

**ANALISIS JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DENGAN
MENGUNAKAN *NETWORK ANALYSIS* DI DESA BATU BALAK, DESA
HARGO PANCORAN, DAN DESA TOTOHARJO
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

(Tesis)

Oleh

AHMAD FEBRIYANTO

1925011017



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DENGAN MENGUNAKAN *NETWORK ANALYSIS* DI DESA BATU BALAK, DESA HARGO PANCORAN, DAN DESA TOTOHARJO KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Oleh

AHMAD FEBRIYANTO

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng aktif yaitu lempeng Indo-Australia dibagian selatan, lempeng Euro-Asia dibagian utara, dan lempeng pasifik dibagian timur. Kondisi tersebut menyebabkan posisi Indonesia rawan terhadap bencana gempa bumi yang berpotensi menimbulkan tsunami. Kabupaten Lampung Selatan merupakan kabupaten yang berada dalam kawasan rawan bencana tsunami. Bencana Tsunami menyebabkan banyak korban jiwa dan kerugian material yang besar, terutama pada kawasan permukiman di pesisir pantai. Ketersediaan informasi mengenai jalur evakuasi bencana dalam bentuk peta sangat diperlukan untuk meminimalkan jumlah korban dan kerusakan saat terjadi bencana. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan adanya penyusunan arahan mitigasi bencana yaitu perencanaan jalur evakuasi terbaik bencana tsunami di kawasan pesisir pantai. Metode yang digunakan dalam penentuan jalur evakuasi yang efektif adalah dengan menggunakan *network analysis* pada aplikasi pemetaan *QGIS*. Penentuan jalur evakuasi bertujuan agar tempat evakuasi dapat dijangkau oleh pengungsi sebelum tsunami datang. Hal ini akan berkaitan dengan waktu tempuh menuju tempat evakuasi yang diperlukan saat proses evakuasi bencana berlangsung.

Kata kunci: Tsunami, *Netwok Analysis*, Jalur Evakuasi

ABSTRACT

ANALYSIS OF TSUNAMI EVACUATION PATHWAY USING NETWORK ANALYSIS IN BATU BALAK VILLAGE, HARGO PANCORAN VILLAGE, AND TOTOHARJO VILLAGE, LAMPUNG SELATAN DISTRICT

By

AHMAD FEBRIYANTO

Indonesia is the confluence of three active plates: the Indo-Australian plate in the south, the Euro-Asian plate in the north, and the Pacific plate in the east. This condition causes Indonesia's position to be prone to earthquakes that have the potential to cause a tsunami. South Lampung Regency is a district that is in a tsunami-prone area. The tsunami disaster caused many fatalities and huge material losses, especially in coastal residential areas. The availability of information regarding disaster evacuation routes in the form of maps is needed to minimize the number of victims and damage when a disaster occurs. Based on this, it is necessary to prepare disaster mitigation directives, such as planning the best evacuation route for a tsunami in coastal areas. The method used in determining an effective evacuation route is to use network analysis in the QGIS mapping application. The determination of evacuation routes is intended so that evacuation sites can be reached by evacuees before the tsunami arrives. This will be related to the travel time to the evacuation site required during the disaster evacuation process.

Keywords: Tsunami, Network Analysis, Evacuation Route

**ANALISIS JALUR EVAKUASI BENCANA TSUNAMI DENGAN
MENGUNAKAN *NETWORK ANALYSIS* DI DESA BATU BALAK, DESA
HARGO PANCORAN DAN DESA TOTOHARJO
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

Oleh
AHMAD FEBRIYANTO

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER TEKNIK SIPIL

Pada

**Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Dengan Menggunakan *Network Analysis* Di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran Dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung Selatan

Nama Mahasiswa : Ahmad Febriyanto

Nomor Pokok Mahasiswa : 1925011017

Jurusan : Magister Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



Pembimbing Utama

Alexis

**Dr. Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP 196811072000121001**

Pembimbing Anggota

[Signature]

**Dr. Ir. Citra Persada, M.Sc.
NIP 196511081995012001**

2. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil

[Signature]

**Dr. Ir. Endro P. Wahono S.T., M.Sc.
NIP 197001291995121001**

MENGESAHKAN

1. Tim penguji

Pembimbing Utama : **Dr. Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.**

Alexfer

[Signature]

Sekretaris : **Dr. Ir. Citra Persada, M.Sc.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D.**

[Signature]

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti,
S.T., M.Sc.**

[Signature]

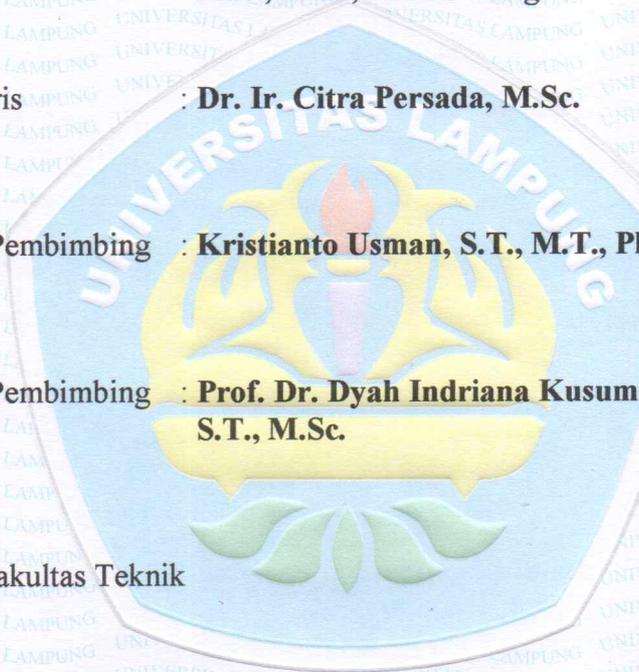
2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP 197509282001121002

3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **14 Juni 2023**



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya tesis yang saya susun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil seluruhnya adalah benar merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis ini, saya kutip dari hasil penulisan orang lain yang sumbernya dituliskan dengan jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah.

Tesis dengan judul “Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami dengan Menggunakan *Network Analysis* di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran, dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan” dapat diselesaikan berkat bimbingan dan motivasi dari kedua pembimbing saya, yakni:

1. Dr. Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
2. Dr. Ir. Citra Persada, M.Sc.

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, khususnya kedua dosen pembimbing dan Bapak/Ibu dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, bimbingan, doa, dan motivasi kepada penulis selama menempuh studi.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis yang saya buat ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Bandar Lampung, Juni 2023

Ahmad Febriyanto S.T.
NPM. 1925011017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bengkulu pada tanggal 20 Februari 1993, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Maris dan Ibu Zaleka.

Penulis memulai pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Mekar Indah Kota Bengkulu dan diselesaikan pada tahun 1999. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 41 Kota Bengkulu pada tahun 1999-2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 4 Kota Bengkulu pada tahun 2005-2008, lalu melanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 5 Kota Bengkulu pada tahun 2008-2011. Penulis meneruskan Pendidikan Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK), Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya melalui jalur Beasiswa Non-Akademik pada tahun 2011-2016. Setelah lulus dari Universitas Brawijaya, penulis memulai karirnya sebagai Konsultan Individual di Balai Prasarana Pemukiman Wilayah (BPPW) Lampung Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Selain menjadi Konsultan Individu di BPPW Lampung, penulis juga meneruskan pendidikannya di Program Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Lampung di Bandar Lampung sejak tahun 2019 hingga 2023. Penulis melakukan penelitian pada bidang transportasi dengan judul “Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami dengan Menggunakan *Network Analysis* di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran, dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan” yang dimulai pada tahun 2019-2023 dengan pembimbing utama oleh Bapak Dr. Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. dan pembimbing kedua oleh Ibu Dr. Ir. Citra Persada, M.Sc.

Bandar Lampung, Juni 2023

Ahmad Febriyanto S.T.
NPM. 1925011017

PERSEMBAHAN

Bismilahirrahmanirrahim

Buku Tesis ini dipersembahkan kepada orang tua tercinta, bapak Maris, ibu Zaleka, bapak Suprijandani, dan ibu Silaturrahmiyati, juga istriku tersayang, Annisa Maulidia Rahayyu. Tidak lupa untuk abang dan adik-adik, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa mendukung lahir dan batin.

Karya ini juga dipersembahkan kepada para penuntut ilmu, semoga bisa memberikan manfaat bagi karya keilmuan selanjutnya.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhan-mulah hendaknya kamu berharap”

(QS. Al-Insyirah : 5-8)

SAN WACANA

Alhamdulillah, penulis mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah swt atas rahmat, karunia, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan tesis dengan judul “Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami dengan Menggunakan *Network Analysis* di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran, dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan”. Tesis ini dibuat untuk memenuhi persyaratan akademik dalam memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Teknik Sipil, Universitas Lampung.

Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan besar baginda Rosulullah, Nabi Muhammad saw, serta keluarga dan para sahabatnya yang telah membimbing umatnya menuju kebaikan dan dinantikan syafaatnya kelak di yaumul akhir.

Dalam penyusunan tesis ini penulis banyak mendapat bimbingan, motivasi, dan bantuan moral maupun materi dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih dengan sepenuh ketulusan hati dan segala hormat kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Program Pascasarjana Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Ir. Aleksander Purba, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing utama tesis yang telah memberikan waktu, saran, ilmu, dan motivasi kepada penulis.

7. Ibu Dr. Ir. Citra Persada, M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua tesis yang telah memberikan waktu, saran, ilmu, dan motivasi kepada penulis.
8. Bapak Kristianto Usman, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji utama yang telah banyak memberikan masukan, kritik, dan saran kepada penulis.
9. Ibu Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran kepada penulis.
10. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lampung berkat ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama penulis menjalani masa studi di perkuliahan.
11. Staff Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah banyak membantu kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Orang tua Bapak Maris dan Ibu Zaleka, serta Bapak Suprijandani dan Ibu Silaturrahmiyati yang telah membantu penulis baik secara moral dan materil, serta selalu mendoakan, memotivasi, dan memberikan cintanya kepada penulis.
13. Istri tercinta, apt. Annisa Maulidia Rahayyu, S.Farm., M.S.Farm. yang telah membantu, mendukung, mendoakan, dan selalu ada untuk penulis.
14. Kakak dan adek-adek penulis yakni Abang Wawan, Ayuk Nita, Adek Dian, Reki, Adek Danang, dan Aca yang telah memberi semangat dan dukungan serta doa kepada penulis.
15. Rekan-rekan seperjuangan di Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah berjuang bersama dan membantu penulis
16. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu karena telah ikut membantu penulis selama studi dan penelitian

Semoga bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan keberkahan dan balasan dari Allah SWT. Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tesis ini. Besar harapan penulis tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca

khususnya dalam bidang transportasi dan mitigasi bencana, serta tesis ini dapat menjadi tambahan ilmu pengetahuan dan bahan untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, Juni 2023
Penulis,

Ahmad Febriyanto S.T.

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
1.5.1 Ruang Lingkup Wilayah	5
1.5.2 Ruang Lingkup Materi	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Bencana.....	8
2.2 Bencana Tsunami	9
2.3 Bencana Tsunami	12
2.4 Penanggulangan Bencana	13
2.5 Jalur Evakuasi	17
2.6 Kecepatan Pengungsi	19
2.7 Cepat Rambat Gelombang Tsunami dan Hubungannya Dengan Proses Evakuasi Tsunami.....	20
2.8 Tempat Evakuasi	22
2.9 <i>Network Analysis</i>	23
2.10 Studi Terdahulu	25

III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Variabel Penelitian	29
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.2.1	Survei primer	30
3.2.2	Survei sekunder.....	30
3.3	Analisis Jalur Evakuasi.....	31
3.4	Proses <i>Network Analysis</i>	33
3.5	Diagram Alir Penelitian	39
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	40
4.1.1	Administrasi dan Letak Geografis	40
4.1.2	Topografi.....	43
4.1.3	Tata Guna Lahan	45
4.1.4	Kependudukan	47
4.2	Analisis Daerah Rawan Bencana.....	47
4.3	Analisis Jalur Evakuasi dan Tempat Evakuasi Bencana.....	51
4.3.1	Jaringan Jalan.....	51
4.3.2	Analisis Tempat Evakuasi Desa Totoharjo	55
4.3.3	Analisis Tempat Evakuasi Desa Batu Balak.....	59
4.3.4	Analisis Jalur Evakuasi Desa Totoharjo	62
4.3.5	Analisis Jalur Evakuasi Desa Batu Balak	68
4.4	Komparasi Hasil Penelitian dengan Studi Terdahulu	74
V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	76
	DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Daerah Rawan Tsunami	12
2. <i>Times Series</i> Bencana Tsunami Di Selat Sunda	13
3. Jenis Rencana Dan Prinsip-Prinsip Penanggulangan Bencana	14
4. Lebar Minimum Kelas Jalan Untuk Jalur Evakuasi	18
5. Kecepatan Berjalan Pengungsi	20
6. Waktu Kedatangan dan Ketinggian Gelombang Tsunami.....	21
7. Studi Terdahulu Terkait Dengan Penelitian	25
8. Variabel Penelitian.....	32
9. Survei Primer.....	33
10. Survei Sekunder	34
11. Tata Guna Lahan	45
12. Jumlah Penduduk Lokasi Penelitian	47
13. Indeks Risiko Bencana Tsunami	48
14. Luas Area Rawan Tsunami Di Desa Lokasi Penelitian	49
15. Kelas Jalan Di Desa Lokasi Penelitian.....	52
16. Tempat Evakuasi Desa Totoharjo	56
17. Tempat Evakuasi Desa Batu Balak	60
18. Waktu Tempuh Menuju Titik Evakuasi Melalui Jalur Evakuasi 1 Desa Totoharjo	63
19. Waktu Tempuh Menuju Titik Evakuasi Melalui Jalur Evakuasi 2 Desa Totoharjo	64
20. Waktu Tempuh Menuju Titik Evakuasi Melalui Jalur Evakuasi 1 Desa Batu Balak.....	69
21. Waktu Tempuh Menuju Titik Evakuasi Melalui Jalur Evakuasi 2 Desa Batu Balak.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Administrasi Desa Hargo Pancoran dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan	8
2. Proses tsunami akibat pertemuan dua lempeng.....	9
3. Proses terjadinya tsunami akibat pergerakan patahan	10
4. Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gunung api	11
5. Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gunung api	11
6. Tahapan penanggulangan bencana	14
7. Struktur sistem jalur evakuasi	18
8. Sistematisasi analisis jalur evakuasi.....	32
9. Proses mengaktifkan <i>Processing Toolbox Panel</i>	33
10. Proses pembuatan shapefile jalan dan titik evakuasi	34
11. Hasil pembuatan shapefile jalan dan titik evakuasi.....	34
12. Proses <i>Network Analysis</i>	35
13. Proses pengisian parameter <i>toolbox short part (point to point)</i>	35
14. Hasil dari <i>Network Analysis, toolbox short part (point to point)</i> , Penentuan jalur terpendek	36
15. Pengisian parameter <i>toolbox service area (from point)</i>	37
16. <i>Processing algorithm</i> untuk <i>service area</i>	38
17. Hasil <i>Service Area</i> menunjukkan keterjangkauan shelter evakuasi.....	38
18. Diagram alir penelitian	39
19. Peta Administrasi Desa Lokasi Penelitian.....	41
20. Peta Orientasi Lokasi Penelitian	42
21. Peta Topografi Lokasi Penelitian.....	44

22.	Peta Tata Guna Lahan Lokasi Penelitian.....	46
23.	Peta Kawasan Rawan Bencana Tsunami.....	50
24.	Peta Jaringan Jalan Lokasi Penelitian	53
25.	Peta Foto Mapping Kondisi Jalan	54
26.	Overlay Peta Dalam Penentuan Tempat Evakuasi Bencana Tsunami Desa Totoharjo	56
27.	Peta Sebaran Tempat Evakuasi Bencana Tsunami Desa Totoharjo.....	58
28.	Overlay Peta Dalam Penentuan Tempat Evakuasi Bencana Tsunami Desa Batu Balak.....	59
29.	Peta Sebaran Tempat Evakuasi Bencana Tsunami Desa Batu Balak	61
30.	Peta Jalur Evakuasi 1 Bencana Tsunami Desa Totoharjo.....	65
31.	Peta Jalur Evakuasi 2 Bencana Tsunami Desa Totoharjo.....	66
32.	Peta Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Desa Totoharjo dengan Jarak Tempuh Terjauh.	67
33.	Peta Jalur Evakuasi 1 Bencana Tsunami Desa Batu Balak	71
34.	Peta Jalur Evakuasi 2 Bencana Tsunami Desa Batu Balak	72
35.	Peta Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Desa Batu Balak dengan Jarak Tempuh Terjauh.	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng aktif yaitu lempeng Indo-Australia dibagian selatan, lempeng Euro-Asia dibagian utara dan lempeng pasifik dibagian timur. Kondisi tersebut menyebabkan posisi Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempa bumi yang berpotensi menimbulkan tsunami terutama di bagian barat Pulau Sumatera (BMKG, 2014). Kabupaten Lampung Selatan merupakan kabupaten yang berada dalam kawasan rawan bencana yaitu tsunami (BPBD Kabupaten Lampung selatan, 2019). Tercatat, tsunami besar pernah terjadi di selat Sunda yang di sebabkan oleh letusan Gunung Krakatau (BPBD Kabuapten Lampung selatan, 2019). Ledakan Gunung Krakatau pada tanggal 27 Agustus 1883 diketahui menghancurkan 295 kota dan desa, serta terdapat korban sebanyak 36.000 jiwa. Tinggi gelombang yang terjadi setinggi 20-30 m disepanjang Pantai Merak-Banten, Lampung Selatan, dan Pantai Jakarta. Gelombang tsunami ini juga menghancurkan sepanjang garis pantai Teluk Semangko dan Teluk Lampung (Naryanto, 2003).

Pada tanggal 22 Desember 2018, terjadi peristiwa tsunami yang disebabkan oleh aktifitas Gunung Anak Krakatau di Selat Sunda menghantam daerah pesisir Banten dan Lampung. Sedikitnya terdapat 439 korban jiwa, 7.200 orang terluka, 15 orang hilang, dan 46.646 orang harus mengungsi akibat peristiwa ini (BMKG, 2019). Kondisi paska kejadian Salah satu wilayah yang terdampak dari gelombang tsunami tersebut adalah kawasan pesisir selatan Provinsi Lampung yaitu Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran di Kecamatan Rajabasa, dan Desa Totoharjo yang terletak di Kabupaten Lampung Selatan.

Secara geografis, wilayah Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo di sebelah selatan berbatasan langsung dengan laut yang merupakan dataran rendah, sedangkan sebelah utara berbatasan dengan Gunung Rajabasa yang merupakan dataran tinggi, sehingga saat terjadi bencana tsunami, penduduk dapat menyelamatkan diri menuju daerah yang lebih tinggi, yaitu ke arah Gunung Rajabasa. Tsunami yang terjadi secara tiba-tiba tanpa adanya peringatan dini dari intansi terkait menjadi salah satu penyebab banyaknya korban jiwa. Selain itu, jalur evakuasi yang memadai tidak tersedia, sehingga hal ini dapat menghambat proses evakuasi penduduk saat bencana tsunami terjadi.

Kondisi jalur evakuasi yang ada pada Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo belum layak untuk dijadikan sebagai jalur evakuasi. Lebar jalur evakuasi yang masih terlalu kecil dan sempit saat digunakan evakuasi akan menyulitkan dan berdampak pada semakin banyaknya korban jiwa.

Pemerintah Kabupaten (Pemkab) Lampung Selatan kini memiliki sistem penerima peringatan atau disebut *Warning Receiver System* (WRS) yang merupakan alat diseminasi informasi gempa bumi dan peringatan dini tsunami. Alat tersebut merupakan bantuan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pusat dan ditempatkan di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Lampung Selatan (BPBD Kabupaten Lampung Selatan, 2020).

Peran dari sarana prasarana berbasis mitigasi bencana sangat penting dalam proses evakuasi saat terjadi bencana, tidak cukup dengan alat penerima peringatan bencana gempa bumi dan tsunami saja. Sarana prasarana berbasis mitigasi bencana yang belum memadai di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo menjadi salah satu penyebab adanya korban jiwa dalam proses evakuasi bencana. Fungsi dari sarana prasarana ini adalah memudahkan masyarakat untuk menyelamatkan diri dari bencana tsunami, seperti sirine sistem peringatan dini untuk bencana. Kebijakan mitigasi bencana tsunami berupa rencana peta jalur evakuasi bencana belum termuat dalam dokumen tata ruang Kabupaten Lampung Selatan (RTRW Kabupaten Lampung Selatan, 2011). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penyusunan arahan mitigasi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo

berupa peta jalur evakuasi dan pelatihan kepada masyarakat agar tanggap serta tangguh terhadap bencana. Pembuatan peta jalur evakuasi bencana tsunami mengacu pada peta resiko bencana atau peta rawan bencana yang sudah ada. Hasil dari kajian nantinya diharapkan dapat mengurangi timbulnya korban jiwa dan risiko bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung Selatan.

Identifikasi masalah yang menjadi isu utama penelitian bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo antara lain:

1. Belum adanya perencanaan tata ruang terkait bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung Selatan, sehingga wilayah pesisir pantai memiliki risiko besar terkena dampak bencana tsunami (RTRW Kabupaten Lampung Selatan, 2011).
2. Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung Selatan merupakan bagian dari Pantai Barat Pulau Sumatera yang berada di kawasan rawan bencana tsunami (BPBD, 2019).
3. Sarana prasarana di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung selatan belum berbasis mitigasi bencana tsunami yang dapat memudahkan masyarakat dalam upaya menyelamatkan diri dari bencana tsunami (RTRW Kabupaten Lampung Selatan, 2011).
4. Belum ada rencana mitigasi atau penelitian terkait dengan bencana tsunami secara detail di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan sehingga ketika terjadi bencana tsunami kembali akan menimbulkan kerugian yang cukup besar seperti banyaknya korban jiwa akibat bencana tsunami (RTRW Kabupaten Lampung Selatan, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah pada lokasi studi, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian adalah:

1. Bagaimana karakteristik jaringan jalan yang digunakan sebagai jalur evakuasi menuju *shelter* evakuasi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran, dan Desa Totoharjo?
2. Bagaimana penentuan titik evakuasi yang aman dari bencana tsunami Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo?
3. Bagaimana perencanaan jalur evakuasi saat terjadi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo dengan menggunakan metode *network analysis*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian terkait dengan rumusan masalah antara lain:

1. Menganalisis karakteristik jaringan jalan yang digunakan oleh penduduk yang berada pada zona rawan tsunami sebagai jalur evakuasi di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung Selatan.
2. Menentukan titik evakuasi bencana tsunami Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo berdasarkan zona rawan tsunami.
3. Merencanakan jalur evakuasi terbaik yang bisa dilalui oleh masyarakat saat terjadi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo, Kabupaten Lampung Selatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan akan memberikan manfaat kepada pihak-pihak terkait antara lain:

1. Pemerintah

Dijadikan sebagai acuan dalam penyusunan program strategis atau kebijakan terkait mitigasi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan. Hal ini bertujuan untuk

mengurangi tingkat risiko bencana tsunami dan mewujudkan masyarakat yang tangguh dalam menghadapi bencana tsunami.

2. Masyarakat

Mengetahui, memahami dan menggunakan arahan mitigasi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo guna meningkatkan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana tsunami dan mengurangi risiko terkena dampak oleh bencana tsunami.

3. Mahasiswa

Menerapkan teori dan praktek yang telah diperoleh untuk diimplementasikan dalam penelitian khususnya tentang perencanaan jalur evakuasi bencana tsunami serta dapat mencari solusi dari isu penanggulangan bencana yang tidak efektif disebabkan karena tingkat risiko bencana dan arahan mitigasi bencana yang belum ada.

4. Pengusaha/investor

Mengetahui dan memanfaatkan arahan mitigasi bencana di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo guna menjadi bahan pertimbangan bagi pengusaha/investor untuk membuka atau menanamkan modal usaha terkait pengembangan sarana dan prasarana mendukung pariwisata pantai.

1.5 Ruang Lingkup

1.5.1 Ruang lingkup wilayah

Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran dan Desa Totoharjo berada di sebelah selatan Kabupaten Lampung Selatan dan merupakan bagian sebelah barat dari pantai di Pulau Sumatera. Secara administrasi Desa Batu Balak dan Desa Hargo Pancuran berada di Kecamatan Rajabasa dan Desa Totoharjo berada di Kecamatan Bakauheni (RTRW Kabupaten Lampung Selatan, 2011) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Administrasi Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran dan Desa Totoharjo Kabupaten Lampung Selatan.

1.5.2 Ruang lingkup materi

Ruang lingkup materi terkait penelitian dalam pembahasan ini berkaitan dengan materi yang terdapat pada tiap rumusan masalah:

1. Menganalisa karakteristik jaringan jalan dan shelter evakuasi tsunami Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo.

Identifikasi karakteristik jaringan jalan pada penelitian dapat diketahui berdasarkan jenis jaringan jalan, klasifikasi jalan, kapasitas jalan dan kualitas perkerasan jaringan jalan. Dari keempat aspek yang dinilai akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan jalur evakuasi bencana.

2. Menentukan Tempat evakuasi yang berada di zona aman bahaya tsunami. Penentuan tempat evakuasi diperlukan agar masyarakat mengetahui lokasi titik kumpul dan tempat yang aman saat terjadi bencana tsunami.
3. Merencanakan jalur evakuasi yang cepat, aman dan mudah diakses oleh masyarakat saat terjadi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo.

Perencanaan jalur evakuasi bencana adalah perencanaan jalur menuju daerah aman bagi masyarakat yang bertempat tinggal di daerah rawan bencana. Pada saat kondisi tanggap darurat, jalur evakuasi sangat dibutuhkan, Oleh karena itu, perencanaan jalur evakuasi difokuskan pada jalur penyelamatan melalui jalur darat saat terjadi bencana, sehingga masyarakat mengetahui secara cepat informasi jalur evakuasi yang aman dan tidak menimbulkan kerugian. Perencanaan jalur evakuasi untuk jalur darat difokuskan pada arah evakuasi menuju tempat evakuasi dan estimasi waktu untuk melakukan evakuasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bencana

Bencana pada dasarnya adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (UU 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana). Undang-Undang 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana menjadi dasar dalam pegangan dalam pemahaman kebencanaan di Indonesia, mengkategorikan bencana berdasarkan sumbernya dalam tiga kategori, yaitu bencana alam, bencana non-alam, dan bencana sosial.

- A. Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.
- B. Bencana non alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemic dan wabah penyakit.
- C. Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas masyarakat dan teror.

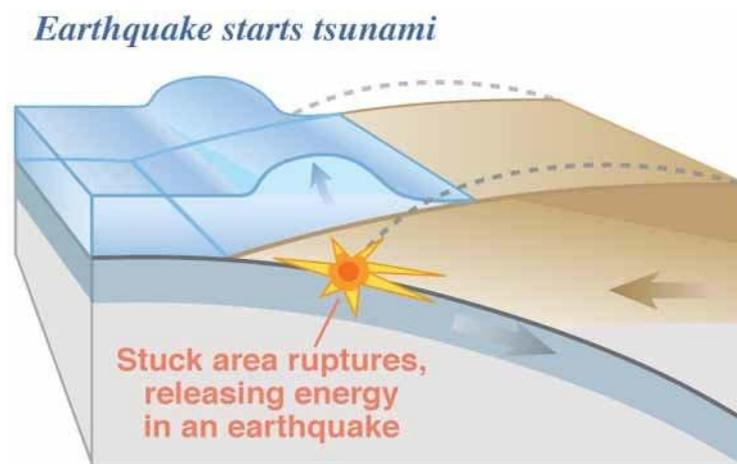
Jenis bencana yang terjadi di wilayah studi termasuk dalam bencana alam yaitu tsunami yang diakibatkan oleh gunung api dan gempa bumi. Bencana tsunami berpotensi akan timbul jika didahului dengan adanya gempa bumi dengan skala diatas 7 SR (BPBD, 2010).

2.2 Bencana Tsunami

Tsunami berasal dari kata *tsu* yang berarti pelabuhan dan *nami* yang memiliki arti gelombang. Tsunami dalam arti singkat merupakan gelombang pelabuhan. Tsunami dalam arti yang sebenarnya adalah gelombang laut yang terjadi karena adanya gangguan impulsif pada laut. Gangguan impulsif tersebut terjadi akibat adanya perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba dalam arah vertikal atau dalam arah horizontal. Perubahan tersebut disebabkan oleh tiga sumber utama, yaitu gempa tektonik, letusan gunung api, atau longsor yang terjadi di dasar laut.

1. Gempa Bumi Bawah Laut

Pemicu paling umum dari tsunami adalah gempa bumi yang terjadi di laut, dimana gempa tersebut ditimbulkan oleh pertemuan dua lempeng dimana salah satu lempeng mendesak lempeng yang lain. Saat kondisi dimana desakan antara lempeng tersebut lepas akan menimbulkan energi yang memicu terjadinya tsunami.

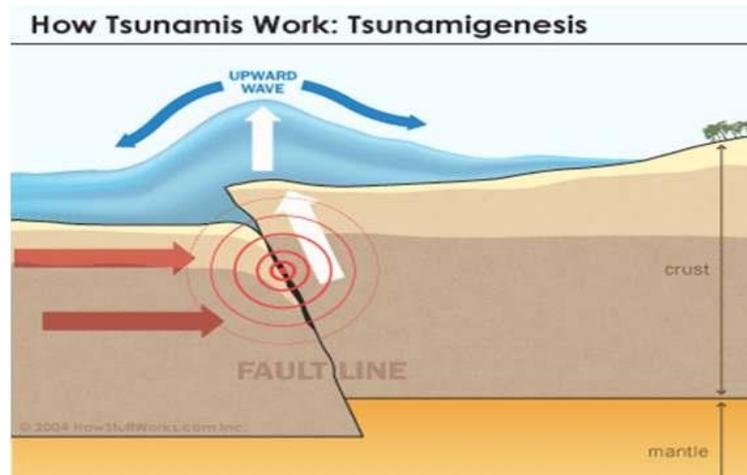


Gambar 2. Proses tsunami akibat pertemuan dua lempeng

Sumber : U.S.(Geological Survey, Circular 1187)

Selain karena pergerakan lempeng, tsunami juga disebabkan karena pergerakan patahan atau sesar yang ada di dasar laut. dimana pergerakan lempeng tersebut menimbulkan energi yang menyebabkan naiknya air laut. Umumnya gempa dengan kekuatan magnitudo di atas 7,0 yang dapat memicu terjadinya tsunami.

Puspito (2008) menyatakan berdasarkan mekanisme sumber, 75% kejadian disebabkan oleh sesar naik, 20% karena sesar geser, dan 5% karena sesar normal.

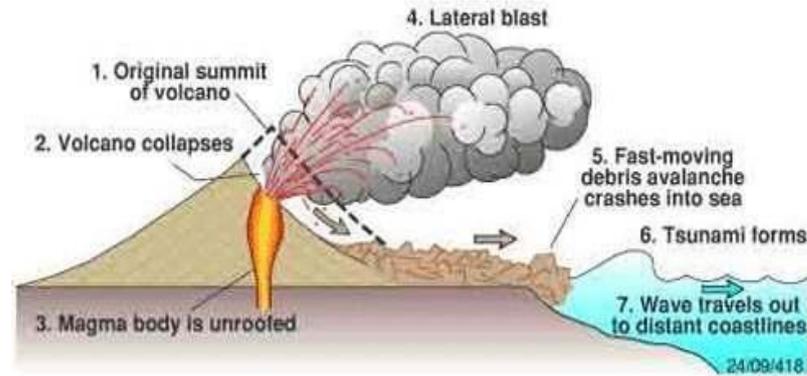


Gambar 3. Proses terjadinya tsunami akibat pergerakan patahan
(Sumber : howstuffworks.com)

Naryanto (2008) menyebutkan pulau Sumatera terpotong oleh patahan aktif Sumatera (Semangka) sepanjang 1.650 km dan merupakan patahan aktif terpanjang yang terdapat di Indonesia. Patahan Sumatera terbagi menjadi 18 segmen yang panjang masing-masing berkisar antara 45 dan 200 km.

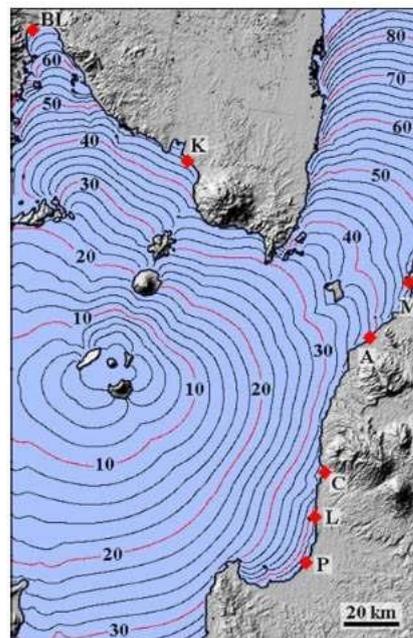
2. Letusan Gunung Api di Laut

Aktifitas gunung api yang berada di laut dapat memicu terjadinya gelombang tsunami. Saat terjadi aktifitas vulkanis gunung api meningkat akan mengeluarkan material yang ada didalam gunung tersebut. Energi dari aktifitas gunung api tersebut dapat menyebabkan bagian dari gunung tersebut longsor. Jumlah longsor yang cukup besar secara tiba-tiba dapat memicu terjadinya gelombang tsunami. Besarnya gelombang tsunami yang timbul sangat bergantung kepada jumlah material longsor yang jatuh kelaut. Semakin besar material yang jatuh kelaut semakin besar gelombang yang ditimbulkan.



Gambar 4. Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gunung api
(Sumber : U.S. Geological Survey, Circular 1187)

(Giachetti, dkk., 2012) kemungkinan terjadinya tsunami apabila terjadi longsor pada tubuh Gunung Anak Krakatau dan gelombang tsunami tersebut akan menerjang wilayah pesisir Selat Sunda dengan tinggi yang berbeda-beda seperti ditampilkan dalam Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Proses Terjadinya Tsunami Akibat Gunung api
(Sumber : Thomas Giachetti, dkk 2012)

3. Longsoran Bawah Laut

Tsunami yang diakibatkan oleh longsor bawah laut disebut sebagai tsunamigenic submarine landslide. Tsunami yang diakibatkan murni oleh

longsoran bawah laut tanpa pengaruh gempa sangat jarang terjadi. Longsor bawah laut dapat terjadi di daerah yang memiliki endapan. Budiono K (2009) menyebutkan longsoran bawah laut sangat berpotensi terjadi pada daerah dengan kemiringan lereng yang curam, berintensitas tektonik dan juga gempa bumi yang besar. Semakin besar gempa bumi, semakin besar longsoran yang akan terjadi dan berpotensi menimbulkan tsunami.

Dari ketiga sumber tersebut, di Indonesia gempa merupakan penyebab utama terjadinya tsunami (BMKG, 2014). Wilayah studi berada pada kawasan rawan bencana tsunami. Pembagian zonasi kerawanan tsunami menggunakan garis ketinggian permukaan tanah (kontur) untuk dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan peta rawan tsunami (Haryadi dkk, 2007:4). Pembagian zonasi rawan tsunami yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Daerah Rawan Tsunami

Kontur	Kawasan
1-5 meter	Tinggi
5-10 meter	Sedang
10-15 meter	Rendah
>15 meter	Aman

(Sumber: pedoman pembuatan peta jalur evakuasi bencana tsunami)

2.3 Tsunami Provinsi Lampung

Menurut Winchester, S. (2003) di dalam Jokowiarno,D. (2011) setidaknya terjadi 90 tsunami dalam kurun 250 tahun terakhir karena letusan gunung berapi. Letusan Krakatau tahun 1883 yang menimbulkan gelombang raksasa dengan korban jiwa sekitar 35.500 orang merupakan tsunami vulkanik paling besar. Berdasarkan katalog tsunami yang ditulis oleh Soloviev dan Go (1974) dalam Yudhicara dan Budiono, K., (2008), telah tercatat adanya beberapa kali kejadian tsunami di Selat Sunda. Puncaknya adalah saat terjadi letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883 yang memicu tsunami besar dan perubahan iklim global.

Tabel 2. *Times Series* Bencana Tsunami Di Selat Sunda

No.	Data Kejaidan Bencana Tsunami	Waktu
1	Kitab Jawa yang berjudul “Book of Kings” (Pustaka Radja), mencatat adanya beberapa kali erupsi dari gunung api, yang menyebabkan naiknya gelombang laut dan menggenangi daratan, serta memisahkan Pulau Sumatera dengan Pulau Jawa. Gunung api ini diyakini sebagai Gunung Api Krakatau saat ini.	416
2	Di Teluk Betung dan Selat Sunda pasca gempa kuat teramati gelombang tsunami setinggi 1,5 meter.	4 Mei 1851
3	Terjadi gempa kuat yang memicu tsunami kecil.	9 Januari 1852
4	Tsunami dahsyat diatas 30 meter akibat erupsi Gunung Krakatau. Di Indonesia sebanyak 36.000 orang meninggal dunia.	27 Agustus 1883
5	Terjadi gempa dengan kekuatan 7,9 magnitudo berpusat di selatan Selat Sunda yang merusak Banten dan sekitarnya.	23 Februari 1903
6	Terjadi tsunami kecil di Selat Sunda pasca gempa kuat.	26 Maret 1928
7	Terjadi gempa kuat di Selat Sunda diiringi dengan gelombang tsunami.	22 April 1958
8	Selat Sunda diterpa gelombang tsunami akibat longsoran Gunung Anak Krakatau.	22 Desember 2018
9	Terjadi gempadengan kekuatan 7,4 magnitudo yang merusak Banten dan sekitarnya.	2 Agustus 2019

(Sumber: Katalog Soloviev dan Go, 1974 dan BMKG, 2021)

2.4 Penanggulangan Bencana

Pengertian dari penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat dan rehabilitasi (UU. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana). Perencanaan penanggulangan bencana

dilakukan melalui penyusunan data tentang risiko bencana yang meliputi pengenalan dan pengkajian ancaman bencana, pemahaman kerentanan masyarakat, analisis kemungkinan dampak bencana, pilihan tindakan pengurangan risiko bencana, penentuan mekanisme kesiapan penanggulangan dampak bencana, kewenangan dan sumber daya yang tersedia (Nurjanah *et al*, 2011:48). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penanggulangan bencana merupakan kegiatan yang dilakukan dalam suatu kebijakan bertujuan untuk mengurangi risiko bencana pada masyarakat.



Gambar 6. Tahapan Penanggulangan Bencana

Sumber: BNPB, 2008 (Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana)

Berdasarkan Gambar 6 tahap penanggulangan bencana dilakukan dengan beberapa tahapan yang dilakukan yaitu tanggap darurat, pemulihan, pra bencana pada situasi tidak terjadi bencana dan pra bencana pada situasi potensi bencana dan pemulihan. Tahapan pra-bencana (situasi ada potensi bencana) menjadi tahapan yang sesuai dengan kondisi Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo yang berpotensi terjadinya tsunami. Tabel 2 menjelaskan jenis rencana penanggulangan bencana dan prinsip yang digunakan.

Tabel 3. Jenis Rencana dan Prinsip-Prinsip Penanggulangan Bencana

No.	Jenis rencana	Prinsip-prinsip
1.	Rencana penanggulangan bencana (<i>disaster</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Disusun saat kondisi normal • Bersifat prakiraan umum • Cakupan Kegiatan luas/umum meliputi semua

No.	Jenis rencana	Prinsip-prinsip
	<i>management plan</i>)	tahapan bidang kerja penanggulangan bencana <ul style="list-style-type: none"> • Dipergunakan untuk seluruh jenis ancaman bencana pada tahapan pra, saat tanggap darurat dan pasca bencana • Melibatkan semua pihak yang terlibat • Waktu yang tersedia cukup banyak • Sumber daya yang diperlukan masih berada dalam tahap inventarisasi
2.	Rencana mitigasi (<i>mitigation plan</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Disusun pada kondisi normal • Berisi tentang ancaman, kerentanan, sumberdaya yang dimiliki, pengorganisasian dan peran dari masing-masing instansi • Dipergunakan untuk beberapa jenis bencana • Berfungsi sebagai panduan atau arahan dalam penyusunan rencana sektoral • Kegiatan terfokus pada aspek pencegahan dan mitigasi • Tidak menangani kesiapsiagaan
3.	Rencana kontinjensi (<i>contingency plan</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Disusun sebelum kedaruratan atau kejadian bencana • Bersifat rencana terukur • Cakupan kegiatan spesifik difokuskan pada kegiatan masing-masing untuk menghadapi keadaan darurat • Dipergunakan untuk satu jenis ancaman • Pelaku terlibat hanya terbatas sesuai dengan jenis bencana • Untuk keperluan jangka panjang • Sumberdaya yang dibutuhkan bersifat

No.	Jenis rencana	Prinsip-prinsip
		penyiapan
4.	Rencana operasi (<i>operation plan</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Merupakan tindak lanjut atau penjelmaan dari rencana kontinjensi, setelah melalui kaji cepat • Sifat rencana sangat spesifik • Cakupan kegiatan sangat spesifik, difokuskan pada kegiatan tanggap darurat • Dipergunakan untuk satu jenis bencana yang benar-benar telah terjadi • Pelaku terlibat hanya pihak yang menangani kedaruratan • Untuk keperluan saat darurat • Sumberdaya diperlukan pada tahap mobilisasi
5.	Rencana pemulihan (<i>recovery plan</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pada tahapan pasca bencana • Sifat sesuai dengan karakteristik kerusakan • Cakupan kegiatan pemulihan awal, rehabilitasi dan rekonstruksi • Fokus kegiatan yang lebih beragam • Pihak yang terlibat yaitu pelaksanaan pemulihan • Sumber daya yang diperlukan pada tahapan aplikasi atau pelaksanaan

Sumber: Nurjanah *et al* (2011)

Berdasarkan Tabel 3 menjelaskan bahwa penelitian terkait pengurangan risiko bencana tsunami diklasifikasikan dalam tahap rencana mitigasi (*mitigation plan*). Rencana mitigasi terdapat prinsip yaitu rencana disusun pada kondisi normal dan kegiatan terfokus pada aspek pencegahan dan mitigasi. Prinsip rencana mitigasi sesuai dengan kondisi Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo yang merupakan wilayah yang paling rentan terkena dampak dari bencana tsunami sehingga diperlukan adanya mitigasi bencana.

2.5 Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi bertujuan untuk upaya meminimalkan dampak negatif yang dihasilkan oleh bencana dan merupakan perencanaan jalur evakuasi bagi korban bencana. Jalur evakuasi pada lingkungan permukiman perlu dipertimbangkan karena merupakan suatu kavling atau blok lingkungan tertentu yang dapat dipetakan sesuai hirarki jalan yang ada pada kawasan perencanaan. Identifikasi yang dilakukan untuk jalur penyelamatan yaitu tersedianya jalur evakuasi yang baik dan aman, tata ruang. yang berbasis bencana sudah harus menyiapkan tempat dan rute evakuasi jika terjadi bencana dan mempertimbangkan lokasi pengungsian (Sukawi, 2008).

Perencanaan jalur evakuasi adalah untuk mencari jalan tersingkat menuju daerah aman bagi masyarakat yang bertempat tinggal di daerah rawan bencana. Jalur evakuasi menggunakan akses jalan yang telah ada baik jalan raya maupun jalan lingkungan. Penataan jalur evakuasi disesuaikan dengan jumlah penduduk serta perkiraan kapasitas pengungsian wilayah tersebut. Pengaturan jalur evakuasi dan penempatan rambu diberlakukan merujuk pada ketentuan yang telah disepakati nasional maupun internasional (*Sea Defence Consultants*, 2007:9).

Konsep standar perencanaan jalur evakuasi tsunami (*Sea Defence Consultants*, 2007:35) adalah sebagai berikut.

- a) Jalur evakuasi dirancang menjauhi garis pantai, muara sungai, badan aliran sungai, saluran air atau kawasan industri bila ada. Jalur evakuasi akan mengarahkan masyarakat keluar dari daerah rawan tsunami menuju tempat aman terdekat atau tempat berkumpul.
- b) Standar lebar jalan 6 m tetapi lebar jalan yang lebih kecil juga diperbolehkan pada situasi yang memerlukan kapasitas kecil yaitu 4 m.
- c) Maksimum jarak jalur evakuasi 2 km digunakan untuk memaksimalkan waktu perjalanan.
- d) Jalur evakuasi diupayakan menghindari melintasi sungai atau melewati jembatan, mendekati telaga, danau, rawa atau situ.

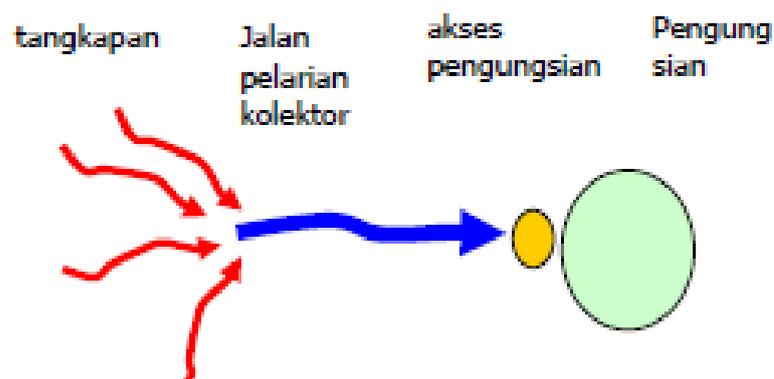
- e) Jalur evakuasi dibuat sistem blok untuk menghindari penumpukan massa pengungsi. Setiap blok dibatasi oleh badan sungai yang tegak lurus terhadap garis pantai.
- f) Jalur evakuasi dilengkapi dengan rambu evakuasi yang sudah dilengkapi dengan nama tujuan dan jarak yang harus ditempuh menuju tempat kumpul.

Perencanaan jalur evakuasi juga mempertimbangkan aksesibilitas yaitu jalan yang digunakan saat evakuasi. Berdasarkan fungsi kelas jalan terdapat beberapa pengaturan minimal lebar jalan yang digunakan sesuai dengan kelas jalan (Tabel 4).

Tabel 4. Lebar Minimum Kelas Jalan Untuk Jalur Evakuasi

Kelas jalan	Lebar minimum
Jalan arteri primer	10 meter
Jalan arteri sekunder	8 meter
Jalan kolektor sekunder	8 meter
Jalan lokal sekunder	4 meter
Jalan lingkungan	4 meter

Sumber: *Sea Defence Consultants, 2007*



Gambar 7. Struktur Sistem Jalur Evakuasi

Sumber: *Sea Defence Consultants, 2007*

Jalur evakuasi dapat direncanakan sesuai dengan prinsip kelas jalan yaitu kolektor dan arteri. Kolektor merupakan jalan yang diarahkan menuju arteri setelah itu menuju ke lokasi evakuasi seperti pada Gambar 7. Peta jalur evakuasi merupakan peta yang berisi petunjuk evakuasi dari daerah rawan bencana ke tempat yang lebih aman. Peta jalur evakuasi juga diharuskan bersifat sederhana, mudah dibaca dan dimengerti oleh semua kalangan atau kelompok masyarakat serta bersifat dinamis disesuaikan dengan informasi yang tersedia kemudian disempurnakan lagi sesuai dengan kerentanan terhadap bencana, perkembangan tata ruang dan tingkat kepadatan populasi (Permana dkk., 2007)

2.6 Kecepatan Pengungsi

Jalur evakuasi erat kaitannya dengan estimasi waktu tempuh yang dibutuhkan penduduk untuk menyelamatkan diri menuju titik evakuasi. Waktu tempuh berkaitan dengan kecepatan orang untuk menjauhi daerah rawan tsunami. Kecepatan orang berlari dalam kondisi bencana diperkirakan 0.97 - 1.07 m/det, diasumsikan 1 m/det atau 3.6 km/jam (Sugimoto, 2007).

Menurut Edward (1992) bila beberapa orang berjalan bergerombol, maka kecepatan rata-ratanya adalah 1,14 meter/detik (68,4 m/menit). Ahli jogging Dr. George Sheehan, dalam bukunya mendefinisikan bahwa jogging adalah aktifitas berlari dengan kecepatan dibawah 6 mil/jam (9.7 km/jam) atau sama dengan 1 km membutuhkan waktu 6.2 menit.

Asumsi kecepatan yang digunakan adalah kecepatan berjalan pengungsi ketika proses evakuasi. Berjalan kaki dianggap sebagai cara evakuasi yang optimal dalam proses evakuasi dibandingkan dengan cara evakuasi menggunakan kendaraan dan berlari. Evakuasi menggunakan kendaraan dan berlari tetap harus mempertimbangkan alokasi ruang jalur yang dibutuhkan juga potensi bahaya tambahan seperti jatuh tersandung ketika berlari, bertabrakan dengan pengungsi lainnya, bertabrakan antar kendaraan, kemacetan, meskipun kecepatan dari berkendara dan berlari lebih unggul dibandingkan dengan berjalan.

Tabel 5. Kecepatan Berjalan Pengungsi

No.	Kondisi Pejalan	Kecepatan berjalan rata-rata
1	Seseorang dengan kereta bayi	1,070 m/detik
2	Seseorang dengan seorang anak	1,020 m/detik
3	Orang tua berjalan sendiri	0,948 m/detik
4	Orang tua berjalan berkelompok	0,751 m/detik

Sumber: Institute For Fire Safety and Disaster Preparedness (1987), after Sugimoto et.al., (2003), dalam Dewi (2010), dalam Yunarto et.al., (2015).

Kecepatan berjalan yang diambil adalah kecepatan dengan nilai terendah. Bila pengungsi dengan kecepatan berjalan terendah dapat diselamatkan, maka pengungsi dengan kecepatan yang sama bahkan lebih dapat diasumsikan selamat juga (Muhajir dan cahyo, 2013, dalam Yunarto et.al., 2015).

2.7 Cepat Rambat Gelombang Tsunami dan Hubungannya Dengan Proses Evakuasi Tsunami

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

Menurut BNPB, waktu kedatangan tsunami di Indonesia umumnya berkisar 10-60 menit setelah terjadi gempa bumi, sedangkan *golden time* yang tersedia untuk evakuasi adalah berada pada kisaran waktu 30 menit. Itu merupakan waktu yang tersedia untuk evakuasi sebelum gelombang tsunami datang. Jarak waktu tersebut belum sepenuhnya murni digunakan untuk proses evakuasi, karena masih terdapat pertimbangan waktu untuk peringatan awal kurang lebih 5-7 menit, waktu untuk pengambilan keputusan pemerintah setempat untuk evakuasi dan perbaikan berita secara berkala oleh pihak BMKG kurang lebih 10-30 menit, serta pertimbangan waktu persiapan/reaksi masyarakat sebelum melakukan evaluasi secara aktual

kurang lebih 5 menit (Pedoman Pelayanan Peringatan Dini Tsunami, BMKG, 2012).

Menurut Thomas Giachetti dkk, (2012), berikut adalah waktu tempuh dan nilai maksimal dari gelombang amplitude yang terekam pada alat ukur yang terletak dekat dengan sinyal utama daerah pesisir Selat Sunda (<900 meter).

Tabel 6. Waktu Kedatangan dan Ketinggian Gelombang Tsunami

	Daerah Yang Terdampak							
	Bandar Lampung	Kalian	Merak	Anyer	Carita	Labuhan	Panimbang	Sumur
Waktu								
Kedatangan (menit)	68	44	47	38	37	40	43	36
Maksimum Gelombang Amplitudo (meter)	0,3	2,7	1,5	1,4	2,9	3,4	1,5	1,2

(Sumber: Geological Society, London, Special Publications, 2012)

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

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

2.8 Tempat Evakuasi

1. Bangunan/gedung sebagai tempat (*shelter*) evakuasi

Tempat evakuasi berupa ketersediaan ruangan yang cukup luas di bagian atas sebuah bangunan, yang sewaktu-waktu bisa digunakan untuk menampung sejumlah orang jika terjadi gempa dan potensi tsunami (BNPB).

Penentuan bangunan/gedung sebagai *shelter* evakuasi tsunami dilakukan melalui interpretasi citra satelit resolusi tinggi. Selanjutnya, observasi lapangan diperlukan untuk memvalidasi hasil interpretasi citra satelit dan untuk menilai jenis bangunan tertentu yang diprediksi berpotensi sebagai bangunan *shelter* evakuasi. Berdasarkan standar perencanaan tempat evakuasi (*Sea Defence Consultants, 2007*), jenis tempat evakuasi dapat berupa:

- a) *Escape hill* berupa daerah dataran tinggi alami maupun buatan dengan ketinggian bukit minimal 15 m di atas permukaan laut.
- b) Bangunan berada pada zona aman dari bahaya tsunami.
- c) Bangunan umum yang memenuhi ketentuan sebagai bangunan penyelamatan (*escape building*) seperti perkantoran (pemerintah dan swasta); ruang terbuka; masjid; bank (pemerintah dan swasta); hotel; serta pasar swalayan.
- d) Memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung pengungsi selama evakuasi.

2. Estimasi kapasitas/daya tampung bangunan evakuasi

a. Proporsi luas bangunan yang dapat digunakan untuk ruang evakuasi

Penentuan daya tampung bangunan yang terpilih berdasarkan ketersediaan ruangan yang dapat dipakai untuk evakuasi dalam kondisi siang dan malam. Asumsi yang digunakan yaitu untuk siang hari bangunan sedang dalam kondisi 100% terpakai, namun masih terdapat ruangan-ruangan di dalam bangunan tersebut yang masih mungkin untuk digunakan sebagai ruang evakuasi. Sedangkan pada malam hari bangunan 100% tidak dalam kondisi digunakan kecuali ruang untuk peralatan-peralatan lainnya. Berikut beberapa ketentuan proporsi luas bangunan yang dapat digunakan untuk ruang evakuasi di beberapa jenis bangunan, antara lain:

- Perkantoran dan bank 23,6%;
- Tempat peribadatan 78%;
- Pendidikan 30% ;
- Area pertokoan atau pasar swalayan 23%

b. Kebutuhan ruang minimal per orang

Peta jalur evakuasi harus dilengkapi dengan tempat atau titik evakuasi pengungsi. Titik evakuasi yang akan ditentukan harus dapat melayani dan menampung sesuai dengan kebutuhan ruang terhadap pengungsi yang akan ditampung. Diperkirakan setiap orang akan membutuhkan ruang minimum $1,65 \text{ m}^2$ sehingga daya tampung bangunan penyelamatan dapat dihitung dari luas lantai dibagi kebutuhan ruang minimal per orang (Ahmad, 2011).

2.8 *Network Analysis*

Jaringan merupakan seluruh sistem yang terkoneksi dengan fitur lain secara linear seperti jalan. Pada Quantum GIS, *network analysis* merupakan tipe analisis jaringan untuk menentukan wilayah yang tercakupi seluruh jalan yang dapat diakses (jalan yang tidak terhambat). *Network analysis* merupakan analisis yang digunakan untuk memecahkan masalah terkait dengan jaringan. Tujuan dari dilakukannya *network analysis* adalah agar lebih efisien dalam arti dapat menghemat waktu dan uang.

Tool yang dibutuhkan antara lain adalah data jaringan jalan dan software SIG dengan menggunakan ekstensi *network analysis*. *Tool-tool* tersebut dapat digunakan untuk menganalisa jalur secara langsung, optimum routing, analisis fasilitas yang paling dekat, analisa waktu mengemudi, dan petunjuk arah mengemudi.

Network Analysis menggunakan impedansi dalam menentukan jalur terbaik. Default impedansi adalah panjang garis. Dapat menggunakan lainnya juga, seperti estimasi waktu tempuh dengan catatan bahwa nilai harus ada pada tabel atribut dan ditentukan sebelum analisis. Pada *network analysis*, terdapat ekstensi yang salah satunya *service area*.

Network analysis memiliki berbagai fungsi. Fungsi-fungsi tersebut diantaranya adalah:

1. Analisis jalur langsung. Analisis ini digunakan untuk mencari jalur terdekat dari suatu titik ke titik lainnya seperti mencari rute terdekat untuk menuju supermarket dari rumah.
2. Pada *network analysis* juga terdapat fungsi optimum routing yang digunakan untuk mencari rute-rute untuk menuju banyak lokasi dalam sekali jalan. Fungsi ini memudahkan delivery-man dalam mengunjungi beberapa rumah agar lebih efisien, cepat dan hemat.
3. Selain rute atau jalur, analisis jaringan juga dapat digunakan untuk menganalisis fasilitas terdekat untuk mendapatkan pelayanan. Hal ini juga berkaitan dengan jangkauan pelayanan dari fasilitas itu sendiri. Pencarian fasilitas terdekat seperti saat terjadi kecelakaan, maka dapat dicari rumah sakit terdekat dengan mempertimbangkan aksesibilitas tercepat.
4. Analisis drive time merupakan analisis yang digunakan untuk menganalisis waktu tempuh menuju pusat fasilitas seperti digunakan untuk membantu suatu toko menentukan berapa banyak konsumen dalam radius 5 mil.
5. Menjadi penunjuk arah pengemudi seperti menggantikan peta kertas atau berfungsi sebagai mapquest.

Dengan ekstensi *network analysis* pada QGIS, dapat ditemukan *service area* di sekeliling lokasi pada jaringan. *Service area* juga berfungsi untuk membantu mengevaluasi aksesibilitas. *Service area* yang memusat menunjukkan bagaimana aksesibilitas berubah dengan impedansi. Jika *service area* sudah terbentuk, maka dapat digunakan untuk mengidentifikasi berapa banyak lahan, jumlah penduduk, dan kedekatan dengan wilayah tetangga.

2.9 Studi Terdahulu

Tabel 7. Studi Terdahulu Terkait Dengan Penelitian

No.	Nama, Tahun, Publikasi	Judul	Masalah	Variabel	Metode analisa yang digunakan	Hasil
1.	M. Imam Riady, 2020. Tesis Magister Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung	Analisis Jalur Evakuais Bencana Tsunami Desa Kunjir dan Desa Way Muli Kabupaten Lampung Selatan	<ul style="list-style-type: none"> • Desa Kunjir dan Way Muli terletak di jalur bahaya gempa bumi dan tsunami sehingga masyarakat yang berada di kawasan pesisir berada dalam kondisi yang berbahaya. • Kondisi jalur evakuasi yang ada pada kedua desa tersebut belum semuanya layak untuk dijadikan sebagai jalur evakuasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Keadaan Topografi • Kondisi jalan • Data jumlah penduduk • Tinggi gelombang tsunami 	<i>Netwok Analysis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jalur Evakuais Bencana Tsunami Desa Kunjir dan Desa Way muli Kabupaten Lampung Selatan.
2.	Ummu Kultsum, M. A Zainul Fuad dan Andik Iisdianto, 2017. Jurnal penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu	Desain Jalur Evakuasi Tsunami di Daerah Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi	<ul style="list-style-type: none"> • Daerah Pelabuhan Ratu merupakan daerah pesisir dan pariwisata dengan tingkat resiko tinggi terhadap tsunami 	<ul style="list-style-type: none"> • Karakteristik fisik: <ul style="list-style-type: none"> - Topografi - Jaringan jalan - <i>Coastal proximity</i> - Tutupan lahan 	<i>Network Analysis</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Jalur evakuasi yang paling efektif saat terjadi bencana tsunami.

No.	Nama, Tahun, Publikasi	Judul	Masalah	Variabel	Metode analisa yang digunakan	Hasil
	Kelautan, Universitas Brawijaya	Menggunakan Sistem Informasi Geografis				
3.	Ahmad Ade Kurniawan, 2011. Jurnal penelitian Fakultas Teknik, Universitas Riau.	Evaluasi Kapasitas Shelter Evakuasi Untuk Bencana Tsunami Di Kota Padang Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)	<ul style="list-style-type: none"> • Kota Padang terletak di jalur bahaya gempa bumi dan tsunami • Adanya masalah dalam evakuasi pada saat terjadi gempa • Tidak efektifnya shelter evakuasi yang telah dibangun di Kota Padang 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penduduk di zona bahaya tsunami • Shelter evakuasi - Jumlah Shelter evakuasi yang telah dibangun - Kapasitas shelter 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis distribusi penduduk • Analisis digitasi jalan • Analisis waktu evakuasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyeksi jumlah penduduk yang dapat ditampung di shelter evakuasi saat terjadinya tsunami.
4.	Yogi Octa Sumbari, 2018. Jurnal Buana, Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang	Analisis Jalur Evakuasi Tsunami Yang Sesuai Menuju Tempat Evakuasi Sementara (TES) di Kecamatan	<ul style="list-style-type: none"> • Kecamatan Padang Utara terletak di kawasan bencana gempabumi dan tsunami • Tingginya tingkat kerentanan akan bencana tsunami. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaringan Jalan • Rawan Bencana Tsunami • Kontur • Shelter evakuasi • Permukiman penduduk 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Service area</i> • <i>Netwok Analysis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Peta jalur evakuasi bencana tsunami menuju tempat evakuasi sementara yang berada dalam

No.	Nama, Tahun, Publikasi	Judul	Masalah	Variabel	Metode analisa yang digunakan	Hasil
		Padang Utara				jangkauan penduduk di Kecamatan Padang Utara.
5.	Gaudensia, Dedy K dan Feny A, 2018. Jurnal Penelitian Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang	Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Dengan Metode Network Analysis (Studi Kasus : Kota Maumere)	<ul style="list-style-type: none"> • Kota Maumere berada dalam kawasan rawan bencana tsunami. • Belum adanya jalur evakuasi yang baik dalam upaya mitigasi bencana tsunami di Kota Maumere 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaringan Jalan • Rawan Bencana Tsunami • Kontur • Shelter evakuasi 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Netwok Analysis</i> • <i>Service area</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Peta jalur evakuasi bencana tsunami Kota Maumere.

Tabel 6 merupakan tabel yang berisi mengenai studi terdahulu terkait dengan penelitian yang akan dilakukan di Desa Hargo Pancoran dan Desa Totoharjo. Ada 1 penelitian dan empat jurnal yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Penelitian pertama berjudul Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Desa Kunjir dan Desa Way Muli Kabupaten Lampung Selatan. Kaitan dengan penelitian adalah pembahasan mengenai perencanaan jalur evakuasi bencana tsunami yang paling efektif di Desa Kunjir dan Desa Way Muli Kabupaten Lampung Selatan. Perencanaan jalur evakuasi pada penelitian terdahulu menggunakan metode *network analysis* dengan aplikasi Arcgis. Jurnal pertama berjudul Desain Jalur Evakuasi Tsunami di Daerah Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Kaitan penelitian dengan jurnal pertama adalah pembahasan mengenai perencanaan jalur evakuasi bencana tsunami yang paling efektif di daerah Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi. Metodologi yang digunakan pada penelitian pada jurnal pertama ini adalah *network analysis* (Ummu et al, 2017). Jurnal kedua berjudul Evaluasi Kapasitas Shelter Evakuasi Untuk Bencana Tsunami Di Kota Padang Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Kaitan penelitian dengan jurnal kedua adalah proyeksi jumlah penduduk yang dapat ditampung di shelter evakuasi saat terjadinya tsunami (Ahmad, 2011). Jurnal Ketiga berjudul Analisis Jalur Evakuasi Tsunami Yang Sesuai Menuju Tempat Evakuasi Sementara (TES) di Kecamatan Padang Utara. Kaitan penelitian dengan jurnal keempat adalah penggunaan metode *service area* dan *network analysis* dalam penentuan jalur evakuasi bencana tsunami menuju shelter evakuasi sementara (Yogi, 2018). Jurnal Kelima berjudul Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami dengan Metode *Network Analysis* (Studi Kasus: Kota Maumere). Kaitan penelitian dengan jurnal keempat adalah penggunaan metode *network analysis* dalam penentuan jalur evakuasi bencana tsunami (Gaudensia et al, 2018).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan atribut dari sekelompok objek yang diteliti dan mempunyai variasi antara satu obyek dengan obyek yang lain. Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah variabel penentuan jalur evakuasi yang akan digunakan masyarakat saat terjadi tsunami.

Penjabaran mengenai variable dan subvariabel yang akan digunakan pada penelitian dijelaskan pada Tabel 8.

Tabel 8. Variabel Penelitian

Tujuan	Variabel	Sub variabel	Parameter	Sumber
Merencanakan jalur evakuasi yang bisa dilalui oleh masyarakat saat terjadi bencana tsunami di Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran dan Desa Totoharjo	Jalur evakuasi	Perkerasan jalan	<ul style="list-style-type: none"> • Makadam • Aspal • Rabat beton • Tanah 	<ul style="list-style-type: none"> • Sea Defence Consultants, 2007 (Pedoman Perencanaan Pengungsian Tsunami SDC-R-70022)
		Hirarki jalan	<ul style="list-style-type: none"> • Lebar jalan 	
	Titik evakuasi	Guna lahan	<ul style="list-style-type: none"> • Aman dari bahaya tsunami • Ketinggian • Daya tampung • Luas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ahmad Ade Kurniawan, 2011. Jurnal penelitian Fakultas Teknik, Universitas Riau.
		Jarak titik evakuasi	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak menuju lokasi evakuasi • Waktu tempuh 	

3.2 Teknik Pengumpulan Data

3.2.1 Survei primer

Survei primer dilakukan dengan mencari informasi secara langsung di lapangan dengan metode wawancara, observasi lapangan, kuisioner dan dokumentasi. Survei primer yang dilakukan terkait pengambilan data berupa pengetahuan masyarakat mengenai bencana tsunami, kondisi eksisting penggunaan lahan, data terkait kondisi permukiman dan jalan, serta potensi dan permasalahan terkait data-data tersebut. Teknik survei, sumber data dan data yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Survei Primer

No.	Teknik survei	Sumber data	Data yang diperlukan
1.	Wawancara	Wawancara kepada instansi pemerintah yaitu perangkat desa dan masyarakat yang berada lokasi penelitian.	<ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan perangkat desa dan masyarakat terkait dengan mitigasi bencana • Kondisi desa saat terjadi bencana
2.	Observasi	Pengamatan langsung di lapangan terkait kondisi fisik lokasi penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi jaringan jalan • Kondisi fisik lingkungan • Guna lahan • Tempat evakuasi

3.2.2 Survei sekunder

Survei sekunder dilakukan untuk memperoleh data-data yang berkaitan dengan wilayah studi dan bencana tsunami. Dokumen tertulis yang diperoleh dari BPBD,

BAPPEDA, BPS, BPN, Dinas PU di Kabupaten Lampung Selatan dan kantor Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancoran dan Desa Totoharjo (Tabel 10).

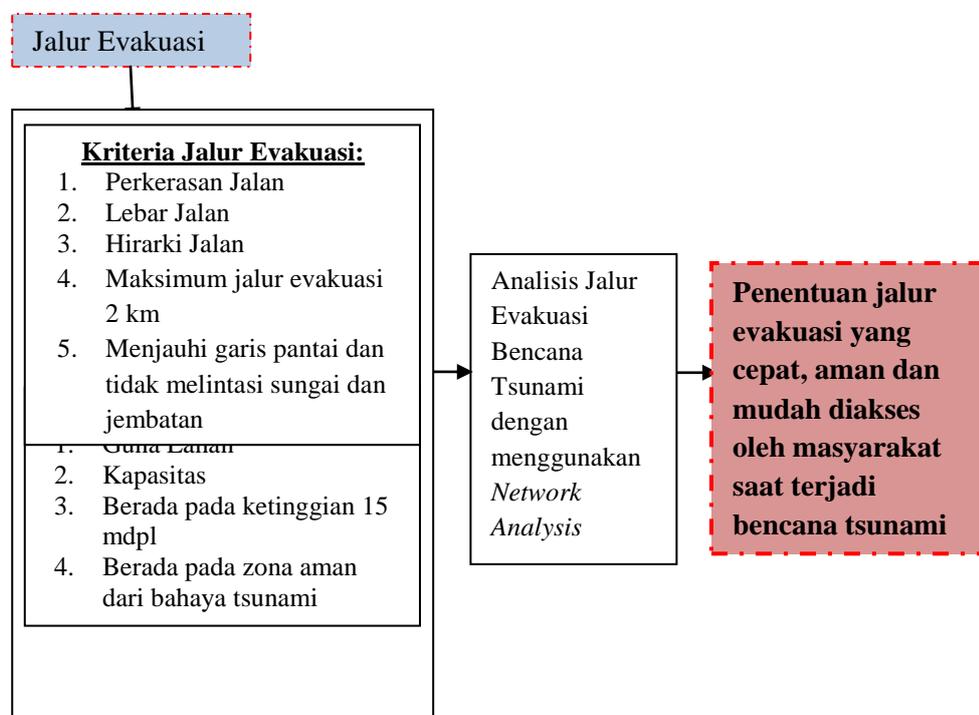
Tabel 10. Survei Sekunder

No.	Sumber data	Jenis data
1.	BAPPEDA	• Kebijakan tata ruang Kabupaten Lampung Selatan
2.	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	• Data kebencanaan (<i>time series</i>) • Rencana strategis penanggulangan bencana tsunami Kabupaten Lampung Selatan • Kajian kawasan rawan bencana tsunami di Kabupaten Lampung Selatan
3.	Badan Pertanahan Nasional	• Peta dan data ketinggian di Kabupaten Lampung Selatan
4.	Badan Pusat statistik	• Lampung Selatan dalam angka • Kecamatan Rajabasa dalam angka • Kecamatan Bakauheni dalam angka
5.	Dinas Pekerjaan Umum	• Peta jaringan jalan • Data kerusakan jalan • Peta hirarki jalan
6.	Kantor Desa	• Profil Desa • Desa dalam angka

3.3 Analisis jalur evakuasi

Perencanaan jalur evakuasi mengacu pada tingkat risiko bencana tsunami. Prinsip dari jalur evakuasi bencana tsunami adalah menjauhi daerah datangnya tsunami. Untuk merencanakan jalur evakuasi yang mudah diakses oleh masyarakat digunakan analisis jalur terpendek dengan alat *Geographic Information System* sehingga dapat menemukan jalur terpendek. Pada analisis jalur terpendek dengan metode *all or nothing* mengasumsikan bahwa pemilihan rute yang akan dilalui meminimumkan waktu perjalanan sehingga tergantung pada karakteristik jalan.

Teknik ini juga menganggap semua perjalanan dari zona asal ke zona tujuan mengikuti jalur tersingkat dan tercepat. Aspek yang dipertimbangkan dalam analisis yaitu jarak asal ke tujuan, waktu tempuh, dan lebar jalan (Gambar 8).



Gambar 8. Sistemika Analisis Jalur Evakuasi

Analisis untuk menentukan jalur evakuasi menggunakan metode *all or nothing* yaitu metode yang mengasumsikan bahwa penggunaan jalan secara rasional memilih rute terpendek dengan meminimumkan hambatan transportasi (jarak, waktu dan biaya). Semua lalulintas antara zona asal dan tujuan menggunakan rute yang sama dengan anggapan dari pengguna jalan dalam penelitian yaitu pengungsi sehingga dapat menghasilkan rute tercepat. Selain itu juga menyediakan informasi bagi penduduk untuk menentukan arah dari penggunaan jaringan atau jalur baru dalam perencanaan (Tamin, 2000:284). Penelitian untuk menentukan jalur terbaik yang digunakan sebagai jalur evakuasi mengadopsi asumsi yang digunakan dalam metode *all or nothing* sehingga lebih sesuai digunakan dan diaplikasikan dengan teknik *network analysis* dari GIS. *Network analysis* merupakan salah satu aplikasi dari GIS yang memiliki kemampuan menganalisa jaringan untuk menemukan rute yang terbaik seperti jaringan jalan, jaringan listrik, jaringan pipa maupun jaringan

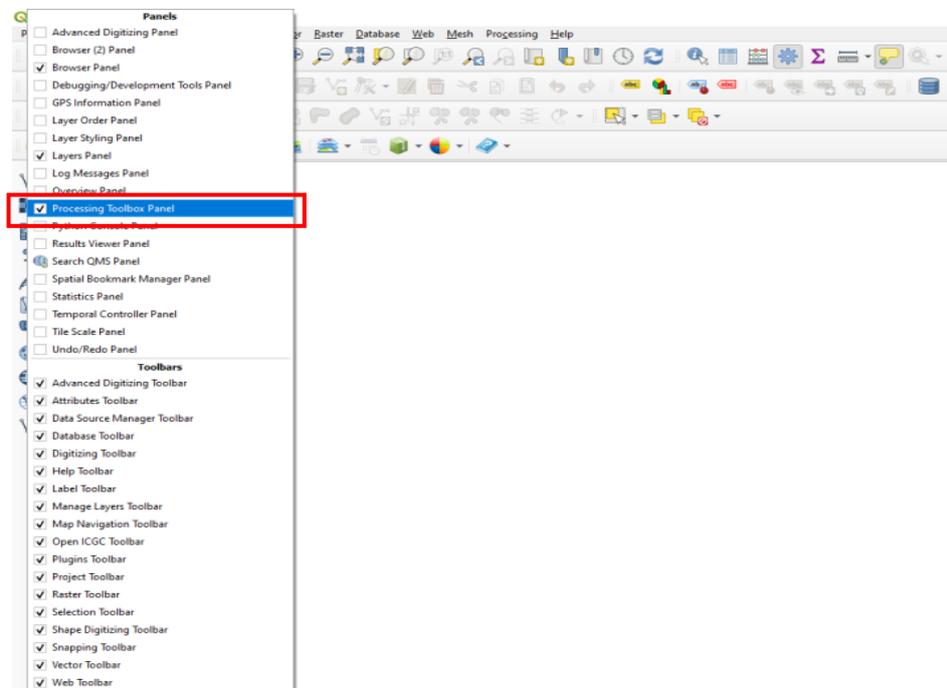
sungai. Selain itu, *network analysis* juga dapat menemukan jalur terbaik dari satu lokasi ke lokasi lain (Buana, 2010:3). Perencanaan jalur evakuasi dalam penelitian menggunakan sistem blok. Pembagian blok bertujuan agar proses evakuasi dapat berjalan dengan cepat dan lebih efisien. Pembagian blok evakuasi menggunakan *service area*. Dengan menggunakan *service area*, kita dapat melihat jangkauan pelayanan dari shelter evakuasi. Berdasarkan jangkauan evakuasi, kita dapat membuat blok evakuasi pada wilayah studi.

3.4 Proses Network Analysis

1. Jarak terpendek.

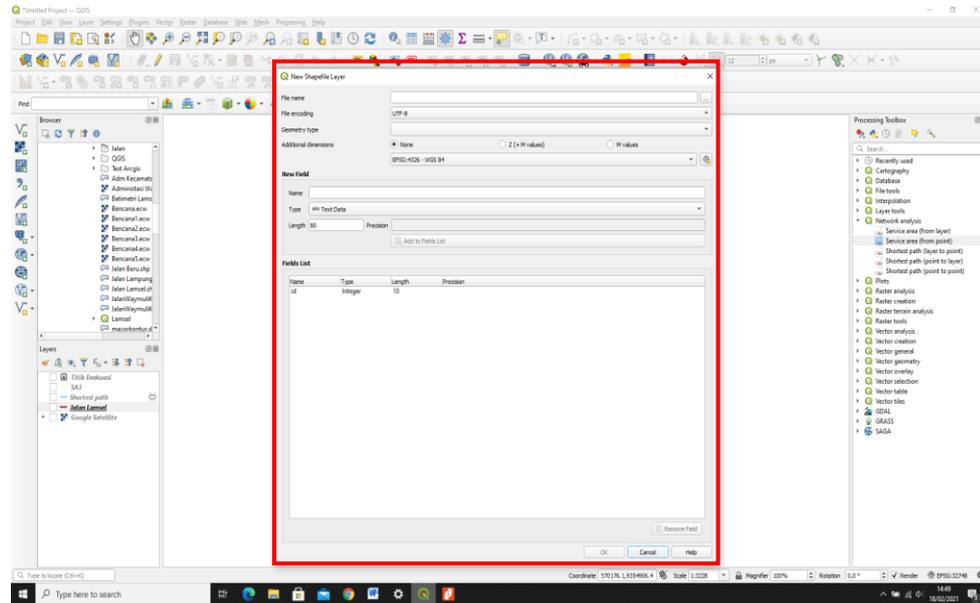
Penentuan rute terbaik oleh Network Analyst dilakukan dengan menggunakan sebuah algoritma yang dikembangkan oleh Edgar Dijkstra (1959). Algoritma Dijkstra digunakan untuk mengkalkulasi jalur terpendek dari titik awal ke semua titik lainnya. Berikut ini adalah prosedur dalam pengolahan data dengan *Network Analysis*:

- a. Jalankan aplikasi QGIS.
- b. Aktifkan menu processing toolbox.

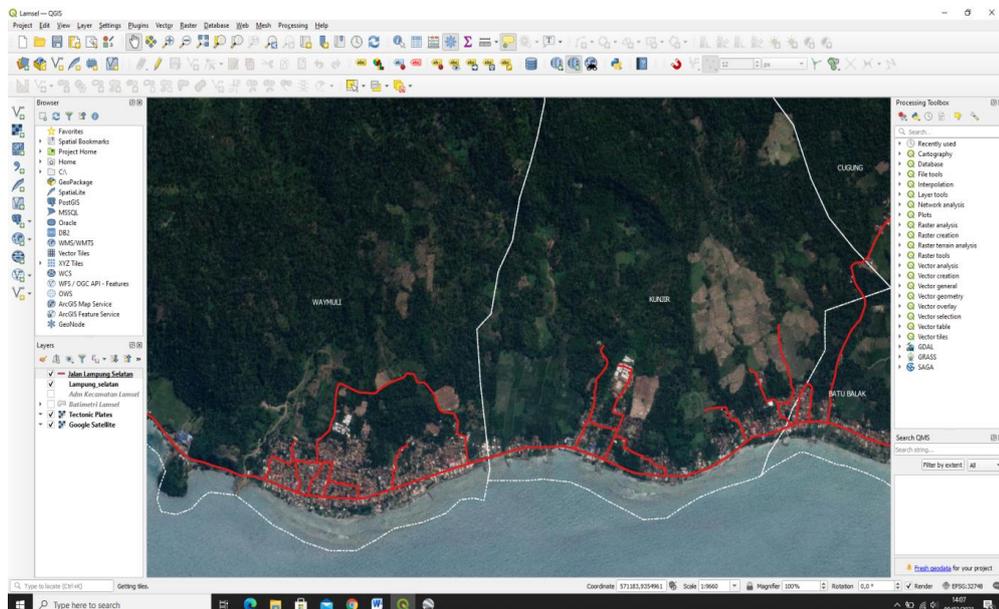


Gambar 9. Proses mengaktifkan *Processing Toolbox Panel*

- c. Membuat shapefile jaringan jalan, titik awal dan lokasi tujuan dengan cara klik menu New Shapefile Layer, tentukan nama dan tipe data (polyline untuk jalan, point untuk titik awal dan lokasi tujuan). Data jaringan jalan yang dibuat pada aplikasi tidak boleh terputus.



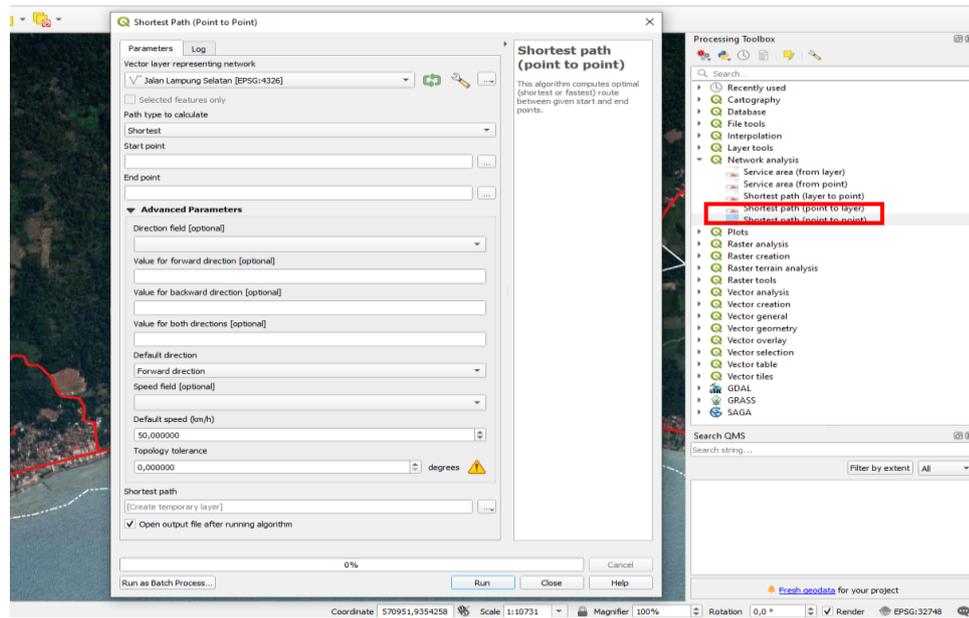
Gambar 10. Proses pembuatan shapefile jalan dan titik evakuasi.



Gambar 11. Hasil pembuatan shapefile jalan dan titik evakuasi.

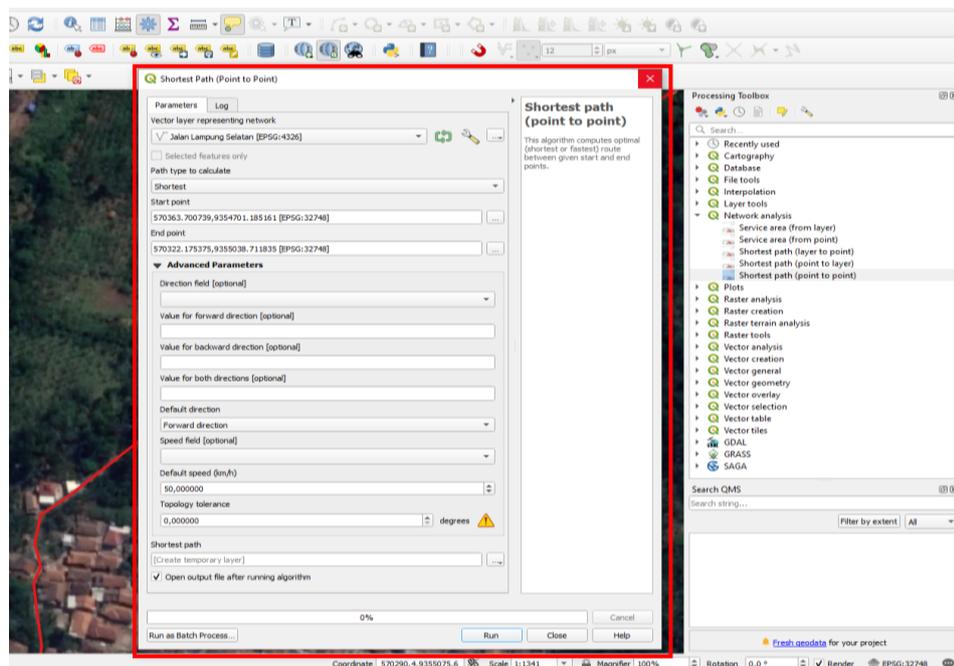
- d. Selesai membuat shapefile jaringan jalan, titik awal dan lokasi tujuan

- e. Pada processing toolbox, pilih menu Network analysis – short part (point to point)



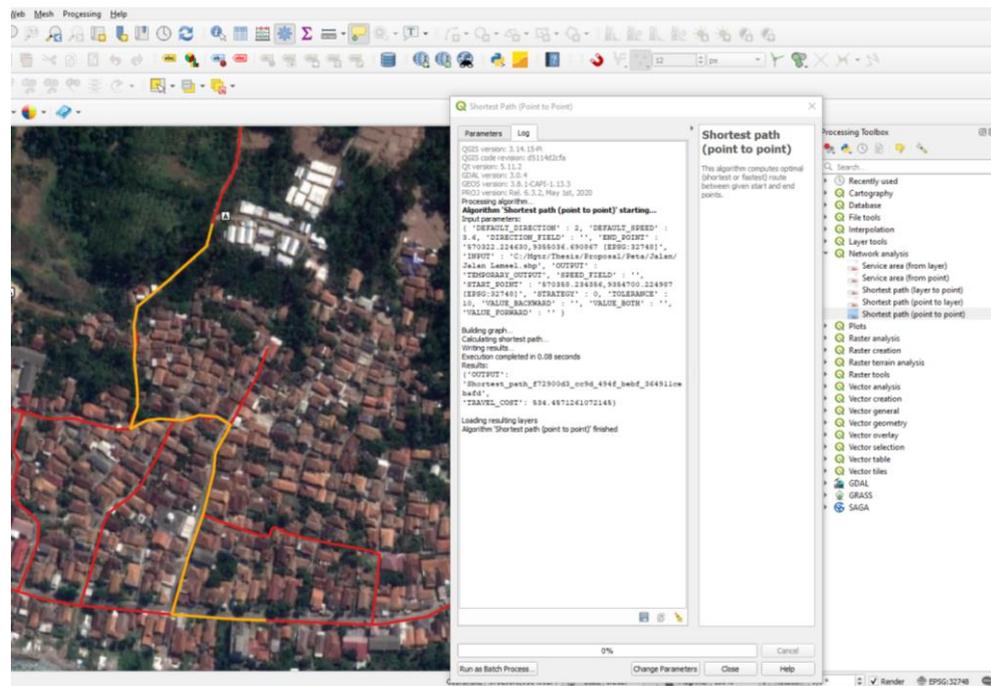
Gambar 12. Proses *Network Analysis*

- f. Muncul toolbox short part (point to point), Pada menu parameters, isi vector layer representing network dengan jaringan jalan yang telah ada pada layer.



Gambar 13. Proses pengisian parameter *toolbox short part (point to point)*

- g. Pilih isian pada path type to calculate, menu shortest atau fastest dan isi titik koordinat pada start point dan end point. Lalu pilih kotak menu shortest path untuk menyimpam file hasil dari processing algorithm.
- h. Setelah semua telah diisi, maka klik run, maka processing algorithm akan berjalan.



Gambar 14. Hasil dari *Network Analysis*, *toolbox short part (point to point)*, Penentuan jalur terpendek.

2. Area Pelayanan.

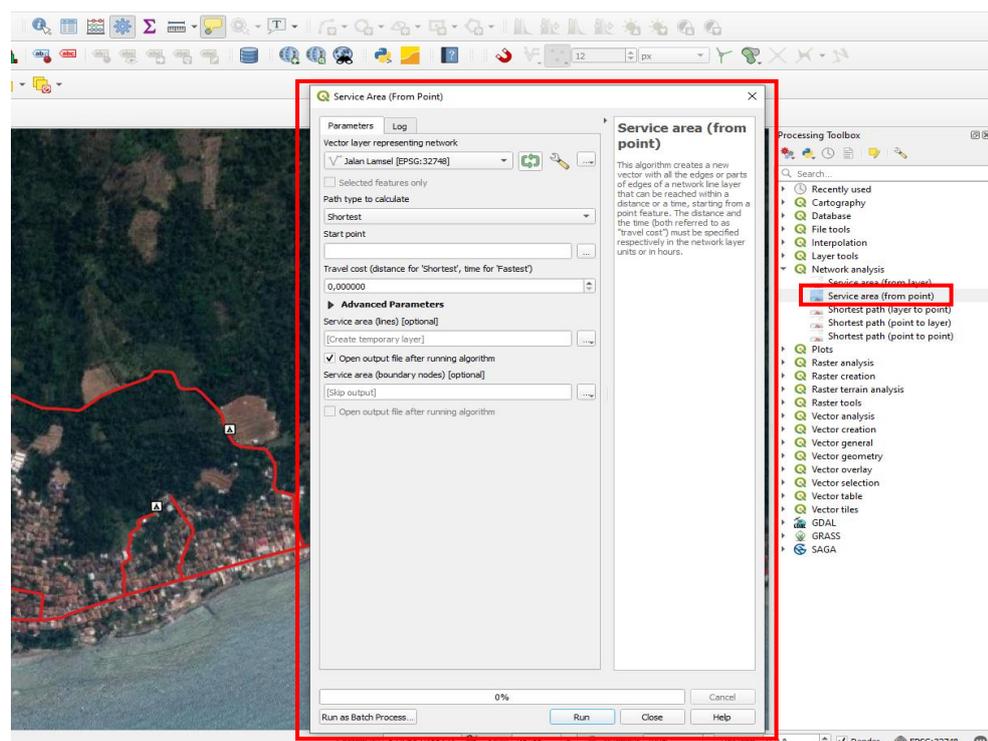
Area Pelayanan atau *Service area* adalah keterjangkauan wilayah yang mencakup semua jalan yang dapat diakses (jalan yang berada dalam impedansi tertentu). Misalnya, area layanan dengan radius jarak 1 km untuk suatu titik di jaringan mencakup semua jalan yang dapat dicapai dalam jarak 1 km dari titik itu.

Service area yang dibuat oleh dengan menggunakan analisa jaringan jalan dapat membantu mengevaluasi aksesibilitas. Service area dapat digunakan sebagai metode dalam penentuan selter evakuasi bencana tsunami. Service area dapat digunakan untuk mengidentifikasi berapa banyak lahan, berapa banyak

orang, atau berapa banyak hal lain yang ada di lingkungan atau wilayah tersebut.

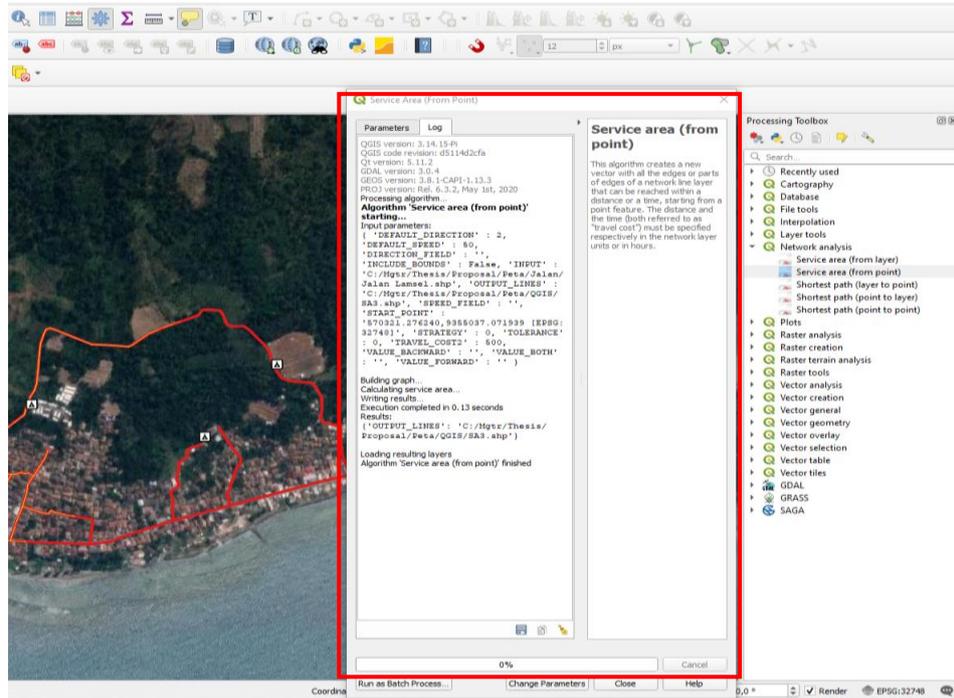
Tahapan:

- Setelah ditentukan titik evakuasi/shelter evakuasi bencana, maka pilih menu service area pada network analysis pada processing toolbox.
- Pada menu parameters, isi vector layer representing network dengan shapefile jaringan jalan yang telah ada pada layer.
- Pada start point, isi titik koordinat yang akan digunakan sebagai acuan dalam penentuan service area.
- Pada travel cost, isi nilai jarak keterjangkauan shelter evakuasi, misalnya 500 meter.

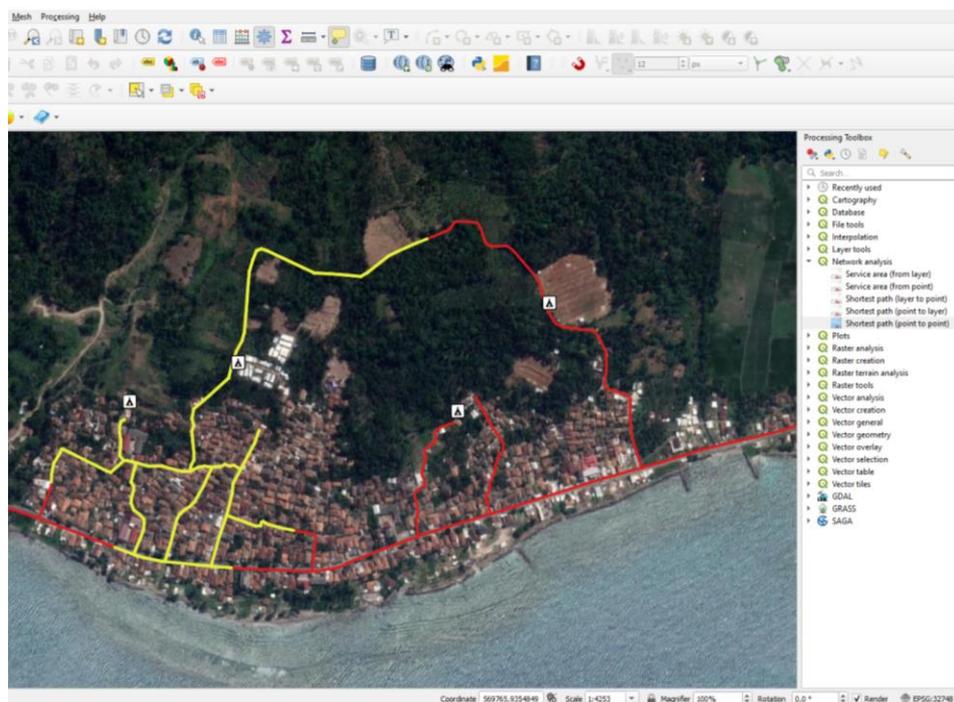


Gambar 15. Pengisian parameter *toolbox service area (from point)*

- Setelah semua parameter diisi, klik run, maka dimulai processing algorithm untuk service area.



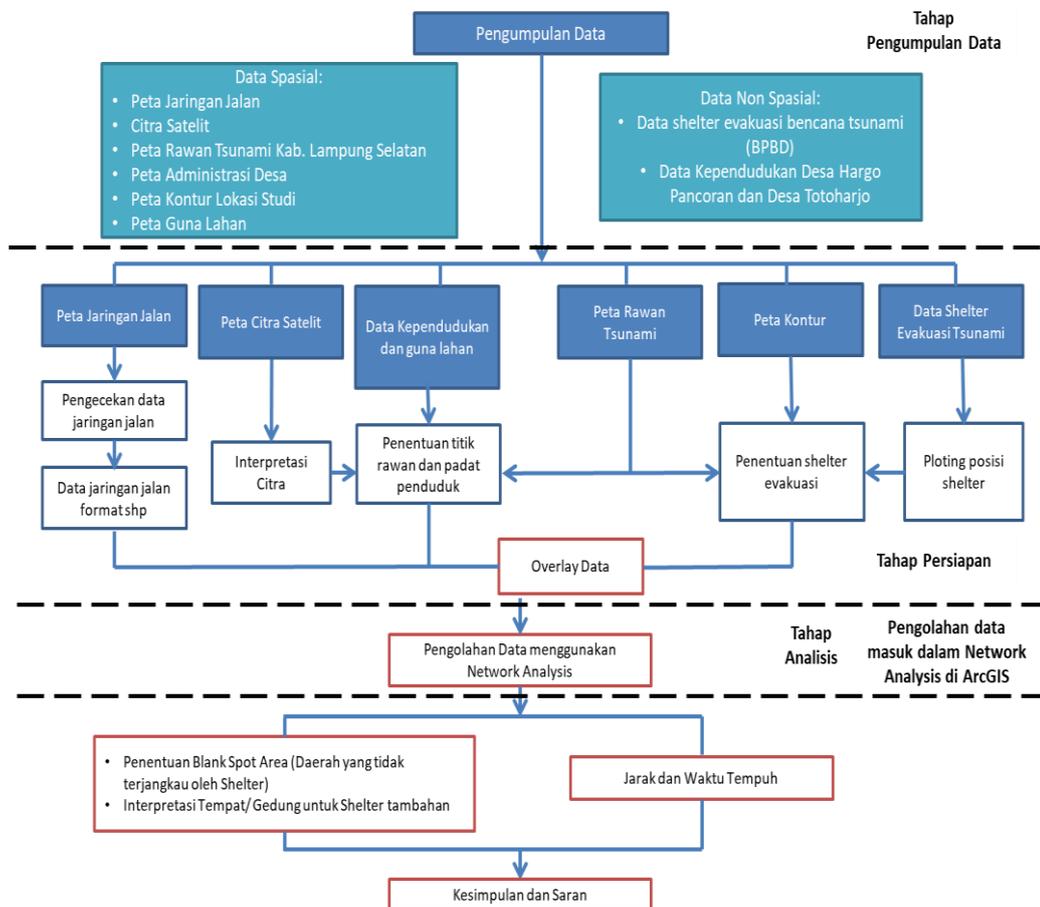
Gambar 16. Processing algorithm untuk service area



Gambar 17. Hasil Service Area, menunjukkan keterjangkauan shelter evakuasi.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ada beberapa tahapan yang perlu dilalui termasuk untuk mendapatkan data dan identifikasi lapangan dari wilayah penelitian yaitu Desa Batu Balak, Desa Hargo Pancuran dan Desa Totoharjo. Dalam proses tersebut maka diperlukan survei untuk mendapatkan kebutuhan data untuk penelitian, sehingga dibutuhkan suatu diagram alir penelitian untuk memastikan bahwa data yang diambil sesuai dengan tujuan dari penelitian (Gambar 18).



Gambar 18. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Ada 3 kelas jaringan jalan yang ada di lokasi penelitian yaitu jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lingkungan. Semua kelas jalan ini berada dalam kondisi yang baik sehingga sangat membantu proses evakuasi saat terjadi bencana tsunami.
2. Desa Totoharjo memiliki 3 tempat evakuasi yang terdiri dari 2 tempat evakuasi akhir yaitu Lapangan Sepak Bola dan Kantor Desa Totoharjo, serta 1 tempat evakuasi sementara yaitu Masjid Al-Munawaroh. Desa Batu Balak juga memiliki 3 tempat evakuasi yang terdiri dari 2 tempat evakuasi akhir yaitu Kantor Desa Kerinjing dan Kantor Desa Hargo Pancoran, serta 1 tempat evakuasi sementara yaitu Kantor Desa Batu Balak. Berdasarkan hasil analisis, daya tampung tempat evakuasi yang ada di lokasi penelitian telah mencukupi kebutuhan ruang pengungsi saat terjadi bencana.
3. Jarak tempuh terjauh jalur evakuasi yang dimulai dari titik yang berada di pesisir pantai berdekatan dengan permukiman masyarakat di Desa Totoharjo adalah 4,69 km dengan waktu tempuh 11 menit dengan menggunakan kendaraan bermotor dan 33 menit dengan kondisi orang sedang jogging/lari kecil. Jarak tempuh terjauh jalur evakuasi yang dimulai dari titik yang berada di pesisir pantai berdekatan dengan permukiman masyarakat di Desa Batu Balak adalah 3,38 km dengan waktu tempuh 8 menit dengan menggunakan kendaraan bermotor dan 24 menit dengan kondisi orang sedang jogging/lari

kecil. Seluruh rencana jalur evakuasi yang ada di Desa Totoharjo dan Desa Batu Balak dapat digunakan sebagai jalur evakuasi yang aman dan efisien, sehingga waktu tempuh yang di butuhkan untuk mencapai tempat evakuasi lebih cepat sebelum gelombang tsunami tiba.

4. Keunggulan dari penggunaan aplikasi QGIS adalah aplikasi *open source/free access*, tampilan lebih sederhana, processing tools lebih banyak dan cepat, dan *basemap* lebih *update*.

5.2. Saran

Saran yang dapat menjadi rekomendasi berdasarkan penelitian ini antara lain:

1. Saran bagi instansi terkait

Menyiapkan papan informasi kebencanaan yang didalamnya memuat peta jalur evakuasi di lokasi permukiman dan lokasi objek wisata sehingga masyarakat dan pengunjung wisata mendapatkan pengetahuan terkait dengan mitigasi bencana. Selain itu, untuk mendukung proses evakuasi bencana maka perlu dibangun sistem peringatan dini yang sigap dan tangguh yang melibatkan banyak pihak seperti pemerintah daerah, akademisi, perangkat daerah dan masyarakat lokal.

Pentingnya melengkapi fasilitas jalur evakuasi seperti rambu-rambu evakuasi dan lampu jalan agar saat terjadi bencana pada malam hari kondisi jalur evakuasi tetap terlihat. Perlu dibangunnya lokasi khusus sebagai tempat evakuasi akhir pada kedua desa agar fasilitas mitigasi bencana memadai.

Perihal peningkatan kapasitas masyarakat, pemerintah dapat melakukan sosialisasi, pelatihan atau simulasi terkait mitigasi bencana secara rutin sehingga masyarakat di lokasi penelitian khususnya di kawasan rawan bencana tsunami mendapat pengetahuan terkait mitigasi bencana.

2. Saran bagi penelitian lanjutan

Untuk menyempurnakan penelitian dalam perencanaan jalur evakuasi bencana yang berada di kawasan pesisir pantai, diharapkan bagi peneliti selanjutnya

mengekaji lebih detail terkait manajemen evakuasi laut sehingga dapat memperhitungkan manajemen waktu agar tidak terjadi keterlambatan dalam evakuasi. Selain itu, dapat dilakukan penelitian selanjutnya terkait dengan kebutuhan rambu-rambu evakuasi bencana, papan informasi bencana serta sistem peringatan dini sehingga dapat memberikan informasi bagi masyarakat maupun wisatawan yang sedang berkunjung ke objek wisata pantai. Hal ini dapat mengurangi risiko bencana seperti korban jiwa, kerugian materi dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhair, H., Sutikno, S. & Rinaldi. (2014). Simulasi Waktu Evakuasi Berbasis SIG Untuk Analisis Tingkat Kerentanan Penduduk Kota Padang Terhadap Bahaya Tsunami. *Jurnal Penelitian Fakultas Teknik Universitas Riau*.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (2021). Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Vol. 5 No. 1/Januari/2021. Tangerang, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (2019). Katalog Bencana Tsunami Indonesia Tahun 416-2018. Jakarta, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2011). Indeks Rawan Bencana Indonesia. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2008). Peraturan Kepala BNPB, Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). Peraturan Kepala BNPB, Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Kecamatan Bakauheni Dalam Angka. Lampung Selatan: Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Kecamatan Rajabasa Dalam Angka. Lampung Selatan: Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan.

- Badan Standar Nasional Indonesia. (2004). SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan dan Perkotaan.
- Gaudensia, Dedy, K., Feny, A. (2018). Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Dengan Metode Network Analysis (Studi Kasus : Kota Maumere). *Jurnal Penelitian Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang*.
- Giachetti, T., Paris, R., Kelfoun, K., & Ontowirjo, B. (2012). Tsunami hazard related to a flank collapse of Anak Krakatau Volcano, Sunda Strait, Indonesia. *Geological Society, London, Special Publications 2012, v.361; p79-90*.
- Kurniawan, A.A. (2014). Evaluasi Kapasitas Shelter Evakuasi Untuk Bencana Tsunami Di Kota Padang Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Penelitian Fakultas Teknik Universitas Riau*.
- Nurjanah., Sugiarto., Kuswanda., Siswanto. & Adikoesoemo. (2012). *Manajemen Bencana*. Bandung: Alfabeta.
- Permana, H., Carolita, I. & Rasyid, M. (2007). *Pedoman Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Bencana Tsunami*. Jakarta: Kementerian Negara Riset dan Teknologi.
- Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Riady, M.I. (2020). Analisis Jalur Evakuasi Bencana Tsunami Desa Kunjir dan Desa Way Muli Kabupaten Lampung Selatan. *Tesis Magister Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung*.
- Sea Defence Consultants. (2007). *Pedoman Perencanaan Pengungsian Tsunami SDC-R-70022*. Aceh dan Nias: Sea Defence Consultants.
- Spahn,H., Hoppe, M., Usdianto, B. & Vidiarina, H. (2010). Pedoman Perencanaan untuk Evakuasi Tsunami. German-Indonesian Cooperation for Tsunami Early Warning System (GITEWS).

- Soloviev, S. L. dan Go, Ch. N., 1974. A Catalogue of Tsunamis on the Western Shore of the Pacific. Moscow, "Nauka" Publishing House, 308h. Terjemahan dalam bahasa Inggris oleh Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Canada KIA OS2.
- Sukawi. (2008). *Menuju Kota Tanggap Bencana (Penataan Lingkungan Permukiman untuk Mengurangi Resiko Bencana)*. Semarang. Seminar Nasional Eco Urban Desain.
- Sumbari, Y.O. (2018). Analisis Jalur Evakuasi Tsunami Yang Sesuai Menuju Tempat Evakuasi Sementara (TES) di Kecamatan Padang Utara. *Jurnal Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang*.
- Ummu, K., M. A Zainul F. & Andik I. (2017). Desain Jalur Evakuasi Tsunami di Daerah Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya*.