

Penerapan Teknologi Geospasial Dalam Mitigasi dan Kesiapsiagaan bencana Tsunami di Wilayah Pantai Kalianda

Andesko Alexander Hutabarat¹, Al-mia'ni¹, Muhammad Yunus Subekti¹, Sekar Ayu Widya Lestari¹, Rahmi Mulyasari¹, Nandi Haerudin¹, Hesti^{1,*}

¹ Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung Jalan Prof. Soemantri Brodjonegoro, No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, Indonesia

*E-mail: hesti.9201@eng.unila.ac.id

Abstrak

Kabupaten Lampung selatan, khususnya wilayah pesisir pantai kalianda merupakan daerah rawan bencana alam salah satunya bencana alam tsunami, letaknya yang berdekatan dengan zona subduksi aktif di perairan Selat Sunda. Mitigasi bencana tsunami di kawasan ini menjadi gawat mengingat tingginya risiko dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji strategi mitigasi bencana tsunami melalui pendekatan teknis, sosial, dan lingkungan di wilayah pesisir pantai kalianda. Metode yang digunakan meliputi analisis data geologi dan topografi, serta studi literatur tentang kebijakan mitigasi bencana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur tangguh, edukasi masyarakat, serta restorasi ekosistem pesisir, seperti mangrove, sangat berperan dalam mengurangi risiko dan dampak tsunami. Mitigasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan lainnya dalam memperkuat ketahanan wilayah pesisir terhadap bencana tsunami.

Kata kunci: tsunami, pantai kalianda, mitigasi bencana, ekosistem pesisir, Lampung selatan

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di antara tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Interaksi antara lempeng-lempeng ini menyebabkan Indonesia menjadi salah satu wilayah dengan aktivitas seismik dan vulkanik tertinggi di dunia, sehingga rentan terhadap berbagai bencana alam, termasuk gempa bumi dan tsunami. Sehingga Indonesia sering mengalami gempa bumi yang berpotensi memicu tsunami (BMKG, 2014).

Wilayah pesisir Kalianda pada Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung termasuk daerah yang memiliki risiko tinggi terhadap bencana tsunami (BPBD Kabupaten Lampung Selatan, 2019). Letusan dahsyat yang terjadi pada 27 Agustus 1883 menyebabkan kehancuran masif di berbagai wilayah, dengan total 295 kota dan desa luluh lantak akibat

kekuatan letusan serta gelombang tsunami yang menyertainya. Bencana ini juga merenggut nyawa sekitar 36.000 orang, sehingga menjadi salah satu bencana paling tragis dalam di Indonesia. Tsunami yang tercipta dari letusan tersebut mencapai ketinggian antara 20 hingga 30 meter dan menerjang pesisir Merak-Banten, Lampung Selatan, serta Jakarta, mengakibatkan kerusakan yang sangat luas. Dampak destruktifnya juga dirasakan secara signifikan di kawasan pesisir Teluk Semangko dan Teluk Lampung, di mana gelombang besar tersebut menghancurkan infrastruktur serta permukiman penduduk di daerah tersebut (Naryanto, 2003). Oleh karena itu, mitigasi dan kesiapsiagaan menjadi aspek krusial dalam mengurangi risiko bencana serta dampak sosial-ekonomi yang ditimbulkannya (Melati, 2020).

Perkembangan teknologi geospasial dapat digunakan menjadi berbagai solusi dalam

manajemen risiko bencana, termasuk dalam deteksi dini dan pemetaan daerah rawan tsunami. Teknologi geospasial memungkinkan visualisasi yang lebih akurat dari potensi bahaya dan memudahkan perencanaan jalur evakuasi yang lebih efektif (Sanjaya & Budiana, 2020).

Di wilayah pesisir Kalianda, potensi tsunami telah menjadi perhatian khusus pemerintah daerah dan masyarakat setempat. Data geospasial telah dimanfaatkan untuk memetakan zona rawan bencana, mengidentifikasi jalur evakuasi, serta menentukan lokasi titik kumpul yang aman. Penggunaan teknologi geospasial dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat melalui penyediaan informasi yang lebih akurat dan berbasis data ilmiah (Prihadi, 2017). Selain pemetaan dan peringatan dini, teknologi geospasial juga berperan dalam evaluasi pasca-bencana. Dengan menggunakan citra satelit dan analisis data spasial, dampak dari tsunami dapat dinilai secara lebih cepat dan tepat. Hal ini memungkinkan respon darurat yang lebih efektif serta penyusunan strategi pemulihan yang lebih optimal bagi masyarakat terdampak (Susanti & Hidayanto, 2019).

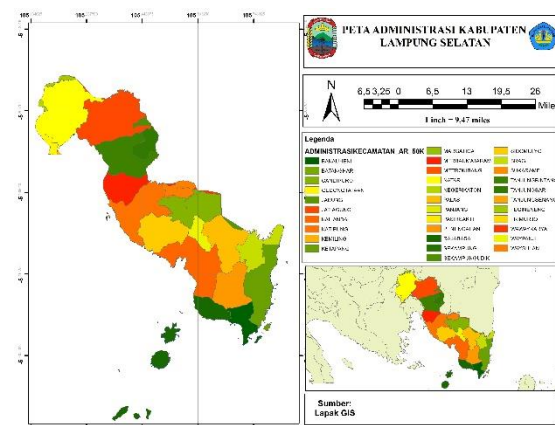
Meskipun teknologi geospasial memberikan manfaat yang signifikan, tantangan dalam penerapannya masih ada. Faktor seperti keterbatasan infrastruktur, kurangnya pemahaman teknis di kalangan masyarakat, serta akses terhadap data geospasial yang berkualitas masih menjadi kendala utama dalam penerapan strategi mitigasi berbasis teknologi di daerah rawan bencana seperti Kalianda (Adninda & Nurbayti, 2018). Pemerintah dan lembaga terkait perlu meningkatkan kapasitas masyarakat dalam memahami dan memanfaatkan teknologi geospasial untuk kesiapsiagaan bencana. Edukasi mengenai pemanfaatan peta risiko bencana, pelatihan simulasi evakuasi berbasis SIG, serta

peningkatan akses terhadap sistem peringatan dini merupakan langkah-langkah yang dapat meningkatkan efektivitas mitigasi bencana tsunami (Wibowo, 2024).

Dengan semakin berkembangnya teknologi geospasial, harapan ke depan adalah semakin luasnya penerapan teknologi ini dalam berbagai aspek manajemen bencana. Studi mengenai dampak dan efektivitas penerapan teknologi geospasial dalam mitigasi dan kesiapsiagaan bencana tsunami di Kalianda diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih luas mengenai manfaat teknologi ini serta mendorong penguatan kebijakan berbasis data spasial dalam pengurangan risiko bencana (Haris, Tahir, & Nurjaya, 2023).

2. Metodologi

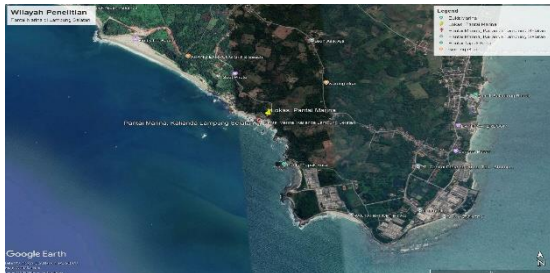
Lokasi penelitian berada di kabupaten Lampung Selatan provinsi Lampung, secara geografis kabupaten Lampung Selatan terletak antara 105° sampai dengan 105°45' Bujur Timur dan 5°15' sampai dengan 6° Lintang Selatan.



Gambar 1. Peta administrasi daerah penelitian (Lapak Gis.com)

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif karena dalam pelaksanaannya meliputi data, analisis dan interpretasi tentang arti dan data yang diperoleh. Penelitian ini disusun sebagai penelitian induktif yakni mencari dan

mengumpulkan data yang ada di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor, unsur-unsur bentuk, dan suatu sifat dari fenomena di masyarakat. (Nazir, 1998).



Gambar 2. Pencitraan satelit menggunakan *Google Earth*

3. Hasil dan pembahasan

Berdasarkan hasil observasi dan analisis lokasi, dapat dilihat bahwa Pantai Marina berada sangat dekat dengan permukiman penduduk yang tinggal di sekitar kawasan pesisir. Kedekatan ini tentu meningkatkan kerentanan masyarakat terhadap ancaman bencana alam, khususnya tsunami. Selain itu, lokasi pantai ini tidak memiliki penghalang alami berupa pulau-pulau kecil di sekitarnya yang umumnya dapat meredam energi gelombang laut sebelum mencapai daratan. Ketiadaan penghalang ini membuat kawasan Pantai Marina memiliki risiko yang tinggi terhadap dampak langsung dari gelombang tsunami, baik dari segi kerusakan fisik, kerugian ekonomi, maupun potensi korban jiwa.

Analisis ancaman bencana tsunami Jarak dari pusat gempa, jarak wilayah daratan Kabupaten Lampung Selatan dengan asumsi episentrum gempa bumi berada di lokasi Gunung Krakatau, menunjukkan bahwa Pantai Marina dan Pantai Sanggar di Kabupaten Lampung Selatan terletak pada jarak kurang dari 150 km. Morfologi garis pantai, bagian Selatan Kabupaten Lampung Selatan merupakan wilayah Teluk Lampung karena itu morfologi pantainya merupakan pantai berteluk. Pantai berteluk memiliki potensi ancaman

bahaya bencana tsunami lebih tinggi dari pantai yang tidak memiliki teluk. Keberadaan pulau penghalang, wilayah barat Kabupaten Lampung Selatan tepatnya Kecamatan Bakauheni terdapat beberapa Pulau kecil yaitu, Pulau Kelapa, Pulau Sindu, Pulau Kandang Lunik, Pulau Kandang Balak dan Gugus Anak Krakatau. Berdasarkan hasil survey yang dilakukan seperti peninjauan langsung kebeberapa titik lokasi dan menggunakan pencitraan google earth dengan menggunakan indikator kapasitas bencana, Pantai Marina dan Pantai Sanggar di Kabupaten Lampung Selatan merupakan daerah yang mampu menghadapi bencana alam atau termasuk klasifikasi sedang.

Hutan bakau dan beton penghalang sea wall dapat dengan baik untuk mengurangi risiko bencana tsunami di Pantai Marina dan Pantai Sanggar Lampung Selatan. Hutan bakau bertindak sebagai pelindung alami yang mampu menyerap energi gelombang tsunami sebelum mencapai daratan. Akar-akar bakau yang kuat dan rapat dapat memperlambat arus air, mengurangi ketinggian gelombang, serta menangkap puing-puing yang terbawa oleh tsunami. Cara kerja hutan bakau yaitu dengan mengurangi kecepatan gelombang ombak, menangkap serpihan tsunami untuk mencegah langsung merusak ke wilayah pantai, akar pohon bakau memperkuat tanah dan daratan di sekitar pantai juga dapat mencegah abrasi dan erosi pada pantai. Selain itu, keberadaan hutan bakau juga membantu menstabilkan garis pantai dan mencegah abrasi, sehingga dapat mengurangi dampak kerusakan terhadap permukiman penduduk dan infrastruktur di daerah pesisir. Seperti yang telah dilakukan di Jepang, Aceh dan Semarang pembuatan hutan bakau menjadi solusi yang dapat bertahan untuk jangka panjang.

Beton penghalang atau seawall berfungsi sebagai penghalang buatan yang dirancang

untuk menahan energi gelombang tsunami secara langsung. Struktur ini dibangun dengan material yang kuat dan tahan terhadap tekanan air laut, sehingga mampu mengurangi kekuatan gelombang sebelum mencapai daratan. Beton penghalang juga dapat melindungi bangunan dan infrastruktur penting, seperti pemukiman dan fasilitas pantai dari terjangan tsunami yang berpotensi merusak. Namun, Biaya pembangunan dan pemeliharaan yang mahal, dapat menyebabkan penurunan muka pantai dan solusi jangka pendek serta pemeliharannya yang memakan biaya yang tidak sedikit merupakan kelemahan dari penggunaan sea wall. Penggunaan kedua solusi ini di tempat lain yang telah terbukti dapat mengurangi resiko tsunami seperti di Jepang, Aceh dan Semarang dapat menjadi acuan untuk mitigasi bencana tsunami pada pantai Marina dan Pantai Sanggar di Lampung Selatan sehingga sektor geowisata akan tetap terjaga.

Selain peran hutan bakau dan seawall dalam mitigasi bencana tsunami, strategi mitigasi di Pantai Marina dan Pantai Sanggar perlu didukung oleh pendekatan berbasis kesiapsiagaan masyarakat dan sistem peringatan dini yang terintegrasi. Berdasarkan hasil survei dan analisis geospasial, kawasan ini memiliki tingkat kerawanan yang cukup tinggi karena ketiadaan pulau penghalang dan morfologi pantai berteluk yang cenderung memperkuat energi gelombang tsunami. Oleh karena itu, selain upaya perlindungan fisik melalui vegetasi pantai dan struktur penahan gelombang, diperlukan intervensi berbasis manajemen risiko yang berfokus pada peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana.

Salah satu langkah penting dalam mitigasi non-struktural adalah peningkatan kesadaran dan edukasi kebencanaan kepada masyarakat pesisir. Simulasi evakuasi yang dilakukan secara berkala

dapat meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam merespons ancaman tsunami dengan lebih cepat dan terorganisir. Pemahaman terhadap jalur evakuasi yang aman serta penyediaan rambu-rambu dan peta evakuasi di titik-titik strategis sangat diperlukan untuk mempercepat proses evakuasi saat terjadi gempa bumi yang berpotensi tsunami. Studi terdahulu menunjukkan bahwa kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana sangat dipengaruhi oleh tingkat edukasi serta pengalaman langsung terhadap kejadian tsunami sebelumnya (Bird & Dominey-Howes, 2008). Oleh karena itu, edukasi berbasis komunitas menjadi pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kesadaran risiko dan membangun budaya tanggap bencana di wilayah pesisir.

Selain edukasi kebencanaan, penerapan sistem peringatan dini berbasis teknologi juga menjadi komponen krusial dalam mitigasi tsunami di Kabupaten Lampung Selatan. Pemasangan buoy tsunami dan sensor tekanan dasar laut di perairan Selat Sunda dapat meningkatkan efektivitas deteksi dini terhadap gelombang tsunami yang berpotensi mencapai pantai dalam waktu singkat. Sistem peringatan dini berbasis real-time yang terhubung dengan sirene di wilayah pesisir akan memberikan peringatan cepat kepada masyarakat untuk segera melakukan evakuasi. Implementasi sistem peringatan dini ini telah terbukti efektif di berbagai negara rawan tsunami, seperti Jepang dan Chili, dalam mengurangi jumlah korban jiwa akibat keterlambatan informasi (Satake et al., 2013).

Dari aspek tata ruang dan kebijakan, upaya mitigasi juga harus didukung oleh perencanaan wilayah pesisir yang berbasis risiko bencana. Pemerintah daerah perlu memperketat regulasi pembangunan di kawasan pesisir yang tergolong sebagai zona merah tsunami, dengan menerapkan

kebijakan zonasi yang membatasi aktivitas pemukiman di area dengan tingkat risiko tinggi. Selain itu, penerapan standar bangunan tahan gempa dan tsunami perlu diperketat agar infrastruktur yang berada di kawasan pesisir memiliki ketahanan struktural yang lebih baik terhadap guncangan dan gelombang tsunami. Konsep bangunan dengan elevasi yang lebih tinggi atau berbasis struktur tiang pancang dapat menjadi alternatif dalam mengurangi risiko langsung akibat gelombang tsunami di daerah pesisir (Mas et al., 2015).

Dengan menerapkan pendekatan mitigasi yang holistik, mencakup aspek perlindungan lingkungan, infrastruktur tahan bencana, kesiapsiagaan masyarakat, sistem peringatan dini, serta regulasi tata ruang yang berbasis mitigasi risiko, maka upaya untuk mengurangi dampak bencana tsunami di Pantai Marina dan Pantai Sanggar dapat dilakukan secara lebih efektif. Implementasi strategi ini tidak hanya akan meningkatkan ketahanan masyarakat pesisir terhadap bencana tsunami, tetapi juga mendukung keberlanjutan sektor ekonomi dan geowisata di wilayah Kabupaten Lampung Selatan.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini adalah daerah di Kabupaten Temanggung didominasi oleh tingkat kerawanan longsor dengan kategori tidak rawan dan kerawanan sedang. Namun di beberapa daerah di Kabupaten Temanggung yang terletak di kaki Gunung Juranggrawah, Gunung Sindoro dan Gunung Sumbing memiliki potensi longsor yang tinggi. Pada daerah-daerah tersebut, selain karena kemiringan lereng yang curam hingga sangat curam, tingginya curah hujan berpengaruh besar terhadap terjadinya longsor. Untuk itu perlu dilakukan pemantauan lebih lanjut mengenai daerah tersebut, dan dilakukan monitoring sebagai bentuk antisipasi dan

penerapan mitigasi bencana di Kabupaten Temanggung.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Hesti dan Ibu Rahmi Mulyasari serta Bapak Nandi Haerudin selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam penyusunan jurnal ini. Dukungan dan ilmu yang diberikan telah membantu penulis dalam memahami serta menyusun penelitian ini dengan lebih baik.

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan upaya mitigasi bencana di wilayah pesisir.

Daftar pustaka

- Adninda, G. B., & Nurbayti, N. (2018, November). Workshop Tanggap Bencana Dalam Rangka Persiapan Sekolah Siaga Bencana Di Smp Negeri 1 Bantul. In *Prosiding Seminar Hasil Pengabdian Masyarakat* (Vol. 1, No. 1, pp. 139-144).
- Bird, D. K., & Dominey-Howes, D. (2008). Testing the Use of a "Educate and Prepare" Strategy in a Probabilistic Tsunami Hazard Context. *Environmental Hazards*, 7(2), 85-96.
- Haris, A., Tahir, S., Nurjaya, M., & Baharuddin, T. (2023). Analisis Bibliometrik Tentang Mitigasi Bencana dan Pembangunan Berkelanjutan: Inisiasi Kebijakan Untuk Indonesia. *Jurnal Pemerintahan Dan Politik*, 8(4), 314-324.

- Mas, E., Suppasri, A., Koshimura, S., & Imamura, F. (2015). Agent-Based Simulation of the 2011 Great East Japan Earthquake/Tsunami Evacuation: An Application to the Area of Kamaishi City. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 319-330.
- Melati, D. N. (2020). Peran Sistem Volunteered Geographic Information (Vgi) Sistem Dalam Pengurangan Risiko Bencana: Konsep Dan Implementasi The Role Of Volunteered Geographic Information (Vgi) System In Disaster Risk Reduction: Concept And. *Jurnal Alami* (e-ISSN: 2548-8635), 4(1).
- Mulyasari, R., Solihin, H. I., Ghiffary, A. I. W., Kuncoro, K. H. A., Haerudin, N., Yulianti, T., & Mulyatno, B. S. (2024). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Berpotensi Tsunami Di Desa Batu Balak, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan. *Journal Online Of Physics*, 9(3), 125-135.
- Nazir. 1998. Metode Penelitian, Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Prihadi, S. (2017). Penguatan ketrampilan abad 21 melalui pembelajaran mitigasi bencana banjir (Studi kasus: Pembelajaran non formal anak-anak bantaran Bengawan Solo di Desa Nusupan). In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Geografi FKIP UMP 2017*.
- Sanjaya, S. P. A., & Budiana, I. N. (2020). Implementasi kebijakan sistem peringatan dini tsunami di Provinsi Bali. *Jurnal Ilmu-Ilmu Sosial*, 15(1), 1-11.
- Sari, F. I., Putra, A. D., & Syah, A. (2021). Potensi dan Nilai Indeks Kerawanan Bencana Alam di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(3), 461-470.
- Satake, K., Fujii, Y., Harada, T., & Namegaya, Y. (2013). Time and Slip Distribution of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveforms. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103(2B), 1473-1492.
- Susanti, I., & Hidayanto, A. N. Perancangan dan Implementasi Data Warehouse Spasial untuk mendukung Layanan Kebencanaan: Studi Kasus Badan Informasi Geospasial (BIG).
- Wibowo, I. A. (2024). Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Tahap Kesiapsiagaan Bencana Alam di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil Pertahanan*, 11(2), 92-112.