

## Analisis Aksesibilitas Shelter Evakuasi Tsunami di Kota Padang Berbasis Sistem Informasi Geografis

Nia Rahmadhani<sup>1)</sup>, Andri Suprayogi, ST., MT<sup>2)</sup>, L.M. Sabri, ST., MT<sup>3)</sup>,

### ABSTRAK

Tsunami adalah gelombang laut yang terjadi karena adanya gangguan impulsif pada laut, akibat dari perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba dalam arah vertikal (Pond and Pickard, 1983) atau horizontal (Tanioka and Satake, 1995), yang disebabkan oleh tiga sumber utama, yaitu gempa tektonik, letusan gunung api, atau longsor yang terjadi di dasar laut (Ward, 1982). Perairan barat Sumatera memiliki ciri kegempaan aktif, gempa-gempa yang sering menimbulkan tsunami tersebut perlu diwaspadai, terutama di kawasan pantai yang padat penduduk. Hal ini merupakan potensi bencana besar bagi Kota Padang, untuk itu dibutuhkan upaya penanggulangan bencana yang lebih terpadu. Teknologi Sistem Informasi Geografis merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menyusun model informasi yang nantinya dapat digunakan sebagai langkah dalam melaksanakan program mitigasi bencana. Pentingnya data jalur jaringan jalan Kota Padang yaitu untuk menentukan rute/jalur evakuasi tsunami, sementara data shelter evakuasi tsunami dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang pada bulan Mei – 2012 digunakan sebagai bahan analisa dan acuan pada penelitian ini, serta mengidentifikasi apakah shelter evakuasi tersebut dapat terjangkau secara efektif dan efisien oleh korban tsunami pada saat proses evakuasi terjadi.

Penelitian ini menganalisis jaringan jalan dan shelter evakuasi tsunami mana yang pas untuk dituju oleh tiap warga Kota Padang yang berada pada zona rawan tsunami, serta menganalisis apakah shelter yang direkomendasikan tersebut dapat mencakup secara keseluruhan daerah rawan bencana tsunami di Kota Padang.

Terdapat satu metodologi pelaksanaan yang terdiri dari 4 tahap yaitu tahap pengumpulan data, tahap persiapan, tahap pengolahan lanjutan yaitu proses *network analysis* di *software* ArcGIS dan terakhir yaitu tahap analisis.

Hasil yang diperoleh bahwa shelter tersebut ternyata belum dapat mencakup semua daerah yang berada pada zona rawan tsunami. Untuk mengatasinya dilakukan penambahan minimal 2 buah shelter pada *blank area* agar dapat melingkupi daerah zona rawan tsunami. Peta jalur evakuasi bencana tsunami hasil *network analysis* ini memiliki karakter yaitu mengikuti alur atau pola jaringan jalan yang telah ada, sehingga pada tiap shelter untuk luas area servisnya rata-rata 37.988 % lebih kecil dibandingkan dengan luas area buffering-nya.

**Kata kunci :** *Shelter evakuasi tsunami, network analysis*

### ABSTRACT

*Tsunami is an ocean waves that happened to impulsive disturbance at sea, because of abruptly seabed deformation in the vertical (Pond and Pickard, 1983), or horizontal direction (Tanioka and satake, 1995), is caused by three main sources, they are tectonic earthquakes, volcanic eruptions, or landslides occurring in the seabed (Ward, 1982). Western waters of Sumatera characterized active seismicity, the earthquakes which is often bring about tsunamis needs to be attention especially in the densely populated coastal areas. It is a potential catastrophic for Padang, so need to effort integrated countermeasures of disaster.*

*Technology of Geographic Information System is one tool that can be used to construct a model information, used as the step of implement disaster mitigation program. The importance of network data of Padang street is determine the tsunami evacuation routes. While, the data of tsunami evacuation shelters from Padang Regional Disaster Management Agency (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) in May – 2012 is used as a reference and analysis of this research. And to identify how effective and effecience the affordable of evacuation shelter by tsunami disaster in evacuation proccess happened.*

*This study analyze the compatibility of road network and tsunami evacuation shelter to direct by citizen of Padang who have stayed in tsunami hazard zones, and could the recomendation shelter cover the tsunami-prone area in Padang.*

*There is an implementation methodology consists of 4 stages: data collection stage, the preparation stage, advanced processing stages is networks analysis process in ArcGIS software and analysis phase.*

1) Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

2) Dosen Pembimbing I Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

3) Dosen Pembimbing II Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang

*The result is the shelter is still not able to cover all the areas that are in tsunami-prone zones. To overcome the cases, there is 2 shelters on blank area to surrounded the tsunami-prone zones. Map of tsunami evacuation route network analysis characterized to folloe the flow and pattern of road network existing, so every service area of shelters has average 37,988% smaller than buffering areas.*

**Keywords:** *tsunami evacuation shelters, network analysis.*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Tsunami adalah gelombang laut yang terjadi karena adanya gangguan impulsif pada laut, akibat dari perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba dalam arah vertikal (Pond and Pickard, 1983) atau horizontal (Tanioka and Satake, 1995), yang disebabkan oleh tiga sumber utama, yaitu gempa tektonik, letusan gunung api, atau longsor yang terjadi di dasar laut (Ward, 1982).

Perairan barat Sumatera memiliki ciri kegempaan aktif. Pusat Kota Padang tepat berada pada daerah pesisir pantai dan tsunami merupakan potensi bencana besar bagi Kota Padang, untuk itu dibutuhkan upaya penanggulangan bencana yang lebih terpadu.

Teknologi Sistem Informasi Geografis merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menyusun model informasi yang nantinya dapat digunakan sebagai langkah dalam melaksanakan program mitigasi bencana.

Adanya data jalur jaringan jalan Kota Padang yaitu untuk menentukan rute/jalur evakuasi tsunami, sementara data shelter evakuasi tsunami dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang pada bulan Mei – 2012 digunakan sebagai bahan analisa dan acuan pada penelitian ini, serta mengidentifikasi apakah shelter evakuasi tersebut dapat terjangkau secara efektif dan efisien oleh korban tsunami pada saat proses evakuasi terjadi.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik jalur evakuasi berdasarkan rute jaringan jalan menggunakan metode *network analysis*?
2. Apakah shelter/tempat evakuasi yang ditetapkan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Padang Mei-2012 telah mencakup semua daerah yang rawan terhadap bencana tsunami.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

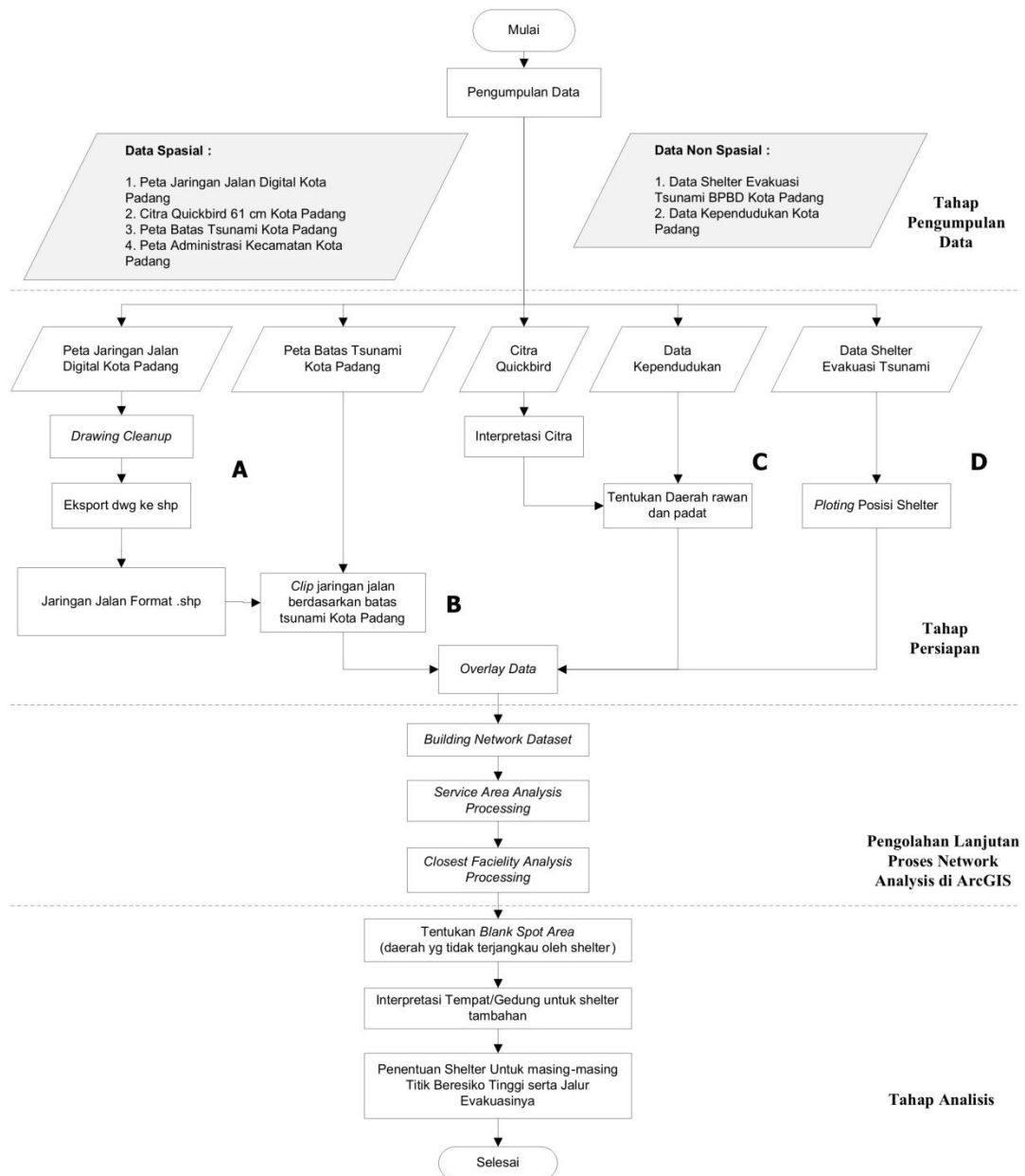
1. Menganalisis jaringan jalan dan shelter evakuasi tsunami mana yang pas untuk dituju oleh tiap warga Kota Padang yang berada pada zona rawan tsunami.
2. Menganalisis apakah shelter yang direkomendasikan oleh BPBD Kota Padang bulan Mei 2012 dapat mencakup secara keseluruhan daerah rawan bencana tsunami di Kota Padang.

### **1.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada enelitian ini adalah:

1. Studi kasus penelitian dilakukan di kecamatan yang termasuk dalam daerah rawan bencana tsunami adalah : Kec. Koto Tangah, Kec. Nanggalo, Kec. Padang Utara, Kec. Padang Barat, Kec. Padang Selatan.
2. Data yang digunakan adalah data shelter evakuasi tsunami dari BPBD Kota Padang bulan Mei 2012, data kependudukan Kota Padang per kecamatan tahun 2010 dan Citra satelit Quickbird (0.61 m) tahun 2008
3. Peta yang digunakan adalah peta digital jaringan jalan Kota Padang dengan format .dwg, peta batas genangan tsunami Kota Padang tahun 2010, peta batas administrasi kecamatan Kota Padang tahun 2008,
4. Citra satelit Quickbird dan beberapa peta telah mengalami proses koreksi geometrik dan telah berada pada sistem koordinat yang sama, yaitu UTM pada zona 47 S.
5. Proses pengerjaan peta evakuasi bencana tsunami ini menggunakan *software* ArcGIS dengan ArcMap versi 9.3

**1.5 Diagram Alir**  
Tahapan dalam penelitian ini adalah:



**Gambar 1.** Diagram Alir Metodologi Penelitian

**2. DASAR TEORI**

**2.1 Bencana Tsunami**

Tsunami dapat terjadi apabila dasar laut bergerak secara tiba-tiba dan mengalami perpindahan vertikal (Elvini, 2006). Terjadinya bencana tsunami berkaitan erat dengan turunnya sebagian dasar laut dalam bentuk lempeng yang secara langsung diikuti oleh aliran (arus) laut memusat ke dalam lempeng. Dalam waktu singkat setelah lempeng terisi penuh maka terjadi arus balik besar bersumber dari tengah samudera yang mengakibatkan terjadinya naik pasang besar di daerah pantai (Simandjuntak, 1994).

**2.2 Cepat Rambat Gelombang Tsunami dan Hubungannya Dengan Proses Evakuasi Tsunami**

Menurut Diposaptono dan Budiman (2005), ancaman tsunami dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu jarak dekat (*local field atau near field tsunami*) dan jarak jauh (*far field tsunami*). Kejadian tsunami di Indonesia umumnya berupa tsunami jarak dekat dengan lama waktu antara 10 s/d 20 menit setelah kejadian gempa.

Menurut Edward (1992) bila beberapa orang berjalan bergerombol, maka kecepatan rata-ratanya adalah 1,14 meter/detik (68,4 m/menit). Ahli jogging Dr.George Sheehan, dalam bukunya mendefinisikan bahwa jogging

adalah aktifitas berlari dengan kecepatan dibawah 6 mil/jam (9.7 km/jam) atau sama dengan 1 km membutuhkan waktu 6.2 menit.

Jika kecepatan gelombang tsunami ini dihubungkan dengan kecepatan berjalan ataupun berlarnya manusia, tentu saja akan dapat ditentukan berapa lama waktu dan jarak yang dibutuhkan untuk korban bencana tsunami bisa menyelamatkan diri menuju daerah evakuasi dan tempat/gedung tinggi yang telah disediakan oleh pemerintah dalam hal mitigasi bencana tsunami.

Dapat disimpulkan bahwa jika rata-rata lama berjalan manusia secara bergerombol sekitar 1.14 meter/detik (68.4 meter/menit ) dan waktu datangnya gelombang tsunami setelah terjadinya gempa adalah 20 menit, maka dalam hitungan waktu 20 menit tersebut manusia dapat berjalan untuk menyelamatkan diri sejauh 1368 meter atau 1.368 km (1368 meter dalam 20 menit). Dan untuk proses evakuasi dengan berlari dalam hitungan waktu 20 menit manusia dapat berlari sejauh 3225.81 meter (3.23 km).

### 2.3 Citra Quickbird dan Interpretasi Citra

Citra Quickbird memiliki resolusi hingga 61 cm. Keunggulan Quickbird adalah mampu menyajikan data dengan resolusi hingga 61 cm. Dengan resolusi setinggi ini, sebuah lokasi permukiman dapat diidentifikasi per individu bangunan, sebuah jaringan jalan dapat diidentifikasi sebagai poligon dua sisi.

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut (Estes dan Simonett dalam Sutanto, 1994:7). Secara umum unsur interpretasi citra terdiri dari 8 bagian, yaitu: rona dan warna; bentuk; ukuran; tekstur; pola; bayangan; situs; dan asosiasi.

### 2.4 Sistem Informasi Geografis

SIG adalah sistem berbasis komputer yang didesain untuk mengumpulkan, mengelola, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan informasi spasial. Dengan menggunakan data spasial tersebut SIG dapat digunakan untuk menentukan daerah yang sesuai untuk perumahan/industri, menentukan jalan terpendek dan tercepat untuk sampai pada suatu tempat, memantau perkembangan wilayah perkotaan, hutan, lingkungan dan banyak lainnya.

### 2.5 Network Analysis Tools

*Network analysis* adalah metode yang bisa digunakan untuk pemecahan masalah jaringan seperti *transversability*, laju aliran atau kapasitas. Salah satu hasil pengembangan yang paling dikenal adalah ditemukannya *network analyst* yang dirilis oleh ESRI (*Environmental Systems Research Institute*). Penelitian ini akan memanfaatkan ESRI ArcGIS sebagai *tool* untuk pemodelannya dalam basis *desktop*.

#### a. Closest Facility Analysis

Dalam *Network Analysis* ArcGIS, *closest facility analysis* merupakan jenis analisis jaringan untuk menemukan lokasi terdekat (fasilitas) dari situs (insiden), berdasarkan pada impedansi yang dipilih, misalnya menemukan rumah sakit di dekat sebuah kecelakaan mobil. Ketika menemukan fasilitas terdekat, pengguna dapat menentukan berapa banyak fasilitas yang akan ditemukan dan bagaimana arah perjalanan menuju atau dari lokasi (insiden).

#### b. Service Area Analysis

Dalam *Network Analysis* ArcGIS, *service area* digunakan untuk menentukan wilayah yang mencakup semua jalan dapat diakses (jalan-jalan yang terletak dalam impedansi yang ditentukan). Misalnya, 20 menit layanan daerah untuk lokasi jaringan (seperti stasiun pemadam kebakaran) mencakup semua jalan yang dapat dicapai dalam waktu 20 menit dari lokasi itu. Area layanan yang diciptakan oleh *Network Analysis* juga membantu mengevaluasi aksesibilitas. Area layanan konsentris menunjukkan bagaimana aksesibilitas bervariasi dengan impedansi. Setelah dibangun, Anda dapat menggunakan area layanan untuk mengidentifikasi berapa banyak orang, berapa banyak tanah, atau apapun berada dalam lingkungan tersebut.

## 3. PELAKSANAAN PENELITIAN

### 3.1 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data spasial yang terdiri dari: peta jaringan jalan digital kota Padang; Citra Quickbird; Batas rawan tsunami kota Padang; Peta administrasi kecamatan kota Padang. Data non spasial yang terdiri dari data shelter evakuasi tsunami rekomendasi dari BPBD kota Padang bulan Mei 2012 dan data kependudukan kota Padang.

### 3.2 Tahap Persiapan

Tahap ini terdiri dari 4 bagian, yaitu: *drawing clean up* dan eksport data dari .dwg ke .shp; pemotongan jaringan jalan; interpretasi citra; dan *plotting* posisi shelter evakuasi tsunami.

### 3.3 Tahap Pengolahan Lanjutan Proses Network Analysis di ArcGIS

#### a. Service Area Analysis Processing

Pada penelitian kali ini, luasan jangkauan shelter dibatasi sejauh 500 meter, 1000 meter, 1500 meter, 2000 meter, 2500 meter dan terakhir 3000 meter. Batasan maksimal adalah 3000 meter, karena pada sebuah penelitian

dari ahli jogging [Dr. George Sheehan], mengatakan bahwa kemampuan manusia berlari dalam waktu 20 menit (rentang waktu datangnya tsunami setelah terjadi gempa bumi) adalah sejauh 3225.8 meter.

**b. Closest Facility Analysis Processing**

Proses analisis fasilitas terdekat ini dilakukan untuk menentukan rute terdekat dari titik rentan tsunami dan padat penduduk (41 titik) menuju shelter tsunami (10 titik), rute yang ditentukan diberi hambatan yaitu jaringan jembatan, karena diasumsikan bahwa jembatan akan hancur/rusak saat terjadinya gempa bumi sebelum tsunami.

**3.4 Tahap Analisis**

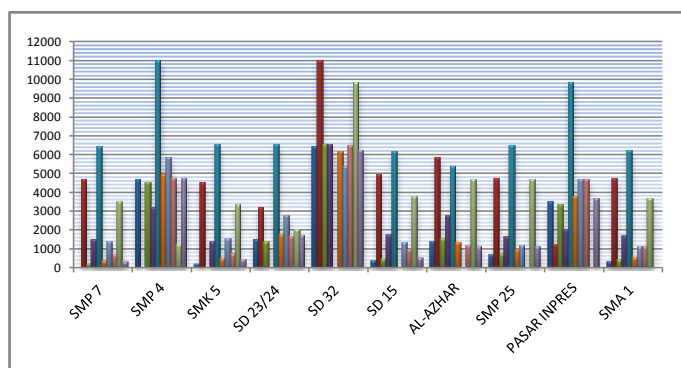
**a. Analisa Titik Shelter**

Analisa yang dilakukan yaitu jika dalam satu shelter diperoleh jarak lurus lebih dari 1,368 km dengan shelter di sekitarnya, maka dilakukan penambahan shelter di *blank shelter area* tersebut.

Peta Persebaran Shelter Evakuasi Tsunami Rekomendasi BPBD Kota Padang Mei 2012



**Gambar 2.** Peta Persebaran Shelter Evakuasi Tsunami BPBD Kota Padang Mei 2012



**Grafik 1.** Jarak Lurus Antar Shelter (dalam meter)

Dari grafik dapat dilihat bahwa terdapat satu shelter yang semua jarak dengan shelter di sekitarnya lebih dari 1.368 km (1368 m), yaitu shelter SD 32 Koto Tangah. Dengan mempertimbangkan hasil analisa titik shelter tersebut, maka perlu dilakukan penambahan shelter sebagai solusi untuk memecahkan masalah ini.

**b. Analisa Titik Beresiko Tinggi**

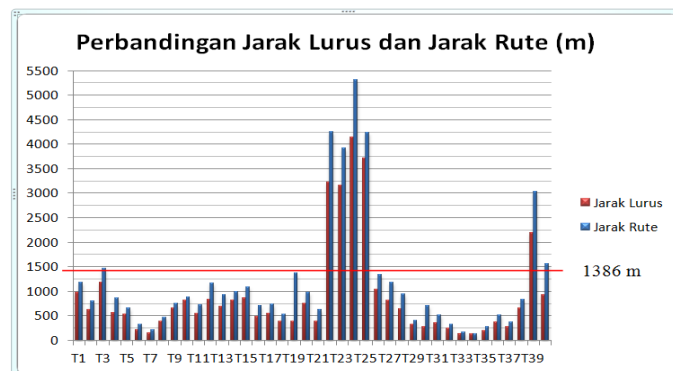
Titik beresiko tinggi maksudnya adalah titik yang berada dalam zona bahaya tsunami dan berbanding lurus dengan tingkat kepadatan penduduk pada titik tersebut. Posisi titik ini diperoleh dari hasil interpretasi citra

yang telah dilakukan sebelumnya, dan merupakan titik *sample* untuk menentukan rute evakuasi tsunami di Kota Padang. Dari titik-titik inilah dibentuk jalur/rute evakuasi tsunami menuju satu shelter terdekat.

Asumsinya adalah dilakukannya perbandingan antara jarak lurus dan jarak rute yang dibentuk antara titik beresiko tinggi dengan titik shelter, jika pada jarak rute melebihi jarak maksimal yaitu 1386 meter, dan dalam perhitungan jarak lurus juga belum dapat menyelesaikan masalah ini, maka dilakukan penambahan shelter yang akan dapat mengatasi terlalu jauhnya jarak rute pada titik beresiko tinggi dengan titik shelter.



**Gambar 3.** Peta Persebaran Titik Beresiko Tinggi



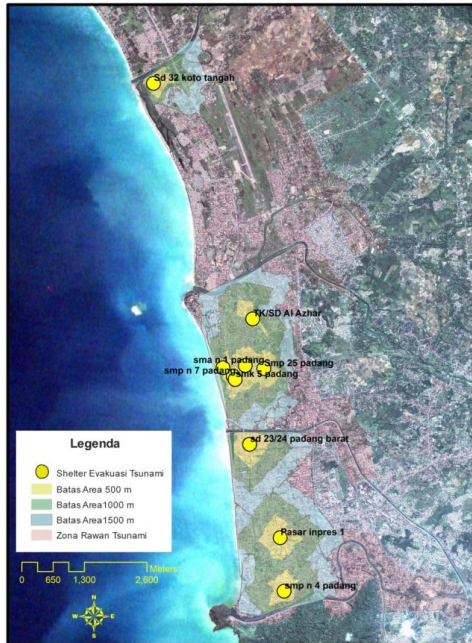
**Grafik 2.** Jarak Lurus Antara Titik Beresiko Tinggi Dengan Shelter (dalam meter)

Grafik di atas menjelaskan bahwa terdapat beberapa jarak yang melebihi jarak maksimal pada jarak rute antara titik beresiko tinggi dengan titik shelter, titik tersebut yaitu; T3, T19, T22, T23, T24, T25, T39, dan T40. Namun setelah dilakukan perhitungan jarak lurus ternyata titik yang masih melebihi jarak maksimal adalah; T22, T23, T24, T25 dan T39.

**c. Service Area Analysis**

Dengan terbentuknya area servis pada tiap shelter, diperoleh hasil daerah jangkauan shelter, dari 500 m - 3000 m. Dianalisis pula bagian daerah mana yang termasuk *blank area*, yaitu daerah yang tidak terjangkau oleh shelter, pada *blank area* ini ditentukan apakah tempat tersebut membutuhkan shelter tambahan atau tidak, dengan mempertimbangan kepadatan penduduk di daerah tersebut dan kerawannya terhadap gelombang tsunami.

Peta Analisis Area Servis Tiap Shelter Tsunami



**Gambar 4.** Peta Analisis Area Servis Shelter

daerah pada zona rawan tsunami di Kota Padang adalah 75.323107 km<sup>2</sup> (zona ditentukan dari daerah yang ketinggiannya kurang dari 10 meter).

Perhitungan *blank area* yaitu dengan cara luas daerah zona rawan tsunami dikurangi luas area servis dengan batas 500-1000 m<sup>2</sup> (luas 12.258187 km<sup>2</sup>).

$$\text{Luas Blank Area} = 63.06492 \text{ km}^2$$

Selain itu, analisa area servis juga membandingkan antara rata-rata luas area servis berdasarkan *network analysis* dengan luas area *buffer*.

Luas area rute merupakan luas yang tergantung pada jalur jaringan jalan yang telah ada sedangkan pada luas area *buffer* tergantung pada jari-jari lingkaran *buffer* itu sendiri.

Diasumsikan bahwa luas area servis berdasarkan rute sama dengan luas *buffer*. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari jalur evakuasi yang ditentukan menggunakan metode *network analysis*. Berikut tabel perbandingan luas area :

**Tabel 1.** Perbandingan dan Persentase Luas *Buffer* Dengan Luas Rute (dalam km)

Batas Luas 0-0.500		Batas Luas 0-1.000		Batas Luas 0-1.500		Persentase Perbandingan { (Luas area rute / luas buffer) x 100% }		
buffer	rute	buffer	rute	buffer	rute	0-0.500	0-1.000	0-1.500
0.785	0.304	3.142	1.226	7.069	2.563	38.686	39.019	36.258

Dapat dilihat pada tabel bahwa luas area yang menggunakan rute analisis 37.988 % lebih kecil dari pada luas area pada *buffer*.

Jadi jika jaringan jalan tersebut tingkat kerapatannya kurang, maka akan berpengaruh pada semakin kecilnya luas area rute dibanding luas area *buffer* pada titik yang sama.

**d. Closest Facility Analysis**

Analisis fasilitas terdekat ini menghasilkan rute-rute yang akan ditempuh oleh korban tsunami untuk melakukan evakuasi bencana tsunami. Hal yang sangat penting adalah, apakah rute yang ditentukan tersebut dapat ditempuh dalam waktu minimal 20 menit dan ekuivalen dengan berjalan sejauh 1368 m atau berlari sejauh 3225.8 m.

Peta Analisa Rute Evakuasi Terdekat Menuju Shelter Tsunami



Gambar 5. Peta Analisis Rute Evakuasi

Dari hasil pencarian shelter terdekat ini diperoleh 32 rute yang kurang dari jarak maksimal 1368 m dan 8 rute yang lebih dari 1368 m, titik tersebut adalah titik 3, 19, 22, 23, 24, 25, 39 dan 40.

Tabel 4.6. Rute yang berjarak lebih dari 1368 m

Titik Beresiko Tinggi	Arah Rute	Jarak Rute
3	Location 3 - Shelter 8	1461.242
19	Location 19 - Shelter 2	1375.463
22	Location 22 - Shelter 5	4249.140
23	Location 23 - Shelter 5	3922.400
24	Location 24 - Shelter 5	5312.100
25	Location 25 - Shelter 5	4238.462
39	Location 39 - Shelter 5	3028.409
40	Location 40 - Shelter 5	1556.546

Lokasi nomor 3, 19 dan 40 masih dalam zona shelter terdekatnya.

Terlalu jauhnya jalur evakuasi yang ada pada 5 lokasi (titik 22, 23, 24, 25 dan 39) dapat berpengaruh saat terjadi gempa yang disusul oleh tsunami, penduduk yang berada pada lokasi itu kemungkinan tidak dapat terevakuasi sebelum terjadinya tsunami. Untuk mengatasi hal itu perlu ada penambahan shelter yang lebih dekat dengan lokasi tersebut.

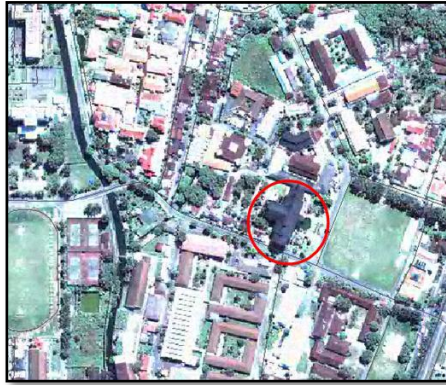
**e. Penambahan Shelter Evakuasi Tsunami**

Dengan telah diperolehnya posisi *blank area* hasil dari kombinasi analisa titik, analisa area servis ataupun analisa rute terdekat, maka dapat ditentukan penambahan shelter untuk *blank area* tersebut.

Dari hasil interpretasi yang dilakukan untuk penambahan shelter, maka didapat dua shelter yang dapat melingkupi *blank area* untuk korban bencana tsunami, dua shelter ini diberi nama Shelter Tambahan 1 (ST 1) dan Shelter Tambahan 2 (ST 2).

Shelter tambahan 1 berada di Kecamatan Padang Utara, yaitu Gedung Rektorat Universitas Negeri Padang. Koordinat shelter tambahan 1 adalah X : 649819.458961 dan Y : 9901090.41795 dalam satuan meter. Shelter tambahan 1 ini dapat melingkupi lokasi titik beresiko tinggi nomor 23, 24 dan 25, baik dari area servis maupun dari rute evakuasinya.





**Gambar 6.** Posisi shelter tambahan (ST 1)

**Tabel 2.** Panjang rute dari titik rawan tsunami dan penduduk no 23, 24 dan 25 menuju ST 1

<u>Titik Beresiko Tinggi</u>	<u>Arah Rute</u>	<u>Jarak Rute (m)</u>
23	Location 23 - ST 1	1203.991783
24	Location 24 - ST 1	1693.32358
25	Location 25 - ST 1	830.08521

Shelter tambahan 2 ini berada di Kecamatan Koto Tengah, koordinat shelter tambahan 2 adalah X : 650,485.523 dan Y : 9,902,375.183 dalam satuan meter. Shelter ini dapat melingkupi lokasi titik rawan bencana tsunami dan padat penduduk nomor 22 dan 39 baik area servis maupun dari rute evakuasinya.

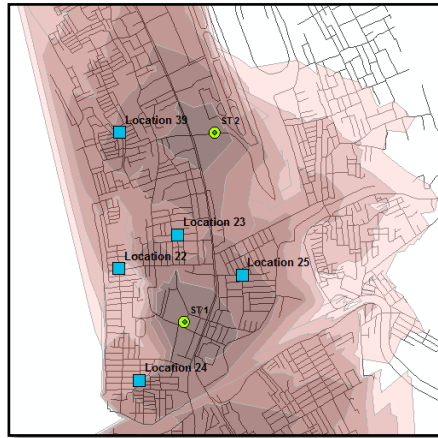


**Gambar 7.** Posisi shelter tambahan (ST 2)

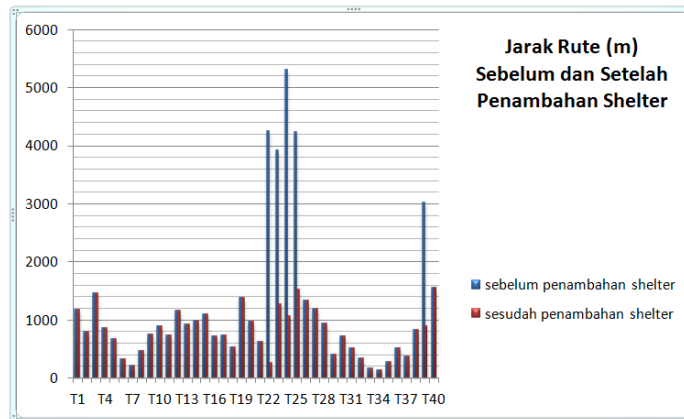
**Tabel 4.10.** Panjang rute dari titik rawan tsunami dan penduduk no 22 dan 39 menuju ST 2

<u>Titik Beresiko Tinggi</u>	<u>Arah Rute</u>	<u>Jarak Rute (m)</u>
22	Location 22 - ST 2	2013.199681
39	Location 39 - ST 2	895.360259

Setelah dilakukan penambahan shelter evakuasi tsunami ST 1 dan ST 2, maka hasil analisis servis area dan analisa pencarian rute terdekat setelah penambahan shelter di daerah titik 22, 23, 24, 25 dan 39 terlihat pada gambar dan tabel berikut :



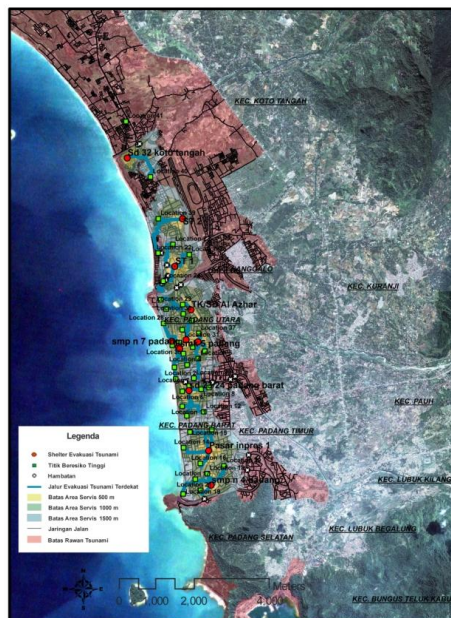
**Gambar 8.** Hasil analisis area servis pada shelter tambahan 1 dan 2



**Grafik 3.** Panjang Rute Sebelum dan Setelah Dilakukan Penambahan Shelter ST 1 dan ST 2

Dari tabel dan grafik di atas, jarak rute terdekat setelah dilakukannya proses penambahan shelter ada pada titik beresiko tinggi nomor 34 menuju shelter 6 yaitu 126.981 m, jarak terpendek ini masih sama seperti sebelum dilakukannya penambahan shelter. Jarak terjauh ada pada titik beresiko tinggi nomor 40 menuju shelter 5 yaitu 1556.546 m, jarak terjauh ini lebih dari jarak maksimal 1386 m, namun jika proses evakuasi dilakukan dengan cara berlari maka jarak terjauh ini jauh lebih kecil dari pada jarak maksimal berlari yaitu 3225.8 m. Selain daripada itu, titik beresiko tinggi 40 ini masih tetap berada di dalam area servis.

Hasil Network Analysis  
Evakuasi Tsunami di Kota Padang



**Gambar 9.** Peta Hasil Network Analysis Evakuasi Tsunami di Kota Padang

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

1. Peta jalur evakuasi bencana tsunami ini diproses dengan metode *network analysis* menggunakan *software* ArcGIS, karakteristik dari jalur evakuasi hasil *network analysis* ini juga terbentuk mengikuti alur atau pola jaringan jalan yang telah ada, sehingga pada tiap shelter untuk luas area servisnya rata-rata 37.988 % lebih kecil dibandingkan dengan luas area *buffering*.
2. Shelter yang direkomendasikan oleh Badan Pananggulangan Bencana Daerah Kota Padang pada bulan Mei 2012 ternyata belum dapat mencakup semua daerah yang berada pada zona rawan tsunami. Untuk mengatasinya dilakukan penambahan minimal 2 buah shelter pada *blank area* agar dapat melingkupi daerah zona rawan tsunami.

### 5.2. Saran

1. Karena luas area *buffering* tidak sama dengan luas area rute, maka saran dari peneliti, perlu ditambahkan ruas jalan di daerah rawan tsunami, agar pada saat proses evakuasi terjadi dapat mengurangi kemacetan atau terlalu jauhnya jalan yang harus ditempuh oleh korban bencana tsunami.
2. Dibutuhkan penambahan beberapa keterangan untuk lebih menjelaskan jalur evakuasi, seperti :
  - Penelitian ini belum memiliki keterangan yang lengkap, contohnya jalur jalan yang tidak bernama/kode, sehingga jalur evakuasi tidak jelas dalam hal alamat jalan.
  - Untuk penentuan jumlah penduduk pada tiap titik beresiko tinggi masih belum bisa dilakukan, karena untuk hal ini perlu dilakukan survey langsung ke tiap kelurahan atau kecamatan dari daerah tersebut.
  - Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan keterangan waktu sebagai *cost attribute* dari analisis jaringan evakuasi ini, agar proses evakuasinya dapat terkontrol terhadap waktu.
  - Agar lebih spesifik lagi dalam pengklasifikasian korban bencana tsunami, seperti usia dan gender, sehingga didapatkan rute yang lebih representatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, N., 2010, *Geographical Information Systems With ArcGIS 9.x – Principles, Techniques, Applications, and Management*, Yogyakarta, Andi
- BMKG InaTEWS, 2010, *Tentang Gempa Bumi*, [http://inatews.bmkg.go.id/tentang\\_eq.php](http://inatews.bmkg.go.id/tentang_eq.php)
- InaTEWS, 2010, *Tentang Tsunami*, [http://inatews.bmkg.go.id/tentang\\_tsunami.php](http://inatews.bmkg.go.id/tentang_tsunami.php)
- ESRI, *ArcGIS Tutorial Help*, <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop>
- GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007, *Modul Pelatihan ArcGIS Tingkat Dasar*, Banda Aceh, Staf Pemerintahan Kota Banda Aceh
- Mandloi, D., dkk., 2008, *ArcGIS 9 – ArcGIS Network Analysis Tutorial*, USA, ESRI
- Prahasta, E., 2009, *Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*, Bandung, Informatika
- 2011, *Tutorial ArcGIS Desktop Untuk Bidang Geodesi & Geomatika*, Bandung, Informatika
- Santoso, T.B., 2009, *Pembuatan Peta Estimasi Resiko Dan Rancangan Jalur Evakuasi Tsunami Di Kawasan Pesisir Yogyakarta Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis*, Semarang, Program S1 Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Sulaeman, Slamet., dkk. 2008. *Peta Rute Evakuasi Bencana Tsunami Makasar Sulawesi Selatan Menggunakan Data Satelit Inderaja*. LAPAN-IPB
- Thoha, A.S., 2008, *Karakteristik Citra Satelit*, Sumatera Utara, Universitas Sumatera Utara
- Trisakti, B., Carolita, I., dan Nur, M. *Simulasi Jalur Evakuasi Untuk Bencana Tsunami Berbasis Data Penginderaan Jauh (Studi Kasus : Kota Padang, Propinsi Sumatera Barat)*. Peneliti Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN
- Vulcanological Survey of Indonesia, *Pengenalan Tsunami*, Departemen Energi dan Sumber Daya Alam