



Model Propagasi tsunami Akibat Longsoran Gunung Anak Krakatau Besera Dampaknya Bagi Penduduk di Area Selat Sunda

Wiko Setyonegoro^{1,*}

¹Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, DKI Jakarta

*E-mail: wiko.setyonegoro@brin.go.id

ABSTRAK

Sejak tahun 1883 erupsi Gunung Krakatau di Selat Sunda telah menimbulkan tsunami yang merusak. Hingga yang terbaru terjadi kembali tsunami senyap pada Desember 22, 2018 di Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, dan menewaskan 437 jiwa. Sumber tsunami ini terjadi secara tiba-tiba dan tidak disadari tanda kemunculannya oleh masyarakat. Kami menduga bahwa kejadian tsunami di Gunung Anak Krakatau ini sebagai fenomena longsoran tebing Gunung Anak Krakatau, dimana sisi dari gunung api ini longsor langsung bertumbukan dengan air laut disekitarnya sehingga memicu perambatan gelombang tsunami. Perambatan gelombang ini terpropagasi secara transversal mengikuti struktur ocean bottom batimetri di sekitar sumber tsunami hingga ke area terdampak tsunami. Studi ini menggunakan data topografi dan batimetri dari FABDEM dan BATNAS, secara berurutan. Akibat longsor ini menimbulkan tsunami dengan ketinggian 0.36 – 2.76 meter di 13 titik pengamatan, dan tercatat mencapai ketinggian hingga 27 meter di Pulau Rakata yang berlokasi sangat dekat dengan Gunung Anak Krakatau.

Kata kunci: Gunung Anak Krakatau (GAK), selat sunda, longsoran tebing Gunung Anak Krakatau, gempa bumi, tsunami

ABSTRACT

Since 1883, the eruption of Mount Krakatoa in the Sunda Strait has generated destructive tsunamis. The most recent silent tsunami occurred on December 22, 2018, in Pandeglang Regency, Banten Province, killing 437 people. The source of this tsunami occurred suddenly and without any warning signs by the public. We suspect that the tsunami at Mount Anak Krakatau was a landslide phenomenon, where the side of the volcano collapsed directly into the surrounding seawater, triggering the propagation of tsunami waves. These waves propagated transversely following the ocean-bottom bathymetry structure around the tsunami source to the tsunami-affected area. This study used topographic and bathymetry data from FABDEM and BATNAS, respectively. The resulting landslide generated a tsunami with a height of 0.36–2.76 meters at 13 observation points, and was recorded as reaching a height of up to 27 meters on Rakata Island, located very close to Mount Anak Krakatau.

Keywords: Mount Anak Krakatau (GAK), Sunda Strait, landslide Gunung Anak Krakatau, earthquake, tsunami

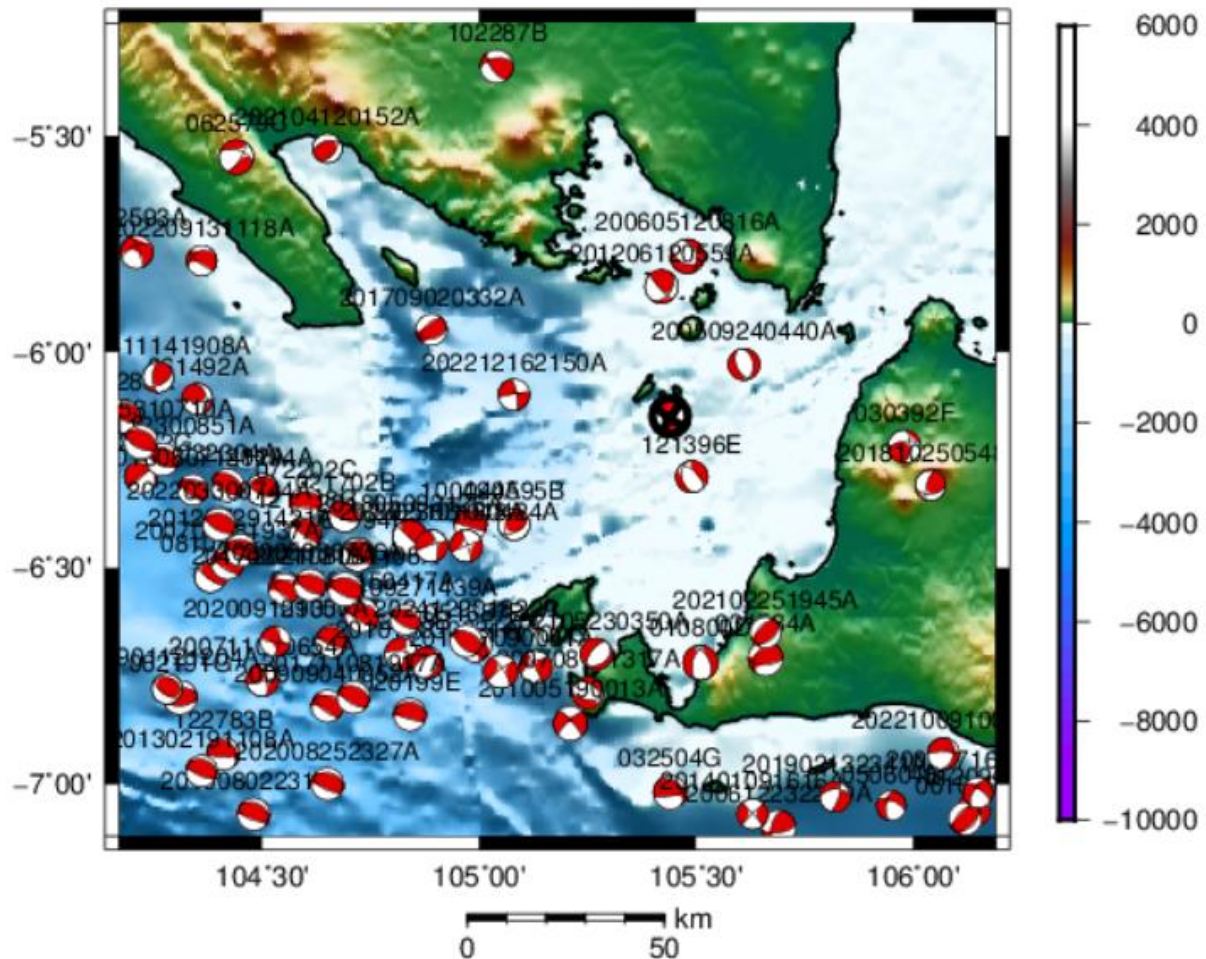
1. PENDAHULUAN

Terjadi silent tsunami pada 22 Desember 2018 di Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, dan menewaskan 437 jiwa. Masyarakat pesisir tidak mengetahui secara pasti penyebab terjadinya tsunami ini. Tsunami secara tiba-tiba menerjang

hampir seluruh pantai Barat Pulau Jawa, dengan daerah Tanjung Lesung, Banten merupakan zona yang terdampak paling parah. Menurut data seismik dari Global CMT menjelaskan bahwa pada area disepanjang selat sunda memiliki aktivitas kegempaan dengan mekanisme strike slip

untuk area sekitar Gunung Anak Krakatau (Harjono et al., 1991). Meskipun aktivitas kegempaan terlihat, namun energinya tidak melebihi M5.9. Secara historis, energi gempabumi < M7 tidak berpotensi menimbulkan bencana tsunami (Hirshorn

et al., 2020). Aktivitas kegempaan di sekitar Gunung Anak Krakatau terbilang tidak aktif dari identifikasi data Global CMT menunjukkan bahwa seismisitas distribusi kegempaan pada arah SW pada jalur megathrust lebih mendominasi.

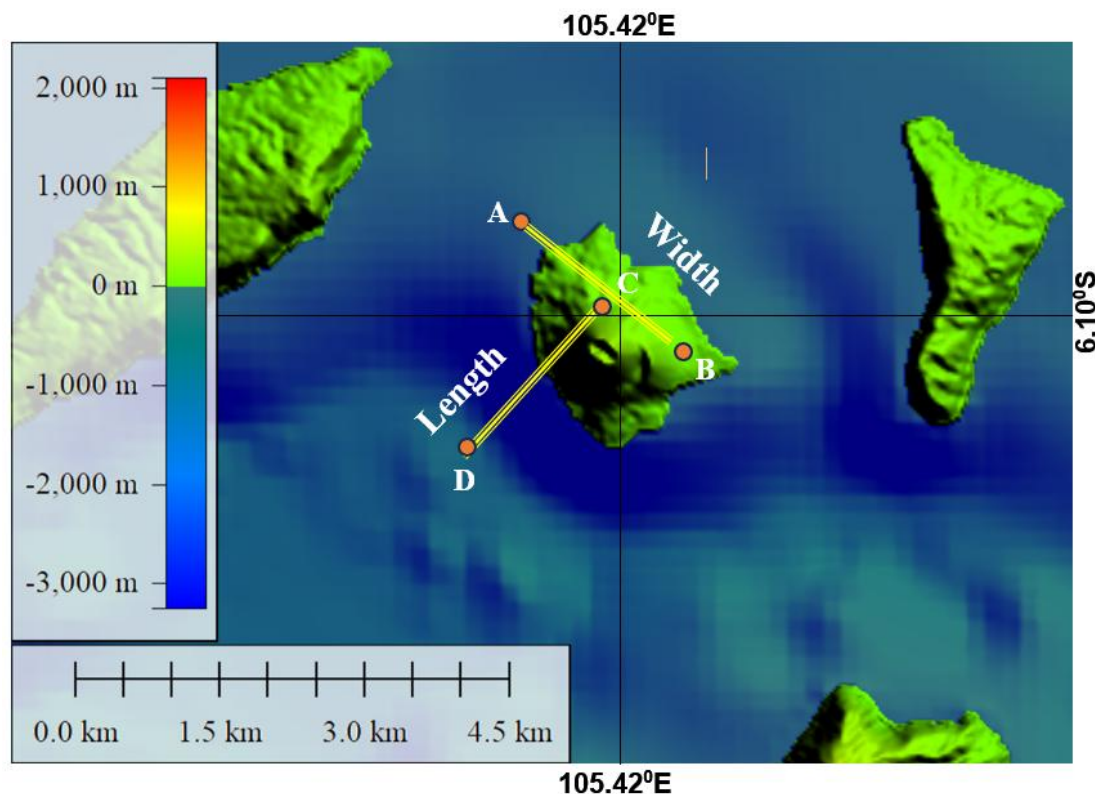


Gambar 1. Data seismisitas - Centroid Moment Tensor gempabumi dari Global CMT di wilayah Gunung Anak Krakatau dari tahun 1976 – 2022.

Kami menduga bahwa gelombang tsunami di Pandeglang ini ditimbulkan akibat longsoran tebing Gunung Anak Krakatau dari Gunung Anak Krakatau. Untuk itu kami berkontribusi untuk mensimulasikan sumber tsunami dari kasus sumber longsoran tebing Gunung Anak Krakatau dari tubuh Gunung Anak Krakatau. Simulasi yang dilakukan dalam studi ini adalah inundasi tsunami dan time series waktu tempuh tsunami di beberapa area terdampak tsunami.

2. METODE PELAKSANAAN

Simulasi yang diolah adalah sumber tsunami dari longsoran tebing Gunung Anak Krakatau (Tabel 1). Pada skenario ini, dimodelkan sumber tsunami yang disebabkan oleh collapasnya sekitar 1/4 volume dari tubuh volcano. Skenario ini memiliki width 1700 m (A-B) dan length 1700 m (C-D) dengan thickness 400 m (Gambar 2).



Gambar 2. Longsor dari longsoran tebing Gunung Anak Krakatau dan evaluasi caldera volcano collaps.

Post tsunami field surveys yang dilakukan oleh Muhari et al. (2019) kami jadikan sebagai verifikasi atas studi yang kami lakukan. Selanjutnya sebagaimana Novellino et al. (2020) menyebutkan, keruntuhan lateral mengurangi luas pulau menjadi ~1.5 km², namun hal ini diikuti dengan peningkatan pesat dalam dua bulan pertama tahun 2019 di area tersebut, mencapai hingga 3.27 km².

Sementara itu, dimensi panjang sumber tsunami menurut Heidarzadeh et al. (2020), adalah 1.5 - 4 km. Perkiraan geometri keruntuhan bawah laut menghasilkan kisaran volume longsor primer 0,22 - 0,30 km³, dinyatakan oleh Grilli et al. (2019), sedangkan Hunt et al. (2021) menyebutkan bahwa temuan mereka konsisten dengan keruntuhan lateral massal dengan volume 0,175 km³.

Tabel 1. Longsor tebing Gunung Anak Krakatau parameters

Tsunami Source Case	Start Position	End Position	Typical slop Angle	Drag coeff. (Cd)	Add mass coeff. (Cm)	Basal friction (Coef. Cn)	Specific density (rho mass)	Length of sliding profile (m)	Width of sliding profile (m)	Thickness (m) in surface-normal direction
Longsor tebing Gunung Anak Krakatau	105.44; -6.09	105.34; -6.14	18.76 ⁰	1	1	0.08	2.0	1700	1700	400

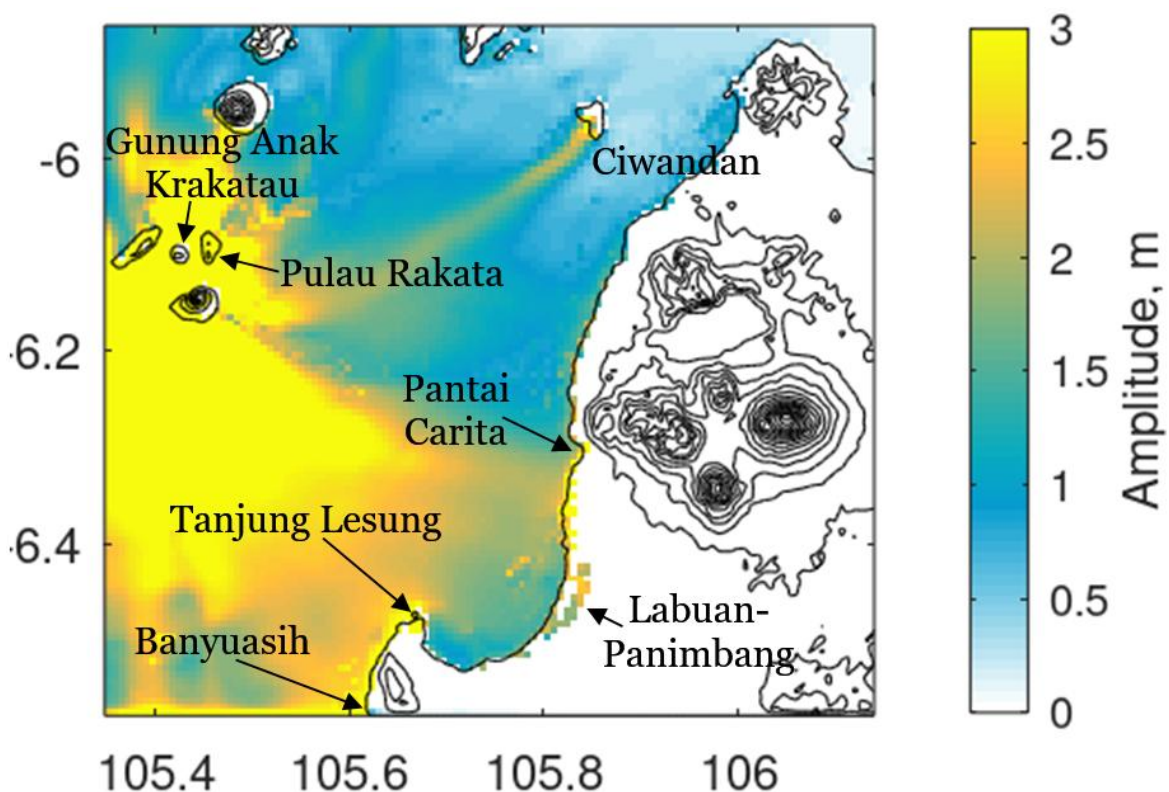
Berdasarkan referensi dari riset sebelumnya diatas, maka dalam studi ini

kami dapat menentukan parameter simulasi longsoran tebing dari Gunung Anak Krakatau (Tabel 1).

Untuk mensimulasikan tsunami dari sumber longsor Gunung Anak Krakatau ini digunakan data batimetri dari BATNAS (Ina-Geoportal 2024) dengan resolusi 185 meter dan data topografi DTM dengan resolusi 30 meter dari FABDEM (Forest and Buildings removed Copernicus DEM 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi sumber tsunami dari longsor tebing Gunung Anak Krakatau memperlihatkan bahwa area yang paling terdampak adalah Pantai Carita, Labuan-Panimbang, Tanjung Lesung, dan Banyuasih dengan ketinggian 1.98, 2.72, 2.7 m, dan 2.74 m, secara berurutan (Gambar 3). Hingga total korban jiwa akibat tsunami senyap di Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten ini menewaskan total 437 jiwa. Dengan tidak adanya peringatan tertentu atau tanda akan terjadinya tsunami pada hampir seluruh kawasan wisata dan pemukiman padat penduduk di area tersebut.



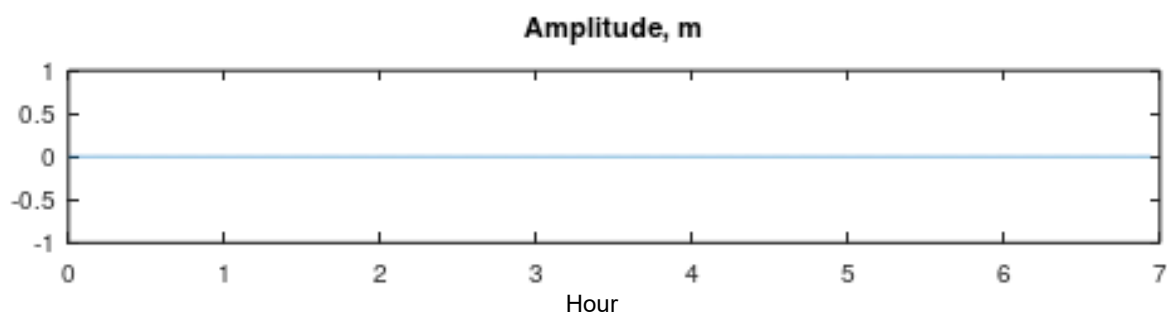
Gambar 3. Simulasi inundasi tsunami dari sumber longsoran tebing Gunung Anak Krakatau Gunung Anak Krakatau.

Pulau Rakata dan Pulau Sertung menjadi dua pulau yang pada maksimum waktu sekitar 5 menit pertama terdampak oleh gelombang tsunami (Gambar 4). Namun tsunami ini tidak menjadi sebuah bencana karena kedua pulau tersebut tidak berpenghuni. Sedangkan Pulau Sebesi

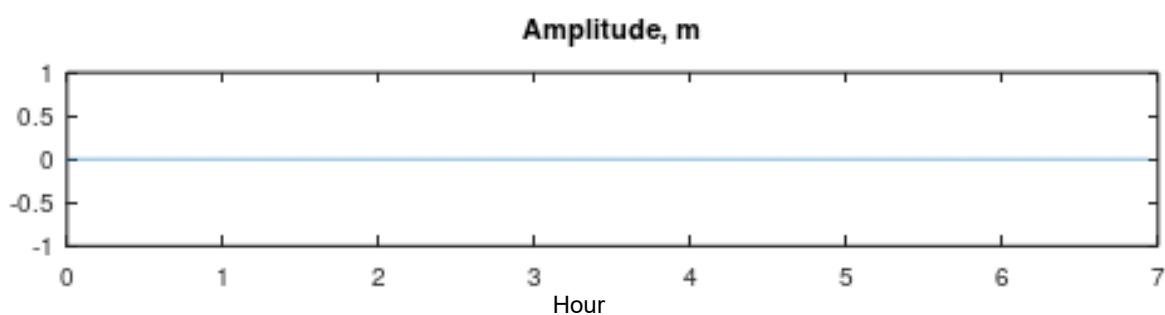
bagian utara terdampak tsunami setelah 30 menit. Pengamatan model dilakukan di bagian utara dari Pulau Sebesi yang terdapat sebagian kecil penduduk bertempat tinggal disana.



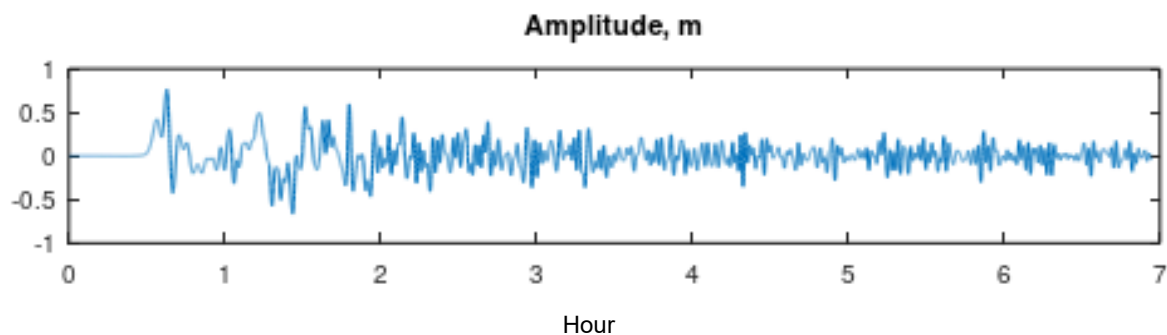
Stasiun Bengkunt Lampung



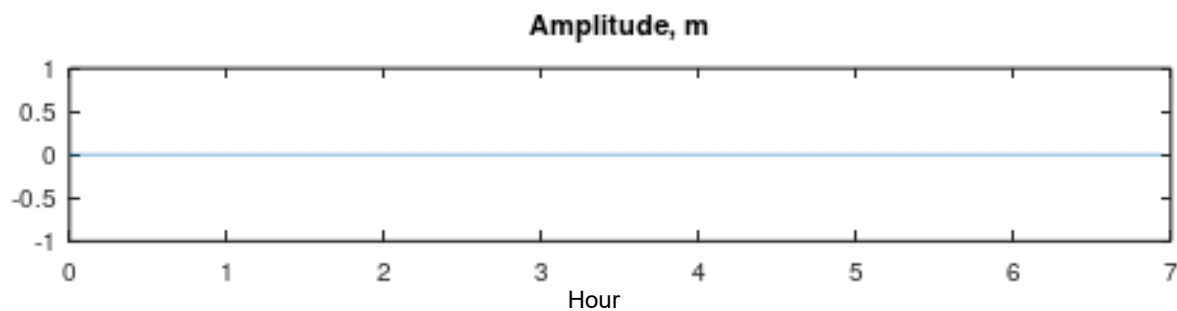
Sta Kota Agung Lampung



Stasiun Serang Banten

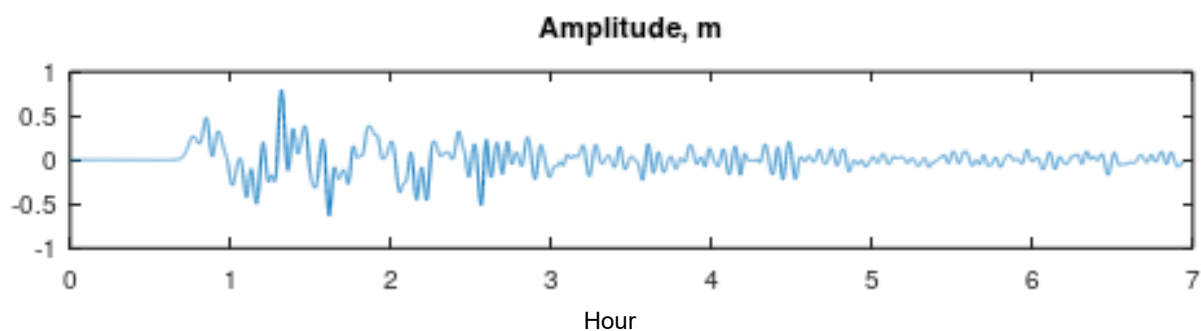


Stasiun Pelabuhan Panjang, Lampung

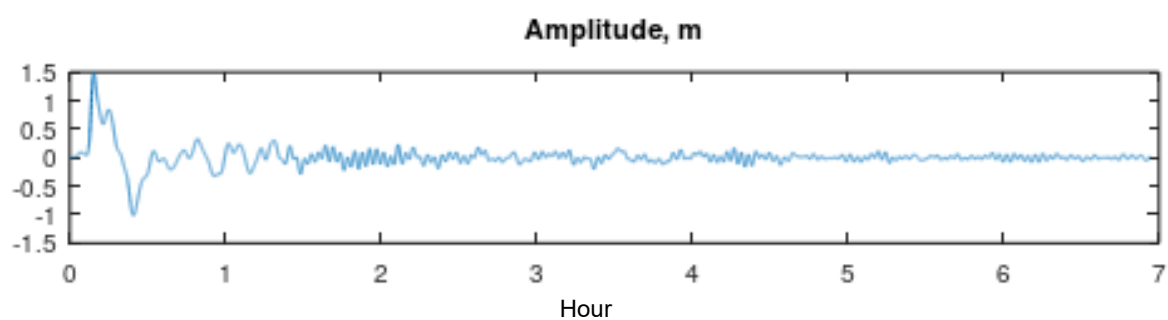




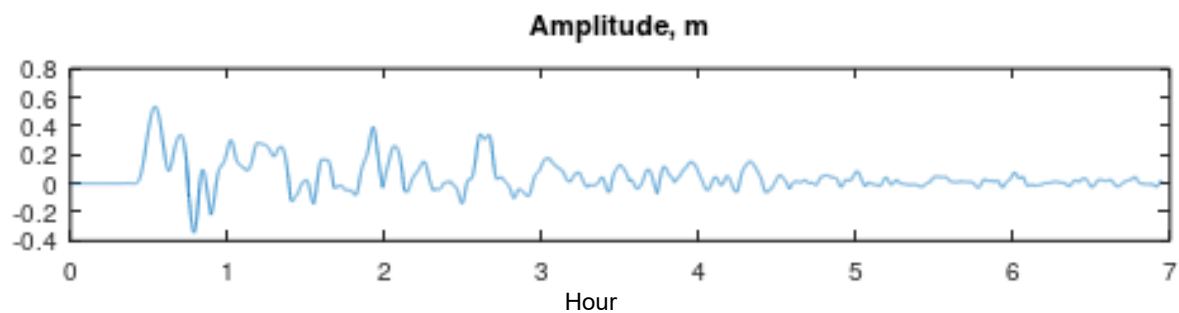
Stasiun Pelabuhan Ciwandan – Banten



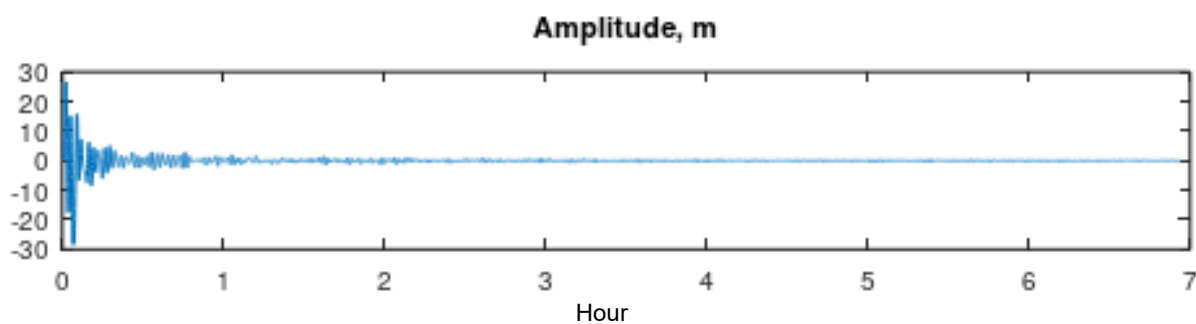
Pulau Sertung



Pulau Sebesi

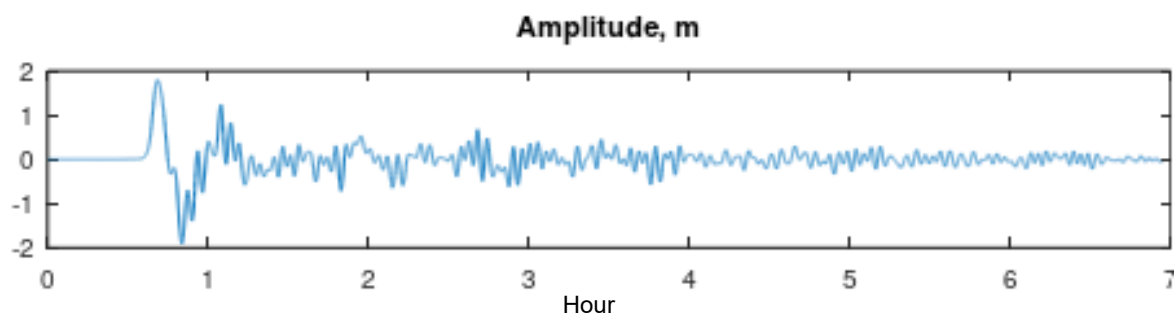


Pulau Rakata

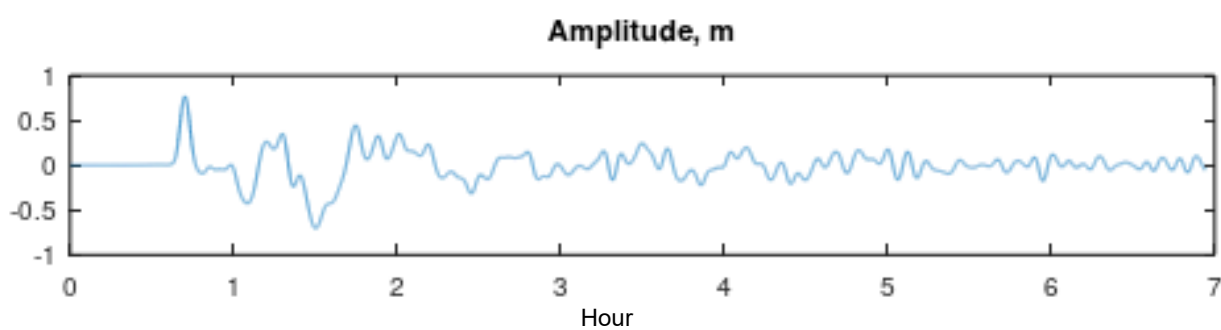




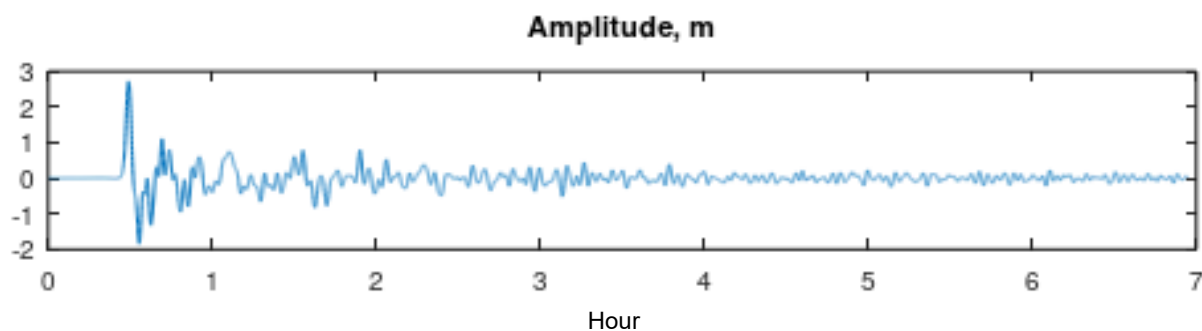
Pantai Carita



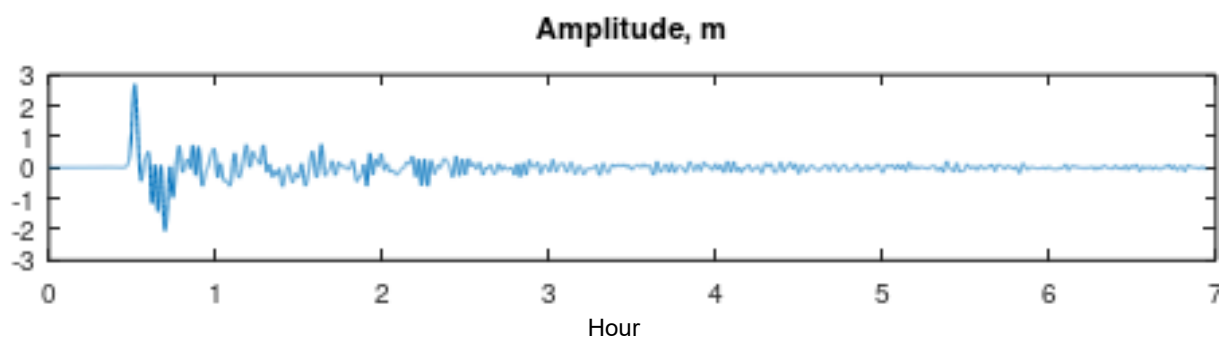
Labuan-Panimbang

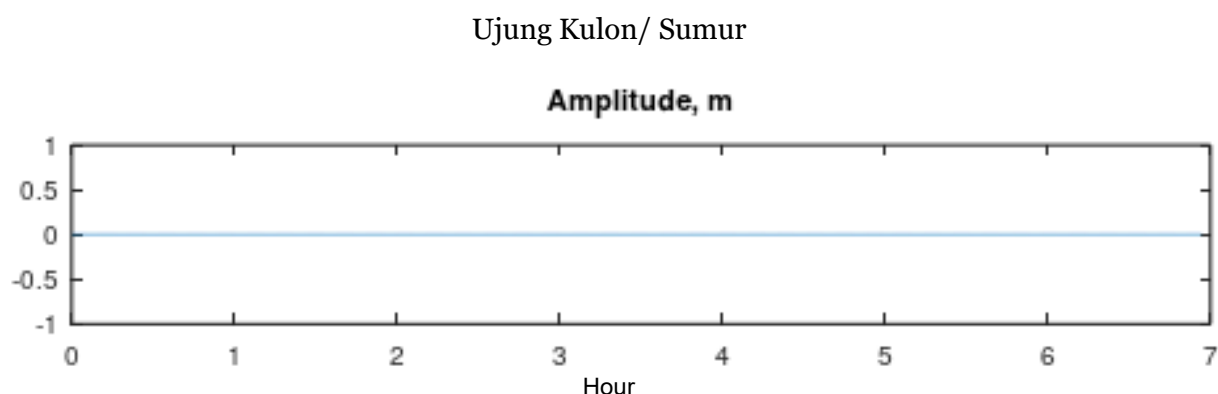


Tanjung Lesung



Banyuasih





Gambar 4. Simulasi time series tsunami pada area terdampak dari sumber longsoran tebing Gunung Anak Krakatau.

Selanjutnya tsunami mencapai Tanjung Lesung dalam 20 menit, dan disusul oleh Banyuasih pada menit ke 25. Kemudian tsunami sampai di Pantai Carita pada menit ke 30, Pulau Labuan-Panimbang dan Pelabuhan Ciwandan pada sekitar menit ke 40 dan 50, secara berurutan. Dari keseluruhan are apengamatan dalam studi ini merupakan kawasan wisata dan area yang cukup padat penduduk. Tsunami yang melanda

kawasan tersebut cukup untuk menimbulkan kerusakan dan korban jiwa dengan jumlah besar. Untuk memverifikasi akurasi model yang dilakukan dalam studi ini, kami memvalidasi model terhadap data Tide Gauge dari Stasiun pasang surut BIG dan beberapa hasil survei lapangan pasca tsunami dari beberapa riset terkait sebelumnya (Tabel 2).

Tabel 2. Validasi model tsunami dengan data Tide Gauge dan data lapangan

No	Titik Pengamatan	Model simulasi (m)	Data Tide Gauge (m) BIG	Muhari et al., 2019 (m)	Grilli et al., 2019 (m)
1.	Stasiun Bengkunt - Lampung	0.36	0.4	-	
2.	Stasiun Kota Agung – Lampung	0.35	0.62	-	
3.	Stasiun Serang – Banten / Anyer	0.83	1.2	0.7 – 6.2	1 – 1.25
4.	Stasiun Pelabuhan Panjang, Lampung	0.42	0.7	0 - 1	0 – 0.75
5.	Stasiun Pelabuhan Ciwandan - Banten	0.89	0.75	-	0.75 – 1.25
6.	Sertung Island (western-part)	1.72	-	-	-
7.	Panjang/Sebesi Island (northern part)	0.6	-	-	-
8.	Rakata Island	27	-	-	30 - 40
9.	Pantai Carita	1.98	-	-	2.5 - 3
10.	Labuan-Panimbang	2.72	-	-	0.75 - 1
11.	Tanjung Lesung Peninsula	2.7	-	4 - 14	3 – 3.5
12.	Banyuasih	2.74	-	-	1.75
13.	Panaitan Island	0.76	-	-	1.75

Berdasarkan Tabel 1 diatas memperlihatkan validitas model simulasi tsunami yang dilakukan dalam studi ini.

Terlihat bahwa ketinggian tsunami mencapai maksimum ~2.74 meter tanpa kesiapan teknologi sistem informasi

warning tsunami. Sehingga rekomendasi studi kami adalah menekankan perlunya teknologi informasi untuk kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana tsunami di kawasan sepanjang Selat Sunda, Indonesia.

Dalam menanggulangi banyaknya jumlah korban akibat tsunami dari sumber longsoran Gunung Anak Krakatau perlu strategi dalam menerapkan teknologi *tsunami disaster risk reduction* di kawasan ini.

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi tsunami memberikan informasi area rawan tsunami di sepanjang kawasan Selat Sunda dari sumber tsunami akibat longsoran Gunung Anak Krakatau. Area prioritas untuk diterapkannya teknologi *tsunami disaster risk reduction* berdasarkan kategori dampak genangan tsunami adalah, Pantai Carita, Labuan-Panimbang, Tanjung Lesung, dan banyuasih. Sedangkan Area prioritas untuk diterapkan teknologi sistem warning tsunami berdasarkan kategori waktu tiba tercepat tsunami di area terdampak adalah Tanjung Lesung, Banyuasih, Pantai Carita, Pulau Labuan-Panimbang, dan Pelabuhan Ciwandan, secara berurutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada BMKG atas dukungan *tools* untuk melakukan simulasi tsunami. Terimakasih kepada BRIN dalam memberikan dukungan untuk melanjutkan studi dalam rangka memperkuat kepakaran penulis.

DAFTAR PUSTAKA

BIG - Data Pasang Surut Badan Informasi Geospasial. Retrieved August 7, 2025, from <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasut>
Forest and Buildings removed Copernicus DEM. Data of Forest And Buildings removed Copernicus 30m DEM. Retrieved July 26, 2024, from <https://gee-community-catalog.org/projects/fabdem/>.

Global CMT. Retrieved August 6, 2025, from <https://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>

Grilli, S., Tappin, D., Carey, S., Watt, S., Ward, S., Grilli, A., Engwell, S., Zhang, C., Kirby, J., Schambach, L., & Muin, M. (2019). Modelling of the tsunami from the December 22, 2018 lateral collapse of Anak Krakatau volcano in the Sunda Straits, Indonesia. *Scientific Reports*. 9.

<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-48327-6>.

Heidarzadeh, M., Ishibe, T., Sandanbata, O., Muhari, A., & Wijanarto, A. (2020). Numerical modeling of the subaerial landslide source of the 22 December 2018 Anak Krakatoa volcanic tsunami, Indonesia. *Ocean Engineering*. 195. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106733>.

Harjono, H., Diament, M., Nouaili, L., & Dubois, J. (1989). Detection of magma bodies beneath Krakatau volcano (Indonesia) from anomalous shear waves. *Journal of Volcanology and Geothermal Research - J Volcanol Geotherm Res*. 39. 335-348. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(89\)90097-8](https://doi.org/10.1016/0377-0273(89)90097-8).

Hirshorn, B., Weinstein, S., Wang, D., Koyanagi, K., Becker, N., & McCreery, C. (2020). Earthquake Source Parameters, Rapid Estimates for Tsunami Forecasts and Warnings. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27737-5_160-2.

Hunt, J. E., Tappin, D. R., Watt, S. F. L., Susilohadi, S., Novellino, A., Ebmeier, S. K., Cassidy, M., Engwell, S. L., Grilli, S. T., Hanif, M., Priyanto, W. S., Clare, M. A., Abdurrachman, M., & Udrek, U. (2021). Submarine Landslide Megablocks Show Half of Anak Krakatau Island Failed On December 22nd, 2018. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22610-5>.

Ina-Geoportal. DEMNAS-Topography, BATNAS-bathymetry, and RBI-Borderline data (in Indonesian). Retrieved January 11, 2024, from <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh>

Muhari, A., Heidarzadeh, M., Susmoro, H., Nugroho, H. D., Kriswati, E., Supartoyo, Wijanarto, A. B., Imamura, F., & Arikawa, A. (2019). The December 2018 Anak Krakatau Volcano Tsunami as Inferred from Post-Tsunami Field Surveys and

Spectral Analysis. *Pure Appl. Geophys.* 176 (2019), 5219–5233. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02358-2>.

Novellino, A., Engwell, S., Grebby, S., Day, S., Cassidy, M., Madden-Nadeau, A., Watt, S., Pyle, D., Abdurrachman, M., Nurshal, M. Edo, Tappin, D., Kurniawan, I., Hunt, J. (2020). Mapping Recent Shoreline Changes Spanning the Lateral Collapse of Anak Krakatau Volcano, Indonesia. *Applied Sciences.* 10. 536. <http://dx.doi.org/10.3390/app10020536>.