

MITIGASI BENCANA GUNUNG API KRAKATAU (GAK) DI KECAMATAN RAJABASA KABUPATEN LAMPUNG SELATAN BERBASIS TEMPAT EVAKUASI SEMENTARA (TES)

MITIGATION OF ANAK KRAKATAU DISASTER (GAK) BASED ON TEMPORARY EVACUATION SHELTER (TES) AT RAJABASA SUB-DISTRICT, SOUTH LAMPUNG REGENCY

Dini Purbani¹, Tubagus Solihuddin¹, Semeidi Husrin¹, Hadiwijaya Lesmana Salim¹, Muhammad Ramdhan¹, Aida Heriati¹, August Daulat¹, & Budianto Ontowirjo²

¹Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumberdaya Manusia KP, KKP
Jalan Pasir Putih I Ancol Timur Jakarta 14330

²Universitas Bakrie

e-mail : diniwilnon@gmail.com

Diterima tanggal: 30 Agustus 2021; diterima setelah perbaikan: 10 November 2021; Disetujui tanggal: 17 November 2021

ABSTRAK

Kecamatan Rajabasa yang berada di pesisir Kabupaten Lampung Selatan mengalami tsunami akibat longsornya GAK pada 22 Desember 2018. Kejadian tersebut menyebabkan kematian 431 jiwa, lebih dari 7200 jiwa luka dan kehilangan tempat tinggal 46.646 jiwa. Waktu perjalanan di Kecamatan Rajabasa 35 menit dengan tinggi gelombang 4 meter. Menurut data BMKG tahun 2018 diperoleh data inundasi yang terjauh di Kecamatan Rajabasa lokasi Desa Waymuli dari 152,5-348,3 m. Untuk mengantisipasi jumlah korban dilakukan upaya mitigasi bencana dengan menggunakan aplikasi network analysis dari perangkat lunak SIG (Sistim Informasi Geografis). Data yang digunakan dalam proses *network* analisis adalah data jalan yang diperoleh dari *Open Street Map* tahun 2019 dan diperkuat dengan waktu perjalanan serta waktu kecepatan menuju TES. Penelitian ini menggunakan waktu kecepatan 0,751 m/detik, waktu yang diperlukan untuk orang tua berkelompok. Hasil dari proses *network* analisis menghasilkan rute yang terbaik menuju usulan Tempat Evakuasi Sementara (TES). Jumlah usulan TES dari hasil analisis berjumlah lima lokasi yaitu Usulan TES 1 : NN shop (Desa Betung), Usulan TES 2 : Mesjid Nurul Islam (Desa Canggung), Usulan TES 3 : bangunan rumah (Desa Banding), Usulan TES 4 : bangunan rumah (Desa Rajabasa) dan Usulan TES 5 : bangunan rumah (Desa Waymuli). Ke lima usulan tersebut berada di jalan Pesisir. Pasca tsunami Pemda menyediakan hunian sementara dan hunian tetap bagi korban bencana.

Kata Kunci : Mitigasi GAK, *Network Analysis*, Tempat Evakuasi Sementara.

ABSTRACT

Rajabasa subdistrict is located on the coast of South Lampung Regency, where a tsunami occurred due to the flank collapse of Gunung Anak Krakatau (GAK) on December 22, 2018. Along the heavily populated shores of Rajabasa district, tsunami waves caused severe damages, 431 people died, more than 7,200 people were injured, and 46,646 people lost their homes. The travel time in Rajabasa District was 35 minutes with a wave height of 4 meters. According to BMKG data in 2018, the furthest inundation data was obtained in Rajabasa District, Waymuli Village, from 152.5 m to 348.3 m. Disaster mitigation efforts were carried out using network analysis applications from GIS (Geographical Information Systems) software to anticipate the number of victims. The data used in the network analysis process was street data obtained from the Open Street Map in 2019 and strengthened by the travel time and walking speed average time to reach Temporary Evacuation Shelter (TES). This research used a walking speed average time of 0.751 m/sec, which was required for older adults. The results of the network analysis process produced the best route to reach the proposed Temporary Evacuation Shelter (TES). The number of TES proposals from the analysis results are five locations, namely TES 1 : NN shop (Betung Village), TES 2 : Nurul Islam Mosque (Canggu Village), TES 3 : house building (Banding Village), TES 4: house building (Rajabasa Village) and last TES 5: building houses (Waymuli Village). The five locations of TES are in the main street called Jalan Perintis. After the tsunami destruction, the local government provided temporary and permanent housing for disaster victims.

Key word: GAK Mitigation, *Network Analysis*, Temporary Evacuation Shelter.

PENDAHULUAN

Kejadian bencana tsunami pertama kali terjadi 26 Agustus 1883, akibat erupsi Gunungapi di Selat Sunda menyebabkan longsornya sayap Gunungapi Krakatau sehingga terjadi tsunami. Erupsi ini menyebabkan hancurnya sepertiga badan gunung sehingga menimbulkan longsoran (Iskandarsyah *et al.*, 2016). Longsoran dalam skala besar di bawah laut dengan posisi berada di bagian utara Gunungapi Krakatau yang menyebabkan terjadinya perpindahan volume air laut secara besar-besaran. Perpindahan volume air laut tersebut menjadi penyebab tsunami hingga mengakibatkan pesisir di Pulau Jawa bagian barat dan Pulau Sumatera bagian selatan tersapu ombak.

Setelah 135 tahun berlalu, erupsi Gunungapi Anak Krakatau (GAK) terjadi kembali tepatnya pada 22 Desember 2018 pukul 21.03 WIB di pesisir Selat Sunda yang menyebabkan lereng GAK runtuh akibat aktifitas vulkanik (Walter, 2019) dan membangkitkan gelombang tsunami yang menerjang pesisir Selat Sunda. Erupsi pada Gunungapi Krakatau terjadi sejak 1927 dengan jenis erupsi Stromboli yang ditandai erupsi kecil dengan tinggi lubang kepundan mencapai ketinggian 2 km (Camus *et al.*, 1987; Deplus *et al.*, 1995; Agustan *et al.*, 2012). Gunungapi Anak Krakatau (GAK) berada di tepi timur laut dinding kaldera Gunungapi Krakatau yang erupsi 1883, GAK tumbuh cepat dengan komposisi material yang mudah lepas yaitu pyroklastik yang menjadikan struktur GAK tidak stabil dan berpotensi menimbulkan resiko tsunami (Giatchetti *et al.*, 2012). Sebelum terjadi runtuhnya dinding GAK, gunungapi tersebut telah aktif sejak juni 2018 yang menghasilkan erupsi jenis Strombolian.

Pada jam 21.27 WIB 22 Desember 2018 terjadi tsunami yang berdampak sampai ke pesisir Pandeglang, Serang di Provinsi Jawa Barat dan Lampung Selatan di Provinsi Lampung. Tinggi gelombang mencapai 0,27 m hingga 1.40 m yang menyebabkan kematian 431 jiwa, lebih dari 7,200 jiwa luka dan kehilangan tempat tinggal 46.646 jiwa (Ramadhan, 2018). Dari *Tsunami Disaster Mitigation Research Center* (TDMRC) 2019, tinggi gelombang mencapai 14 m terjadi di Lampung dan Kabupaten Pandeglang. Penduduk setempat tidak menerima tanda peringatan pada tanggal 22 Desember 2018 akan terjadi tsunami yang dibangkitkan oleh erupsi Anak Krakatau. Banyak korban jiwa karena warga yang tinggal di sekitar lokasi Selat Sunda di Lampung dan Banten tidak siap menghadapi tsunami (Syamsidik, 2019, Borero *et al.*, 2020). Kejadian tsunami yang sama diakibatkan oleh vulkanik terjadi di

Pulau Stromboli (Italia) yang berada di Barat daya (SE) Laut Tyrrhenian. Kejadian terjadi pada tanggal 30 Desember 2002. Akibat dari vulkanik terjadi longsoran yang mengakibatkan tsunami. Material longsoran sekitar 20-30 juta meter kubik dengan tinggi gelombang mencapai lebih dari 10 m. (Tinti. *et al.*, 2008).

Berdasarkan peristiwa tsunami yang terjadi di Kabupaten Pandeglang dan Kabupaten Lampung Selatan sangat penting untuk mempersiapkan mitigasi bencana guna mengurangi kerugian jika terjadi bencana di kemudian hari. Mitigasi tsunami dalam evakuasi bencana memainkan peran yang sangat penting sebelum, selama, dan setelah bencana terjadi. Terdapat dua kategori model simulasi evakuasi masal: *microscopic* dan *macroscopic*. Model *microscopic* (seperti model multi agen) digunakan untuk simulasi sifat manusia dan interaksi antar individu-individu pada skala lokal. Model ini terutama digunakan untuk evakuasi individual melalui pintu, ruangan, koridor di bangunan gedung, pertokoan atau di kapal (e.g., Daamen & Hoogendoorn 2010; Jo *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2014). Berbeda dengan model *macroscopic* yang dapat digunakan pada skala spasial yang lebih kecil untuk mendapatkan nilai teoritis waktu atau kapasitas evakuasi menggunakan informasi grafis seluruh kota atau kota yang terkena bencana (Leone *et al.*, 2013 dalam Bonilauri *et al.*, 2021). Langkah awal dari pendekatan rencana evakuasi adalah mengumpulkan sebanyak mungkin informasi tentang risiko tsunami di daerah yang terdampak (Scheer *et al.*, 2011; FEMA, 2019). Perangkat yang digunakan untuk evakuasi tsunami menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) karena dapat melakukan simulasi atau analisis dampak tsunami (Wijatmiko *et al.*, 2014). Salah satu pemodelan spasial SIG yang dapat digunakan untuk perencanaan evakuasi adalah *Network Analysis*. *Network Analysis* atau analisis jaringan adalah analisis spasial yang mengidentifikasi pergerakan atau perpindahan suatu objek dari satu lokasi ke lokasi yang lain yang membentuk suatu jaringan melalui jalur yang terbaik bukan yang tercepat (Reuben & Lowry, 2016, Ahmed, 2017). Warga yang berada di zona rawan bencana dapat segera menuju TES yang telah tersedia ataupun menuju usulan TES dalam waktu yang singkat.

Tulisan ini difokuskan pada Kabupaten Lampung Selatan tepatnya di Kecamatan Rajabasa. Alasan di lokasi tersebut karena di Kecamatan Rajabasa menurut hasil laporan survey tsunami Selat Sunda Wilayah Lampung yang dilaksanakan oleh BMKG tahun 2018 diperoleh data inundasi yang terjauh di Kabupaten Lampung Selatan berada di Kecamatan Rajabasa di

Desa Waymuli dari 152,5 m - 348,3 m. Lokasi inundasi dijumpai juga di Desa Canti sejauh 1,72 m - 35,42 m dan Desa Rajabasa 131 m - 173,4 m (Gambar 1). Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan mitigasi di daerah rawan bencana menuju ke bangunan Tempat Evakuasi Sementara (TES), dengan memperhatikan rute dan waktu terbaik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dari April hingga November 2021. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Rajabasa, di beberapa lokasi terjadi inundasi seperti di Desa Canti, Desa Rajabasa, dan Desa Waymuli (Gambar 1). Data yang digunakan berupa data sekunder dapat dilihat dalam Tabel 1.

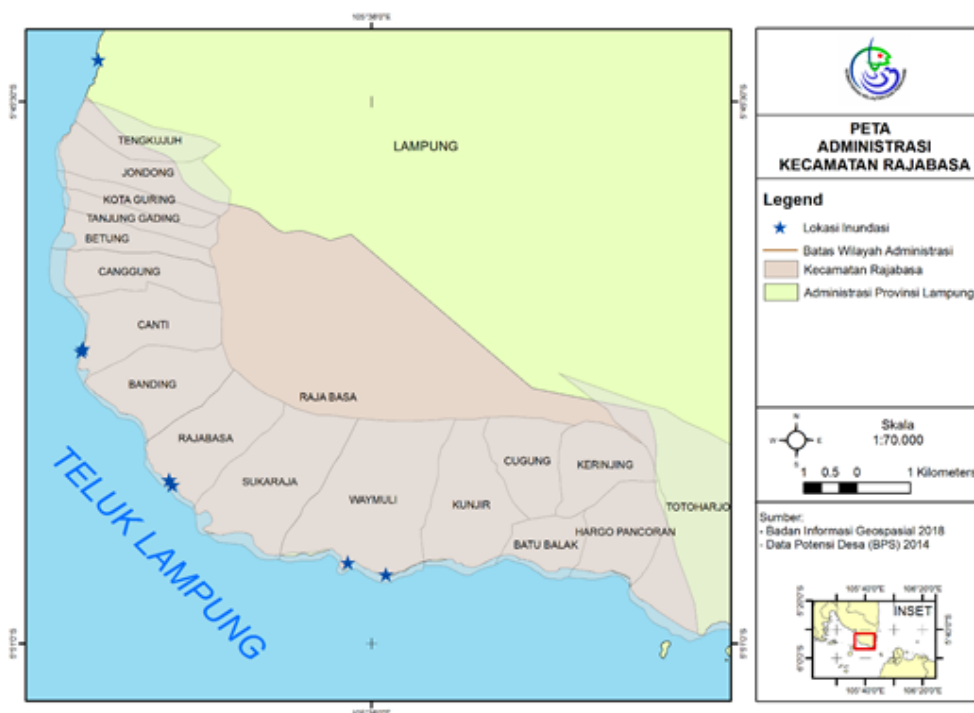
Pemodelan spasial dalam teknologi SIG merupakan salah satu pendekatan yang telah banyak digunakan

dalam perencanaan evakuasi (Mück & Post, 2008). Analisis SIG telah diterapkan dalam menentukan rute evakuasi alternatif untuk keluar dari zona rawan (Dangermond, 1985; Dunn, 1992 dalam Cova & Church, 1997) dan dalam pengelolaan data keruangan berasosiasi dengan *evacuation decision support system* (de Silva *et al.*, 1993 dalam Cova & Church, 1997). Teknologi SIG dapat memberikan suatu dukungan untuk pengambilan keputusan dalam menjawab permasalahan terkait dengan evakuasi bencana alam. Saat terjadi bencana, teknologi SIG dapat menjadi alat bantu dengan membuat pemodelan tsunami di suatu wilayah, dalam menentukan lokasi usulan Tempat Evakuasi Sementara (TES).

Warga korban bencana menuju TES melalui rute terbaik yang diperoleh dari analisis spasial menggunakan aplikasi *Network Analysis*. Kemampuan *Network Analysis* dalam menganalisis pergerakan, penting

Tabel 1. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian
Table 1. Secondary data used in research

No	Data	Sumber	Tahun
1.	Batas Administrasi	Badan Informasi Geospasial Skala 1:25.000	2014
2.	Rawan Tsunami	Peta Inarisk	2016
3.	Jaringan Jalan	PT Infimap Geospasial System Skala 1:5.000	2019
4.	Garis Pantai	Citra Pleiades	2019, 2018



Gambar 1. Peta Lokasi Kecamatan Rajabasa.
Figure 1. Location Map of Rajabasa District.

dilakukan karena keberhasilan evakuasi sangat bergantung pada sisa waktu setelah gempa bumi dan sebelum tsunami menghantam pantai. Oleh karena itu, metode *Network Analysis* diperlukan untuk menentukan lokasi TES berdasarkan waktu tempuh pengungsi untuk berpindah dari permukiman bahaya tsunami menuju lokasi yang lebih aman melalui rute yang terbaik. Penentuan wilayah potensi TES dan usulan TES mengikuti ketentuan-ketentuan dari Budiarto (2006) (Tabel 2).

Penentuan waktu tempuh pergerakan pengungsi dalam evakuasi adalah faktor kunci karena masyarakat harus telah mencapai TES sebelum tsunami melanda. The Japan Institute for Fire Safety and Disaster Preparedness, 1987 memberikan gambaran tentang kondisi berjalan dan kecepatan berjalan rata-rata atau average walking speed dalam evakuasi bencana seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.

Kecepatan rata-rata berjalan di penelitian ini menggunakan kecepatan terkecil yaitu 0,751 m/s (Ashar *et al.*, 2018). Dasar pemilihan menggunakan kecepatan terkecil dimana waktu perjalanan yang terjadi di lokasi adalah 35 menit (Annunziato *et al.*, 2019). Pergerakan masyarakat mencapai TES berdasarkan pada waktu tempuh (travel time) menggunakan persamaan (1).

$$t = S/V \dots\dots\dots 1)$$

dimana,

t = Waktu tempuh

S = Jarak (m)

V = Kecepatan (m/s)

Selain itu, untuk menentukan jarak pada tiap segmen jalan menggunakan *calculate geometry* sehingga mendapatkan komponen jarak atau panjang jalan dalam satuan meter. Salah satu tools dari ekstensi *Network Analysis* yang berfungsi untuk menentukan wilayah jangkauan TES adalah *Service Area*. Fungsi dari *tools Service Area* ini digunakan untuk menentukan permukiman yang dapat dijangkau atau tidak dapat dijangkau oleh TES. Cara kerja dari *Service Area* tersebut dengan menentukan suatu titik TES dari jarak yang ditentukan menurut ketersediaan jaringan jalan/ aksesibilitas (Purbani *et al.*, 2015). Fungsi tools ini juga digunakan untuk menentukan lokasi TES yang strategis untuk permukiman yang tidak terjangkau oleh TES. Jangkauan TES mengacu pada aksesibilitas, penggunaan lahan, dan waktu tempuh kurang dari waktu gelombang tsunami sampai ke pantai. Penelitian ini menggunakan waktu tempuh 35 menit, berdasarkan analisis Annunziato *et al.*, 2019 bahwa waktu perjalanan tiba gelombang di Kecamatan Rajabasa dengan waktu perjalanan 35 menit dengan tinggi gelombang 4 meter (Gambar 2). Skema alur kerja dalam penelitian ini dijelaskan dalam Gambar 3. TES merupakan hasil analisis SIG dimana keakuratan fisik bangunan belum

Tabel 2. Syarat Wilayah Potensi TES berdasarkan Budiarto (2006), modifikasi
 Table 2. Requirements for TES Potential Areas based on Budiarto (2006), modified

No	Faktor	Indikator
1.	Lokasi	<ul style="list-style-type: none"> • Terletak pada jarak 200-100 m dari garis pantai • Terletak pada jarak 100 m dari sungai
2.	Populasi	Terletak di dekat konsentrasi populasi tinggi
3.	Aksesibilitas	Waktu tempuh kurang dari waktu gelombang tsunami sampai ke pantai
4.	Topografi	Berada pada wilayah bahaya tsunami
5.	Orientasi Bangunan	<ul style="list-style-type: none"> • Fungsi sebagai fasilitas umum dan milik perorangan • Konstruksi tahan gempa

Tabel 3. Kondisi Pengungsi dan kecepatan rata-rata berjalan (Sugimoto *et al.*, 2003)
 Table 3. Evacuee walking condition and average walking condition (Sugimoto *et al.*, 2003)

No	Kondisi Pengungsi	Kecepatan rata-rata berjalan
1.	Seseorang mendorong kereta	1,07 m/s
2.	Seseorang dengan anak	1,02 m/s
3.	Orang tua berkelompok	0,751 m/s
4.	Orang tua independen	0,948 m/s

(Institute for Fire Safety & Disaster Preparedness, 1987)

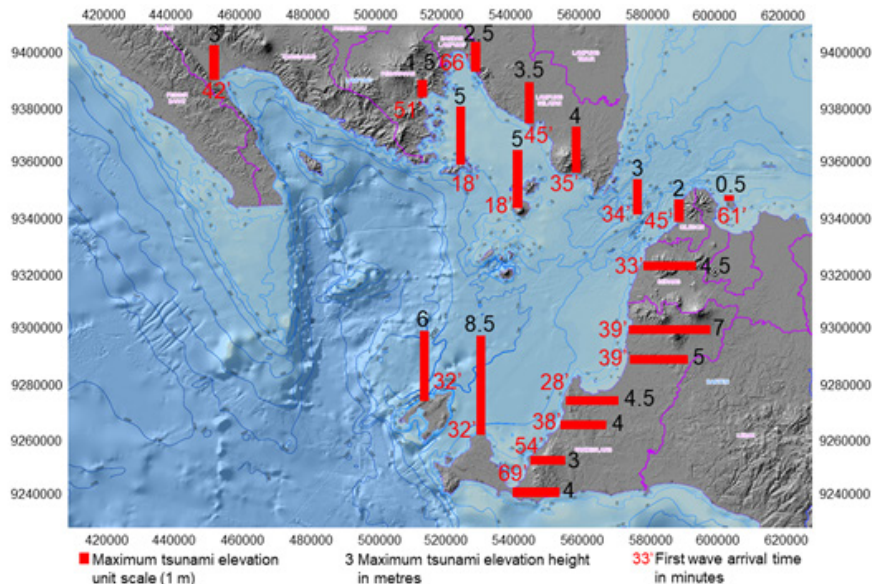
dilakukan validasi sehingga usulan TES perlu dikaji lebih lanjut sebagai usulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut data statistik 2019 luas Kecamatan Rajabasa termasuk pulau-pulau di sekitarnya adalah 100,12 km², dimana sebagian besar penduduk tinggal di pinggir

pantai yang berjarak 5-10 meter dari bibir pantai dengan ketinggian 3-8 mdpl (Nabillah *et al.*, 2020). Berdasarkan Peta Inarisk 2016 wilayah yang rentan bencana berada di sepanjang pesisir (Gambar 4).

Desa Kunjir, pasca terjadinya tsunami mengalami kerusakan 138 unit rumah rusak berat, dan menyebabkan 554 Kepala Keluarga mengungsi ke

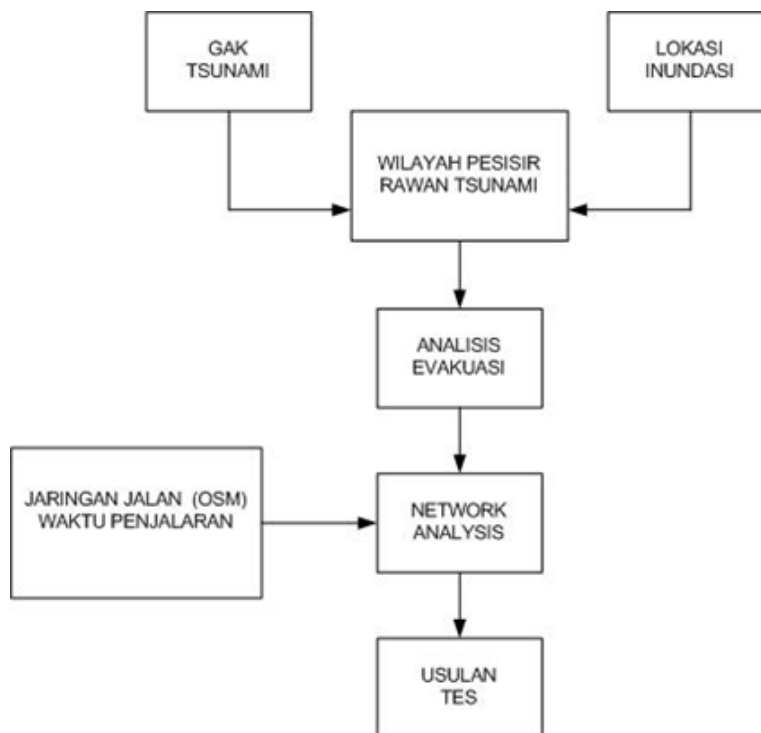


Gambar 2. Waktu penjalan (angka merah) dan maksimum tinggi tsunami dalam meter (angka hitam).

Sumber : Annunziato *et al.*, 2019.

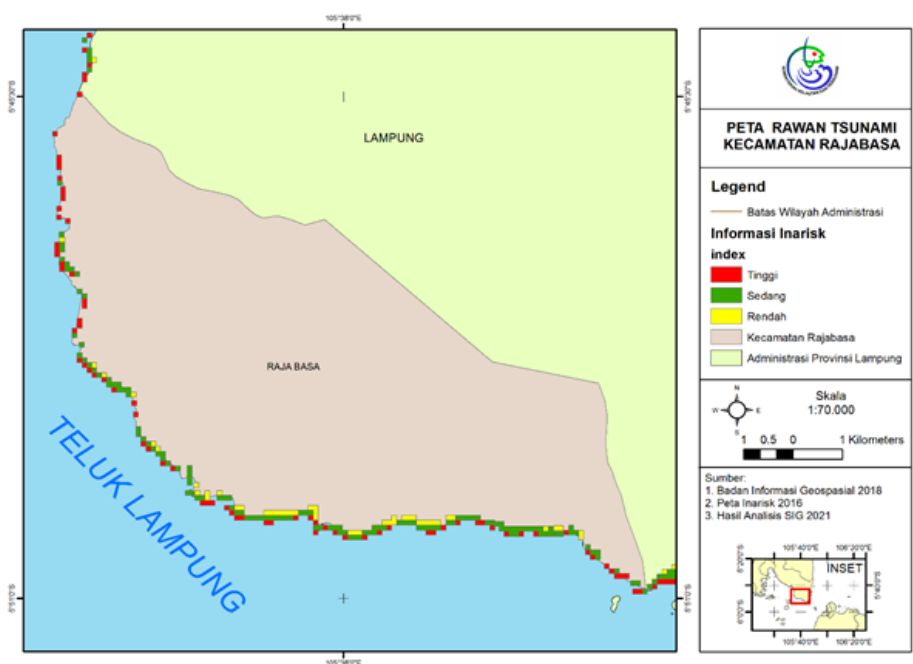
Figure 2. Travel time (red numbers) and maximum tsunami height in meters (black numbers).

Source : Annunziato *et al.*, 2019.



Gambar 3. Skema Alur Kerja.

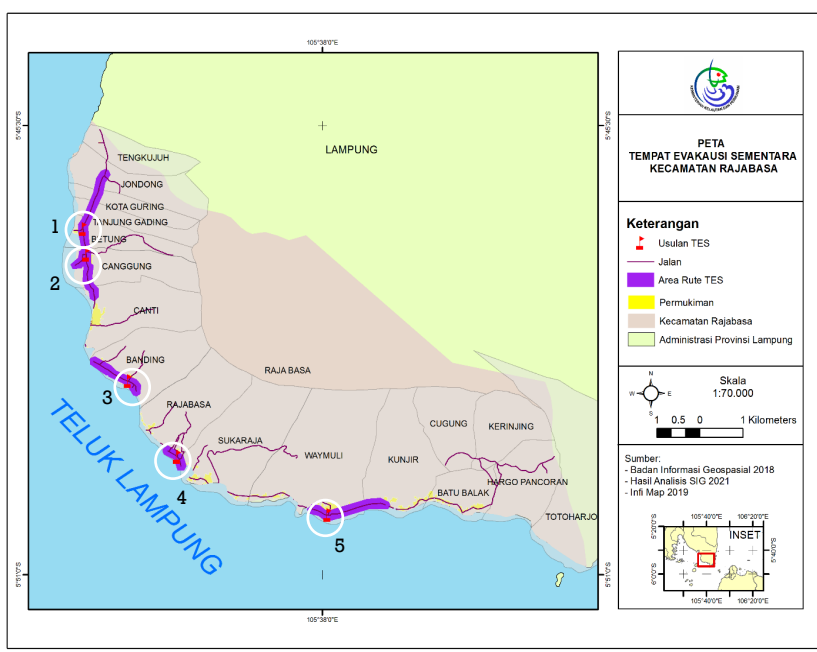
Figure 3. Workflow Schematic.



Gambar 4. Peta Rawan Tsunami Kecamatan.
 Figure 4. Sub-district Tsunami Hazard Map.

huntar (hunian sementara), seluruhnya ada 122 korban (Prianto, 2020). Lokasi lain yang cukup parah yaitu Desa Way Muli, Kecamatan Rajabasa, Lampung Selatan kondisinya rata dengan tanah akibat tsunami. Jumlah korban jiwa 116 jiwa yang meninggal (<https://tirto.id/tsunami-selat-sunda-dua-desa-rata-dengan-tanah-dcEq>). Pemerintah Kabupaten Lampung Selatan akan menyiapkan 537 unit hunian sementara (Huntara)

bagi para korban tsunami yang rumahnya rusak berat. Huntara yang akan dibangun berukuran 4x5 meter dengan tiap 6 unit rumah ada 1 unit tempat Mandi Cuci Kakus (MCK). Wilayah Desa Kunjir sebanyak 8 unit plus MCK dan 1 unit musala (<https://www.lampost.co/berita-pemkab-lamsel-siapkan-537-unit-hunian-sementara-korban-bencana.html>).



Gambar 5. Usulan TES di Kecamatan Rajabasa.
 Figure 5. Proposed TES in Rajabasa District.

Upaya mitigasi yang dilakukan berupa beberapa alternatif diantaranya menuju bangunan vertikal Tempat Evakuasi Sementara (TES) dan membangun desa tangguh. TES yang diusulkan dari hasil penelitian berjumlah 5 unit dan waktu menuju TES 35 menit (Gambar 5). Usulan lokasi TES berada di jalan Pesisir merupakan jalan utama. Usulan TES 1 : NN shop (Desa Betung), Usulan TES 2 : Masjid Nurul Islam (Desa Canggung), Usulan TES 3 : bangunan rumah (Desa Banding), Usulan TES 4 : bangunan rumah (Desa Rajabasa) dan Usulan TES 5 : bangunan rumah (Desa Waymuli).

Desa Tangguh Bencana

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Lampung memberikan program kebencanaan untuk masyarakat salah satunya adalah desa tangguh bencana yang diatur dalam Perka BNPB No.1 Tahun 2012. Program Desa Tangguh Bencana ditujukan untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana agar masyarakat mampu mengetahui cara untuk menyikapi potensi bencana yang mengancam, sehingga masyarakat mampu secara mandiri dapat menyikapi bencana jika sewaktu-waktu terjadi. Desa Sukaraja, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan yang berada di daerah pesisir Selat Sunda serta letaknya berdekatan dengan GAK dan berada di bawah kaki Gunung Rajabasa merupakan salah satu daerah yang memiliki ancaman bencana. Desa Sukaraja ditetapkan sebagai Desa Tangguh (Gambar 6), diharapkan memiliki kemampuan mandiri untuk beradaptasi dan menghadapi potensi ancaman bencana, serta memulihkan diri

dengan segera dari dampak-dampak bencana yang merugikan. Warga di Desa Sukaraja mengantisipasi bencana dengan memasang rambu menuju bukit untuk evakuasi (Gambar 7). Secara topografi Kecamatan Rajabasa mempunyai kelereng yang cukup curam, dimana terdapat Gunung Rajabasa dengan ketinggian mencapai 1.280 m dari permukaan laut (Rencana Terpadu dan Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah Bidang Cipta Karya (RPI2-JM), yang dapat digunakan warga untuk evakuasi menuju bukit. Informasi lain untuk evakuasi terdapat peta jalur evakuasi (Gambar 8).

Pasca tsunami

Banyaknya korban jiwa dan harta akibat dari bencana tsunami maka pemerintah setempat memberi perhatian khusus melalui Keputusan Bupati Lampung Selatan Nomor: B/613.1 \ /VI.02/HK/2019 Tentang Penetapan Tim Perencanaan dan Pendataan Tanah Serta Tim Inventarisasi Tanah Lahan Hunian Tetap Korban Bencana Tsunami Selat Sunda Kabupaten Lampung Selatan.

Di Kecamatan Rajabasa terdapat beberapa desa yang berdampak tsunami yaitu Desa Kunjir, Desa Way Muli Timur, Desa Way Muli Induk, Desa Sukaraja, Desa Rajabasa dan Desa Banding. Di tempat-tempat tersebut dilakukan pendataan hunian sementara dan hunian tetap untuk desa-desa yang terdampak tsunami. Di tempat ini Pemerintah Kabupaten Lampung Selatan membangun hunian sementara yang melibatkan beberapa pihak non-pemerintah. Sebaran lokasi dan pihak pembangun hunian sementara ini dapat dicermati dalam Tabel 4.



Gambar 6. Desa tangguh Kecamatan Rajabasa.
Figure 6. The tough village of Rajabasa District.

Dari tabel tersebut dapat diidentifikasi keterlibatan kelompok pemerintahan yaitu: pemerintah daerah dan Tentara Nasional Indonesia (TNI), kelompok organisasi masyarakat yaitu Muhammadiyah dan Nahdlatul Ulama (NU), dan kelompok swasta yaitu Icon + dan PT. KIM. Kolaborasi ketiga pihak ini memberikan dampak positif bagi pengungsi, sehingga ketersediaan hunian sementara ini dapat mencegah terjadinya dampak sosial, ekonomi dan kesehatan yang lebih jauh (Hutagalung *et al.*, 2019).

Tahap Pembangunan Hunian Tetap (Huntap)

Tahap pembangunan hunian tetap ini dimulai dari

pembentukan tim persiapan pengadaan tanah untuk penyediaan lahan Huntap melalui SK Bupati No. B/132/IV.05/HK/2019 tanggal 22 Januari 2019. Kemudian, pada tahap selanjutnya dilaksanakan penyampaian usulan penetapan lokasi dari Bupati Lampung Selatan kepada Gubernur melalui Surat Nomor 593/1125/I.01/2019 tanggal 28 Maret 2019 hingga kemudian dilakukan pembahasan atas usulan penetapan lokasi yaitu lahan di Desa Kunjir dan Desa Waymuli Timur, dipimpin oleh Assisten Ekonomi dan Pembangunan Propinsi Lampung, tanggal 2 April 2019. Lokasi yang menjadi rencana pembangunan hunian tetap dapat dicermati dalam Tabel 5.



Gambar 7. Rambu jalur evakuasi menuju bukit.
Figure 7. Evacuation route sign to the hill.



Gambar 8. Rambu jalur evakuasi menuju bukit.
Figure 8. Peta jalur evakuasi Desa Sukaraja.

Tabel 4. Daftar Hunian Sementara (HUNTARA) melibatkan beberapa pihak di Lampung Selatan
Table 4. Temporary Occupancy List (HUNTARA) involving several parties in South Lampung

No	Lokasi	Bersedia Menghuni	Pihak Pembangunan	Rencana Unit
1	Kunjir	138	PEMDA/PT. KIM	138
2	Way Mulih Timur	122	PEMDA/PT. KIM	122
3	Way Muli Induk	48	TNI	20
			ICON	3
4	Rajabasa	29	PEMDA/PT. KIM	25
			MUHAMMDIYAH	20
			KODIM (PGTI)	20
5	Banding	13	NU	20
6	Sukaraja/Pangkul	18	NU	17
			NU	10
7	Kalianda (Ex Hotel 56)	22	PEMDA	64
8	Sidomulyo	2	MUHAMMDIYAH	3
9	Katibung	6	MUHAMMDIYAH	6
10	Sebesi-Sebuku	42	PEMDA Ex Hotel	56
	Jumlah	440		468

Sumber: Data Bidang Pemerintah Pemkab Lamsel, 2019 dalam Hutagalung *et al.*, 2019

Tabel 5. Distribusi lokasi hunian tetap pada wilayah Lampung Selatan
Table 5. Distribution of permanent residential locations in the South Lampung region

No	Lokasi Desa	Luas Lokasi	Keterangan
1	Desa Kunjir	• Lokasi 1 luas + 9.600 m ² milik Ahyarudin • Lokasi 2 luas + 7.000 m ² milik Rio Imanda • Lokasi 3 luas + 6.000 m ² milik Meino	Ketiga lokasi letaknya berdekatan sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN.
2	Desa Waymuli Timur	• Lokas 1 luas + 8.000 m ² milik Masifah • Lokasi 2 luas + 5.000 m ² • Lokasi 3 luas + luas 3.500 m ²	Ketiga lokasi letaknya berdekatan sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN.
3	Desa Sukaraja	Lokasi luasnya + 3.000 m ²	Sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN.
4	Desa Rajabasa	• Lokasi 1 luas + 1.200 m ² • Lokasi 2 luas + 5.000 m ²	Kedua lokasi letaknya terpisah, sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN
5	Desa Maja	• Lokasi 1 luas + 2.500 m ² • Lokasi 2 luas + 1 Ha	Kedua lokasi letaknya terpisah, sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN
6	Kelurahan Bumin Agung (Beringin)	Lokasi 1 luas + 7.000 m ² Lokasi 2 luas + 3.500 m ²	Kedua lokasi letaknya terpisah, sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN
7	Kalianda Bawah (Air Panas)	1 Lokasi luasnya + 5.000m ²	sudah disurvei oleh Tim Pemkab Lamsel dan BPN

Sumber: Data Bidang Pemerintah Lampung Selatan 2019 dalam Hutagalung *et al.*, 2019.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kecamatan Rajabasa dilanda tsunami 22 desember 2018 yang menewaskan 98 jiwa, hilang 7 jiwa dan luka-luka 8.200 jiwa. Hasil analisis waktu penjalaran yang tiba di Kecamatan Rajabasa 35 menit sehingga diperlukan TES. Dari analisis Sistem Informasi

Geografis dengan menggunakan aplikasi network analisis dihasilkan usulan lima TES yang berada di jalan Pesisir sebagai jalan utama. Ke lima usulan TES adalah 1. NN shop (Desa Betung), 2. Mesjid Nurul Islam (Desa Canggung), 3. Bangunan rumah (Desa Banding), 4. Bangunan rumah (Desa Rajabasa) dan 5. Bangunan rumah (Desa Waymuli). Pasca tsunami

Mitigasi Bencana Gunung Api Krakatau (GAK) di Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan Berbasis Tempat Evakuasi Sementara (TES) - **Dini Purbani, Tubagus Solihuddin, Semeidi Husrin, Hadiwijaya Lesmana Salim, Muhammad Ramdhan, Aida Heriati, August Daulat, & Budiando Ontowirjo**

Pemda membangun hunian sementara dan hunian tetap bagi korban bencana.

Kecamatan Rajabasa sangat rentan akan bencana tsunami sehingga perlu dibangun TES di wilayah yang rentan bencana. Pemerintah setempat rutin mengadakan tsunami drill kepada warga jika terjadi bencana secara tiba-tiba sehingga masyarakat dapat bersikap waspada dan segera melakukan evakuasi mandiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada kepala Pusat Riset Kelautan BRSDM KP atas bantuan dan fasilitas yang diberikan. Penelitian ini dibiayai oleh APBN TA 2021. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Kepala BPBD Provinsi Lampung yang telah memberikan informasi terkait kebencanaan di Kecamatan Rajabasa. Semua penulis adalah kontributor utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustan., Kimata, F., Pamitro, Y. E., & Abidin, H. Z. (2012). Understanding the 2007–2008 eruption of Anak Krakatau volcano by combining remote sensing technique and seismic data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 14(1), 73–82, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.08.011>.
- Ahmed, S., Ibrahim, R. F., & Hefny, H. A. (2017). GIS-Based Network Analysis for the Roads Network of the Greater Cairo Area. *Proceedings of the International Conference on Applied Research in Computer Science and Engineering ICAR'17. Lebanon*. 22-06-2017. Published at <http://ceur-ws.org>.
- Annunziato, A., Prasetya, G., & Husrin, S. (2019). Anak Krakatau Volcano Emergency Tsunami Early Warning System. *Journal of Tsunami Society International*, 38(7).
- Ashar, F., Amaratunga, D., & Haigh, R. (2018). Tsunami Evacuation Routes Using Network Analysis: A case study in Padang. *Procedia Engineering*, 212 (2017), 109–116.
- Badan Informasi Geospasial. (2021). <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web> Diakses 29 Januari 2021.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika dan Geofisika Stasiun Geofisika Kotabumi. (2018). Laporan Survey Tsunami Selat Sunda Wilayah Lampung.
- Badan Penanggulangan Bencana Nasional. (2021). Peta Inarisk. Diakses 5 Maret 2021 dari <https://inarisk.bnpb.go.id/>
- Badan Penanggulangan Bencana Nasional. (2012) Perka BNPB No. 1/2012 tentang Pedoman Umum Desa/Kelurahan Tangguh Bencana <https://bnpb.go.id/berita/perka-bnpb-no-1-2012-tentang-pedoman-umum-desa-kelurahan-tangguh-bencana> diakses 7 April 2021.
- Badan Pusat Informasi Statistik Kota Bandar Lampung. (2019). Kecamatan Rajabasa Dalam Angka 2019.
- Bonilauri, E., Harris, A. J., Morin, J., Ripepe, M., Mongione, D., Lacanna, G., Ciolli, S., Cusolito, M., & Deguy, P. (2021). Tsunami evacuation times and routes to safe zones: a GIS based approach to tsunami evacuation planning on the island of Stromboli, Italy. *Journal of Applied Volcanology* 10(4), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s13617-02100104-9>.
- Bupati Lampung Selatan. (2019). Keputusan Bupati Lampung Selatan Nomor: B/613.1/VI.02/HK/2019 Tentang Penetapan Tim Perencanaan Dan Pendataan Tanah Serta Tim Inventarisasi Tanah Lahan Hunian Tetap Korban Bencana Tsunami Selat Sunda Kabupaten Lampung Selatan.
- Borrero, J. C., Solihuddin, T., Fritz, H. M., Lynett, P. J., Prasetya, G. S., Skanavis, V., Husrin, S., Kushendratno., Kongko, W., Istiyanto, D. C., Daulat, A., Purbani, D., Salim, H. L., Hidayat, R., Asvaliantina, V., Usman, M., Kodijat, A., Son, S., & Synolakis, C. (2020). Field Survey and Numerical Modelling of the December 22, 2018 Anak Krakatau Tsunami. *Pure and Applied Geophysics*, 177, 2457–2475 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00024-020-02515-y>.
- Budiarjo, A. (2006). *Evacuation shelter building planning for tsunami prone area: a case study of Meulaboh city, Indonesia*. Enschede, ITC, 112.
- Camus, G., Gourgaud, A., & Vincent, P. M. (1987). Petrologic evolution of Krakatau (Indonesia):

- Implications for a future activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 33(4), 299–316. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(87\)90020-5](https://doi.org/10.1016/0377-0273(87)90020-5).
- Cova, T. J., & Church, R. L. (1997). Modelling community evacuation vulnerability using GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 11(8), 763-784. DOI:10.1080/136588197242077
- Daamen, W., & Hoogendoorn, S. (2010). Capacity of doors during evacuation conditions. *Procedia Engineering*, 3, 53-66. DOI:10.1016/j.proeng.2010.07.007
- Deplus, C., Bonvalot, S., Dahrin, D., Diament, M., Harjono, H., & Dubois, J. (1995). Inner structure of the Krakatau volcanic complex (Indonesia) from gravity and bathymetry data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 64(1-2), 23–52. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(94\)00038-I](https://doi.org/10.1016/0377-0273(94)00038-I)
- FEMA. (2019). Guidelines for design of structures for vertical evacuation from tsunamis FEMA.gov. <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/14708>.
- 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*, 361, 79-90. <https://doi.org/10.1144/SP361.7>.
- <https://www.lampost.co/berita-pemkab-lamsel-siapkan-537-unit-hunian-sementara-korban-bencana.html> diakses 11 Juli 2021
- <https://tirto.id/tsunami-selat-sunda-dua-desa-rata-dengan-tanah-dcEq> tema: Tsunami Selat Sunda: Dua Desa Rata dengan Tanah diakses 6 Juli 2021.
- Hutagalung, S. S., Mulyana, N., & Sulistio, E. B. (2019). Tata Kelola Dalam Pembangunan Infrastruktur Darurat Pasca Bencana Tsunami Di Lampung Selatan. *Konferensi Nasional Ilmu Administrasi*.
- Iskandarsyah, T. Y. W. M., Djurnaliah, L., & Sendjaja, Y. A. (2016). Kronologi kejadian tsunami Krakatau tahun 1883 di Semenanjung Ujung Kulon. *Seminar Nasional Ke-III Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran*.
- Jo, A., Sano, T., Ikehata, Y., & Ohmiya, Y. (2014). Analysis of crowd flow capacity through a door connected to a crowded corridor. *Transportation Research Procedia*, 2, 2014, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.09.003>.
- Mück, M., & Post, D. J. (2008). *Tsunami Evacuation Modelling. Development and application of a spatial information system supporting tsunami evacuation planning in South-West Bali*. Institut Für Geographie, Degree in, 131.
- Nabilla, R., Setiawan, I., & Waluya, B. (2020). Kerentanan Sosial pada Wilayah Potensi Bencana Tsunami di Pesisir Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 4(2), 96-112. Doi: <https://doi.org/10.22236/jgel.v4i2.4318>
- Osman, W. W., & Paramitha, A. (2013). Konsep tata Bangunan pada Permukiman Padat di Kawasan Pesisir Pantai, Studi Kelurahan Cambaya Kecamatan ujung Tanah Kota Makassar. *Temu Ilmiah IPLBI*, 2013 hal F. 41-47.
- Prianto, Y., Ismelina, M., & Djaja, B. (2020). Penegakan Hukum Terhadap Pelanggaran Penguasaan Tanah Di Pesisir & Pengaruhnya Terhadap Kelestarian Fungsi Lingkungan Di Kabupaten Lampung Selatan. Laporan Kemajuan Program Penelitian Yang Diajukan Ke Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Tarumanegara.
- Purbani, D., Ardiansyah, Dewi, L. C., Prihantono, J., & Bramawanto, R. (2015). Penentuan Tempat Evakuasi Sementara (TES) dan Tempat Evakuasi Akhir (TEA) Untuk Gempa Bumi dan Tsunami Dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis, Kota Pariaman Propinsi Sumatera Barat. *Jurnal Segara*, 10(1), 1-16.
- Regional Data for Disaster Prevention. (1987). *Regional Evacuation Edition*: , Institute for Fire Safety & Disaster Preparedness, pp. 91–96. (in Japanese) Rencana Terpadu dan Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah Bidang Cipta Karya (RPI2-JM).
- Ramadhan, P. B. (2018). Update Terkini Penanganan

- Bencana Tsunami Selat Sunda, Total 426 Orang Meninggal Dunia: TRIBUNnews, <http://wartakota.tribunnews.com/2018/12/28/update-terkinipenanganan-bencana-tsunami-selat-sunda-total-426-orang-meninggal-dunia>.
- Reuben, R., & Lowry, J. H. (2016). Effectiveness of evacuation facilities in Honiara City, Solomon Islands: a spatial perspective. *Natural Hazards*, 82(1), 227–244. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2189-0>
- Scheer. S., Gardi, A., Guillande, R., Eftichidis. G., Varela, V., de Vanssay, B., & Justin, L. C. (2011). Handbook of tsunami evacuation planning - SCHEMA (scenarios for Hazard-induced emergencies management), project n°030963, specific targeted research project, space priority. Publications Office of the European Unio.
- Sinaga M. T., Asyik, B., & Miswar, D. (2019). Kesiapsiagaan Masyarakat Desa Tangguh Bencana di Desa Sukaraja Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Penelitian Geografi*, 7(6).
- Syamsidik., Benazir., Lutfi, M., Suppasri, A., & Comfort, L.K. (2019). The 22 December 2018 Mount Anak Krakatau Volcanogenic Tsunami on Sunda Strait Coasts, Indonesia: tsunami and damage characteristics. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. DOI:10.5194/nhess-2019-252
- Tinti, S., Maramai, A., Armigliato, A., Graziani, L., Manucci, A., Pagnoni, G., & Zaniboni F. (2006). Observations of physical effects from tsunamis of December 30, 2002 at Stromboli volcano, southern Italy. *Bulletin Volcanology*, 68(5), 450-461. <https://doi.org/10.1007/s00445-005-0021-x>.
- TDMRC. (2019). The latest update from post-Sunda Strait tsunami survey. URL: <http://tdmrc.unsyiah.ac.id/the-latest-update-from-post-sunda-straittsunami-survey/>
- Walter, T. R., Haghghi, M. H., Schneider, F. M., Coppola, D., Motagh, M., Saul, J., Babeyko, A., Dahm, T., Troll, V. R., Tilman, F., Heimann, S., Valade, S., Triyono, R., Khomarudin, R., Kartadinata, N., Laiolo, M., Massimetti, F & Gaebler, P. (2019). Complex hazard cascade culminating in the Anak Krakatau sector collapse. *Nature Communications*, 10, 4339, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12284-5>.
- Wang, W. L., Liu, S. B., Lo, S. M., & Gao, L.J. (2014) Passenger ship evacuation simulation and validation by experimental data sets. *Procedia Engineering*, 71, 427-432. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.04.061>.
- Wijatmiko, I., & Murakami, K. (2014). Determining Evacuation Service Areas and Evacuation Route Risk Level as Disaster Mitigation Plan using GIS – based Software in Hyuga, Japan. <http://download.garuda.ristekdikti.go.id> diakses 1 Agustus 2021.