

PENENTUAN JALUR EVAKUASI TSUNAMI DI PESISIR PANTAI PELABUHANRATU MENGGUNAKAN METODE *NETWORK ANALYSIS*

Wildan Maolana Mubarak¹, Levana Apriani S.T., M.T.², Raden Gumilar S.T., M.T.³

¹Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

²Dosen pembimbing 1 Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

³Dosen pembimbing 2 Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

Pelabuhanratu is a coastal and tourism area with a high level of risk for tsunamis. One of the important disaster mitigation actions to be carried out is making a map of the distribution of points and tsunami evacuation routes by utilizing the method in the application of Geographic Information Systems (GIS). Evacuation is an important part of the mitigation plan, because it is an important measure to save human lives.

Therefore, it is necessary to take disaster mitigation measures to reduce the number of losses and casualties. The purpose of this research is to create an evacuation route map based on a hazard map. The determination of the tsunami evacuation route in this study used the network analysis method with closest facility tools.

This method considers the road network with the shortest distance to the evacuation site. The results obtained from processing the tsunami evacuation route map obtained the distribution of 9 Temporary Evacuation Points (Titik Evakuasi Sementara - TES) and 4 Final Evacuation Points (Titik Evakuasi Akhir - TEA). Based on the results of the analysis, it was found that the shortest distance was 600 meters in Citepus Village at the Titik Evakuasi Sementara - TES of the Cidahon Gathering Point, which, if done under running conditions, took 6 minutes and 30 seconds, while the farthest distance was 1900 meters in Pelabuhanratu Village, to be precise. Pelabuhanratu Hospital's Titik Evakuasi Akhir - TEA, which takes 15 to 25 minutes if done in running conditions.

Keywords: *Tsunami, Hazard, Evacuation, Pelabuhanratu.*

ABSTRAK

Pelabuhanratu merupakan daerah pesisir dan pariwisata dengan tingkat risiko tinggi terhadap tsunami. Tindakan mitigasi bencana penting untuk dilakukan salah satunya yaitu pembuatan peta sebaran titik dan jalur evakuasi tsunami dengan memanfaatkan metode dalam aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Evakuasi merupakan bagian penting dalam rencana mitigasi, karena tindakan tersebut merupakan ukuran penting untuk menyelamatkan nyawa manusia.

Maka dari itu, perlu adanya langkah mitigasi bencana untuk mengurangi jumlah kerugian dan korban jiwa. Tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan peta jalur evakuasi berdasarkan peta bahaya. Penentuan jalur evakuasi tsunami pada penelitian ini menggunakan metode *network analysis* dengan *tools closest facility*.

Metode tersebut mempertimbangkan jaringan jalan dengan jarak terpendek menuju tempat evakuasi. Hasil yang didapatkan pada pengolahan peta jalur evakuasi tsunami didapatkan distribusi Titik Evakuasi Sementara (TES) sebanyak 9 titik dan Titik Evakuasi Akhir (TEA) sebanyak 4 titik. Berdasarkan hasil analisis didapatkan jarak terdekat yaitu 600 meter yang berada di Desa Citepus di TES Titik Kumpul Cidahon yang jika dilakukan dengan kondisi berlari membutuhkan waktu 6 menit 30 detik, sedangkan jarak terjauh yaitu 1.900 meter yang berada di Desa Pelabuhanratu tepatnya di TEA RSUD Pelabuhanratu yang jika dilakukan dengan kondisi berlari membutuhkan waktu 15 menit 25.

Kata kunci: Tsunami, Bahaya, Evakuasi, Pelabuhanratu.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gempa bumi adalah getaran asli dari dalam bumi, bersumber di dalam bumi yang kemudian merambat ke permukaan bumi akibat rekahan bumi pecah dan bergeser dengan keras. Penyebab gempa bumi dapat berupa dinamika bumi (tektonik), aktivitas gunung api, akibat meteor jatuh, longsor (di bawah muka air laut). Gempa bumi tektonik merupakan gempa bumi yang paling umum terjadi merupakan getaran yang dihasilkan dari peristiwa pematahan batuan akibat benturan dua lempeng secara perlahan-lahan itu yang akumulasi energi benturan tersebut melampaui kekuatan batuan, maka batuan di bawah permukaan.

Indonesia memiliki tingkat kegempaan yang cukup tinggi di dunia karena gempa - gempa yang terjadi sebagian besar berpusat di dasar Samudra Hindia dan beberapa diantaranya mengakibatkan gelombang laut besar (tsunami) (Riset Teknologi, 2009). Hal ini terjadi karena kondisi geologis Indonesia terletak pada tumbukan tiga lempeng tektonik aktif yaitu Eurasia, Indo-Australia, Pasifik yang menimbulkan aktivitas seismik yang tinggi di beberapa wilayah di Indonesia, sehingga memicu timbulnya kejadian tsunami di zona-zona subduksi (Latief H, 2007). Gempa-gempa yang terjalin di jalan subduksi tersebut berpotensi besar menyebabkan tsunami.

Berdasarkan data tsunami dari *Intergovernmental Oceanographic Commission of United Nations Educational Scientific and Cultural Organization* (IOC UNESCO), *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Badan Informasi Geospasial (BIG), *German Research Center for Geoscience* (GFZ), serta publikasi ilmiah para pakar pada buku katalog tsunami terdapat 325 tsunami yang pernah melanda Indonesia sejak tahun 416 sampai tahun 2018 (Diponegoro et al., 2017). Dampak dari bencana tsunami menimbulkan kerugian baik materi maupun jiwa. Proses rekonstruksi dan rehabilitasi akibat dari bencana tsunami membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang

tinggi. Bencana tsunami tidak bisa dihindari namun dampak yang diakibatkan bisa diminimalisasi dengan berbagai cara pencegahan (Subardjo & Ario, 2016). Pencegahan yang bisa dilakukan adalah memberikan peringatan dini untuk evakuasi. Peringatan dini merupakan serangkaian aktivitas pemberian informasi peringatan kemungkinan adanya bencana pada suatu wilayah secepat mungkin oleh lembaga atau instansi yang berwenang (BNPB, 2016). Salah satu dari sekian banyak pantai yang menyimpan potensi besar kerawanan bencana apabila terjadinya gelombang tsunami di Indonesia adalah Pantai Selatan Jawa yang dilalui pergerakan lempeng aktif bumi, yaitu Pantai Pelabuhanratu.

Pelabuhanratu merupakan suatu kawasan yang terletak pada selatan Jawa Barat yang merupakan zona pengangkatan akibat dari aktivitas lempeng bumi (Rahmadhani dkk., 2013). Kecamatan Pelabuhanratu mempunyai topografi yang beraneka ragam, mulai dari dataran rendah sampai perbukitan dengan kerapatan penduduk yang relatif tinggi di sepanjang daratan rendah yang berada di sepanjang pantai. Tingkat pengetahuan penduduk sekitar pantai masih rendah tentang tingkat bahaya dan karakteristik bencana tsunami yang dapat mengancam wilayah tempat tinggal mereka. Selain dari segi penduduk yang menghuni wilayah tersebut rentan terhadap banyaknya korban jiwa yang akan ditimbulkan, potensi kerawanan bencana tsunami yang tinggi di wilayah ini juga disebabkan karena karakteristik garis pantai yang dimiliki kawasan ini. Morfologi pantai yang berada pada pusat cekungan teluk dengan kondisi garis pantai cekung dan mempunyai muara sungai besar berisiko terhadap peningkatan kerawanan bencana tsunami.

Beberapa gempa tektonik yang pernah terjadi berdasarkan data dari BMKG di pesisir Pantai Selatan Jawa antara lain pada koordinat -6.462875843 , 106.5641327 di dekat perbatasan Teluk Pelabuhanratu dengan Samudra Hindia

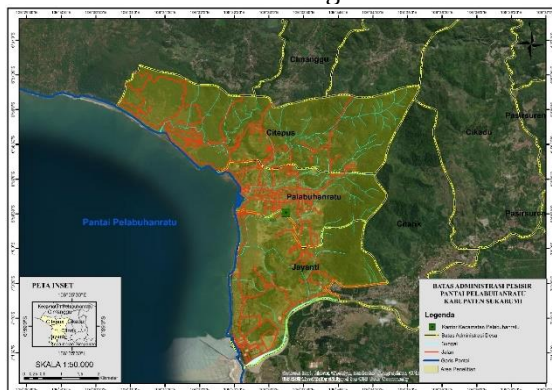
sebesar 4.2 Magnitudo dengan kedalaman 139 km pada bulan Januari tahun 2023, pada koordinat -8.330688477 , 110.2052536 di Samudra Hindia mendekati Pantai Selatan Jawa tepatnya Pantai Santolo sebesar 3.8 Magnitudo dengan kedalaman 25 km, dan pada koordinat -8.948604584 , 110.6205215 di Pantai Pangandaran sebesar 5.1 Magnitudo dengan kedalaman 10 km.

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan penelitian tentang penentuan jalur evakuasi tsunami di wilayah pesisir Pantai Pelabuhanratu dengan menggunakan metode *network analysis*. Hasil akhirnya diharapkan dapat menghasilkan visualisasi yang lebih baik dalam menyampaikan informasi mengenai jalur evakuasi tsunami di Pantai Pelabuhanratu sehingga para pengambil keputusan dapat menggunakannya sebagai bahan kajian dalam meminimalisasi risiko dari bencana tsunami.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di pantai pelabuhanratu Kecamatan Pelabuhanratu pada koordinat 106° 45' 50'' - 106° 45' 10'' Bujur Timur dan 6° 49' 29'' - 6° 50' 44'' Lintang Selatan.



Gambar 1. Peta Administrasi Pantai Pelabuhanratu Kecamatan Pelabuhanratu Kabupaten Sukabumi

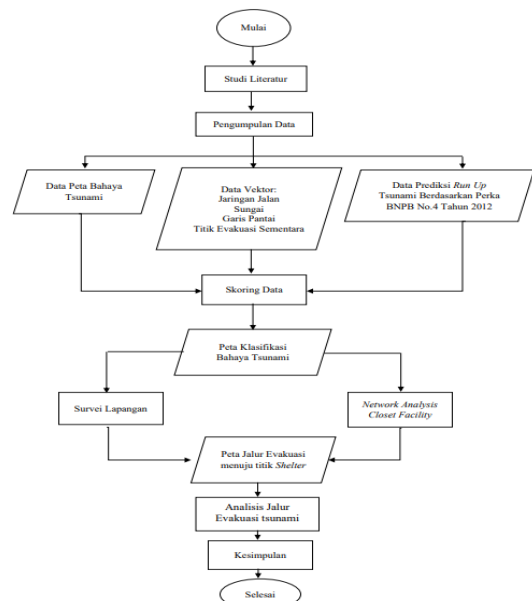
Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Administrasi Pelabuhanratu Skala 1:25.000, BPBD Provinsi Jawa Barat Tahun 2021,
2. Bahaya Tsunami Pantai Pelabuhanratu BPBD Provinsi Jawa Barat Tahun 2021,
3. Jaringan Jalan Skala 1:25.000 Kecamatan Pelabuhanratu, Badan Informasi Geospasial Tahun 2021,
4. Data Pemukiman Skala 1 :50.00 Badan Informasi Geospasial Tahun 2021,
5. Data Bangunan Pendidikan dan Sarana Ibadah Skala 1 :50.00 Badan Informasi Geospasial Tahun 2021,
6. DTM Pesisir Pantai Pelabuhanratu BPBD Provinsi Jawa Barat Tahun 2021,
7. Data Lokasi TES dan TEA, Wawancara dengan pihak desa dan warga setempat Tahun 2021

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam kegiatan ini dapat dilihat dari diagram di bawah ini :



Gambar 2. Diagram alir kerangka penelitian

Persiapan

Identifikasi merupakan tahap awal untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan digunakan sebagai topik dalam penelitian ini. Setelah dilakukan identifikasi permasalahannya, maka perumusan masalah dapat ditentukan sesuai dengan topik terkait.

Pengumpulan Data

- Data peta bahaya tsunami hasil pengolahan Pihak BPBD Sukabumi.
- Shapefile* jaringan jalan, sungai, batas administrasi, data lokasi titik evakuasi sementara dari BPBD Kabupaten Sukabumi, dan data garis pantai.
- Data prediksi *run up* tsunami dan Perka BNPB No.4 Tahun 2012.

Klasifikasi Scoring Setiap Parameter

Klasifikasi dimaksudkan untuk memberikan nilai terhadap setiap atribut yang dibutuhkan dalam analisa data. Hal dilakukan pada tahapan pengolahan skoring adalah:

- Melakukan perhitungan *Hloss* sesuai dengan skenario variasi ketinggian gelombang dari garis pantai dan setelah itu melakukan perhitungan *cost distance* pada perangkat lunak SIG untuk mengetahui luas genangan akibat gelombang tsunami. Hasil akhir dari pengolahan tersebut berupa peta bahaya tsunami.
- Penentuan jalur evakuasi tsunami dilakukan dengan menggunakan data vektor jaringan jalan dalam bentuk *shapefile* yang dimasukkan *network dataset*, kemudian membuat rute baru dengan menentukan *start point* (titik awal) dan *end point* (titik akhir) yang merupakan titik kumpul aman dari gelombang tsunami.
- Penentuan titik evakuasi ditentukan dari lokasi yang lebih tinggi dari pengolahan

data kontur zona aman tsunami yang ditentukan berdasarkan infrastruktur seperti masjid, kantor pemerintahan, sekolah, bukit, dan ruangterbuka yang berada di luar daerah rendaman tsunami.

Klasifikasi Peta Bahaya Tsunami

- Menampilkan peta hasil pengolahan serta *overlay* dari data vektor
- Pengklasifikasian peta berdasarkan hasil dan kegunaannya

Survei Lapangan

- Tahap validasi dilakukan untuk mengetahui keefektifan dari hasil data yang telah diolah.
- Pencatatan data jalan serta kondisi jalan yang akan dijadikan jalur evakuasi

Network Analysis Closest Facility

- Titik evakuasi yang telah ditentukan beserta hasil pengolahan data jalur evakuasi menggunakan *network analysis* pada penelitian ini selanjutnya divalidasi dengan melakukan survei lapangan (*ground check*).
- Pengolahan data jalan dan lokasi yang akan dijadikan TES dari hasil survei lapangan pada perangkat lunak SIG.
- Closest facility* yaitu jalur tercepat yang dapat digunakan evakuasi ke tempat evakuasi sementara oleh penduduk di zona bahaya. Jalur tersebut berisikan informasi panjang jalur dan waktu dibutuhkan menuju tempat evakuasi sementara dari titik bahaya tsunami.

Peta Jalur Evakuasi

- Melakukan *overlay* hasil survei lapangan berupa jaringan dan kondisi jalan dengan hasil pengolahan foto

udara untuk melakukan pembuatan rute baru sesuai kondisi jalan yang akan digunakan sebagai jalur evakuasi dan di perkuat rancangan rutanya dengan *Network Analysis*.

- b. Pembuatan peta jalur evakuasi menuju titik *shelter*

Analisis Jalur Evakuasi Tsunami

- a. Melakukan analisis dari keseluruhan proses.
- b. Melakukan analisis daerah-daerah yang mampu menampung tempat evakuasi sementara dan tempat evakuasi akhir, serta pemilihan jalur jalan evakuasi ke titik *shelter* yang telah ditentukan.
- c. Menyiapkan jalur tercepat dan titik *shelter* yang memadai untuk kapasitas besar.
- d. Menghitung ruas panjang jalan dari titik point kumpul di pesisir pantai ke titik TES dan titik *shelter*.
- e. Menyimpulkan hasil penelitian secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Scoring, Pembobotan dan Overlay Parameter Analisis Jalur Evakuasi Tsunami

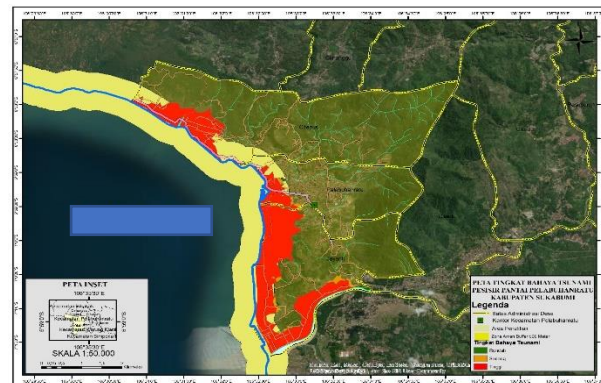
Hasil dari *scoring*, pembobotan dan *overlay* akan menghasilkan kelas Jalur Evakuasi Tsunami. Hasil analisis jalur evakuasi tsunami ini dapat membantu sebagai masukan dalam pengambilan kebijakan mitigasi bencana tsunami. Selain itu, dari hasil analisis ini juga dapat mengetahui luasan potensi kerawanan dari setiap kelas bahaya tsunami.

1. Peta Tingkat Bahaya Tsunami

Hasil dari pengolahan data perhitungan *Hloss* dan dengan menggunakan perhitungan formula *coast distance* inundansi. Tingkat bahaya

tsunami yang dianalisis adalah berdasarkan nilai inundasi. Klasifikasi nilai inundasi untuk kelas bahaya berdasarkan Perka BNPB no 2 tahun 2012 adalah sebagai berikut:

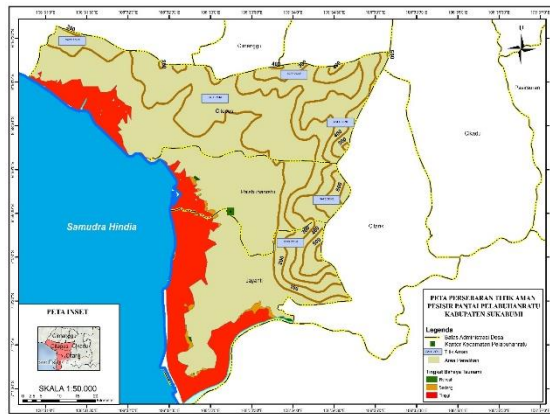
1. Bahaya Rendah ~ inundasi ≤ 1
2. Bahaya Sedang ~ $1 < \text{inundasi} \leq 3$
3. Bahaya Tinggi ~ inundasi > 3



Gambar 3. Hasil Klasifikasi Tingkat Bahaya Tsunami

2. Peta Persebaran Zona Aman di Pesisir Pantai Pelabuhanratu

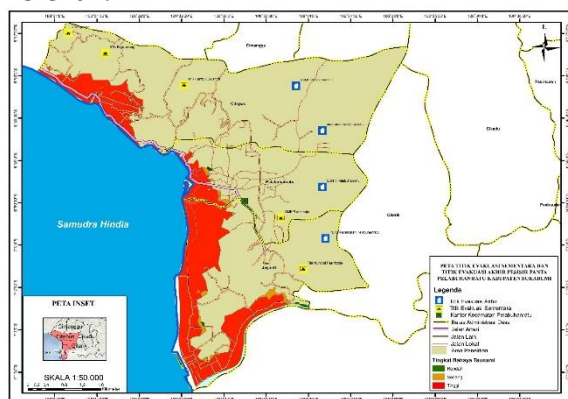
Hasil pengolahan data evakuasi sementara berdasarkan pengolahan peta zona amandengan kontur interval 100 meter dan paling tinggi 500 meter yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa daerah dibawah kontur merupakan zona tidak aman dan daerah berkontur merupakan daerah zona aman tsunami, berdasarkan hal tersebut maka dihasilkan 10 jalur evakuasi di wilayah pesisir Pantai Pelabuhanratu Jalur evakuasi tersebut tersebar pada jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lain. Tipe jalan tersebut dapat mempengaruhi tingkat kapasitas jalan pada saat proses evakuasi penduduk. Misalnya jalur evakuasi yang berada pada jalan kolektor akan ramai dipenuhi oleh kendaraan dan angkutan umum. Penentuan jumlah jalur evakuasi berbeda disetiap desa menyesuaikan dengan persebaran pemukiman dan akses jalan yang berada di daerah zona bahaya tsunami.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Persebaran Zona Aman

3. Peta Titik Evakuasi Sementara dan Titik Evakuasi Akhir

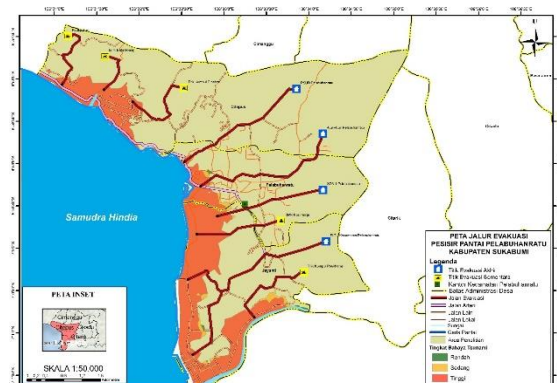
TEA pada penelitian ini terdapat 4 titik yaitu 3 titik di desa Pelabuhanratu dan 1 titik di Desa Jayanti, titik evakuasi akhir ditentukan di lokasi yang strategis agar mudah diakses oleh tim evakuasi sehingga bantuan logistik mudah disalurkan untuk penentuan titiknya dipertimbangkan berdasarkan fasilitas untuk tempat tinggal sementara yang merupakan tempat yang luas karena untuk menunjang ketersediaan air bersih, kamar mandi, dan tempat tidur. Dalam penelitian ini, proses evakuasi diasumsikan dilalui oleh penduduk dengan berlari, proses evakuasi dilakukan di jalan yang ramai kendaraan, sehingga perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat untuk tidak menggunakan kendaraan ketika mengevakuasi diri sehingga tidak terjadi kemacetan dan proses evakuasi dapat lebih efektif.



Gambar 5. Hasil Klasifikasi TEA dan TES

4. Peta Jalur Evakuasi

Hasil penelitian mengenai titik dan jalur evakuasi dapat digunakan sebagai pertimbangan mitigasi bencana di daerah Pelabuhanratu, Kabupaten Sukabumi. Informasi mengenai peringatan dini sangat diperlukan untuk membuat jalur evakuasi. Peringatan dini yang akurat tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga dari aspek pemahaman risiko yang baik terhadap peringatan, menjalin hubungan antara penyedia dengan pengguna peringatan, dan juga meningkatkan kemampuan otoritas dan masyarakat untuk bereaksi secara benar terhadap peringatan dini. Jika salah satu komponen tersebut tidak terpenuhi, maka sistem peringatan dini tidak akan berhasil secara keseluruhan (BMKG, 2012). Oleh karena itu, adanya sistem peringatan dini tersebut masyarakat tidak hanya mengetahui mengenai titik dan evakuasi saja, akan tetapi paham rantai informasi peringatan bahaya tsunami. Rantai komunikasi memungkinkan penyebaran berita peringatan dini tsunami serta arahan yang tepat waktu dan efektif.



Gambar 6. Hasil Klasifikasi Jalur Evakuasi

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan hasil pengolahan data tingkat bahaya tsunami, didapatkan kelas klasifikasi bahaya tsunami yang berisiko diatas 50% yaitu tingkat

- tinggi dengan luasan persentase 90 % dari total luasan pesisir pantai pelabuhanratu. Maka dengan persentasi yang tinggi ini, pesisir Pantai Pelabuhanratu termasuk kedalam zona bahaya kelas tinggi terkena erosi dan tsunami.
2. Berdasarkan hasil pengolahan data TES, didapatkan 9 TES tsunami di wilayah pesisir Pantai Pelabuhanratu, Kabupaten Sukabumi diantaranya : Desa Citepus 3 titik, DesaPelabuhanratu 4 titik, dan Desa Jayanti 2 titik. TEA pada penelitian ini terdapat 4 titik, yaitu 3 titik di Desa Pelabuhanratu dan 1 titik di Desa Jayanti. Titik evakuasi tersebut berdasarkan zona aman tsunami dengan kontur interval terendah 100 meter dan tertinggi 600 meter.
 3. Penentuan jalur evakuasi pada penelitian ini didapatkan jarak terdekat yaitu 600 meter yang berada di TES Cidahon jika dilakukan dengan kondisi berlari membutuhkan waktu 6 menit 30 detik, jogging membutuhkan waktu 9 menit 18 detik, dan berlari sambil membawa beban membutuhkan waktu 10 menit 41 detik.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis pengolahan data dalam penelitian ini, maka beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada penelitian berikutnya sebaiknya membuat model rambatan tsunami dari pusat gempa bumi di dasar laut sehingga dapat diperoleh waktu tiba tsunami ke bibir pantai.
2. Pada penelitian berikutnya perlu dilakukan pendataan penduduk di area pesisir yang rentan terhadap tsunami agar dapat mengoptimalkan jumlah nyawa yang terancam dan perlu untuk dievakuasi.
3. Pada penelitian berikutnya disarankan melakukan pengukuran luas area untuk dapat mengestimasi kapasitas area untuk menampung korban.
4. Dari hasil penelitian ini disarankan bagi instansi terkait dapat menggunakan penelitian ini sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan penataan ruang pemukiman dan tempat pariwisata terkhusus di daerah zona bahaya tsunami.
5. Diharapkan dari hasil penelitian ini masyarakat dan para wisatawan dapat mengetahui daerah zona bahaya tsunami dan jalur yang digunakan untuk mengurangi korban jiwa dalam bencana tsunami.

DAFTAR PUSTAKA

- Banjir, M. (n.d.). *Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan*.
- BNPB. (2013). *Pedoman Teknik Pembuatan Peta Bahaya Rendaman Tsunami. Bandung: Pusat Penelitian Mitigasi Bencana Institut Teknologi Bandung*.
- BNPB. (2016). *Risiko Bencana Indonesia*.
- Dewi, C., & Fadly, R. (2014). *Bencana Tsunami Pada Daerah Pesisir (Studi lokasi : Pesisir Kota Bandar Lampung)*. 15–16.
- Dini, S. P., & Banjir, I. (2012). *Sistem Peringatan Dini dan Informasi Banjir Berbasis Web*. Diponegoro, U., Perbandingan, A., Genangan, M., Data, M., Aster, D. E. M., Terrasar, S. D. A. N., Kasus, S., Pangandaran, K., Ikhwandito, A., Teknik, F., & Geodesi, D. T. (2017). *Halaman judul*.
- Letari, T. W., Hidayati, A. N., W,

- W. H. S., & Belakang, I. L. (1994). *Determining Tsunami Disaster Risk Zonation In Banyuwangi District - East Java Province Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tsunami Di Kabupaten Banyuwangi – Provinsi Jawa Timur*. 1–12.
- Marwanta, B. (2005). Tsunami di Indonesia dan Upaya Mitigasinya. In *Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana* (Vol. 10, Issue 2).
- Metode, B. J. E. pd., Dan, S., Kasus, S., & Lampung, T. (2018). Analisis Perbandingan Klasifikasi Tutupan Lahan Kombinasi Data Point Cloud Lidar dan Foto Udara Berbasis Metode Segmentasi dan *Supervised* (Studi Kasus : Tanggamus, Lampung). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 36–45.
- Nasional, B., & Bencana, P. (2012). *Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat*. September.
- Nirwansyah, A. W. (2017). Dasar Sistem Informasi Geografi dan Aplikasinya Menggunakan ArcGIS 9.3. *Deepublish, May*, 1–177.
- Diponegoro, U., Perbandingan, A., Genangan, M., Data, M., Aster, D. E. M., Terrasar, S. D. A. N., Kasus, S., Pangandaran, K., Ikhwandito, A., Teknik, F., & Geodesi, D. T. (2017). *Halaman judul*.
- Papadopoulos, G. A. (2003). Quantification of Tsunamis: A Review. *Submarine Landslides and Tsunamis, May*, 285–291. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0205-9_30
- Power, W., & Leonard, G. S. (2013). Tsunami. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, 1036–1046. [https://doi.org/10.1007/978-1-](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_56)
- Pristiyanto, D. (2016). PERKA BNPB No. 07 Tahun 2015.pdf. In *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*. <https://www.bnpb.go.id/perka-bnpb-no-1-2012-tentang-pedoman-umum-desa-kelurahan-tanggguh-bencana>
- Putra, M. A. R. (2017). Pemetaan kawasan rawan banjir berbasis sistem informasi geografis (sig) untuk menentukan titik dan rute evakuasi. *Sistem Informasi*, 5, 1–20. *aan kawasan rawan banjir berbasis sistem informasi geografis (sig) untuk menentukan ti. Sistem Informasi*, 5, 1–20.