Google Map ialah salah satu peta yang bisa dilihat dengan menggunakan suatu *tool*s *Web* browser dalam bentuk JavaScript. Fitur lain yang ada dalam google maps adalah bisa menambahkan fitur Google Maps dalam web yang sudah dibuat (Kindarto, 2008).

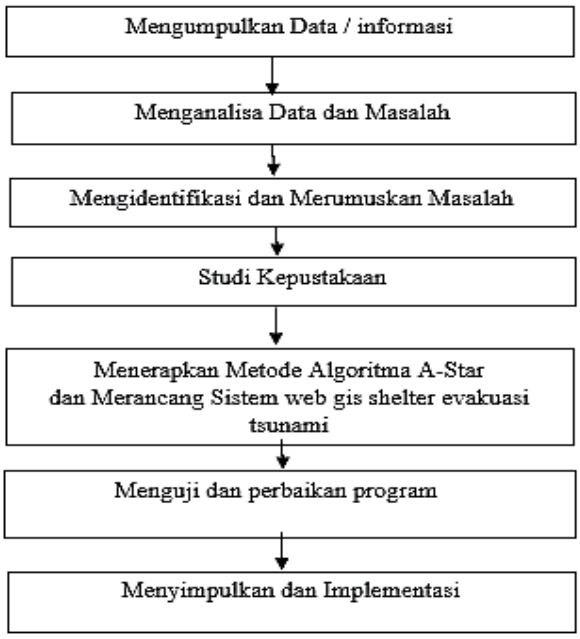
©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Hal lain sebagai pendukung adalah Database. Database dengan istilah lain basis data adalah kumpulan informasi tersimpan pada komputer dengan pola sistematik dan merupakan salah satu sumber informasi yang bisa diperiksa dengan menggunakan aplikasi program komputer (Madcoms, 2011). Database juga bertujuan untuk menyimpan data dan informasi. dalam mengelola suatu database dibutuhkan suatu aplikasi yang dikenal dengan istilah DBMS (Database Management System).

METODE DAN DATA

Dalam proses penelitian ini, penulis mengunakan salah satu *metode deskriptif* salah satunya dengan mengumpulkan data dan informasi jalur rute dan shelter evakuasi tsunami di kawasan purus kota padang. Dalam pengambilan data penulis melaksanakan dengan cara observasi secara langsung dengan para masyarakat dan dinas terkait. Alat analisis yang digunakan adalah *UML* (bagan alir) merupakan representasi secara grafik dari satu algoritma atau prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah. Implementasi program menggunakan bahasa Pemrograman PHP dengan database MySQL dengan mengimplementasikan Algoritma *A-star*.

Kerangka kerja sangat berguna dalam membuat tahapan – tahapan yang akan dikerjakan dalam mengerjakan sebuah penelitian. Setiap tahapan dikerjakan sesuai apa yang telah direncanakan. Oleh karena itu semua tahapan dalam kerangka kerja penelitian ini berpengaruh pada tahapan selanjutnya. Model kerangka kerja dalam proses pemecahan masalah yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem Berjalan

Tahapan yang digunakan dalam pengerjaan suatu aplikasi yaitu menganalisis sistem yang telah ada. Analisis terhadap sistem yang berjalan bertujuan untuk melihat masalah yang lebih jelas bagaimana kerja suatu sistem dan mengetahui masalah yang di hadapi sistem untuk dapat dijadikan landasan usulan perancangan sistem baru.

Sistem yang Sedang Berjalan

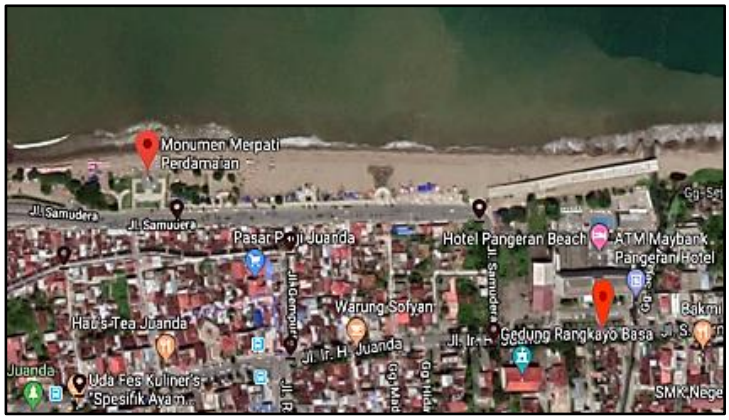
Pencarian jalur terdekat titik evakuasi tsunami (*shelter)* saat ini hanya dengan mencari dan mengikuti papan atau palang petunjuk arah menuju titik evakuasi tsunami (*shelter)*. Karena sedikitnya informasi dan petunjuk arah mengenai titik evakuasi tsunami (*shelter)*. Masih ada masyarakat di Kecamatan Padang Barat yang tidak tahu lokasi terdekat titik evakuasi tsunami (*shelter)* dari lokasinya saat ini dan informasi mengenai jumlah daya tampung dari tempat

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

evakuasi tsunami (*shelter)* tersebut. Sehingga penulis mencoba menyajikan sebuah sistem yang menampilkan dan menujukkan jalur terdekat titik evakuasi tsunami (*shelter)* yang dapat membantu masyarakat di Kecamatan Padang Barat untuk mencari dan menemukan jalur terdekat titik evakuasi tsunami (*shelter)* di Kecamatan Padang Barat.

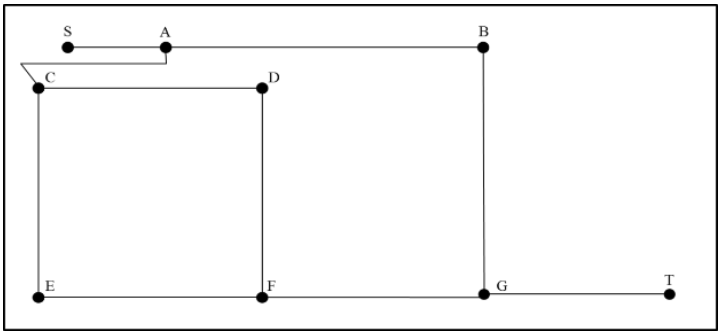
Implementasi Algoritma *A-Star*

Algoritma *A-Star* adalah salah satu algoritma *path finding* yang digunakan dalam pencarian jalur yang optimal. Pada program ini digunakan untuk membantu masyarakat di Kecamatan Padang Barat untuk pencarian jalur terpendek ke titiik evakuasi tsunami (*shelter*). Sebagaimana terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Kawasan Purus Kota Padang (sumber: Google Maps)

Pada gambar d atas ini titik awal (start) adalah Monumen Merpati Perdamaian dan titik akhir (*goal*) adalah Hotel Pangeran Beach. Untuk titik awal diubah menjadi *node* S dan titik akhir menjadi *node* T. Untuk memudahkan pencarian jalur terdekat menggunakan Algoritma *A-Star* penulis mengubah setiap jalur pada kawasan menjadi *graph* yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Kawasan Purus Kota Padang dalam bentuk Graph

Adapun koordinat setiap *node* pada gambar disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Daftar koordinat

No.	Lokasi	*Latitude*	*Longitude*
1	S	-0.928834	100.349972
2	A	-0.928152	100.350256
3	B	-0.925300	100.350009
4	C	-0.928939	100.350720
5	D	-0.927237	100.350574
6	E	-0.928576	100.351895
7	F	-0.927070	100.351526
8	G	-0.924916	100.351194
9	T	-0.924258	100.351069

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.2 *node* saat ini ada di Monumen Merpati Perdamaian dengan koordinat -0.928834; 100.349972 sehingga *node* yang dilalui selanjutnya adalah *node* A dan kemudian melalui *node* B dan *node* C untuk menentukan *node* mana yang paling dekat maka dapat dihitung menggunakan Algoritma *A-star* dengan menghitung jarak antar *node* menggunakan persamaan Euclidean seperti berikut:

$$\mathbf{h(n)}=\sqrt{(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{x1})^2+(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{y1})^2}$$

Dimana:

x : *Latitude* x dari *node* awal
y : *Longitude* y dari *node* awal
x1 : *Latitude* x1 menuju *node* tujuan
y1 : *Longitude* y1 menuju *node* tujuan

Langkah 1. Tentukan titik koordinat S ke A:
x : -0.928152
y : 100.350256
x1 : -0.928834
y1 : 100.349972

Langkah 2. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
x : -0.928152 = 650244.09876177
y : 100.350256 = 9897382.5451912
x1 : -0.928834 = 650212.463167409
y1 :100.349972 = 9897307.154509017

Langkah 3. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

$$g(S,A) = \sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$$

$$= \sqrt{(650244.09876177-650212.463167409)^2+(9897382.5451912-9897307.154509017)^2}$$

$$= \sqrt{31.635594361^2+75.390682183^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{31635594361}{1000000000}\right)^2+\left(\frac{75390682183}{1000000000}\right)^2}$$

$$G(S,A) = 81.75919$$

Langkah 4. Dengan menggunakan metode yang sama hitung jarak *node* A ke *node* tujuan untuk mencari nilai h(n).
x : -0.924258
y : 100.351069
x1 : -0.928152
y1 : 100.350256

Langkah 5. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
x : -0.924258 = 650334.7429468677
y : 100.351069 = 9897813.036196975
x1 : -0.928152 = 650244.09876177
y1 : 100.350256 = 9897382.5451912

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Langkah 6. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

h(A,T)= $\sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650334.7429468677-650244.09876177)^2+(9897813.036196975-9897382.5451912)^2}$

$= \sqrt{90.6441850977^2+430.491005775^2}$

$= \sqrt{\left(\frac{906441850977}{1000000000}\right)^2+\left(\frac{17219640231}{40000000}\right)^2}$

h(A,T) = 439.93053

Langkah 7. Masukkan nilai g(n) dan h(n) yang sudah didapat untuk mendapatkan nilai f(n).
f(S,A)= g(n)+h(n)
=g(S,A)+h(A,T)
= 81.75919 + 439.93053
f(S,A) = 521.68972

Karena pada *node* ini tidak ada perbandingan maka dari *node* S selanjutnya adalah *node* A. Lakukan perhitungan yang sama untuk *node* B dan *node* C menggunakan metode yang seperti sebelumnya, dan dihasilkan seperti berikut:

Node B
Langkah 1. Tentukan titik koordinat A ke B:
x : -0.925300
y : 100.350009
x1 : -0.928152
y1 : 100.350256

Langkah 2. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
X : -0.925300 = 650216.7299361139
Y : 100.350009 = 9897697.87627397
x1 : -0.928152 = 650244.09876177
y1 : 100.350256= 9897382.5451912

Langkah 3. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

g(A,B) = $\sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650216.7299361139-650244.09876177)^2+(9897697.87627397-9897382.5451912)^2}$

$= \sqrt{(-27.3688256561)^2+315.33108277^2}$

$= \sqrt{\left(\frac{31635594361}{1000000000}\right)^2+\left(\frac{75390682183}{1000000000}\right)^2}$

g(A,B) = 316.516558

Langkah 4. Dengan menggunakan metode yang sama hitung jarak *node* B ke *node* tujuan untuk mencari nilai h(n).
x : -0.924258
y : 100.351069
x1 : -0.925300
y1 : 100.350009

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Langkah 5. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
X : -0.924258 = 650334.7429468677
Y : 100.351069 = 9897813.036196975
x1: -0.925300 = 650216.7299361139
y1 : 100.350009 = 9897697.87627397

Langkah 6. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

h(B,T) $= \sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650334.7429468677-650216.7299361139)^2+(9897813.036196975-9897697.87627397)^2}$

$= \sqrt{118.0130107538^2+115.159922605^2}$

h(B,T) = 164.8905

Langkah 7. Masukkan nilai g(n) dan h(n) yang sudah didapat untuk mendapatkan nilai f(n).
f(A,B) = g(n)+h(n)
= g(A,B)+h(B,T)
= 316.51658 + 164.8905
f(A,B) = 481.40708

Node C
Langkah 1. Tentukan titik koordinat A ke C:
x : -0.928939
y : 100.350720
x1 : -0.928152
y1 : 100.350256

Langkah 2. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
X : -0.928939 = 650295.7048006624
Y : 100.350720 = 9897295.513767712
x1: -0.928152 = 650244.09876177
y1: 100.350256 = 9897382.5451912

Langkah 3. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

g(A,C) $= \sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650295.7048006624-650244.09876177)^2+(9897295.513767712-9897382.5451912)^2}$

$= \sqrt{(51.6060388924^2+(-87.031423488)^2}$

g(A,C) = 101.18128

Langkah 4. Dengan menggunakan metode yang sama hitung jarak *node* C ke *node* tujuan untuk mencari nilai h(n).
x : -0.924258
y : 100.351069
x1 : -0.928939
y : 100.350720

Langkah 5. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
X : -0.924258 = 650334.7429468677
Y : 100.351069 = 9897813.036196975
x1 : -0.928939 = 650295.7048006624
y1 : 100.350720 = 9897295.513767712

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Langkah 6. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

h(C,T)= $\sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650334.7429468677 - 650295.7048006624)^2 + (9897813.036196975 - 9897295.513767712)^2}$

$= \sqrt{39.0381462053^2 + 517.522429263^2}$

h(C,T) = 518.99272

Langkah 7. Masukkan nilai g(n) dan h(n) yang sudah didapat untuk mendapatkan nilai f(n).

f(A,C) = g(n)+h(n)
= g(A,C)+h(C,T)
= 101.18128 + 518.99272
f(A,C) = 620.174

Karena f(A,B) lebih kecil dibanding f(A,C) maka *node* selanjutnya adalah B. Lakukan kembali langkah 1 untuk menentukan langkah selanjutnya setelah *node* B yaitu *node* G.

Dari *node* B ke *node* G

Langkah 1. Tentukan titik koordinat B ke G:

x : -0.924916
y : 100.351194
x1 : -0.925300
y1 : 100.350009

Langkah 2. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:

X : -0.924916 = 650348.6267222373
Y : 100.351194 = 9897740.281589236
x1 : -0.925300 = 650216.7299361139
y1 : 100.350009= 9897697.87627397

Langkah 3. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

g(B,G) = $\sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650348.6267222373 - 650216.7299361139)^2 + (9897740.281589236 - 9897697.87627397)^2}$

$= \sqrt{131.8967861234^2 + 42.4053152662^2}$

g(B,G) = 138.54592

Langkah 4. Dengan menggunakan metode yang sama hitung jarak *node* G ke *node* tujuan untuk mencari nilai h(n).

x : -0.924258
y : 100.351069
x1 : -0.924916
y1 : 100.351194

Langkah 5. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:

X : -0.924258 = 650334.7429468677
Y : 100.351069= 9897813.036196975
x1 : -0.924916 = 650348.6267222373
y1 : 100.351194 = 9897740.281589236

Langkah 6. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:

h(G,T)= $\sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650334.7429468677 - 650348.6267222373)^2 + (9897813.036196975 - 9897740.281589236)^2}$

$= \sqrt{(-13.8837753696)^2 + 72.754607739^2}$

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

h(G,T) = 74.06748

Langkah 7. Masukkan nilai g(n) dan h(n) yang sudah didapat untuk mendapatkan nilai f(n).
f(B,G) = g(n)+h(n)
= g(B,G)+h(G,T)
= 138.54592 + 74.06748
f(B,G) = 212.6134

Dari *node* G ke *node* T
Langkah 1. Tentukan titik koordinat G ke T:
x : -0.924258
y : 100.351069
x1 : -0.924916
y1 : 100.351194

Langkah 2. Konversi nilai koordinat derajat menjadi radian:
X : -0.924258 = 650334.7429468677
Y : 100.351069 = 9897813.036196975
x1 : -0.924916 = 650348.6267222373
y1 : 100.351194 = 9897740.281589236

Langkah 3. Hitung dengan metode Euclidean sebagai berikut:
g(G,T)= $\sqrt{(x-x1)^2+(y-y1)^2}$

$= \sqrt{(650334.7429468677 - 650348.6267222373)^2 + (9897813.036196975 - 9897740.281589236)^2}$

$= \sqrt{(-13.8837753696)^2 + 72.754607739^2}$

g(G,T) = 74.06748

Karena *node* T adalah *node* tujuan maka nilai heuristiknya adalah 0. Sehingga dituliskan menjadi h(G,T)=0

Langkah 4. Masukkan nilai g(n) dan h(n) yang sudah didapat untuk mendapatkan nilai f(n).
f(G,T) = g(n)+h(n)
= g(G,T)+h(G,T)
= 74.06748 + 0
f(G,T) = 74.06748

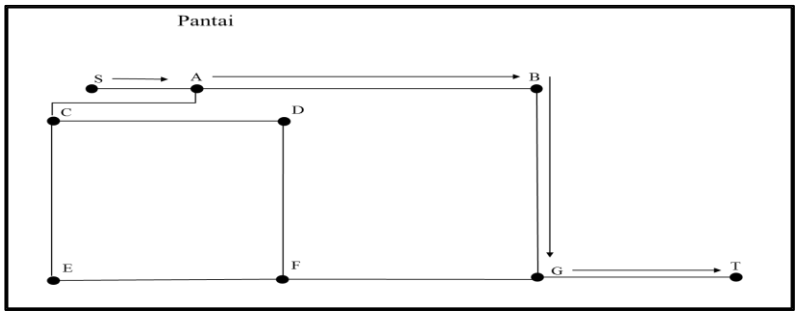
Pada Tabel 2 berikut ditampilkan hasil perhitungan setiap *node* menggunakan algoritma *A*-Star hingga ditemukan tempat yang dituju.

Tabel 2. Urutan Algoritma *A-Star* untuk Menentukan Jalur

***Node* Saat Ini**	***Node* Selanjutnya**	**Nilai (g)**	**Heuristik (h)**	**Harga (f)**	***Path***
S	A	81.75919	439.93053	521.68972	S-A
A	B	316.51658	1648905	481.40708	S-A-B
A	C	101.18128	518.99272	620.174	S-A-C
B	G	138.54592	74.06748	212.6134	S-A-B-G
G	T	74.06748	0	74.06748	S-A-B-G-T
				SELESAI	S-A-B-G-T

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan algoritma *A-Star* didapatkan bahwa jalur yang ditempuh dari Monumen Merpati Perdamaian (*node* S) ke Hotel Pangeran (*node* T) adalah dari *node* S langsung menuju *node* A karena pada *node* tidak ada yang diperbandingkan. Kemudian *node* A menuju ke *node* B karena hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil akhir dari *node* B lebih kecil daripadan *node* C. Dari *node* B menuju ke *node* G. Kemudian dari *node* G menuju *node* T.

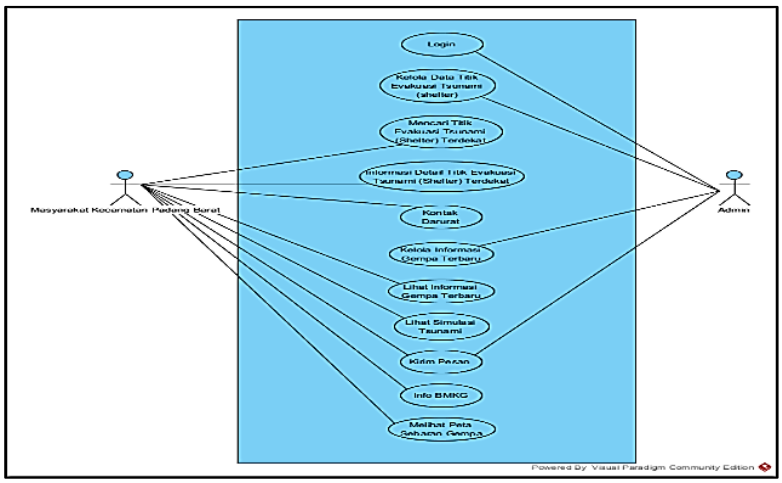
©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo



Gambar 4. Hasil akhir

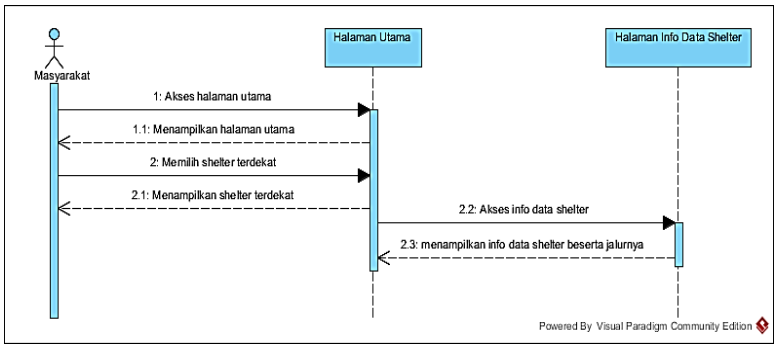
Desain Sistem Informasi

a. Use Case Diagram



Gambar 5. *Use case diagram*

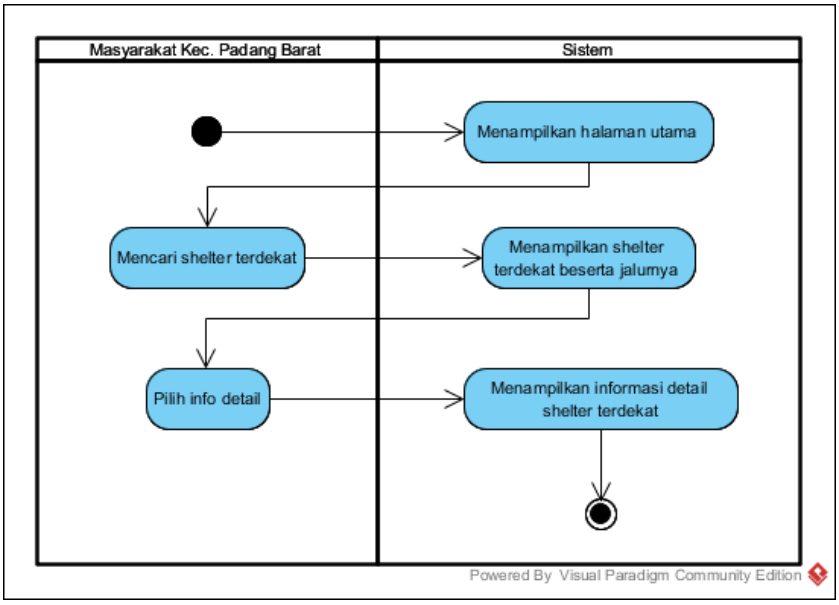
b. Sequence Diagram



Gambar 6. Sequence Diagram Melihat Informasi Titik Evakuasi Tsunami (*Shelter*) Terdekat

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

c. *Activity Diagram*



Gambar 7. *Activity Diagram* Mencari Informasi Detail Titik Evakuasi Tsunami (Shelter) Terdekat

Implementasi dan pengujian sistem

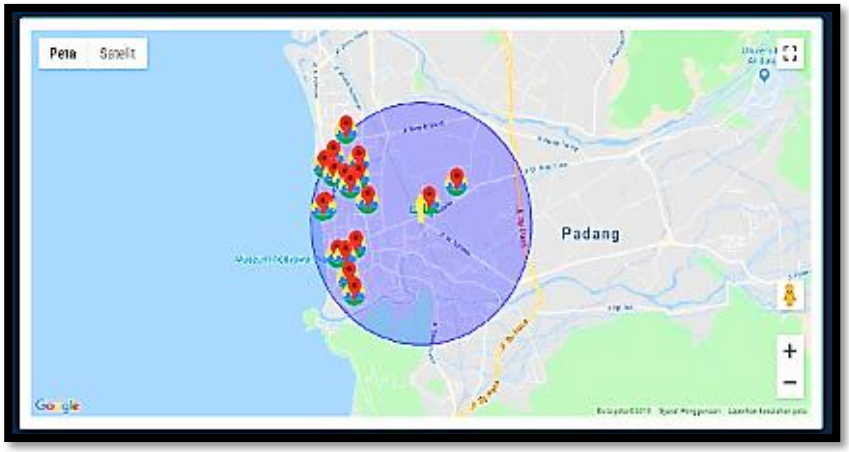
Pengujian dan impementasi sistem bertujuan untuk melihat apakah sistem yang dirancang sudah sesuai dengan apa yang diinginkan atau belum, setelah dilakukkan pengujian dan implementasi, kualitas sebuah sistem akan terlihat. Berikut adalah implementasi dari perancangan aplikasi.

a. Desain Interface halaman Utama

Gambar 8. Halaman muka atau utama

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

b. Halaman Peta *Shelter*



Gambar 9. Halaman peta *shelter* atau titik kumpul

c. Halaman Informasi Detail Rute

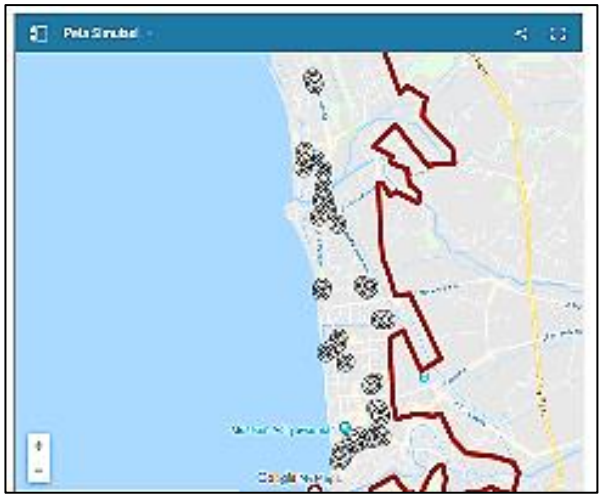
Gambar 10. Halaman informasi detail *shelter* terdekat

d. Halaman Gempa

Gambar 11. Halaman titik gempa

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

e. Halaman Peta Simulasi



Gambar 12. Halaman peta simulasi

Pada Gambar 12 menampilkan halaman peta simulasi yang mana sebelumnya telah diinputkan perkiraan ketinggian tsunami. Pada peta ini menampilkan batas zona aman dan beserta titik evakuasi tsunami (*shelter*).

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, menganalisa permasalahan dan sistem informasi pada Pelaminan maka penulis dapat menarik kesimpulan yaitu :

1. Sistem yang dibangun ini dapat membantu masyarakat Kecamatan Padang Barat dalam menentukan jalur evakuasi terdekat.
2. Sistem ini dapat membantu meminimalisir korban jiwa jika terjadi bencana.
3. Penggunaan metode algoritma *A-Star* ini mampu menunjukkan jalur terdekat menuju titik evakuasi tsunami (*shelter*).

DAFTAR PUSTAKA

A, S. R., & Shalahuddin, M., 2018. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek.* Bandung: Informatika.

Ahmad, I., & Widodo, W., 2017. Penerapan Algoritma A Star (A*) pada Game. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 57-63.

Anhar, S., 2010. *Panduan Menguasai PHP dan MySQL secara Otodidak.* Jakarta: Mediakita.

Edy Irwansyah, S. M., 2013. *Sistem informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi.* Yogyakarta: digibooks.

Hidayat, R., 2010. *Cara Praktis Membangun Website Gratis.* Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

Krisianto, A., 2014. *Internet untuk Pemula.* Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Madcoms, 2009. *Membangun Sistem Jaringan Komputer.* Yogyakarta: Andi.

Nur, A. M., 2010. GEMPA BUMI, TSUNAMI DAN MITIGASINYA. *Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung*, 66-73.

Riyanto, Putra, P. E., & Riyanto, H. I., 2009. *Pengembangan Aplikasi Geographic Information System (GIS) Berbasis Desktop dan Web.* Yogyakarta: Gava Media.

Setiawan, D., 2017. *Buku Sakti Pemrograman Web.* Yogyakarta: START UP.

Sujana, A. P., 2014. Perangkat Pendukung Forensik Lalu Lintas Jaringan. *Jurnal Teknik Komputer Unikom*, 31-37.

Zefriyenni, & Budi, S., 2015. Sistem Informasi Penjualan dan Pengendalian Persediaan Barang Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Menggunakan Bahasa Pemograman Java dan. *Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer*, 23-32.

©2020, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo