

**PEMETAAN JALUR EVAKUASI TSUNAMI DENGAN METODE NETWORK ANALYST
BERBASIS SIG DI KOTA MANADO**

**TSUNAMI EVACUATION ROUTE MAPPING USING NETWORK ANALYST METHOD
BASED ON GIS IN MANADO CITY**

Deski Christianto Adilang¹ Aristotulus E. Tungka² Fela Warouw³

¹ Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Sam Ratulangi, Manado

² Staf Pengajar Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi, Manado

E mail : christiantodesky@gmail.com

ABSTRAK

Kota Manado memiliki tingkat resiko bencana Tsunami yang tinggi karena berada pada zona subduksi dari lempeng Eurasia dan pasifik di daerah utara dan timur semenanjung Minahasa. Pemetaan jalur evakuasi merupakan upaya mitigasi dari bencana tsunami. Penelitian ini menggunakan Sistem Informasi Geografis sebagai salah satu alat untuk pembuatan model informasi yang akan digunakan dalam tahap awal dalam pembuatan rencana mitigasi dengan menggunakan Metode Analisis Jaringan. Analisis Jaringan memiliki keuntungan yaitu dapat mengelompokkan masing-masing jalur evakuasi dan dapat menentukan estimasi tercepat setiap jalur dengan menggunakan software ArcGis 10.8. Dengan menggunakan data jaringan jalan kota dan menentukan titik awal evakuasi berdasarkan buffer 500 m wilayah rawan tsunami. Sedangkan titik evakuasi sesuai rekomendasi RTRW Kota Manado 2014-2034 terdiri dari 13 titik yang akan menjadi titik akhir jalur, Berdasarkan metode analisis jaringan ditemukan adanya wilayah yang tidak terjangkau dan tidak mencukupi waktu evakuasi. Sehingga diperlukan penambahan titik evakuasi pada blank area berdasarkan ketinggian tempat evakuasi sehingga bisa di temukan jalur tercepat ke masing-masing titik evakuasi yang berjumlah 79 jalur dan 23 titik evakuasi tsunami di Kota Manado.

Kata Kunci: Jalur Evakuasi Tsunami, Titik Evakuasi, Mitigasi, Sistem Informasi Geografis, Network Analyst (ArcGIS)

ABSTRACT

The city of Manado has a high level of tsunami disaster risk because it is located in the subduction zone of the Eurasian and Pacific plates in the northern and eastern areas of the Minahasa peninsula. Mapping of evacuation routes is a mitigation effort from the tsunami disaster. This study uses a Geographic Information System as a tool for making information models that will be used in the early stages of making a mitigation plan using the Network Analysis Method. Network Analysis has the advantage that it can group each evacuation route and can determine the fastest estimate for each route using ArcGis 10.8 software. By using city road network data and determining the starting point for evacuation based on a 500 m buffer in tsunami-prone areas. While the evacuation points according to the recommendations of the 2014-2034 Manado City Spatial Planning consist of 13 points which will be the end points of the route. So it is necessary to add evacuation points to the blank area based on the height of the evacuation site so that the fastest route can be found to each evacuation point, which consists of 79 routes and 23 tsunami evacuation points in Manado City.

Keywords: *Tsunami Evacuation Path, Evacuation Point, Mitigation, Geographic Information System, Network, Analyst(ArcGIS)*

PENDAHULUAN

Bencana alam tsunami adalah bencana alam yang sifatnya merusak, dan menimbulkan kerugian dalam jumlah besar. Dalam Tsunami di wilayah Palu dan Dongala pada tahun 2018 yang memakan korban sebanyak 2.045 tewas dan 66.390 rumah hancur. Karena itu pentingnya di lakukan upaya mitigasi bencana tsunami, yang mana adalah sebuah proses yang merupakan tindakan pencegahan guna meminimalisir dampak dari bencana tsunami yang di prediksi akan terjadi. Salah satu contoh dari mitigasi bencana tsunami adalah dengan pembuatan peta jalur evakuasi tsunami. Pembuatan jalur evakuasi ini berguna untuk memudahkan masyarakat terdampak pada saat kejadian tsunami di Kota Manado. Jalur ini di perlukan agar pada saat terjadinya bencana tsunami masyarakat dapat menggunakan akses jalur ini agar bisa sampai dengan cepat di tempat evakuasi sehingga hal ini bisa mengurangi resiko tsunami dan hal ini dapat mengurangi resiko jatuhnya korban jiwa apabila bencana tsunami terjadi

Letak geografis Kota Manado terletak di antara dua lempeng Eurasia dan pasifik menjadikannya wilayah beresiko tinggi tsunami. RTRW Kota Manado 2014-2034 telah menjelaskan tempat evakuasi bencana tsunami berada di kawasan perbukitan. Tempat evakuasi bencana ini masih perlu dilengkapi dengan arahan jalur evakuasi sesuai standar. Untuk itu diperlukan pemetaan jalur evakuasi tsunami dengan menggunakan Network Analyst. Analisis Jaringan memiliki keunggulan dalam memetakan jalur evakuasi dengan jarak terdekat dan waktu evakuasi yang relatif cepat.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bencana Tsunami

Berdasarkan peraturan kepala BNPB no 2 tahun 2012 Bencana merupakan sebuah peristiwa yang mengancam dan dapat mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang di sebabkan oleh faktor alam ataupun non alam dan juga faktor manusia sehingga dapat mengakibatkan adanya korban jiwa berupa manusia, rusaknya lingkungan,

adanya kerugian harta benda, dan juga dampak pada psikologis manusia.

Tsunami berasal dari bahasa jepang yang terbagi atas dua kata yaitu "tsu" yang artinya lautan, dan "nami" berarti gelombang ombak,yang bila di gabungkan artinya adalah gelombang ombak lautan. Berdasarkan BNPB No.8 tahun 2011 Tsunami merupakan serangkaian gelombang ombak laut raksasa yang timbul karena terjadinya pergeseran di laut yang di akibatkan oleh gempa bumi,

B. Mitigasi Bencana Tsunami

Pengertian mitigasi bencana dalam Nurjanah dkk (2013) yaitu adalah sebagai upaya untuk mengurangi dampak yang di timbulkan saat terjadi bencana apabila terjadi peristiwa kebencanaan.

1) Tempat Evakuasi Tsunami

Ketinggian tempat atau topografi wilayah yang merupakan lokasi titik evakuasi dan shelter yang akan dituju oleh penduduk saat pra bencana tsunami harus berada di ketinggian >15 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan teori dari Haryadi permana (2007:4) mengatakan bahwa pada kelas wilayah yang rawan terhadap tsunami dapat di tentukan dari garis kontur yaitu diantara 1 - 15 meter adalah wilayah yang masih rawan terhadap tsunami kemudian di ketinggian >15 meter adalah ketinggian yang masuk dalam kategori aman sebagai titik tempat evakuasi bencana.

2) Jalur Evakuasi Tsunami

Jalur evakuasi tsunami merupakan trek yang akan digunakan sebagai jalur tercepat untuk menjauhi daerah yang terancam bahaya atau kejadian yang mengancam nyawa (Abraham 1994), Berdasarkan modul siap siaga bencana alam (2009:36) terdapat beberapa syarat untuk jalur evakuasi yang layak, yaitu: Keamanan jalur evakuasi, Jarak tempuh jalur tercepat, dan Kelayakan jalur untuk di jadikan tempat evakuasi.

3) Proses Evakuasi Tsunami

Berdasarkan Diposaptono dan Budiman (2005), kejadian tsunami di Indonesia adalah tsunami jarak dekat yang memiliki waktu 10 sampai dengan 20 menit setelah terjadinya gempa. Berdasarkan teori dari Potangaroa (2008), dalam teuku ichan (2015) apabila orang-orang berjalan bergerombol maka akan

didapatkan kecepatan rata-rata yaitu 1,14 meter/ detik (68,4 m/menit). Apabila seorang berjogging/ bergerak bebas bisa mencapai 1000 meter dalam waktu 6,2 menit atau bisa dikatakan bahwa saat berjogging/ bergerak bebas memiliki kecepatan rata-rata yaitu 196 m/menit, Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kota Manado diperoleh informasi kecepatan rata-rata kendaraan yaitu 25-35 km/ jam atau apabila menggunakan kendaraan bisa ditempuh jarak 416 meter dalam waktu 1 menit apabila kondisi jalan lancar.

C. Pemetaan Sistem Informasi Geografis

Berdasarkan teori dari Erwin Raisz (1948) Peta merupakan, "Gambaran konvensional permukaan bumi yang bisa di visualisasikan secara tegak lurus dari atas serta di beri tulisan dan keterangan yang berguna agar mudah di kenali", dan memiliki fungsi berupa untuk orientasi dan navigasi. Pemetaan pada umumnya, diproduksi agar dapat membantu dalam hal orientasi dan navigasi. Yaitu bisa menggunakan peta orientasi (peta jalan, peta topografi, chart) agar supaya bisa mencapai tujuan tempat tertentu berdasarkan rute yang telah di buat, dan peta dapat di gunakan untuk melihat apakah mereka masih pada jalan yang tepat saat melakukan perjalanan (Indradi Ig,dkk, 2014)

D. Metode Network Analyst

Buana (2010) Telah melakukan penelitian mengenai Penentuan rute terpendek atau jalur terdekat yang bertujuan mencari rute terpendek yang bisa di lalui, dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan melakukan pemodelan tracing. Tracing yang mana adalah model algoritma dalam penyelesaian masalah jaringan yang ada di dunia nyata, Dalam penggunaannya sistem ini akan menentukan alternatifnya sendiri mengenai beberapa rute tercepat yang menggunakan parameter berupa lebar jalan, Kondisi Jalan, standar kecepatan rata-rata, Adapun Layer yang di gunakan dalam Network Analyst di kelompokkan dalam tiga jenis di antaranya (Muhajir Ahmad, dkk, 2013); Route (Rute), Closest facility (Fasilitas terdekat), Service Area (Area Pelayanan)

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini terletak di Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara, yang difokuskan pada wilayah terdampak Bencana Tsunami yaitu 10 kecamatan sebagai berikut: Malalayang, Sario, Wenang, Wanea, Tikala, Tuminting Singkil, Paal Dua, dan Bunaken dan Bunaken kepulauan.

B. Pengolahan Data dan Analisis

Dalam penelitian ini menggunakan metode *Network Analyst* yang mana adalah Penentuan rute terpendek atau jalur terdekat yang bertujuan mencari rute terpendek yang bisa di lalui, dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan melakukan pemodelan *tracing*, yang mana dalam tahapan analisisnya berupa ; *Service Area Analyst* sebagai penentuan jangkauan dari masing-masing titik evakuasi dan penentuan jalur evakuasi dengan menggunakan metode *Closest Facility Analyst*. Dalam pengerjaan Peta Jalur Evakuasi Tsunami ini terdapat beberapa langkah pemrosesan data yang di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Proses Overlay

Proses *overlay* ini di lakukan setelah semua data spasial yang ada terkumpul dan di lakukan join item dengan table atribut, Proses Overlay ini di lakukan dengan Perangkat Lunak ArcGIS 10.8.

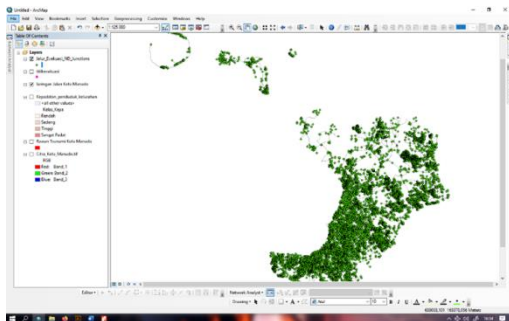
2. Proses Network Analyst

a. Membuat Network dataset

Dalam pembuatan Network Dataset menggunakan ArcMap 10.8 dapat dilakukan seperti langkah langkah berikut:

- Buka ArcMap 10.3 > Blank Map > Add Data kemudian pilih data jaring jalan.shp yang akan digunakan untuk membuat Network Dataset, kemudian Add.
- Setelah data jaring jalan.shp ditampilkan maka langkah selanjutnya Catalog kemudian buat folder baru untuk pembuatan jaringan jalan. Kemudian klik kanan pada folder yang sudah dibuat kemudian pilih New > File Geodatabase
- Kemudian klik kanan pada File Geodatabase yang sudah dibuat New > Feature Dataset.
- Masukkan nama pada New Feature Dataset kemudian Next

- Pilih sistem koordinat sesuai daerah yang akan di buat Network Dataset nya WGS_1984_UTM_Zone_51N > Finish
- Kemudian klik kanan pada jaringan Dataset yang sudah dibuat sebelumnya klik Import > Feature Class (multiple)
-) Muncul jendela tampilan Feature Class to Geodatabase (Multiple) > Input Feature > Output Geodatabase > Ok
- Klik kanan pada jaringan Dataset > New > Network Dataset
- Pada jendela New Network Dataset muncul tampilan berikut >
- Pilih No > Next kemudian centang pada Build Service Area Index > Next > Yes




- Tampilan Network Dataset

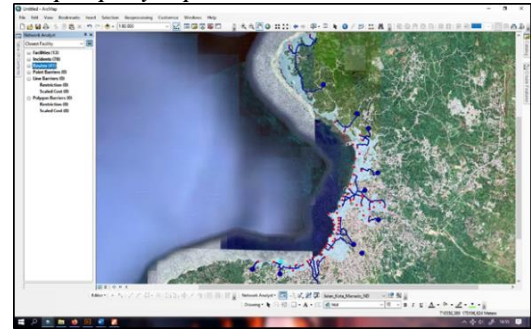
b. Closest Facility Analyst

Untuk Membuat Closest Facility Analysis pada ArcGIS dapat dilakukan seperti langkah sebagai berikut

- Pada toolbar Network Analyst, klik New Closest Facility
- Muncul Layer Closest Facility seperti pada gambar > Klik ikon Closest Facility Properties dan lakukan pengaturan
- Di jendela Network Analyst, klik kanan pada Facilities (0) > Load Locations
- Pilih "Shelter" dari Load From kemudian pada Location Analysis Properties pilih Name "titik evakuasi" kemudian OK
- Kemudian pada jendela Network Analyst, klik kanan pada Incidents (0) > Load location
- Pilih "Lokasi Rawan" dari Load From kemudian pada Location Analyst Properties

pilih Name "titik resiko tinggi" kemudian OK

- Kemudian untuk menampilkan hasil dari Closest Facility Analysis, klik Solve ()
- Export data menjadi SHP. Klik kanan pada layer yang akan diexport > Data > Export Data > pada Output Feature Class pilih tempat penyimpanan kemudian > Ok.



1) Service Area Analysis

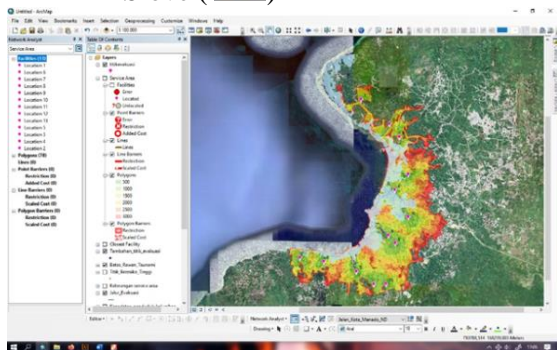
Untuk Membuat Service Area Analysis Processing pada ArcGIS 10.8 dapat dilakukan langkah sebagai berikut :

- Pada toolbar Network Analyst, klik New Service Area
- Muncul layer Closest Facility sep> Klik ikon
- Closest Facility Properties dan lakukan pengaturan
- Di jendela Network Analyst, klik kanan pada Facilities (0) > Load Locations
- Pilih "Titik Evakuasi" dari Load From kemudian pada Location Analysis Properties pilih Name "Keteranagan" kemudian OK
- Kemudian pada Layers, klik kanan pada Service Area > Properties
- Pada Layer Properties klik analysis Setting > Impedance > Length (Meters) Pada Default Breaks > 500 1000 1500 2000 2500 3000. Setelah itu pada Direction klik Away From Facility. Pada U- Turn at Junctions > Not Allowed. Centang pada Ignore Invaild Locations
- Pada tab Polygon Generation, centang pada Generate Polygons.
- Untuk Polygon Type , Klik Generalized. Hapus centang pada Trym Polygon. Klik Overlapping pada Multiple Facilities

Options. Klik Ring Pada Overlap > Klik Apply.

- Hapus centang pada Line Generation > Ok

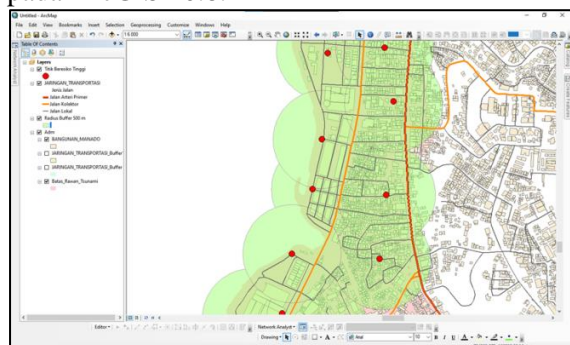
- Klik Slove ()



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Titik Resiko Tinggi atau Titik Awal Evakuasi

Titik resiko tinggi adalah titik yang berada dalam zona resiko tinggi yang kemudian di lakukan pemilihan titik yang berada pada deliniasi wilayah beresiko tinggi dengan ketinggian 0-10 Mdpl, setelah mendapatkan deliniasi wilayah beresiko tinggi ini di lakukan plotting pada jaringan jalan dengan teknik buffer 500 meter ke arah jalan utama terdekat pada ArcGIS 10.8.



Gambar 2. Contoh Hasil plotting titik resiko tinggi/titik awal evakuasi dengan buffer 500 meter

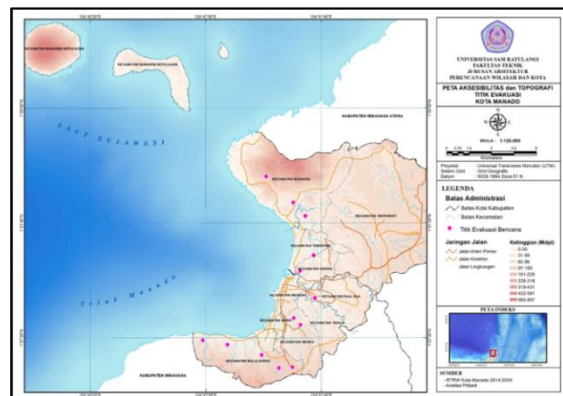
Penentuan titik awal berguna dalam pembentukan jalur evakuasi menuju masing-masing titik evakuasi yang tersebar di Kota Manado, sehingga di temukan 79 titik resiko tinggi yang menjadi acuan titik awal dan tersebar di 8 kecamatan yang tersebar di Kota Manado,



Gambar 3. Peta Sebaran Titik Beresiko Tinggi/Titik awal Evakuasi Kota Manado

B. Hasil Ploting Titik Evakuasi Tsunami

Ploting titik shelter menggunakan data titik evakuasi pada RTRW Kota Manado 2014-2034, Titik ini kemudian akan di jadikan acuan dalam analisis penentuan titik shelter evakuasi, Dari hasil plotting titik shelter di temukan bahwa Kota Manado memiliki 13 titik evakuasi shelter yang terbagi di 6 Kecamatan dan 10 kelurahan dengan ketinggian 31 – 150 Meter dari permukaan laut, untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada peta Sebaran Titik Evakuasi RTRW Kota Manado 2014-2034



Gambar 4. Peta Titik Evakuasi Kota Manado

Tabel 1 Sebaran Titik evakuasi RTRW Kota Manado 2014-2034

No	Kelurahan	Ketinggian	Tempat Evakuasi / Shelter	Aksesibilitas
1	Winangun Satu	97 - 150 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Jalan Lingkungan (lebar 4 m)
2	Winangun Satu	97 - 150 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Jalan Lokal (Lebar 6 m)
3	Malalayang Satu Timur	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Jalan Lingkungan (Lebar 4m)

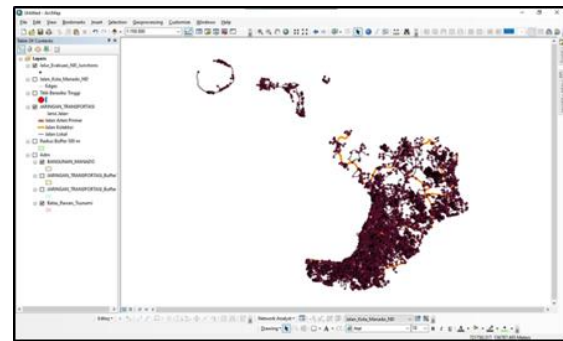
4	Malalay ang Dua	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/ Hutan	Jalan Lokal (Lebar 6 m)
5	Malalay ang Dua	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Jalan Lokal (Lebar 6m)
6	Dendengan Dalam	31 - 40 Mdpl	Kantor Kelurahan Dendengan Dalam	Jalan Kolektor (Lebar 9 m)
7	Singkil Satu	31 - 40 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Tangga dan Jalan Lingkungan (Lebar 4 m)
8	Tuminting	31 - 40 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Tangga dan Jalan Lingkungan (Lebar 4 m)
9	Teling Atas	60 - 70 Mdpl	Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Utara	Jalan Arteri (Lebar 11 meter)
10	Teling Atas	60 - 70 Mdpl	Kantor Gubernur Provinsi Sulawesi Utara	Jalan Arteri (Lebar 11 meter)
11	Bailang	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Jalan Lokal (Lebar 6 meter)
12	Molas	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum terbangun	Jalan Lokal (Lebar 6 meter)
13	Meras	97 - 150 Mdpl	Lahan Kosong/ Belum Terbangun	Jalan Lokal (Lebar 6 meter)

Sumber : RTRW Kota Manado 2014-2034

C. Hasil Overlay Data Spasial dan Data Non Spasial

Pada penelitian ini di lakukan overlay data Data spasial di antaranya adalah; Peta Jaringan Jalan digital (shapefile) Kota Manado, Peta Citra Kota Manado, Peta Rawan Bencana Tsunami Kota Manado, Peta Topografi Kota Manado dan Peta Administrasi Kota Manado. Adapun data Non Spasial yang di gunakan berupa data titik evakuasi/ shelter tsunami RTRW 2014-2034 Kota Manado dan juga data demografi Kota Manado

Overlay data ini bertujuan agar data tersebut bisa di lanjutkan pada tahapan *Network Analyst*, Data yang awalnya menggunakan format *shapefile* tersebut di dalam proses *overlay* kemudian akan di *Convert* ke dalam *Network Dataset*

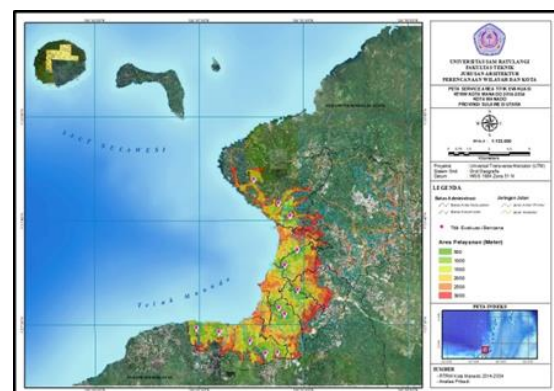


Gambar 5 Hasil Proses *Convert Shapefile* ke *Network Dataset*

D. Analisa *Network Analyst*

1) *Service Area Analyst*

Setelah di lakukan *convert* data ke *Network Dataset* maka di lanjutkan pada *Service Area Analyst* yang merupakan analisa luasan jangkauan area pelayanan, Dengan menggunakan ekstensi *Network Analyst* di *ArcGIS 10.8* dapat di temukannya setiap area layanan sesuai dengan masing-masing lokasi *shelter* yang di rekomendasikan RTRW Kota Manado 2013-2034, hasil dari *Service Area Analyst* adalah berupa radius wilayah pelayanan masing-masing titik *shelter* yaitu 500-3000 meter yang mengikuti Jaringan Jalan Kota Manado, sehingga dapat di lihat informasi daerah mana yang terlayani oleh *shelter* dan daerah mana yang menjadi *Blank Spot Area/* Belum terlayani titik *shelter*

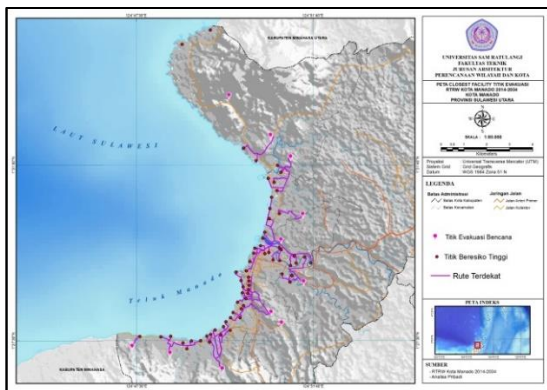


Gambar 6 *Service Area* Titik Evakuasi RTRW Kota Manado 2014-2034

1) *Closest facility analyst*

Untuk menentukan fasilitas titik evakuasi terdekat dari tiap titik awal Evakuasi (79 titik) menuju ke Titik Evakuasi Tsunami

Rekomendasi RTRW Kota Manado (13 titik evakuasi tsunami), di lakukan *Closest facility analyst* yang mana menggunakan data jaringan jalan Kota Manado yang di kelompokkan berdasarkan 3 kelas jalan yaitu; Jalan Arteri, Jalan Kolektor dan jalan Lingkungan yang mana 3 kelas jalan ini bisa di akses dengan menggunakan kendaraan dan juga berjalan kaki, hasil dari Closest Facility Analyst ini menghasilkan rute evakuasi tercepat berdasarkan Tempat Evakuasi Terdekat dalam waktu 17 menit



Gambar 7 Closest Facility Menuju Titik Evakuasi RTRW Kota Manado 2014-2034

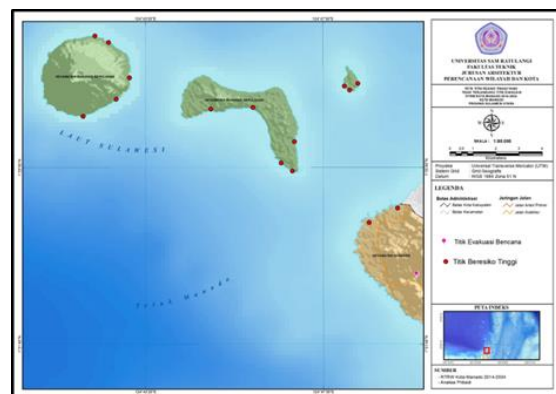
Berdasarkan hasil analisa Closest Facility di temukan 15 titik awal yang belum terjangkau dalam waktu evakuasi dan titik yang belum memiliki Tempat Evakuasi Tsunami, yang mana 13 titik berada di Kecamatan Bunaken Kepulauan dan 3 Titik berada di Kecamatan Bunaken

Tabel 2 Titik Awal yang tidak terjangkau titik evakuasi

No	Kecamatan	Kelurahan	Keterangan	Koordinat	
				X	Y
1	Bunaken	Tongkaina	Tidak terjangkau titik evakuasi	702551,069	174855,492
2	Bunaken	Tongkaina	Tidak terjangkau titik evakuasi	701316,655	174226,262
3	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	700468,469	179986,092
4	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	700818,791	180267,753
5	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	698070,351	177741,046
6	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	697978,334	176466,372
7	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	697486,686	176814,251
8	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	696259,221	179223,691
9	Bunaken Kepulauan	Bunaken	Belum terdapat titik evakuasi	700240,203	180157,007

10	Bunaken Kepulauan	Alung Banua	Belum terdapat titik evakuasi	694426,983	179155,333
11	Bunaken Kepulauan	Manado tua dua	Belum terdapat titik evakuasi	690313,423	179585,399
12	Bunaken Kepulauan	Manado tua dua	Belum terdapat titik evakuasi	688874,028	178833,369
13	Bunaken Kepulauan	Manado Tua satu	Belum terdapat titik evakuasi	690892,221	180511,449
14	Bunaken Kepulauan	Manado Tua satu	Belum terdapat titik evakuasi	689983,707	182047,374
15	Bunaken Kepulauan	Manado Tua satu	Belum terdapat titik evakuasi	689386,157	182335,245

Sumber : Hasil Analisa 2021



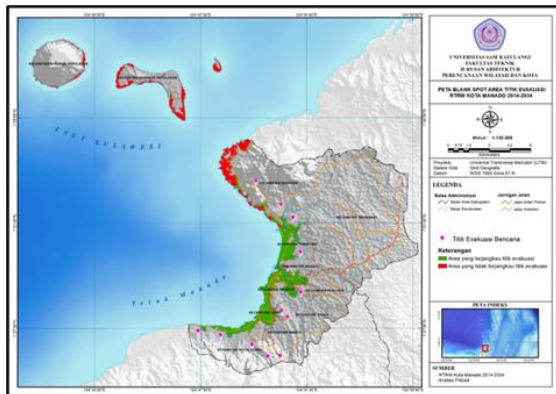
Gambar 8 Peta Titik awal yang tidak terjangkau titik evakuasi RTRW Kota Manado 2014-2034

2) Penentuan *Blank Spot Area*

Setelah *service area analyst* kemudian di dapati daerah yang menjadi titik buta atau daerah yang tidak terjangkau dari area pelayanan titik evakuasi bencana tsunami,yaitu dengan melakukan perhitungan blank area dengan cara luas daerah zona rawan tsunami kota manado yaitu 1797 Ha di kurangi dengan luasan service area 1160 Ha , Sehingga di dapati luasan area yang tidak terlayani jangkauan titik evakuasi Kota Manado yaitu seluas 637 Ha yang terletak di kecamatan bunaken dan kecamatan bunaken kepulauan.

Tabel 3 Area Pelayanan Titik Evakuasi Kota Manado

No	Keterangan Area Pelayanan	Luas (Ha)
1	Area yang tidak terjangkau titik evakuasi	637
2	Area yang terjangkau titik evakuasi	1160
Total		1797



Gambar 9. Blank Spot Area Titik Evakuasi RTRW Kota Manado 2014-2034 Kota Manado

3) Interpretasi Tempat Untuk Tempat Evakuasi Tambahan

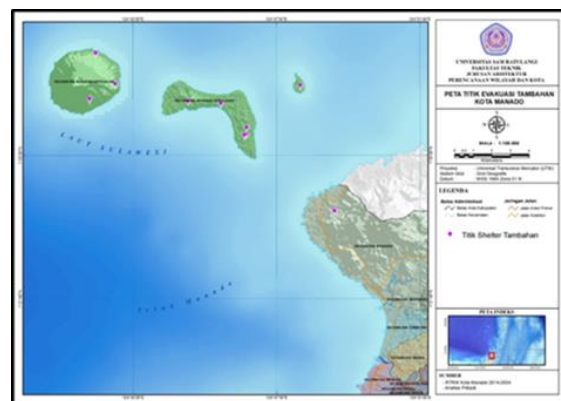
Dengan di dapatkannya daerah yang termasuk dalam blank area hasil dari sevice area analyst dan juga closest facility analyst, maka dapat di tentukan area yang menjadi fokus utama dalam penambahan titik evakuasi bencana tsunami di Kota Manado, i,sehingga di dapatkan titik penambahan shelter yang berada berada di atas ketinggian 15 meter di atas permukaan laut dan tidak termasuk dalam daerah rawan bencana maka di temukan 10 titik penambahan shelter agar bisa mencukupi kebutuhan daerah zona rawan tsunami di Kota Manado

Tabel 4 Interpretasi Tempat Evakuasi Tambahan

No	Kecamatan	Kelurahan	Ketinggian	Jenis Tempat evakuasi	Koordinat	
					X	Y
1	Bunaken	Tongkaina	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	702 446, 13	173 598, 67
2		Bunaken	31 - 60 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	697 710, 77	177 702, 89
3		Bunaken	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	696 319, 61	179 354, 98
4		Alung Banua	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	694 552, 03	179 461, 98
5		Bunaken	30 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	697 718, 58	178 065, 39
6	Bunaken Kepulauan	Manado Dua	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	689 247, 73	179 589, 27

7	Manado Tua Satu	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	690 644, 93	180 389, 41
8	Manado Tua Satu	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	689 584, 83	182 042, 05
9	Bunaken	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	700 607, 10	180 320, 09
10	Bunaken	31 - 59 Mdpl	Lahan Kosong/Perbukitan	697 591, 60	177 654, 58

Sumber : Hasil Analisa 2021



Gambar 10. Peta lokasi Tempat Evakuasi tambahan Kota Manado

4) Hasil Analisa Jalur Evakuasi Kota Manado

Setelah di dapatkannya lokasi dari masing-masing shelter evakuasi (shelter eksisting dan Shelter tambahan) kemudian di lakukan analisa akhir dalam penentuan jalur evakuasi kota manado secara keseluruhan dengan menggunakan metode closest facility, dan aspek jalur evakuasi oleh BNPB yaitu mengenai kelayakan jalur yang menggunakan fungsi jalan berupa; Jalan arteri, Kolektor dan Jalan Lingkungan yang merupakan fungsi jalan yang bisa di akses menggunakan kendaraan dan pejalan kaki, dan adapula jarak tempuh/akses tercepat menuju titik evakuasi melalui jaringan jalan yang ada (Modul BNPB 2009)

Penentuan laju evakuasi di tentukan

$$T = \frac{S}{v}$$

Dengan ;

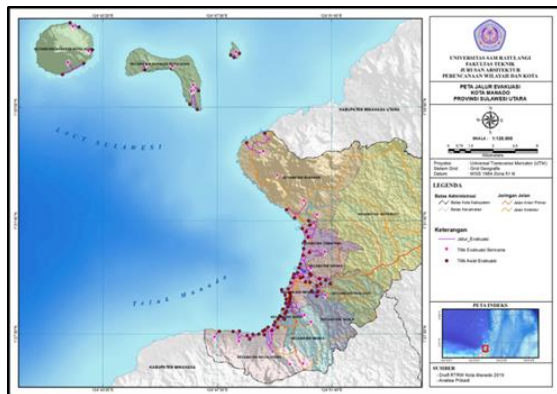
T = Waktu tempuh rata-rata

v = Kecepatan rata-rata (Kecepatan rata-rata kendaraan dan pejalan kaki)

s = Jarak (Jarak titik awal ke titik evakuasi)

Dengan menggunakan data kecepatan rata-rata manusia dan kendaraan di Kota Manado

Data Kemudian di analisis dengan menggunakan metode closest facility analyst sehingga bisa mendapatkan masing-masing jalur evakuasi ke titik evakuasi yang ada,



Gambar 11 Peta Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Kota Manado

Tabel 5. hasil analisa Jalur evakuasi Kota Manado

No	Kecamatan	Kelurahan	Titik Awal Evakuasi	Titik Akhir evakuasi	Panjang Jalur (m)	Waktu Evakuasi	
						Kendaraan	Orang bergerak bebas
1	Bunaken	Tongkaina	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 14	1717,61	4,13	8,76
2		Tongkaina	Titik Resiko Tinggi 6	Titik Evakuasi 14	3275,74	7,87	16,71
3		Bailang	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 3	1177,32	2,83	6,01
4	Molas	Molas	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 3	1190,20	2,86	6,07
5		Molas	Titik Resiko Tinggi 3	Titik Evakuasi 2	1461,55	3,51	7,46
6		Molas	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 2	2006,38	4,82	10,24
7	Malalayang	Malalayang Dua	Titik Resiko Tinggi 8	Titik Evakuasi 6	934,38	2,25	4,77
8		Malalayang Dua	Titik Resiko Tinggi 6	Titik Evakuasi 6	1088,24	2,62	5,55
9		Malalayang Satu	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 6	1636,78	3,93	8,35
10	Paal Dua	Malalayang Satu Timur	Titik Resiko Tinggi 11	Titik Evakuasi 5	1797,59	4,32	9,17
11		Malalayang Dua	Titik Resiko Tinggi 7	Titik Evakuasi 11	687,14	1,65	3,51
12		Malalayang Satu	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 6	1120,23	2,69	5,72
13		Malalayang Satu Timur	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 6	1932,71	4,65	9,86
14		Malalayang Satu Timur	Titik Resiko Tinggi 9	Titik Evakuasi 5	1736,42	4,17	8,86
15		Bahu	Titik Resiko Tinggi 13	Titik Evakuasi 5	2119,64	5,10	10,81
16		Malalayang Satu Timur	Titik Resiko Tinggi 10	Titik Evakuasi 5	1784,63	4,29	9,11
17		Bahu	Titik Resiko Tinggi 12	Titik Evakuasi 5	2210,10	5,31	11,28
18		Malalayang Satu Barat	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 6	1419,66	3,41	7,24
19		Malalayang Satu Timur	Titik Resiko Tinggi 3	Titik Evakuasi 5	1417,01	3,41	7,23
20		Malalayang Satu Timur	Titik Resiko Tinggi 14	Titik Evakuasi 5	2426,57	5,83	12,38
21	Sario	Dendeng Luar	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 10	2097,20	5,04	10,70
22		Dendeng Dalam	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 10	801,52	1,93	4,09
23		Sario Tumpaan	Titik Resiko Tinggi 3	Titik Evakuasi 9	2440,25	5,87	12,45
24	Sario	Sario Utara	Titik Resiko Tinggi 6	Titik Evakuasi 9	1564,44	3,76	7,98
25		Tairwangen Selatan	Titik Resiko Tinggi 8	Titik Evakuasi 9	1473,02	3,54	7,52
26		Sario Tumpaan	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 9	2222,89	5,34	11,34
27		Tairwangen Selatan	Titik Resiko Tinggi 9	Titik Evakuasi 9	1537,45	3,70	7,84
28		Tairwangen Utara	Titik Resiko Tinggi 12	Titik Evakuasi 9	1755,55	4,22	8,96
29		Sario Utara	Titik Resiko Tinggi 7	Titik Evakuasi 9	2201,97	5,29	11,23
30		Sario Tumpaan	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 9	2261,13	5,44	11,54
31		Sario Utara	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 9	1860,78	4,47	9,49
32		Tairwangen Selatan	Titik Resiko Tinggi 10	Titik Evakuasi 9	1903,43	4,58	9,71
33		Tairwangen Utara	Titik Resiko Tinggi 12	Titik Evakuasi 9	2020,61	4,86	10,31
34		Sario Tumpaan	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 5	2732,52	6,57	13,94
35		Tairwangen Utara	Titik Resiko Tinggi 11	Titik Evakuasi 9	1713,54	4,12	8,74

39	Tikala	Ketang Baru	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 4	1479,16	3,56	7,55
40		Ternate Baru	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 4	1101,58	2,65	5,62
41		Ternate Tanjung	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 4	2103,11	5,06	10,73
42	Tuminting	Karame	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 4	1093,66	2,63	5,58
43		Tikala Ares	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 10	1195,65	2,87	6,10
44		Tikala Ares	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 10	1437,71	3,46	7,34
45	Wenang	Kampung Islam	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 12	1706,13	4,10	8,70
46		Sindulang Satu	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 4	1112,89	2,68	5,68
47		Sindulang Dua	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 4	1516,27	3,64	7,74
48	Wenang	Bitung Karangria	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 4	1968,73	4,73	10,04
49		Bitung Karangria	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 4	2476,83	5,95	12,64
50		Maasing	Titik Resiko Tinggi 6	Titik Evakuasi 3	2265,00	5,44	11,56
51	Wenang	Tumumpa Dua	Titik Resiko Tinggi 7	Titik Evakuasi 3	2311,99	5,56	11,80
52		Tumumpa Dua	Titik Resiko Tinggi 8	Titik Evakuasi 3	2829,58	6,80	14,44
53		Wenang Selatan	Titik Resiko Tinggi 3	Titik Evakuasi 9	2193,56	5,27	11,19
54	Wenang	Wenang Selatan	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 9	1956,17	4,70	9,98
55		Wenang Selatan	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 9	2325,52	5,59	11,86
56		Wenang Selatan	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 9	2849,52	6,85	14,54
57	Wenang	Wenang Selatan	Titik Resiko Tinggi 5	Titik Evakuasi 4	2524,42	6,07	12,88
58		Wenang Utara	Titik Resiko Tinggi 6	Titik Evakuasi 4	2093,20	5,03	10,68
59		Wenang Utara	Titik Resiko Tinggi 9	Titik Evakuasi 4	1767,98	4,25	9,02
60	Wenang	Wenang Utara	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 4	1489,35	3,58	7,60
61		Wenang Utara	Titik Resiko Tinggi 13	Titik Evakuasi 4	1289,50	3,10	6,58
62		Pinaesuan	Titik Resiko Tinggi 7	Titik Evakuasi 4	1391,37	3,34	7,10
63	Wenang	Istiqbal	Titik Resiko Tinggi 12	Titik Evakuasi 4	1017,01	2,44	5,19
64		Calaca	Titik Resiko Tinggi 14	Titik Evakuasi 4	1179,56	2,84	6,02
65		Pinaesuan	Titik Resiko Tinggi 10	Titik Evakuasi 4	1004,34	2,41	5,12
66	Kepulauan Bunaken	Pinaesuan	Titik Resiko Tinggi 8	Titik Evakuasi 4	1242,14	2,99	6,34
67		Bunaken	Titik Resiko Tinggi 10	Titik Evakuasi 12	283,95	0,71	1,50
68		Bunaken	Titik Resiko Tinggi 9	Titik Evakuasi 22	781,50	1,88	3,99
69	Kepulauan Bunaken	Bunaken	Titik Resiko Tinggi 8	Titik Evakuasi 22	493,56	1,19	2,52
70		Manado Tua Satu	Titik Resiko Tinggi 13	Titik Evakuasi 21	555,59	1,34	2,83
71		Manado Tua Satu	Titik Resiko Tinggi 12	Titik Evakuasi 21	579,44	1,39	2,96
72	Kepulauan Bunaken	Manado Tua Satu	Titik Resiko Tinggi 11	Titik Evakuasi 20	408,74	0,98	2,09
73		Manado Tua Dua	Titik Resiko Tinggi 4	Titik Evakuasi 19	1315,72	3,16	6,71
74		Manado Tua Dua	Titik Resiko Tinggi 7	Titik Evakuasi 19	1468,03	3,53	7,49
75	Kepulauan Bunaken	Ahang Bama	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 17	536,96	1,29	2,74
76		Bunaken	Titik Resiko Tinggi 6	Titik Evakuasi 16	148,40	0,36	0,76
77		Bunaken	Titik Resiko Tinggi 2	Titik Evakuasi 18	593,56	1,43	3,03
78	Kepulauan Bunaken	Bunaken	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 23	982,34	2,36	5,01
79		Bunaken	Titik Resiko Tinggi 1	Titik Evakuasi 15	1451,96	3,49	7,41
Waktu evakuasi rata-rata						4	8

Sumber : Hasil Analisa 2021
KESIMPULAN dan SARAN

A. Kesimpulan

Pemetaan Jalur Evakuasi Bencana Tsunami ini di buat dengan menggunakan meotde Network Analyst dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis tools yaitu ArcGIS 10.8

Dalam penelitian ini di lakukan analisis pada data shelter evakuasi yang di rekomendasikan oleh Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado, yang mana memiliki 13 titik Shelter Evakuasi yang berada pada ketinggian 30-150 Mdpl dan tersebar di 6 kecamatan dan 10 kelurahan, Shelter evakuasi ini belum mencakup seluruh wilayah yang terdampak tsunami di Kota Manado sehingga di lakukan penambahan titik evakuasi sebanyak 15 di wilayah yang tidak terjangkau

titik evakuasi yang ada yaitu di 2 kecamatan dan 15 kelurahan di Kota Manado

berdasarkan Hasil Analisa *Network Analyst* Kota Manado memiliki total 79 jalur evakuasi yang tersebar di 9 kecamatan, dengan rata-rata waktu evakuasi 4-8 menit menuju ke titik evakuasi terdekat

B. Saran

Saran yang di dapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut ;

- Dalam penentuan titik kumpul evakuasi Kota Manado pemerintah Kota Manado harus lebih memperhatikan jangkauan dari masing-masing titik evakuasi, yang mana setelah di Analisa ada titik yang tidak terjangkau oleh daerah terdampak bencana tsunami atau berada pada Kawasan dengan kerawanan bencana tsunami yang sangat tinggi
- Di butuhnya beberapa tambahan keterangan dalam penjelasan jalur evakuasi tsunami seperti :
- Dalam penelitian ini di perlukan adanya penambahan keterangan nama jalan sehingga dapat lebih mudah di baca jalur jalannya proses evakuasi
- Untuk penelitian selanjutnya di harapkan dapat menggunakan metode ini dalam wilayah yang lebih kecil sehingga bisa menggunakan metode ini berdasarkan alur jalan yang ada tidak hanya satu alur jalan
- Untuk penelitian selanjutnya juga sangat di harapkan pembuatan jalur ini dapat di buat dalam metode 3D sehingga penggunaan datanya bisa di gunakan secara maksimal dalam perencanaan

DAFTAR PUSTAKA

Abrahams. John. (1994). Fire Escape in Difficult Circumstances Design Against Fire. United State Of America.

Ahmad Muhajir, Agung Budi Cahyono., Analisa Persebaran Bangunan Evakuasi Bencana Tsunami menggunakan *Network Analyst* SIG. Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan

Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Aronoff.1989. Pengertian SIG. Doktasia Universitas Gunadarma 2 juni 2017

BNPB, UU 24, Tahun 2007 BNPB, Tahun 2011, http://www.gitews.org/tsunamiki/en/E6/further_resources/national_level/peraturan_kepala_BNPB/Perka%20BNPB%2082011_Standarisasi%20Data%20Kebencanaan.pdf

ESRI, ArcGIS Tutorial Help, <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop> Sabina Sayidina,.

Identifikasi Lokasi dan Jalur evakuasi Mitigasi bencana Banjir Lahar gunung berapi dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis, Kab. Sleman, D.I.Y., Geodesi ITN Malang

Nia Rahmadhani, Andri Suprayogi, ST., MT, L.M. Sabri, ST., MT. , Analisis Aksesibilitas Shelter Evakuasi Tsunami di Kota Padang Berbasis Sistem Informasi Geografis. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang Sengaji, Ernawati,.

Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami Di Kabupaten Sikka Nusa Tenggara Timur Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor 2009

Peraturan Daerah Kota Manado no 1 tahun 2014 Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado 2014-2034

Tutorial *Network Analyst* Menggunakan software ArcGIS https://www.youtube.com/watch?v=ZmhX8YJmZJE&list=PLp1vWDz89KIT4ImXbORJKKUyfhkB5_CQV Taufanur. 2014.