

TESIS

**ANALISIS JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI PALU
BERBASIS CITRA SATELIT**

**INDRASURYA SETIABUDHI
D012172012**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

TESIS

ANALISIS JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DI PALU BERBASIS CITRA SATELIT

Disusun dan diajukan oleh :

INDRASURYA SETIABUDHI

Nomor Pokok D012172012

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 22 Desember 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT.

Ketua

Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D.

Sekretaris

Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil

Hj. Rita Irmawaty, ST., MT.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsvad Thaha, MT.



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Indrasurya Setiabudhi

Nomor : D012172012

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan hasil tesis ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Desember 2020

Yang menyatakan



Indrasurya Setiabudhi



KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Izin-Nya sehingga penulisan hasil penelitian dengan judul “ ***Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami di Palu Berbasis Citra Satelit***” dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat dan salam atas junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi sekalian umat dalam segala aspek kehidupan, sehingga menjadi motivasi penulis dalam menuntut ilmu di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang begitu besar kepada bapak **Dr. Ir. Syafruddin Rauf., MT.** selaku ketua komisi penasehat yang telah banyak memberikan waktu, gagasan dan pengetahuan serta dorongan semangat dan motivasi kepada penulis. Ucapan dan penghargaan yang sama kami sampaikan kepada bapak **Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmitha., M.Si., M.Eng.Sc., Ph.D.** selaku sekretaris komisi penasehat yang telah banyak memberikan waktu, gagasan dan pengetahuan serta dorongan semangat dan motivasi kepada penulis.

Penghargaan yang setinggi-tingginya kepada: ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA.** (Rektor Universitas Hasanuddin), bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc** (Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin), bapak **Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.**



Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin), bapak **Prof. Dr. M. Tjaronge. ST.,MT.** (Ketua Departemen Sipil Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin), ibu **Dr. Eng. Rita Irmawati, ST., MT.** (Ketua Program Studi S2 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin), dan Bapak/Ibu Dosen Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah mengarahkan dan membimbing dalam proses perkuliahan. Bapak/Ibu staf Pascasarjana Universitas Hasanuddin, dan Staf Prodi S2 Teknik Sipil yang sangat membantu dalam proses administrasi, kami sampaikan terima kasih.

Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat utamanya bagi penulis sendiri, dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Makassar, Desember 2020

Indrasurya Setiabudhi



ABSTRAK

INDRASURYA SETIABUDHI. Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami di Palu Berbasis Citra Satelit (dibimbing Oleh Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT dan Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmata, M.Si.,M.Eng.Sc.,Ph.D).

Palu merupakan salah satu daerah yang sering terjadi gempa dan mempunyai seismisitas tinggi yang menyebabkan sering terjadinya gempa. Kota ini mengalami gempa dan tsunami yang menyebabkan korban jiwa terbesar. Sejumlah 1.636 orang yang tidak memiliki pengetahuan tentang daerah aman atau titik kumpul ketika terjadi bencana. Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisis lokasi titik kumpul dan jalur yang aman akibat banjir dan tsunami di Kota Palu. Metode analisis dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis InaSAFE dengan bantuan program QGIS open Source dan sesuai dengan 7 indikator dari persyaratan titik kumpul. Lokasi penelitian ini berada di Kota Palu Sulawesi Tengah, khususnya jalan di sekitar pantai dan jalan dekat sungai yang melintasi Kota Palu. Dari penelitian ini didapat 5 titik kumpul yang direncanakan berdasarkan indikator EMBT di antaranya 2 masjid, 1 lapangan dan 2 sekolah untuk kenaikan air laut pada level 5. Untuk kenaikan level air laut pada level 10 terdapat 36 titik kumpul di antaranya 15 masjid, 6 lapangan dan 15 sekolah, kemudian untuk kenaikan level air laut pada level 15 terdapat 59 titik kumpul yaitu 21 masjid, 10 lapangan, dan 28 sekolah. Untuk jalur evakuasi tersebut telah di petakan berdasarkan analisis jalur evakuasi, yang terdiri dari dua jalur per titik kumpul.

Kata kunci : Tsunami, InaSAFE, Qgis, OSM, Titik Kumpul



ABSTRACT

INDRASURYA SETIABUDHI. Analysis of the Tsunami Disaster Evacuation Track in Palu Based on Satellite Imagery (supervised by Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT, and Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Sc., M.Eng.Sc., Ph.D.).

Palu is one of the areas which frequently occurs earthquakes and has high seismicity which causes frequent earthquakes. This area has caused earthquakes and tsunamis which through the largest fatalities. The total number of 1,636 people who don't have knowledge and information about safety areas or compilation of safe nodes evacuation lane for disasters. The purpose of this study was for analyze the location of safe nodes evacuation lane points from floods and tsunamis in Palu City. The analytical method in this study was used inaSAFE analysis with the open-source QGIS assistance program and complies with 7 indicators from safe nodes evacuation lane requirements. The location of this research was in Palu Central of Sulawesi, specifically a road around the coast and near the river that crosses the city of Palu. In this research, the results obtained 5 points that have planned based on EMBT indicators between 2 mosques, 1 field and 2 schools at level 5 of sea-level rise. The increased of sea-level at level 10 resulted in 36 points around 15 mosques, 6 fields, and 15 schools, then the rising sea level at level 15 there is 59 gathering points of 21 mosques, 10 fields, and 28 schools. For the evacuation lane it already mapping based on evacuation lane analysis, which consist of two lane per node.

Keywords: Tsunami, InaSAFE, Qgis, OSM, Safe node



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Klasifikasi Gempa Bumi	7
B. Tsunami	9
C. Banjir	11
D. Titik Kumpul Pengungsian	12
E. Jalur evakuasi	14
F. Sistem Informasi Geografis	15
G. Penginderaan Jauh	30
H. Kajian Ringkas Terhadap Referensi Terdahulu	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
A. Tahapan Penelitian	42
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	43
C. Metode Analisis	44



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Daerah Terdampak Banjir Dan Tsumani	49
B. Penentuan Titik Kumpul Pengungsian	53
C. Jalur Evakuasi	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	125
A. Kesimpulan	125
B. Saran	125
DAFTAR PUSTAKA	127



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kajian Referensi	34
Tabel 2 . Data Jalan dan Bangunan yang Terdampak	53
Tabel 3. Ketinggian Lokasi Titik Kumpul lvi air 10	55
Tabel 4. Ketinggian Lokasi Titik Kumpul lvi air 15	56
Tabel 5. Waktu Tempuh Air Laut Lvl 10	59
Tabel 6. Waktu Tempuh Air laut lvi 15	62
Tabel 7. Waktu Tiba Tsunami pada Lokasi Titik Kumpul lvi 10	66
Tabel 8. Waktu Tiba Tsunami pada Lokasi Titik Kumpul lvi 15	67
Tabel 9 . Kebutuhan Ruang Evakuasi Water lvi 10	70
Tabel 10. Kebutuhan Ruang Evakuasi Water lvi 15	71
Tabel 11. Lebar jalan yang di gunakan dalam jalur evakuasi air lvi 10	74
Tabel 12. Lebar jalan yang di gunakan dalam jalur evakuasi air lvi 15	81
Tabel 13. Kapasitas dasar Jalur ke titik kumpul	89
Tabel 14. Jalur Evakuasi Pada ketinggian Air 10 meter lvi 10	98
Tabel 15. Jalur Evakuasi Pada ketinggian Air 15 meter lvi 15	107
Tabel 16. Informasi Jalur Evakuasi ke titik kumpul Masjid Al Amin Bumi Bahari Palu	124



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Setelah terjadi tsunami di Palu	9
Gambar 2. Banjir di jalan Soekarno hatta di Palu	11
Gambar 3. Skema Penginderaan Jauh	31
Gambar 4. Bagan Kerangka Kerja Tahapan Penelitian	42
Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian	43
Gambar 6. Kecamatan di Kota Palu	44
Gambar 7. Metode InaSAFE	45
Gambar 8. Flowchart Metode Penelitian	48
Gambar 9. SRTM Kota Palu	49
Gambar 10. Data Acaman	50
Gambar 11. Data Keterpapan (Jalan)	51
Gambar 12 . Area Batasan Analisis	52
Gambar 13 . Hasil Analisis Jalan yang terdampak	52
Gambar 14 . Sebaran Mesjid di Palu	54
Gambar 15. Sebaran Sekolah Di Palu	54
Gambar 16 . Sebaran Lapangan Di Palu	55
Gambar 18 . Titik Kumpul Terdekat dengan Simulasi Kenaikan Air Laut Level 10	59
Gambar 19. Titik Kumpul Terdekat dengan Simulasi Kenaikan Air Laut Level 15	61
Gambar 20. Jalur Evakuasi Simulasi Kenaikan Air Laut Level 10	97
Gambar 21. Jalur Evakuasi Simulasi Kenaikan Air Laut Level 15	97



Gambar 22. Prototipe Peta di lokasi jalur evakuasi

123



Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah Indonesia terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik yang mengakibatkan terdapat nya jalur-jalur rawan gempa bumi bahkan tsunami. Tercatat beberapa gempa yang disusul tsunami ke daerah pesisir, antara lain terjadi di Aceh, Lombok dan wilayah yang baru-baru ini mengalami kejadian gempa bumi di susul tsunami adalah wilayah Palu pada tahun 2018 dengan kejadian gempa bumi dengan kekuatan 7,4 SR kemudian di susul tsunami dengan tinggi mencapai 11,3 meter. Hal itu merupakan hasil observasi tim survey Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG, 2018).

Peristiwa gempa bumi besar dapat menimbulkan dampak primer seperti guncangan, kenaikan dan penurunan tektonik, patahan permukaan, dan dampak sekunder seperti tsunami.

Selain berada di antara lempeng-lempeng utama dunia, posisi Indonesia terletak di Cincin Api Pasifik (Ring of Fire) yaitu daerah gempa bumi dan letusan gunung berapi yang mengelilingi cekungan Samudra Pasifik. Sekitar 90% dari gempa bumi yang terjadi dan 81% dari gempa bumi terbesar terjadi di sepanjang Cincin Api ini.



Palu merupakan salah satu daerah yang sering terjadi Gempa dan mempunyai seismisitas tinggi. Jumlah korban meninggal dunia mencapai

2.045 orang. Angka ini tersebar di kota Palu 1.636 orang, Donggala 171 orang, Sigi 222 orang, Parigi Moutong 15 orang, dan Pasangkayu, Sulawesi Barat 1 orang (BNPB,2018). Gempa yang menyebabkan perubahan dasar laut dan air menyusut ini lah yang menimbulkan gelombang besar terbentuk dan naik sampai pada ketinggian tertentu dan gelombang akan melambat di pantai yang landai namun meningkat lagi di area yang tinggi (BNPB,2018). Bagaimana terjadi nya kenaikan permukaan laut setinggi 6 cm, yang dideteksi BMKG setelah gempa, dan membentuk gelombang setinggi 11,3 meter, itu karena bentuk teluk palu. Wujud nya yang panjang dan menyempit menyebabkan kecepatan dan tinggi gelombang semakin bertambah saat menuju Kota Palu.

Daerah yang menjadi lokasi penelitian pada penelitian ini khusus di Kota Palu. Daerah tersebut telah terjadi gempa dan tsunami yang menyebabkan korban jiwa terbesar yaitu sebanyak 1.636 orang dan kerusakan yang sangat parah dari segi insfrastrukturnya.

Di daerah Palu juga apabila terjadi banjir merendam puluhan rumah disejumlah lokasi permukiman penduduk. Bahkan air yang meluap dari drainase mengalir bagaikan sungai di beberapa badan jalan di dalam Kota Palu, Sabtu Kondisi itu seperti yang terlihat di Jalan Karajalembah di kawasan itu banyak rumah warga yang dekat dengan jalan terendam banjir.

Kawasan lainnya yang juga terendam banjir adalah wilayah Jalan Malaya, di an Birobuli Selatan. Di wilayah itu juga banyak rumah warga yang ndam. Sementara air Sungai Palu terlihat mulai bertambah dan



keruh sehingga warga yang tinggal di dekat daerah aliran sungai (DAS) diminta pihak berwenang untuk tetap waspada karena banjir kiriman sewaktu-waktu bisa terjadi apabila hujan deras di hulu. Sungai Palu selama ini rawan banjir, sebab ada beberapa sungai yang bermuara di Sungai Palu. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD, 2019)

Semua kajian di atas menunjukkan bahwa memang daerah Palu rentan terjadi gempa yang memungkinkan terjadi tsunami dan banjir. Agar tidak banyak menimbulkan korban jiwa di kemudian hari jika terjadi banjir dan gempa yang disertai tsunami maka perlu diantisipasi pencegahan berupa penentuan jalur evakuasi jadi peneliti bermaksud melakukan kajian terhadap jalur evakuasi dan titik kumpul ketika terjadi bencana yang serupa terjadi lagi, sehingga dapat meminimalisir adanya dampak korban jiwa yang besar. Untuk itu dalam penelitian ini melalui aplikasi QGIS dan plugin Inasafe (Badan Nasional Penanggulangan Bencana / BNPB) akan menganalisa jalur dan titik kumpul yang aman bila terjadi tsunami atau banjir di daerah tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan maka penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :



1. Bagaimana menentukan titik kumpul yang aman di Palu ketika terjadi bencana banjir dan tsunami?
2. Bagaimana cara menganalisis jalur evakuasi ke titik kumpul tersebut

ketika terjadi bencana banjir dan tsunami?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis lokasi titik kumpul yang aman akibat banjir dan tsunami di Kota Palu
2. Menganalisis jalur evakuasi apabila terjadi bencana banjir dan tsunami.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam :

1. Memberikan informasi tentang titik kumpul aman di Palu jika terjadi bencana banjir dan tsunami
2. Memberikan peta jalur evakuasi yang harus dilalui apabila terjadi bencana di Palu

E. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini batasan masalahnya adalah menganalisis jalur evakuasi terkait bencana tsunami dan banjir yang berada di daerah Palu, menggunakan aplikasi Quantum Gis 342, tidak membahas terkait masalah



komponen penduduk dan penggunaan moda yang harus digunakan untuk mencapai akses tersebut, tidak membahas terkait masalah

peyebaran sosialisasi dan pengetahuan masyarakat tentang jalur evakuasi.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tesis ini, terdiri dalam lima bab yang diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, memberikan gambaran informasi yang terkait tentang analisis quantum gis khususnya inasafe sehingga mampu menganalisis dampak tsunami yang tentunya sangat berguna untuk penelitian ini. Serta informasi-informasi lainnya sebagai bahan acuan dalam melengkapi penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, mengolah data-data yang didapatkan memasukan ke aplikasi quantum gis. Kemudian bagaimana menentukan jalur efakuasi dan titik kumpul setelah menganalisis beberapa faktor yang dijadikan sebagai acuan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN



Berisi mengenai hasil-hasil yang telah diperoleh pada penelitian
 Bab ini membahas mengenai karakteristik kerusakan jalan dan

bangunan, beberapa metode pola sebaran spasial dan indeks citra citra satellite.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menyajikan hal-hal penting yang telah diperoleh dalam penelitian ini yang disajikan dalam bentuk kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan guncangan pada permukaan bumi yang dihasilkan dari gelombang seismik akibat pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi. Dinamika bumi memungkinkan terjadinya gempa bumi. Setiap hari tidak kurang dari 8.000 kejadian gempa bumi di dunia, dengan skala kurang dari 2-9 Skala Richter yang secara statistik hanya terjadi satu kali dalam 20 tahun di dunia. Kurang lebih 10% kejadian gempa bumi dunia terjadi di Indonesia, sehingga Indonesia termasuk wilayah rawan gempa bumi (Supartoyo, Sulaiman, & Junaedi, 2014)

Gempa bumi di Indonesia juga disebabkan adanya gunungapi. Berdasarkan penyebab terjadinya gempa bumi, maka gempa bumi dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

1. Gempa Bumi Vulkanik

Gempa bumi vulkanik disebabkan oleh naiknya fluida gunungapi (gas, uap dan magma) dari bawah menuju ke permukaan (kawah) mengakibatkan retakan yang menimbulkan getaran di sekitar rekahan dan merambat ke segala arah. gempa bumi ini bersumber dalam tubuh gunung



pada umumnya berkekuatan kecil, tidak terasa dan hanya tercatat alatan seismograf.

2. Gempa Bumi Tektonik

Gempa bumi ini disebabkan aktivitas tektonik pada zona batas antar lempeng dan patahan yang mengakibatkan getaran yang menyebar ke segala arah. Kekuatan gempa bumi tektonik dapat mencapai 9,2 Mw seperti yang pernah terjadi di Aceh pada tanggal 26 Desember 2004 (Supartoyo et al., 2014).

3. Gempa Bumi Runtuhan

Gempa bumi ini jarang sekali terjadi dan hanya 3% kejadian gempa bumi di dunia. Salah satu teori yang hingga kini dapat diterima oleh para ahli kebumihan untuk menjelaskan mekanisme dan sebaran kejadian gempa bumi adalah teori tektonik lempeng (theory of plate tectonic). Gempa bumi akan terjadi apabila penumpukan energi pada batas lempeng {bersifat konvergen (bertumbukan), divergen (saling menjauh) dan transform (berpapasan)} atau pada patahan dan blok batuan tersebut tidak mampu lagi menahan batas elastisitasnya, sehingga akan melepaskan sejumlah energi dalam bentuk rangkaian gelombang seismik yang dikenal sebagai gempa bumi. Jenis sesar aktif penyebab gempa bumi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sesar naik (thrust/ reverse fault), sesar turun (normal fault) dan sesar mendatar (strike slip fault). (Supartoyo et al., 2014)



B. Tsunami



Gambar 1. Setelah terjadi tsunami di Palu

1. Pengertian Tsunami

Tsunami adalah gelombang air besar yang di akibatkan oleh gangguan di dasar laut seperti gempa bumi. Gangguan ini membentuk gelombang yang menyebar ke segala arah dengan kecepatan gelombang mencapai 600–900 km/jam. Awalnya gelombang tersebut memiliki amplitudo kecil (umumnya 30–60 cm) sehingga tidak terasa di laut lepas, tetapi amplitudonya membesar saat mendekati pantai. Saat mencapai pantai, tsunami kadang menghantam daratan berupa dinding air raksasa (terutama pada tsunami-tsunami besar), tetapi bentuk yang lebih umum

lainnya permukaan air secara tiba-tiba. Kenaikan permukaan air mencapai 15–30 meter, menyebabkan banjir dengan kecepatan arus



hingga 90 km/jam, menjangkau beberapa kilometer dari pantai, dan menyebabkan kerusakan dan korban jiwa yang besar. (Rene, 2016)

2. Faktor – faktor Penyebab Tsunami

Tsunami adalah sebuah bencana alam yang dahsyat. Tsunami merupakan gambaran ombak yang sangat besar yang menerjang hingga ke wilayah daratan. Tidak dapat dipungkiri bahwa bagian daratan yang terkena sapuan ombak akan luluh lantak karena kekuatan yang dimiliki oleh ombak tersebut.

Pada saat terjadinya tsunami ini biasanya tidak bencana alam tunggal. Maksudnya, umumnya tsunami tidak datang sendiri dengan tiba-tiba.

Namun biasanya ada yang menghantarkan, sehingga terjadilah tsunami tersebut. Beberapa peristiwa alam menjadi penyebab akan terjadinya bencana tsunami tersebut. Hal- hal yang akan menghantarkan terjadi tsunami antara lain adalah sebagai berikut :

- a) Gempa bumi bawah laut
- b) Gempa yang terjadi mempunyai skala di atas 6,5 skala richter
- c) Jenis Sesar gempa yaitu sesar naik turun
- d) Letusan gunung berapi bawah laut
- e) Terjadi nya longsor bawah laut

3. Tanda terjadinya Tsunami



Sebelumnya telah disebutkan diatas bahwa bencana alam tsunami tipe bencana alam yang selalu dibarengi dengan tanda- tanda

tertentu. maka dari itulah terjadinya tsunami ini dapat diprediksi kejadiannya. Ada beberapa tanda yang akan menandakan bahwa akan ada bencana tsunami. Maka dari itulah masyarakat harus waspada dan juga segera mengambil tindakan yang tepat. Beberapa tanda akan terjadinya tsunami akan kita ketahui dalam pembahasan tersebut. Berikut ini adalah beberapa tanda atau Ciri-ciri tsunami.

- a) Terjadinya gempa atau getaran yang berpusat dari bawah laut
- b) Air laut tiba tiba surut
- c) Tanda tanda alam yang tidak biasa
- d) Terdengar suara gemuruh

C. Banjir



Gambar 2. Banjir di jalan Soekarno hatta di Palu



Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan melanda daratan. Pengarahan banjir Uni Eropa mengartikan banjir perendaman sementara oleh air pada daratan yang biasanya tidak

terendam air. Dalam arti "air mengalir", kata ini juga dapat berarti masuknya pasang laut. Banjir diakibatkan oleh volume air di suatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau melimpah dari bendungan sehingga air keluar dari sungai itu. Ukuran danau atau badan air terus berubah-ubah sesuai perubahan curah hujan dan pencairan salju musiman, namun banjir yang terjadi tidak besar kecuali jika air mencapai daerah yang dimanfaatkan manusia seperti desa, kota, dan permukiman lain. Banjir juga dapat terjadi di sungai, ketika alirannya melebihi kapasitas saluran air, terutama di kelokan sungai. Banjir sering mengakibatkan kerusakan rumah dan pertokoan yang dibangun di dataran banjir sungai alami. Meski kerusakan akibat banjir dapat dihindari dengan pindah menjauh dari sungai dan badan air yang lain, orang-orang menetap dan bekerja dekat air untuk mencari nafkah dan memanfaatkan biaya murah serta perjalanan dan perdagangan yang lancar dekat perairan. Manusia terus menetap di wilayah rawan banjir adalah bukti bahwa nilai menetap dekat air lebih besar daripada biaya kerusakan akibat banjir periodik. (Sahetapy, 2014)

D. Titik Kumpul Pengungsian

Dalam konteks mitigasi bencana, rencana tanggap darurat menjadi bagian penting dalam kesiapsiagaan, terutama berkaitan dengan pertolongan dan penyelamatan, agar korban bencana dapat diminimalkan.



ini sangat krusial, terutama pada saat terjadi bencana dan hari-hari

pertama setelah bencana sebelum bantuan dari pemerintah dan dari pihak luar dating (Ensiklopedia Bencana Tsunami, 2015).

Titik Kumpul adalah area terbuka di dekat pusat-pusat lingkungan permukiman yang apabila terjadi bencana maka menjadi titik pertemuan penduduk yang hendak diungsikan ke tempat yang lebih aman, yakni Tempat Evakuasi Sementara (TES). Titik Kumpul sebagian besar merupakan lapangan olah raga, sebagian kecil berupa area terbuka yang memungkinkan dilakukan kegiatan pengungsian seperti halaman kantor desa, sekolah atau tempat ibadah.

Indikator Titik Kumpul sebagai berikut:

1. Ketersediaan areal/ruang terbuka yang cukup memadai.
2. Mudah diakses oleh korban bencana maupun penolong
3. Cukup terlindung dari jangkauan bahaya langsung atau tidak langsung dari bencana
4. Ketersediaan tempat naungan/ruang sementara terutama bagi kelompok rentan (lansia, bayi, ibu hamil, difable)
5. Adanya kemudahan akses mobilisasi (perpindahan kelokasi yang lebih aman) secara cepat.
6. Ketersediaan sarana komunikasi memadai yang terhubung dengan struktur organisasi kedaruratan.



etersediaan sarana pertolongan pertama (*emergency kits*).

8. Ketersediaan akses transportasi memadai (mobilisasi transportasi) yang akan membawa ke tempat yang lebih aman secara cepat dan aman.
9. Ketersediaan peta jalur evakuasi yang mudah dibaca dan dipahami secara cepat.

(Sumber, Ensiklopedia Bencana Tsunami)

E. 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 atau badai. Dalam situasi ini yang melibatkan manusia secara langsung atau pengungsi sebaiknya didekontaminasi sebelum diangkut keluar dari daerah yang terkontaminasi. (Sahetapy, 2014)

syarat-syarat jalur evakuasi yang layak dan memadai tersebut adalah:

1. Keamanan 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.

F. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis atau disingkat SIG dalam bahasa Inggris *Geographic Information System* (disingkat GIS) merupakan sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis atau data geospasial untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan suatu wilayah, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database. Para praktisi juga memasukkan orang yang membangun dan mengoperasikannya dan data sebagai bagian dari sistem ini. Teknologi Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk



asi ilmiah, pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, fi dan perencanaan rute.

1. Pengertian Sistem Informasi Geografis menurut Para Ahli

a. Aronaff (1989)

SIG adalah sistem informasi yang didasarkan pada kerja komputer yang memasukkan, mengelola, memanipulasi dan menganalisa data serta memberi uraian.

b. Burrough (1986)

SIG merupakan alat yang bermanfaat untuk pengumpulan, penimbunan, pengambilan kembali data yang diinginkan dan penayangan data keruangan yang berasal dari kenyataan dunia.

c. Kang-Tsung Chang (2002)

SIG sebagai a computer system for capturing, storing, querying, analyzing, and displaying geographic data.

d. Murai (1999)

SIG sebagai sistem informasi yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geoSpasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya.

SIG mempunyai kemampuan untuk mengolah data grafis, non-grafis secara terpadu. Agar supaya konsep SIG dapat terwujud, maka

an 5 komponen, yaitu sumber daya manusia, data, perangkat lunak,



perangkat keras dan manajemen. Kelima komponen tersebut saling terkait satu dengan lainnya (Dulbahri, 1996).

Penerapan sistem informasi geografis sudah berkembang untuk berbagai bidang, antara lain :

1. Pemetaan kadaster
2. Pemetaan jalan raya
3. Perencanaan kota dan wilayah
4. Pemilihan rute jalan raya, jalur pipa, dan jalur transmisi
5. Bidang teknik sipil
6. Bidang kesehatan
7. Proses kartografi.

Keunggulan SIG terletak pada kemampuannya memadukan data untuk memperoleh informasi baru berdasarkan data base yang sudah ada, dan analisis keruangan serta integrasi. data vektor, raster, dan data atribut.

2. Program GIS

a. QGIS Software

QGIS (sebelumnya dikenal sebagai Quantum GIS) adalah cross-platform gratis dan open-source desktop yang berupa aplikasi sistem informasi geografis (GIS), aplikasi yang menyediakan tampilan data, mengedit, dan analisis. Mirip dengan sistem perangkat lunak GIS lainnya, QGIS memungkinkan pengguna untuk membuat peta dengan banyak



menggunakan berbagai proyeksi peta . Peta dapat dirakit dalam yang berbeda dan untuk kegunaan yang berbeda. QGIS

memungkinkan membuat peta yang bersumber dari data raster atau lapisan vektor . Khas untuk jenis perangkat lunak, data vektor disimpan baik sebagai titik, garis atau poligon. Berbagai jenis gambar raster yang didukung, dan perangkat lunak dapat diproses dengan gambar yang mempunyai sistem georeference. QGIS terintegrasi dengan paket open source GIS lainnya, termasuk PostGIS , GRASS, dan MapServer untuk memberikan pengguna fungsi yang luas. Plugins ditulis dalam Python atau C ++ memperluas kemampuan QGIS ini. Plugin dapat di geocode menggunakan API Google Geocoding, melakukan geoprocessing menggunakan fTools, yang mirip dengan alat-alat standar yang ditemukan di ArcGIS, dan antarmuka dengan PostgreSQL / PostGIS, Spasialite dan MySQL database.

QGIS berjalan pada beberapa sistem operasi termasuk Mac OS X, Linux, UNIX, dan Microsoft Windows. Untuk pengguna Mac, keuntungan dari QGIS lebih GRASS GIS adalah bahwa hal itu tidak memerlukan X11 sistem windowing dalam rangka untuk menjalankan, dan antarmuka yang jauh lebih bersih dan lebih cepat. QGIS juga dapat digunakan sebagai antarmuka pengguna grafis untuk GRASS. QGIS memiliki ukuran file yang kecil dibandingkan dengan komersial GIS dan memerlukan lebih sedikit RAM dan kekuatan pemrosesan karena itu dapat digunakan pada hardware lama atau berjalan secara bersamaan dengan aplikasi lain di

nya CPU mungkin terbatas.



QGIS dikelola oleh pengembang relawan yang secara teratur merilis update dan perbaikan bug. Pada 2012, pengembang telah diterjemahkan QGIS ke 48 bahasa dan aplikasi yang digunakan secara internasional dalam lingkungan akademik dan profesional.

b. Inasafe

InaSAFE adalah perangkat lunak bebas-terbuka berupa plugin QGIS, merupakan alat sederhana namun akurat dalam menggabungkan data dari peneliti, pemerintah daerah, serta komunitas lokal untuk menciptakan prakiraan dampak dan strategi penanggulangan saat terjadi bencana alam. (Perencanaan Kontinjensi BNPB, 2010). InaSAFE dimulai dengan tujuan untuk menyediakan alat bagi para manager penanggulangan bencana yang ingin mempelajari potensi dampak dari suatu bencana. Awal mula fokus kegiatan ini adalah di Indonesia - negara yang rentang terhadap berbagai bencana seperti banjir, tsunami, gunung berapi, gempa bumi, dan juga bencana lokal seperti longsor, kebakaran hutan, dsb. InaSAFE saat ini sudah diadopsi ke berbagai negara - tidak hanya spesifik Indonesia saja. Tujuan utama dari InaSAFE adalah untuk memfasilitasi dan membantu perencanaan yang lebih baik dalam menghadapi bencana - slogan kami yaitu "better planning saves lives" (perencanaan yang baik menyelamatkan banyak nyawa).



adalah satu faktor yang berpengaruh dalam menggunakan alat ini adalah akses terbuka terhadap data yang relevan, terbaru dan spasial yang dikelola secara baik. Tanpa jaringan jalan, bangunan,

batas administrasi, data bencana dan data populasi, dst, sebuah InaSAFE tidak mungkin digunakan. OpenStreetMap.org, WorldPop, dan banyak sekali pemerintah dan non pemerintah di seluruh dunia yang membuat data tersebut tersedia. Kita tidak bisa lebih menekankan pentingnya peran pemerintah dalam memimpin untuk membuat data mereka tersedia secara bebas sehingga kita bisa menggunakannya untuk keuntungan penduduk mereka sendiri.

konsep utama dari InaSAFE dan memahami ciri-ciri dari rencana manajemen penanggulangan bencana. InaSAFE menggabungkan satu layer data keterpaparan (co: bangunan) dengan satu layer ancaman (co: kejadian banjir) kemudian akan menghasilkan layer dampak spasial dari bencana tersebut beserta dengan ringkasan informasi statistik dan beberapa pertanyaan untuk mengambil suatu tindakan. InaSAFE ditujukan untuk bisa menjawab beberapa pertanyaan. InaSAFE juga dapat menampilkan hasil dampak dengan batas administrasi dan menyediakan rincian informasi terkait dengan jenis kelamin dan usia dari penduduk terdampak. Dalam konteks InaSAFE sebuah ancaman merupakan kejadian yang disebabkan oleh alam ataupun manusia atau sebuah rangkaian kejadian yang memiliki dampak negatif untuk penduduk, infrastruktur ataupun sumber daya di suatu wilayah. Dalam konteks InaSAFE, keterpaparan merujuk kepada penduduk, infrastruktur atau area

lahan yang mungkin terdampak akibat dari kejadian suatu



bencana. Saat ini InaSAFE telah dapat mendukung 4 jenis data keterpaparan:

- jalan
- bangunan
- populasi / penduduk
- tutupan lahan

Tempat data dapat diperoleh dari Badan Informasi Geospasial atau melalui berbagai sumber data online.

1. Agregasi

Agregasi adalah proses dimana kita mengelompokkan hasil analisis berdasarkan batas administrasi seperti kabupaten sehingga Anda dapat mengetahui berapa banyak penduduk, jalan atau bangunan yang terkena dampak di masing-masing wilayah administrasi. Hal ini akan membantu Anda untuk memahami dimana area yang paling membutuhkan bantuan , dan untuk menghasilkan laporan seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah. Agregasi merupakan pilihan yang terdapat di InaSAFE - Jika Anda tidak ingin menggunakan agregasi, maka hasil dampak anda akan ditunjukkan sebesar area analisis. Layer agregasi di InaSAFE memiliki nama masing-masing wilayah administrasi di area analisis. Selain itu, dimungkinkan juga memasukkan atribut lain seperti untuk menunjukkan rasio laki-laki dan perempuan ; remaja , dewasa dan orang tua di masing-



wilayah administrasi. Ketika agregasi ini digunakan beserta layer keterpaparan penduduk, InaSAFE akan memberikan rincian

demografis per area agregasi yang menunjukkan berapa banyak pria, wanita dll yang mungkin terkena dampak di daerah itu.

2. Data Konseptual

Data kontekstual adalah data yang menyediakan gambaran dan skala menyeluruh dari suatu lokasi untuk membantu kita melihat hasil dari analisis dengan lebih baik, akan tetapi tidak digunakan sebagai data utama dalam membuat analisis. Sebagai contoh, Anda mungkin butuh untuk memasukkan peta online untuk menunjukkan kondisi topografi area analisis anda, atau sebuah citra satelit untuk menunjukkan bangunan serta infrastruktur apa saja yang ada di area tersebut.

3. Area Analisis

Di InaSAFE Anda butuh untuk secara eksplisit menjelaskan seberapa besar luas area analisis Anda. Dengan kata lain, Anda butuh memberitahukan InaSAFE dimana area analisis yang anda inginkan. Terdapat sebuah alat di InaSAFE yang akan membantu anda membuat sebuah kotak untuk menentukan area analisis Anda - Anda sebaiknya mengecek apakah area analisis Anda sudah sesuai sebelum memulai analisis. InaSAFE akan menunjukkan batas dan luasan area analisis anda saat ini (garis biru di dalam kotak hijau), batas dan luasan area analisis anda sebelumnya (kotak merah pada gambar di atas) serta batas dan luasan area analisis yang efektif untuk anda (kotak hijau pada gambar di atas).



alisis yang efektif mungkin tidak akan terlalu sesuai dengan area

analisis yang anda inginkan karena InaSAFE selalu mensejajarkan luasan area analisis dengan luas dari piksel data raster.

4. Fungsi Dampak

Fungsi Dampak (biasa disingkat dengan IF) adalah kode perangkat lunak di InaSAFE yang mengimplementasikan algoritma tertentu untuk menentukan dampak dari suatu ancaman terhadap data keterpaparan tertentu. Menjalankan fungsi dampak dapat dilakukan jika Anda telah memasukkan semua data yang ingin anda analisis, menentukan area analisis anda dan melihat bentuk hasil dari dampak analisa.

Tetapi, perlu diingat bahwa Fungsi Dampak itu tidak membuat model ancaman - dia hanya memodelkan dampak dari satu atau lebih kejadian ancaman untuk sebuah layer keterpaparan. Setiap Fungsi Dampak akan menghasilkan keluaran yang mungkin termasuk - layer peta dampak - laporan analisis dampak - kebutuhan minimum - daftar tindakan.

Dalam konteks manajemen penanggulangan bencana, situasi 'normal' adalah kondisi dimana tidak terdapat potensi bencana akan terjadi, dan masyarakat menjalani kehidupan sehari-hari mereka dengan normal. Manajer penanggulangan bencana butuh untuk memiliki suatu rencana jika sewaktu-waktu kondisi 'normal' tersebut berubah menjadi kondisi bencana dan masyarakat menjadi terancam serta tidak dapat menjalani kehidupan sehari-hari mereka dengan normal. Dalam rangka mempersiapkan situasi

itu, manajer penanggulangan bencana perlu untuk memiliki



pengertian mendasar untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

- berapa banyak jumlah orang yang berada di area terdampak?
- bagaimana dampak yang dapat ditimbulkan untuk masyarakat?

Sebagai contoh apakah penduduk akan terluka, hilang, meninggal dunia, atau tidak dapat menjalankan aktifitas ekonomi mereka; apakah mereka kehilangan akses untuk mendapatkan makanan dan air?

- bagaimana dampak terhadap jalan-jalan yang berada di area terdampak?
- berapa banyak rumah penduduk yang terdampak? seberapa parah tingkat kerusakannya?

Sebagai contoh di suatu kejadian banjir apakah bangunan-bangunan tersebut kering, basah (tapi masih dapat ditempati) atau kebanjiran (dengan penghuni harus dievakuasi)?

- jika penduduk terdampak, berapa banyak dari mereka yang merupakan wanita, anak-anak, wanita hamil, orang tua, dsb.?

Mengetahui jawaban untuk pertanyaan-pertanyaan tersebut akan sangat membantu untuk manajer penanggulangan bencana. Sebagai contoh jika anda mengetahui berapa banyak penduduk yang tinggal di wilayah rawan banjir maka anda dapat mengestimasi berapa banyak pos-pos evakuasi



yang disediakan jika banjir terjadi di wilayah tersebut, berapa banyak layanan yang sebaiknya disediakan dalam rangka memenuhi kebutuhan penduduk yang terdampak dan seterusnya. Memiliki rincian demografis

dari penduduk yang mungkin akan terdampak, akan membantu manajer penanggulangan bencana untuk memasukkan hal-hal khusus seperti kebutuhan untuk ibu menyusui dalam rencana penanggulangan bencana yang mereka miliki. Rencana penanggulangan bencana ini juga dapat memasukkan beberapa kebutuhan untuk fasilitas infrastruktur yang terdampak - sebagai contoh dengan memasukan jumlah perahu karet yang dibutuhkan jika jalan-jalan lokal yang ada terdampak banjir.

c. Open Street Map (OSM)

OpenStreetMap (OSM) adalah sebuah proyek berbasis web untuk membuat peta seluruh dunia yang gratis dan terbuka, dibangun sepenuhnya oleh sukarelawan dengan melakukan survey menggunakan GPS, mendigitasi citra satelit, dan mengumpulkan serta membebaskan data geografis yang tersedia di publik.

Melalui Open Data Commons Open Database License 1.0, kontributor OSM dapat memiliki, memodifikasi, dan membagikan data peta secara luas. Terdapat beragam jenis peta digital yang tersedia di internet, namun sebagian besar memiliki keterbatasan secara legal maupun teknis. Hal ini membuat masyarakat, pemerintah, peneliti dan akademisi, inovator, dan banyak pihak lainnya tidak dapat menggunakan data yang tersedia di dalam peta tersebut secara bebas. Di sisi lain, baik peta dasar OSM

data yang tersedia di dalamnya dapat diunduh secara gratis dan untuk kemudian digunakan dan didistribusikan kembali.



Di banyak tempat di dunia ini, terutama di daerah terpencil dan terbelakang secara ekonomi, tidak terdapat insentif komersil sama sekali bagi perusahaan pemetaan untuk mengembangkan data di tempat ini. OSM dapat menjadi jawaban di banyak tempat seperti ini, baik itu untuk pengembangan ekonomi, tata kota, kontinjensi bencana, maupun untuk berbagai tujuan lainnya. (OpenStreetMap Indonesia, n.d.)

OpenStreetMap (OSM) adalah alat untuk membuat serta berbagi informasi dalam peta. Siapapun dapat berkontribusi di OSM dan ribuan orang akan menambahkan proyek baru di OSM setiap harinya. Pengguna membuat peta di komputer mereka bukan di kertas, tetapi seperti yang nanti akan kita pelajari di panduan ini, menggambar peta di komputer tidak terlalu berbeda seperti menggambar di kertas. Kita tetap menggunakan simbol-simbol seperti garis untuk menggambarkan jalan atau persegi untuk bangunan. Tetapi, hal yang paling penting dari OSM adalah peta yang anda buat akan disimpan di internet dan siapapun dapat mengaksesnya kapanpun dan dimanapun dengan Gratis. (Arifudin, 2019)

Dibuat oleh Steve Coast di Inggris pada tahun 2004, terinspirasi oleh keberhasilan Wikipedia dan dominasi yang dari proprietary map data di Inggris dan di tempat lain. Sejak itu, OSM telah berkembang lebih dari 2 juta pengguna yang terdaftar dan aktive melakukan pemetaan dengan OSM yang bisa mengumpulkan data dan melakukan survei secara manual

menggunakan perangkat GPS, foto udara, dan sumber-sumber lainnya.



2. Data Spasial

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial, data yang berorientasi geografis. Data ini memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang berbeda dari data yang lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan sebagai berikut:

- Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
- Informasi deskriptif (atribut) atau informasi nonspasial suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya. Contoh jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos dan sebagainya.

3. Analisis 3 Dimensi dengan *Digital Elevation Model (DEM)*

Digital Elevation Model (DEM) adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat. DEM merupakan bentuk 3 dimensi dari permukaan bumi yang memberikan data berbagai morfologi permukaan bumi, seperti kemiringan lereng, aspek lereng, ketinggian tempat, dan area DAS (Zhou dan Liu 2003).



DSM adalah digital surface model atau dapat diartikan sebagai permukaan digital. DSM juga merupakan model elevasi yang

menampilkan ketinggian permukaan, jika DEM hanya menampilkan ground (permukaan tanah tanpa apapun yang di atasnya) maka DSM menampilkan bentuk permukaan apapun yang ada seperti ketinggian pohon, bangunan dan objek apapun yang ada di atas tanah.

Data DEM merepresentasikan unsur permukaan bumi yang dibentuk dari berbagai sumber data seperti penginderaan jauh maupun survey terestris. Representasi permukaan bumi terdiri dari dua macam yaitu terrain atau elevasi permukaan tanah yang kemudian disebut dengan DTM (Digital Terrain Model) dan elevasi gabungan dari permukaan tanah serta artificial feature seperti bangunan, jembatan, dan vegetasi yang kemudian disebut dengan DSM (Digital Surface Model). Sumber data elevasi dapat dikonstruksi menjadi bentuk DEM menggunakan perangkat lunak GIS dengan berbagai metode yang telah dikembangkan seperti TIN dan GRID.

Pembuatan DEM pada dasarnya merupakan proses matematis terhadap data ketinggian yang diperoleh dari peta kontur. Hasil DEM yang biasa dibuat berbentuk data vektor (TIN) dan data raster (grid). Jenis TIN merupakan representasi dari permukaan bumi, digambarkan dengan 3 dimensi berkoordinat (x, y, dan z). Jenis TIN (Triangulated Irregular Network) memiliki kelemahan, yaitu kurang teliti untuk menganalisis permukaan bumi secara mendetail, sedangkan jenis raster (grid) dibentuk dari kumpulan-kumpulan piksel yang memiliki nilai yang sama, sehingga

tidak digunakan menganalisis permukaan bumi dengan lebih detail.



Saat ini telah berkembang algoritma pengolahan DEM yang merupakan salah satu ukuran betapa pentingnya DEM sebagai alat bantu dalam menyelesaikan berbagai permasalahan keseharian kita. Berikut beberapa turunan algoritma pengolahan DEM

a. Garis Kontur (*Contour*)

Pada dasarnya satu garis kontur merepresentasikan titik-titik yang memiliki ketinggian yang sama. Oleh karena memiliki informasi ketinggian, peta kontur dapat digunakan untuk memberikan gambaran 3 dimensi kenampakan muka bumi. Garis kontur yang rapat akan menunjukkan lereng yang curam, sebaliknya garis kontur yang renggang akan menunjukkan bahwa daerah tersebut relatif datar/landai.

b. Kemiringan Lereng (*Slope*)

Pada prakteknya peta kemiringan lereng banyak digunakan sebagai dasar analisis-analisis spasial, sebagai contoh untuk penentuan area sukaan habitat prediksi daerah rawan longsor, pembuatan peta arahan, dan lainnya. Peta kemiringan lereng menunjukkan berapa derajat atau persen kemiringan suatu permukaan tanah.

c. Bayangan (*Hillshade*)

Secara arti hillshade dapat dikatakan sebagai permukaan tiga dimensi yang merepresentasikan pencahayaan hipotetik yang dirancang sendiri oleh pembuatnya. Hillshade banyak digunakan untuk kepentingan



dalam menentukan tata letak suatu peta.

ampang Melintang (*Profiling*)

Penampang melintang merupakan kenampakan dua dimensi dimana sumbu X menunjukkan jarak antara 2 titik, sementara sumbu Y menunjukkan data ketinggian. Contoh aplikasi dari penampang melintang ini adalah untuk menentukan apakah rute suatu perjalanan dominan tanjakan/turunan atautkah hanya datar/landai saja.

e. Membuat Batas Aliran Sungai (*DAS*)

GIS kini telah dilengkapi tools untuk menentukan batas *DAS* secara *otomatis*. Dasar dari penarikan *DAS* tersebut adalah data model elevasi digital (*DEM*).

4. Analisis Buffer

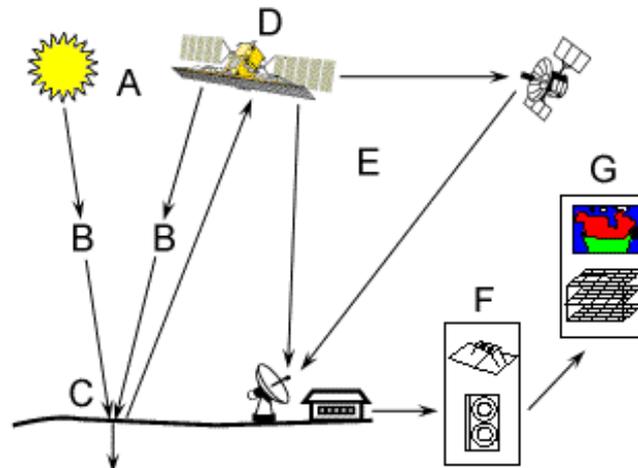
Analisis buffer digunakan untuk mengidentifikasi daerah sekitar fitur geografis, proses ini menghasilkan daerah cakupan disekitar fitur geografis yang kemudian dapat digunakan untuk mengidentifikasi atau memilih fitur berdasarkan letak obyek yang berada di dalam atau di luar batas buffer. Hasil analisis buffer ini adalah bentukan polygon di sekitar obyek. Zonasi, area sempadan sungai, pemetaan arean perluasan jalan, zona pembebasan jalur listrik tegangan tinggi, zona cakupan pelayanan dan lain lain adalah contoh pekerjaan yang biasa menggunakan buffering.

G. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu untuk memperoleh informasi obyek, daerah, atau gejala dengan cara analisis data yang



diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala tersebut (Lillesand dan Kiefer, 1979).



Gambar 3. Skema Penginderaan Jauh
Sumber: (Satelit, Jarak, & Remote, n.d.)

Pada kebanyakan sistem penginderaan jarak jauh, prosesnya melibatkan interaksi antara radiasi dan target yang diinginkan. Hal ini diperjelas dengan penggunaan sistem pencitraan (*imaging system*) di mana tujuh buah elemen (yang terdapat dalam gambar di atas) terlihat. Sebagai catatan, bagaimanapun juga penginderaan jarak jauh juga melibatkan pancaran energi dan penggunaan dari *non-imaging sensor*.

1. Sumber Energi atau Iluminasi (A)

Kebutuhan pertama untuk penginderaan jarak jauh adalah adanya sumber energi yang beriluminasi atau memberikan energi elektromagnet ke objek yang diinginkan.

2. Radiasi dan Atmosfer (B)

Sehubungan dengan berpindahnya energi dari sumber energi ke objek, energi ini akan berinteraksi dengan atmosfer yang dilaluinya. Interaksi



ini mungkin dapat terjadi lagi pada saat energi tersebut berpindah dari objek target ke sensornya.

3. Interaksi dengan Objek Target (C)

Ketika energi yang ada berpindah ke objek target melalui atmosfer, energi ini akan berinteraksi dengan targetnya sesuai dengan sifat dari target dan radiasi yang ada.

4. Perekaman Energi oleh Sensor (D)

Setelah energi telah dipisahkan dari objek target, kita membutuhkan suatu sensor (yang terpisah dari target) untuk mengumpulkan dan merekam radiasi elektromagnetiknya.

5. Proses Transmisi, Penerimaan dan Pemrosesan (E)

Energi yang telah direkam oleh sensor selanjutnya harus ditransmisikan, biasanya secara elektronik, ke suatu stasiun penerima dan pengolah dimana data akan diproses menjadi suatu citra.

6. Interpretasi dan Analisa (F)

Citra yang telah diproses diinterpretasikan, baik secara digital maupun elektronik, untuk menghasilkan informasi tentang objek target yang beriluminasi.

7. Aplikasi (G)

Bagian akhir dari proses penginderaan jarak jauh diperoleh pada saat kita menggunakan informasi yang dihasilkan dari pencitraan objek

di lapangan untuk mendapatkan penjelasan maupun informasi baru, atau bila informasi tersebut dapat membantu dalam pemecahan suatu masalah.





Optimized using
trial version
www.balesio.com

H. Kajian Ringkas Terhadap Referensi Terdahulu

Tabel 1. Kajian Referensi

No	Judul	Peneliti & Sumber	Metode	Hasil
1	KELAYAKAN JALUR EVAKUASI TSUNAMI DI KECEMATAN PADANG UTARA KOTA PADANG	Alexander Syam JURNAL Vol. I No.1 Th. 2016	Berdasarkan sumber maka data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dibedakan atas dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Ada pun Analisis yang di gunakan dalam studi ini adalah 1. Analisis Deskriptif 2. Analisis Matching Line 3. Analisis Jaringan (Network Analys)	Hasil analisis menggunakan Citra Quikbird untuk menentukan jaringan jalan dan kepadatan penduduk yang terdapat disetiap zona jalur evakuasi tsunami, Jarak tempuh untuk menuju tempat evakuasi tsunami pada zona satu ini dengan ketentuan orang berjalan kaki. Rata-rata kecepatan orang berjalan adalah 0.92m/dtk. Dibandingkan dengan waktu tempuh tsunami adalah 30 menit (1800 detik).
2	STUDI JALUR EVAKUASI TSUNAMI HORIZONTAL DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN	Andi Syukri, Mukhlis, Rekayasa Sipil Volume XIII Nomor 2, Oktober 2016	Pengumpulan data online : profil kabupaten, foto udara, studi kepustakaan , data penduduk dan topografi, Ada pun Analisis yang di gunakan dalam studi ini adalah 1. Analisis potensi tsunami, 2. Analisis Kerentanan, 3. Analisis jalur dan tangga evakuasi	Jalur evakuasi horizontal tsunami yang diidentifikasi sebanyak 4 (empat) jalur memiliki kelayakan yang cukup untuk dijadikan jalur evakuasi secara horizontal mengingat dari waktu tempuh yang dimiliki selama 16 menit dan daya tampung jalan yang mampu menampung lebih dari 3 orang dalam satu kali berevakuasi membuat jalur ini tidak membutuhkan pengembangan lebih lanjut jika ingin dijadikan jalur evakuasi. Sedangkan jalur evakuasi yang lainnya solusi lain dengan memberikan titik evakuasi vertikal disepanjang jalur evakuasi yang telah ditentukan. Dengan



				mengingat waktu tempuh untuk mencapai daerah dengan ketinggian lebih dari 10 meter, sangatlah tidak sepadan dengan waktu kedatangan tsunami yang hanya 20 menit.
3	Analisis Efektivitas Jalur Evakuasi Bencana Banjir	Pranoto Samto Atmodjo, Sri Sangkawati, Arief Bayu Setiaji Jurnal MKTS VOLUME 21, NO. 1, JULI 2015	Metode penelitian yang dilakukan adalah Peta DAS dan Data hujan Kemudian di Analisis polygon dengan metode thissen kemudian Analisis debit banjir HEC-HMS, sekenario banjir, Analisis profil muka air sungai dengan HEC-RAS, Peta administrasi Kec. Semarang Barat, Penentuan tempat evakuasi, Analisis evakuasi penduduk, Apakah semua penduduk sudah dievakuasi, selesai	1. Ada 3 (tiga) sungai penyebab terjadi banjir di Kecamatan Semarang Barat, yaitu S.Silandak, S.Siangker dan S.Kanal Banjir Barat. Kapasitas sungai tidak mampu melewati debit rencana Q100. 2. Areal yang tergenang meliputi pemukiman dan areal lain seluas 10,80 Km ² . 3. Berdasarkan genangan ketiga sungai bersamaan, ada 12 lokasi tempat penampungan yang aman. 4. Dari lokasi yang tergenang menuju lokasi tampungan ada 18 alternatif jalur evakuasi. 5. Ada 3 jalur evakuasi yang memerlukan waktu lebih besar dari waktu evakuasi ijin, yaitu dari areal PRPP dengan asumsi Jalan Kaki. Tetapi bila dengan menggunakan sepeda motor, semua jalur aman.



4	ANALISIS JALUR EVAKUASI BENCANA BANJIR DI KOTA MANADO	Geraldo Bicky Sahetapy, Ir.Hanny Poli, MSi, &Ir. Suryono, MT, Jurnal sipil 2014	tahap pekerjaan untuk menghasilkan jalur evakuasi bencana banjir.Pertama, analisa untuk menentukan tempat evakuasi di tiap kecamatan.Kedua, analisa untuk menentukan jalur evakuasi menuju tempat-tempat yang telah ditentukan berdasarkan jaringan jalan, jaringan sungai, daerah rawan banjir, kemiringan lereng. Kedua tahapan ini akan di analisa menggunakan metode analisis jaringan (Network Analyst).	Penentuan jalur evakuasi pada Kecamatan Bunaken sebanyak 6 jalur evakuasi, Kecamatan Tuminting sebanyak 31 jalur evakuasi, Kecamatan Singkil sebanyak 18 jalur evakuasi, Kecamatan Wenang sebanyak 16 jalur evakuasi, Kecamatan Paal Dua sebanyak 27 jalur evakuasi. Penentuan jalur evakuasi pada Kecamatan Bunaken sebanyak 6 jalur evakuasi, Kecamatan Tuminting sebanyak 31 jalur evakuasi, Kecamatan Singkil sebanyak 18 jalur evakuasi, Kecamatan Wenang sebanyak 16 jalur evakuasi, Kecamatan Paal Dua sebanyak 27 jalur evakuasi
5	EVALUASI JALUR EVAKUASI DI BAPPEDA ACEH	Muntadhar Abdul Fattah , Mochammad Afifuddin , Abdul Munir, Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana, Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala 2017	Analisis karakteristik responden, Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian, Persepsi Responden terhadap Jalur Evakuasi di kantor Bappeda, penyebaran kuisioner kepada pejabat ahli, Perumusan strategi manajemen pengurangan risiko bencana berdasarkan hasil kuesioner kepada pejabat ahli dengan analisis SWOT, Pemilihan strategi manajemen pengurangan risiko bencana dengan analisis AHP	Berdasarkan jawaban responden karyawan Bappeda, diperoleh bahwa fasilitas untuk bencana di kantor Bappeda Aceh dalam keadaan tidak baik, ini dapat dilihat pada jawaban responden terhadap detektor kebakaran yaitu 86,16%, rambu evakuasi 83,55%, dan alarm kebakaran 80,26%.



6	PEMETAAN JALUR EVAKUASI DAN PENGUNGSIAN DI KECAMATAN BATI-BATI KABUPATEN TANAH LAUT	Faisal Akhmadi, Rosalina Kumalawati, Deasy Arisanty, Jurnal Pendidikan Geografi Volume 4 No 5 September 2017	Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengumpulan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistic dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah di tetapkan (Sugiono, 2013).	Hasil dalam penelitian ini baik data sekunder dan primer maupun peta-peta tematik digunakan untuk analisis jalur evakuasi banjir. Overlay dalam penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan peta jalur evakuasi banjir, yaitu dengan menggabungkan (overlay) peta rawan banjir, peta ketinggian, dan peta jaringan jalan. Jalur 1 menunjukkan arah evakuasi daerah rawan banjir dengan ketinggian 0-15 m menuju lokasi pengungsian terdekat ke tempat SMPN 1 Bati-bati dengan ketinggian 26.25-30 m serta menjauhi daerah rawan banjir melalui Jl. Dikeug untuk menuju lokasi pengungsian, tempat lokasi pengungsian ini memadai karena memiliki halaman yang luas dan lokasi yang menjauhi banjir dan alternatif lain apabila tempat pengungsian SMPN 1 Bati-bati penuh masyarakat bisa melanjutkan ke lokasi pengungsian selajutnya ke tempat Kantor desa Padang dengan ketinggian 26.25-30 m serta jauh dari daerah rawan banjir untuk menyelamatkan diri. Jalur ini di pilih karena menjauhi bencana banjir sehingga aman untuk masyarakat menuju ke lokasi pengungsian terdekat dari rumah mereka untuk menyelamatkan diri, kondisi jalan yang baik dengan bahan permukaan tanah yang masih bisa di gunakan untuk jalur evakuasi, dan lokasi pengungsian yang dekat dengan jalan utama yaitu dengan lebar jalan 10 m.
---	--	---	--	---



7	<p>PENENTUAN JALUR EVAKUASI DAN TITIK KUMPUL PARTISIPATIF DALAM UPAYA PENGURANGAN RESIKO BENCANA GUNUNG MERAPI</p>	<p>Adam Abraham W Rini Rachmawati Jurnal hibah 2015</p>	<p>Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan kualitatif - kuantitatif, yaitu dengan memberikan fakta kualitatif terhadap kondisi di lapangan dan penggambaran proporsi data dalam kelompok. Metode ini memposisikan partisipan sebagai subyek dengan diberikan ruang besar, yaitu tidak membatasi jawaban untuk setiap pertanyaan yang tersedia, tetapi memberikan kesempatan lebih untuk partisipan dalam menyampaikan informasi yang dimiliki dan relevan dengan tujuan penelitian. Analisis yang dilakukan adalah dengan deskripsi terhadap fenomena-fenomena yang terjadi di lapangan.</p>	<p>Persepsi masyarakat terhadap jalur evakuasi yang baik diungkapkan masyarakat yang tinggal di dekat dengan jalur utama dengan alasan lebih baik dari kondisi sebelumnya, sedangkan persepsi masyarakat terhadap jalur evakuasi yang buruk diungkapkan masyarakat yang tinggal jauh dari pusat desa dan jalur utama dengan alasan kondisi jalan yang buruk. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan kondisi jalur evakuasi pada jalan utama dan jalan lingkungan dusun. Sementara itu persepsi masyarakat terhadap titik . Masyarakat memutuskan untuk tetap melalui jalur evakuasi yang ada pada skenario hari gelap, hujan dan tidak ada penjemputan. Tidak ada perbedaan pengambilan jalur yang signifikan dari keputusan evakuasi terhadap semua skenario selain pada pengelolaannya. Hal yang mempengaruhi masyarakat memutuskan tetap melalui semua jalur yang ada adalah bahaya yang mungkin timbul pada tiap – tiap jalur evakuasi untuk setiap skenario tidak jauh mengerikan dibanding dengan ancaman bahaya yang disebabkan erupsi Gunungapi Merapi.kumpul secara umum adalah baik karena dengan adanya titik kumpul evakuasi dapat lebih terarah.</p>
---	--	--	---	--



8	ANALISIS PENENTUAN LOKASI EVAKUASI BENCANA BANJIR DENGAN PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING	Juliana Andretha Janet Lumban Batu, Charitas Fibriani Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK) Vol. 4, No. 2, Juni 2017	Penelitian dilakukan dengan melakukakn identifikasi masalah dan study pustaka pengolahan data, analisis spasial dan Simple Additive Weighting (SAW), Penarikana kesimpulan	Berdasarkan keseluruhan pembahasan maka melalui analisis menggunakan SIG dan kemudian dilanjutkan dengan penjumlahan pembobotan dengan menggunakan metode SAW untuk penentuan lokasi evakuasi guna menjadi tempat singgah sementara ketika banjir melanda di Kota Surakarta telah didapatkan temuan yaitu terdapat 6 lokasi terbaik. Keenam lokasi tersebut memiliki kriteria beserta sub kriteria yang sama yaitu yang telah dijelaskan
---	--	---	--	--



9	PERENCANAAN TEMPAT EVAKUASI BENCANA BANJIR BERBASIS TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)	Rangga Fernando, Bambang Sujatmoko, Andy Hendri Jom FTEKNIK Volume 4 No.1 Februari 2017	Pemodelan Simulasi Luapan Banjir Sungai Siak Analisis pemodelan simulasi banjir ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Quantum GIS 2.14.1 ESSEN dengan menggunakan metode iterasi, Penentuan Tempat Evakuasi Banjir Kapasitas tempat evakuasi ditentukan berdasarkan ruang yang dibutuhkan seorang pengungsi yaitu 1 m2 (BAPPENAS) Tempat evakuasi dipilih dengan melakukan survei lapangan dengan meninjau secara langsung bangunan-bangunan yang dapat dijadikan tempat evakuasi yang berupa fasilitas publik. Pada software quantum GIS untuk memunculkan fasilitas publik menggunakan layer labeling setting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan analisis tempat evakuasi jumlah penduduk yang akan dievakuasi berjumlah 4362 jiwa. 2. Berdasarkan analisa tempat potensial evakuasi (shelter) didapatkan 7 (tujuh) lokasi yang dapat dijadikan tempat evakuasi dengan 5 (lima) lokasi bangunan permanen dan 2 (dua) lokasi lahan yang dapat didirikannya tempat evakuasi bangunan non permanen. 3. Berdasarkan analisa jumlah kapasitas tempat evakuasi berupa bangunan permanen berjumlah 1777, sedangkan untuk bangunan non permanen yang berupa tenda evakuasi dengan jumlah 35 unit untuk tipe Oval dan 23 Unit untuk tipe Pleton .
---	--	---	---	--



10	ANALISA BUFFER DALAM SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PERENCANAAN RUANG KAWASAN	Wafirul Aqli, INERSIA, Vol. VI No. 2, Desember 2010	BUFFERING, PROSES PEMBENTUKAN BUFFER, PEMBACAAN BUFFER SEBAGAI PROSES ANALISIS , Dalam orientasinya yang memusat pada sumber buffer, dapat dirumuskan kesimpulan mengenai keterjangkauan akses karena buffer terbentuk dari jarak-jarak yang sudah ditentukan sebelumnya.	Analisa buffer dalam sistem informasi geografi dapat menjadi alat bantu untuk perencanaan wilayah dan kawasan dalam konteks mulai dari penentuan kebijakan hingga prediksi/simulasi keputusan spasial. Selain menjadi penentu dari strategi pemasaran, buffer berguna untuk mengukur dan memprediksi berbagai fungsi infrastruktur dalam wilayah atau kawasan apakah sudah mengakomodir kebutuhan sesuai dengan peran fungsinya.
----	---	--	--	--

