

BUKU PROSIDING

FORUM ILMIAH TAHUNAN - IKATAN SURVEYOR INDONESIA 2019

**Hotel JS Luwansa
Jakarta, 28 November 2019**



**ASEANFLAG
72nd COUNCIL
MEETING**

PROSIDING FIT ISI 2019

“Spatial Enablement For a Better Indonesia”

Jakarta, 28 November 2019

di JS Luwansa Hotel and Convention Center



IKATAN SURVEYOR INDONESIA

PROSIDING FIT ISI 2019

“Spatial Enablement For a Better Indonesia”

ISBN : 978-602-71616-3-4

Penanggung Jawab : Ir. Virgo Eresta Jaya, M.Eng.Sc.
Ir. Syartoni Kamaruddin

Pengarah : Ir. Harto Widodo
Benny Prawira, ST

Ketua Panitia : Dzauqi Arani, S.T.

Sekretaris : Mutiara Jamilah, S.T.

Bendahara : Lucky Fakhriadi, S.T.
Pristika Anindya Anggaraini, S.Pd

Reviewer : Andi Putra Parlindungan, S.T.

Editor : Novi Trihastuti, S.T., M.Sc.
Clava Pratama Putra Ginting, S.T.
Taufan Hananto, S.T.

Seksi Acara Faishal Mataza, S.T
Vicky Herawati, A.Md
Sendi Novita Sari, A.Md
Registrasi Alief Wiraguna
Dimas Febrian M.
Henry Alin S.
Gate 1 depan Fysky Ravael E.
Gate 2 depan Rio Arika
Gate 3 dalam Wahyuni Candra D.
LO Speaker 1 Erlita Singgih Maulani
LO Speaker 2 Maitsa Lubna
LO Speaker 3 Fauziah Larasati
LO Speaker 4 Tya Wahyuni Lestiana
Seksi Konsumsi

Seksi Dokumentasi
Media Technical Class 1
Media Technical Class 2
Media Technical Class 3
Media Technical Class 4
Media Class Ballroom 1
Media Class Ballroom 2
Seksi Pameran

Korlap Runner

Indri Efa Sari
Tirta Putra Gustama S.
Zenda Mergita Firdaus
Fiqhan Fadhilla Makky
Muhammad Alwan C.H
M. Rafi Rihardi
Rahmat
Puput Andriani, S.E
Muhammad Tosi Rosai
M. Rafi Rihardi
Rahmat Aji S.
Febi Shabrina Jamil
Dicky Nugraha

Penerbit:

Ikatan Surveyor Indonesia

Wisma Angsana Unit U
Jl. Rawajati Timur No. 1, Pejaten Timur
Pasar Minggu, Jakarta Selatan, DKI
Jakarta 12510 Email: info@isi.or.id
Phone: (021) 79197996
Whatsapp: +628121100015



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita ucapkan kehadirat Allah SWT, semoga kita semua bisa memberikan manfaat yang terbaik bagi bangsa dan negara tercinta.

Indonesia dianggap sebagai salah satu negara yang tumbuh secara signifikan dalam hal teknologi, industri, dan ekonomi. Transisi ini memberikan tekanan kuat untuk menjaga kecepatan dan membutuhkan solusi cerdas untuk mengatasi masalah. Selama beberapa tahun terakhir, Indonesia telah mengalami banyak bencana alam dan ini memengaruhi banyak aspek kehidupan, apa tantangannya? Pelajaran apa yang didapat? Dan yang penting bagaimana kita memonitor ini? Pertumbuhan populasi yang cepat telah mempengaruhi cara kita hidup dan hanya bagaimana kita merencanakan kota. Ekonomi juga dipengaruhi oleh pertumbuhan populasi, dapatkah kita menjadikannya sebagai keuntungan atau bencana?

The Smart living adalah kunci utama solusi untuk mengatasi masalah. Ini adalah konsep yang didasarkan pada pencapaian pembangunan berkelanjutan dengan menggunakan teknologi baru dan berbagai sumber informasi untuk mengoptimalkan sumber daya. Jika kita melihat jauh pada informasi di sekitar kita, kita dapat melihat insight dan titik-titik yang menunggu untuk kita hubungkan. Kita percaya dengan menggabungkan satu data dengan data lainnya kita dapat mencapai solusi untuk banyak masalah.

Pada acara Forum Ilmiah Tahunan (FIT) ISI 2019 di Jakarta kami mengangkat tema Spatial Enablement for a better Indonesia , terdapat 35 pemakalah dari berbagai kalangan, akademisi, praktisi, dan mahasiswa di bidang informasi geospasial. Makalah-makalah tersebut dapat menjadi titik tolak pemikiran, ide dan pengembangan dalam mendukung kebijakan menuju pembangunan berkelanjutan. Kepada para pembaca, pemakalah, penyelenggara dan semua pihak yang telah ikut mensukseskan acara FIT ISI 2019 kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, 28 November 2019



Dzauqi Arani, S.T

Ketua Panitia

KATA SAMBUTAN

KETUA UMUM ISI

We are living in such exciting times - the communities we serve continue to grow at an unprecedented pace feeding into needs of a smarter, more efficient decision-making armed with data. As such, we witness the surveyors evolved from its traditional role of survey and mapping with sole focus on spatial data. Spatial information is now more than ever proven instrumental in decision making traversing both public and private sectors.

It is therefore only fitting that spatial enablement being the centerpiece of this year's annual forum, reinforces this new paradigm. The 2019 ISI annual forum is proud to bring forth experts from academia, industry and government, and key thought leaders from across ASEAN countries who have done tremendous job connecting customer information with location.

We hope that the conference serves as a locus for interdisciplinary work, a space for discourse and collaboration. This year annual forum aims to respond to the needs and aspirations of an ever-changing societal infrastructure by providing a platform to advance such discussions.

We would like to express our utmost gratitude and appreciation for your dedicated efforts to materialize the conference. We hope all the participants will have a fruitful and beneficial experience. By optimizing the way we incorporate and interact with spatial data, we can collectively work towards a spatially-enabled nation with better governance and public safety - a better Indonesia.

Jakarta, 28 November 2019



Ir. Virgo Eresta Jaya, M.Eng.Sc.

Ketua Umum ISI

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Susunan Panitia	ii
Kata Pengantar	iii
Sekilas Latar Belakang Pembentukan Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)	iv
Daftar Isi	vi
Potensi Penggunaan Sistem Multibeam Sonar Laut Dalam untuk Pemetaan Batimetri dan Backscatter	8
Pembuatan Peta Sebaran Sekolah Dasar Negeri Dan Swasta Berbasis Sistem Informasi Geografis Dalam Rangka Pemerataan Pendidikan Di Sekolah Dasar	15
Karakteristik Pasang Surut Selat Sunda diamati dari Stasiun Pasang Surut Badan Informasi Geospasial	26
Pemanfaatan Teknologi UAV untuk Pengembangan Potensi Desa Wisata (Studi Kasus : Desa Karangtengah, Imogiri, Bantul, DIY)	31
Analisis Akurasi Vertikal Digital Elevation Model Nasional (Demnas) Studi Kasus Kota Medan	37
Relasi Faktor Air, Tanah dan Udara Pada Satu Masa Tanam Padi di Desa Gadingrejo, Pringsewu-Lampung	46
Analisis Dinamika Garis Pantai dari Citra Satelit Landsat 8 dan Laju Sedimentasi di Pesisir Kota Cirebon..	54
Pemanfaatan Teknologi Informasi Geospasial untuk Prediksi Perkembangan Lahan Terbangun Serta Dampaknya Terhadap Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B).....	59
Pemanfaatan Demnas Untuk Identifikasi Penambahan Pulau (Studi Kasus: Provinsi Kepulauan Riau)	65
Analisis Distribusi Kesesuaian Lahan Hutan Bakau di Indonesia berbasis Sistem Informasi Geografis.....	68
Perbandingan Algoritma Transformasi Normalized Difference Vegetation Index (Ndvi) Dan Enhanced Vegetation Index (Evi) Untuk Analisis Kerapatan Lahan Mangrove	75
Pembuatan Peta Jalur Evakuasi Dengan Menggunakan Metode Partisipatif Untuk Mewujudkan Desa yang Tangguh terhadap Bencana Gempa Bumi di Dusun 2, Desa Karyawangi	81
Aplikasi Geospasial Monitoring Kegiatan Kontruksi Berbasis Mobile Android.....	89
Integrasi Penataan Ruang Darat Dan Laut	96
Penentuan Kriteria Arah Umum Garis Pantai Dalam Kaitannya Dengan Garis Pangkal Lurus Untuk Penetapan Batas Laut Berdasarkan Pasal 7 Unclos III	106
Penentuan Moda Transportasi Rute Angkutan Umum Menggunakan Pgrouting Dijkstra Berbasiskan Webgis di Kota Bandung.....	111
Identifikasi Gelembung Gas Metan Di Kolom Air Menggunakan Data Dari Multibeam Echosounder	118
Peta Bidang Tanah dalam Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang	125
Perhitungan Langsung Defleksi Vertikal Gunung Ungaran dari Data Gangguan Gayaberat	132
Survei Batimetri di Utara Papua Menggunakan Multibeam Echosounder Laut Dalam.....	138
Analisis Gelombang Tsunami Kecil Akibat Gempa Bawah Laut di Perairan Kepulauan Mentawai pada Beberapa Stasiun Pengamatan Pasut di Samudra Indonesia	142
Penentuan Kriteria Arah Umum Garis Pantai Dalam Kaitannya Dengan Garis Pangkal Lurus Untuk Penetapan Batas Laut Berdasarkan Pasal 7 Unclos III	150
Aplikasi Mobile Laser Scanner dalam Kegiatan Konstruksi dan Pemeliharaan Jalan Tol Trans Sumatera.	155

Kajian Pembaharuan Model Rendaman Tsunami Pesisir Teluk.....	162
Zonasi Distribusi Tanaman Hutan di Taman Nasional Gunung Semeru Berdasarkan Integrasi Nilai Indeks Vegetasi dan Digital Elevation Model	172
Peningkatan Kompetensi Sumber Daya Manusia Pelaksana Kegiatan Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) Dengan Metode Blended Learning.....	178
Analisis Ketelitian Geomaterik Ortofoto Berbasis Foto UAV Dengan Pengukuran Post-Mark Untuk Keperluan Pembuatan Peta Desa	184
Pengaruh Penempatan Transduser Single Beam Echosounder Terhadap Ketelitian Kedalaman Akibat Pengaruh Roll.....	191
Analisis Perbandingan Nilai Koreksi Pasut Menggunakan Metode RT-PPP dan Metode Pengamatan Stasiun Pasut (Studi Kasus: Pantai Pangandaran dan Perairan P. Pramuka)	196
Pemodelan Variabel Gempa Bumi sebagai Sarana Edukasi untuk Mitigasi Bencana di Indonesia.....	204
Analisis Multitemporal Pengaruh Perubahan Kawasan Terbangun Terhadap Perubahan Suhu Permukaan Di Kota Bandar Lampung.....	209
Kajian Titik-Titik Garis Pangkal Negara Kesatuan Republik Indonesia	214
Deformasi Sepanjang Kepulauan Sangihe	221
Survey Pemetaan Batas Bidang Tanah Kolaboratif Lintas Ruang dan Lintas Waktu dengan Piranti AR/VR	226
Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Keperluan Pemantauan Lingkungan Dalam Rangka Menjaga Kelestarian Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang.....	235
Survei Laut Lembaga Pemerintah Dan Swasta :Peluang Kolaborasi Data Nasional	241

Kajian Pembaharuan Model Rendaman Tsunami Pesisir Teluk Lampung Akibat Pengaruh Perubahan Morfologi Gunung Anak Krakatau

Armijon^{(a)*} ; Eko Rahmadi^(a) ; Fauzan Murdapa^(a) ; Ida Susanti S^(b) ;

^(a)Dosen Jurusan T. Geodesi dan Geomatika Fakultas Teknik Universitas Lampung - Lampung 35145

^(b)Staft Bappeda (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah) Provinsi Lampung - Lampung 35119

armijon@eng.unila.ac.id

ABSTRACT

The renewal of the topographic map of the GAK region is carried out with UAV fixed-wing technology to produce topographic data for morphological change analysis. Then the direction of the wave study is carried out using a small amplitude theory derived based on the Laplace equation for irrotational flow where the epicentre is set in the middle of the crater. A graph of the relationship of velocity to distance produces waves propagation time for tsunami arrival times. The submersion area that refers to the height of the tsunami waves at the shoreline will be analyzed with the help of GIS technology. Morphological changes in GAK occur very drastically which are now in the form of side craters (parasitic craters), based on the generic crater of the eruption it looks negative. The caldera is currently seen as a type of Erosion caldera. The surrounding morphology is in the form of the Anticlonorium of a volcano. The upper volcanic cone disappears by the eruption and leaves a large crater wall with the highest peak 158,635 meters above mean sea level which opens towards the Southwest. The lava flow has a special morphology that is formed in almost all directions so that it will increase the size of the island. Morphology of the plain occupies the Northeast. From the simulation results of the model with an epicentre of 3 meters, the height of the tsunami waves obtained the height of the tsunami waves along the coast reached 39 meters. The arrival time of tsunami waves on the shoreline for 56 minutes has resulted in a new submersion area which has only experienced a slight change from the previous tsunami inundation model. This change was visualized in the form of a tsunami inundation map of the Pesisir Teluk Lampung 2019 region.

Keywords: Topography, Morphology, Tsunami submersion simulation model, Anak-Krakatau Volcano.

Pendahuluan

Provinsi Lampung merupakan wilayah terdekat dengan Gunung Anak Krakatau (GAK). Karenanya pesisir pantainya rawan terhadap bencana tsunami terutama di teluk lampung yang merupakan wilayah ibu kota provinsi Lampung dengan kepatan tertinggi di provinsi Lampung. Bencana tsunami pernah dialami oleh masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir pantai teluk Lampung, akibat meletusnya GAK pada tanggal 26-27 Agustus 1883, yang menelan korban jiwa lebih kurang 36.000 orang. Saat kejadian tersebut tinggi muka air laut di wilayah pantai kota Bandar Lampung mencapai 30 meter [1].

Pada tanggal 22 Desember 2018, terjadi kembali pengulangan tsunami di Selat Sunda akibat Longsoran GAK. Tsunami ini menerjang pantai Kalianda-Lampung dan pantai selatan-Banten. Ketinggian tsunami mencapai 0,9 meter dan memakan 437 korban jiwa, 14075 luka luka, 2752 rumah rusak 510 perahu dan kapal rusak serta 147

kendaraan rusak. Korban jiwa terbanyak adalah mereka yang mendiami wilayah pesisir pantai. Tidak dapat kita bayangkan jika terjadi pengulangan kejadian tsunami seperti tahun 1883 akan berapa banyaknya korban jiwa di pesisir teluk lampung dan sekitarnya. Untuk dapat memperkirakan resiko tsunami bila GAK meletus dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan memetakan rendaman wilayah rendaman akibat gelombang tsunami. Pemetaan dan Pemodelan gelombang tsunami serta wilayah rendaman tsunami sudah banyak dilakukan peneliti, baik akibat gempa vulkanik maupun tektonik. Namun Akibat Aktifitas GAK 22 desember 2018 telah memicu perubahan topografi dan geomorfologi GAK. Hal ini tentunya akan berimbas pada akan berubahnya model landaan tsunami jika terjadi tsunami akibat aktifitas GAK dimasa yang akan datang. Hal yang penting untuk diketahui adalah bagaimana kondisi topografi GAK akibat perubahan geomorfologinya sejak terjadinya erupsi yang menyebabkan tsunami pada tanggal 22 Des 2018,

Bagaimana perkiraan arah gerakan gelombang tsunami akibat perubahan kondisi topografi tersebut? Serta Bagaimana perubahan rendaman tsunami wilayah Pesisir Teluk Lampung terhadap RTRW yang berkaitan dengan mitigasi Bencana Tsunami pesisir teluk Lampung. Masalah tersebut dapat diselesaikan dengan dilakukan penelitian perbaharuan pemetaan fisik dan geometrik GAK dengan bantuan teknologi UAV fix-wings [2] serta pengembangan model landaan tsunami dengan teknologi GIS yang akan menghasilkan wilayah rendaman dalam upaya memperbaharui data penunjang mitigasi bencana Tsunami di pesisir teluk Lampung sebagai salah satu solusi mitigasi bencana tsunami untuk menekan jumlah korban jiwa.

Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan metode Fotogrametri and Geographic Information System for tsunami Hazard monitoring berbasis Foto udara dengan UAV. Untuk mencapai hal tersebut kegiatan dalam penelitian ini dibagi antara lain: (a) Studi Perubahan Topografi dan morfologi GAK berdasarkan data Foto Udara dengan UAV; (b) Kajian Pembaharuan Model Rendaman tsunami akibat pengaruh perubahan topografi GAK terhadap prediksi arah dan dan hambatan gelombang Tsunami; (c) Kajian Wilayah Rendaman dan perubahan geomorfologi GAK; (d) Pembuatan Peta Rendaman Tsunami 2019 di Pesisir Teluk Lampung yang dapat dimanfaatkan pemerintah daerah sebagai data penunjang dalam kajian perbaharuan dokumen mitigasi bencana tsunami di provinsi lampung.

Metodologi Penelitian

Untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dalam penelitian ini digunakan Fishbone diagram yang dapat mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, serta dapat menganalisis masalah tersebut. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan dengan: human, material, teknologi, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Dari fishbone diagram dapat dilihat bahwa akar permasalahan dalam penelitian ini, yaitu akibat aktifitas GAK 22 desember 2018 telah mengakibatkan berubahnya morfologi gunung anak Krakatau sehingga parameter yang mempengaruhi gelombang tsunami juga akan berubah. Parameter utama penyebab utama perubahan wilayah atau area rendaman: (Perubahan Geomorfologi, Arah Longsor, Erupsi, Hambatan Gelombang, Topografi Darat, Topografi Dasar Laut) sedangkan Parameter penunjang: (Peta Topografi, Peta Tematik, DEM & Batimetry, Waktu Datang gelombang, Teknologi GIS & Foto udara, Peta Kawasan Bencana Awal/Terdahulu, Peta rendaman Awal/Terdahulu) [3]. Kesemua parameter ini akan menghasilkan tinggi gelombang dipantai, dimana kemudian akan mempengaruhi jarak jangkau gelombang yang pada

akhirnya akan mengubah wilayah rendaman tsunami. Pemecahan masalah tersebut adalah melakukan pembaharuan peta topografi GAK dan melakukan analisis ulang gelombang tsunami untuk menghasilkan wilayah rendaman baru jika terjadi pengulangan bencana seperti pada waktu 22 desember 2018. Dalam menunjang akar kegiatan tersebut agar dapat dilakukan dengan efisien, efektif, murah, cepat dan tentunya dapat dipertanggung jawabkan maka bantuan teknologi sangat diperlukan. Teknologi yang akan digunakan adalah: (a) Remote sensing dan atau fotogrametri dengan UAV untuk pemetaan topografi. Sedangkan teknologi GNSS dalam membantu menentukan titik kontrol untuk dapat menghasilkan keltelian peta yang diharapkan [4]. (b) Teknologi GIS digunakan sebagai tools untuk analisis wilayah rendaman. Rencana kegiatan masing-masing tahapan terdiri dari telaah hasil R & D, inventarisasi data sekunder, pengambilan data lapangan (data primer), pengolahan data, analisis dan pemodelan(Armijon 2019). Keseluruhan kegiatan pada metologi penelitian merupakan proses yang tidak dapat dipisahkan dalam satu kesatuan pada penelitian ini.

Perubahan morfologi GAK tentunya akan menyebabkan perubahan pola gelombang tsunami di GAK jika kembali terjadi longoran baru, untuk itu perlu dilakukan penyusunan peta topografi serta penyusunan model rendaman baru untuk melihat sejauh mana perubahan rendaman Tsunami akibat perubahan morfologi ini khususnya untuk mitigasi bencana pesisir teluk Lampung. Berdasarkan data RTRW Kota bandar lampung dapat dilihat kajian terdahulu wilayah rendaman tsunami oleh pemerintah daerah Kota bandar lampung. Beberapa metode dapat dilakukan dalam pemetaan GAK untuk menghasilkan peta topografi GAK adalah pemetaan dengan pemotretan udara menggunakan teknologi UAV jenis Fixed-wing aircraft yang lebih stabil dengan jangkauan yang cukup jauh dimana untuk meningkatkan ketelitian data foto hasil UAV koreksi geomerik dimaksimalkan menggunakan GNSS Jenis Geodetik dalam pengukuran GCP (Ground Control Point) [6]. Dari data topografi dikaji kemungkinan arah gelombang tsunami jika terjadi kembali longoran. Untuk Tinggi Gelombang awal akan digunakan tinggi gelombang tertinggi dari sejarah tsunami yang pernah terjadi tentunya diperhitungkan juga gelombang tsunami 22 desember 2018 yang hanya kurang dari 0,5 meter diteluk lampung sedangkan Topografi laut akan Menggunakan data dari GEBCO yang bisa didapat dari gebco.net. Dengan Memanfaatkan Teknologi GIS (Geographic Information System) makan akan dilakukan perhitungan rendaman di pesisr teluk Lampung. Untuk itu data topografi RBI 25K dan 50K yang bersumber dari BIG (Badan Informasi Geospasial)

akan digunakan sebagai bagian dari data penujung Analisis Rendaman [7]. Selain itu untuk mendukung kenampakan topografi yang sesungguhnya akan dimanfaatkan juga citra (resolusi tinggi) pesisir Teluk Lampung yang bersumber dari Pemprov Lampung dan Kota Bandar Lampung serta data Demnas.

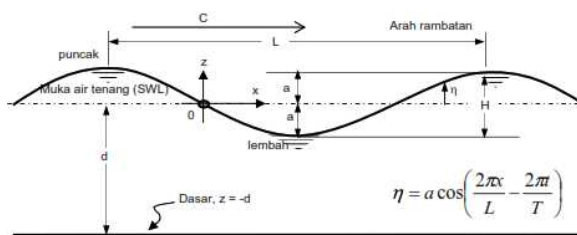
Berdasarkan kedalamannya[8], gelombang yang bergerak mendekati pantai dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu: (1) Gelombang laut dalam yaitu gelombang yang dibentuk dan dibangun dari bawah permukaan. (2) Gelombang permukaan yaitu gelombang yang terjadi antara batas dua media seperti batas air dan udara. Gelombang permukaan terjadi karena adanya pengaruh angin. Peristiwa ini merupakan peristiwa pemindahan energi angin menjadi energi gelombang di permukaan laut dan gelombang ini sendiri akan meneruskan energinya ke molekul air. Gelombang akan menimbulkan riak dipermukaan air dan akhirnya dapat berubah menjadi gelombang yang besar. Gelombang yang bergerak dari zona laut lepas hingga tiba di zona dekat pantai (nearshore beach) akan melewati beberapa zona gelombang yaitu : zona laut dalam (deep water zone), zona refraksi (refraction zone), zona pecah gelombang (surf zone), dan zona pangadukan gelombang (swash zone) . Dalam kajian ini akan di bahas mengenai gelombang dengan amplitudo kecil. Teori Gelombang Airy (teori amplitudo kecil) diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tak rotasi (irrotational flow) dengan kondisi batas di dasar laut dan di permukaan air. Terdapat beberapa anggapan yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang adalah sebagai berikut [8]: (1) Zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan, sehingga rapat masa adalah konstan. (2) Tegangan permukaan diabaikan. (3) Gaya coriolis (akibat perputaran bumi di abaikan). (4) Tekanan pada permukaan air adalah seragam dan konstan. (5) Zat cair adalah ideal, sehingga berlaku aliran tak rotasi. (6) Dasar laut adalah horizontal, tetap dan impermeable sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol. (7) Amplitudo gelombang kecil terhadap panjang gelombang dan kedalaman air. (8) Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah penjalaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi. Hubungan cepat rambat gelombang dengan panjang gelombang dan kedalaman adalah (2.1), dan hubungan panjang gelombang sebagai fungsi kedalaman (2.2) dan (2.3).

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT}{2\pi} \tanh kd \dots (2.1)$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh kd \dots (2.2)$$

$$k = 2\pi/L \dots (2.3)$$

jika kedalaman air dan periode gelombang diketahui, maka dengan cara coba-banding (iterasi) akan didapat panjang gelombang L.



Gambar-1. Gelombang

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang L. (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam. (lihat tabel 1).

Tabel-1. Klasifikasi gelombang menurut kedalaman relatif

Ket.	Gel di Laut Dangkal	Gel di Laut Transisi	Gel di Laut Dalam
d/L	d/L ≥ 1/2	1/20 < d/L < 1/2	d/L ≤ 1/20
Tanh (2πd/L)	≈ 2πd/L	Tanh (2πd/L)	≈ 1
Cepat Rambat Gel	C=L/T=√(g.d)	C=L/T=(2g/2π) Tanh(2πd/L)	C=C ₀ =L/T=gT ² /2π
Panjang Gel	L = T √(g.d)	L = (gT ² /2π) tanh(2πd/L)	L=L ₀ =gT ² /2π=1,56 T ²

Selama penjalaran gelombang dari laut dalam ke laut dangkal, orbit partikel mengalami perubahan bentuk seperti yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi di laut transisi dan dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. Di daerah ini, apabila ditinjau satu garis puncak gelombang, bagian dari puncak gelombang yang berada di air yang lebih dangkal akan menjalar dengan kecepatan yang lebih kecil dari pada bagian di air yang lebih dalam. Akibatnya garis puncak gelombang akan membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kedalaman laut. Garis ortogonal gelombang, yaitu garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah penjalaran gelombang, juga akan membelok, dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut [9].

Tenaga yang terkandung diantara dua garis ortogonal dapat dianggap konstan. Apabila jarak antara garis ortogonal adalah b, maka tenaga gelombang dilaut dalam dan di suatu titik yang ditinjau (2.4a). Apabila energi total gelombang adalah (2.4b) dan disubstitusikan ke dalam persamaan diatas maka (2.5). Suku pertama adalah pengaruh pendakalan sedang suku kedua adalah pengaruh garis ortogonal menguncup (konvergen) atau menyebar (divergen) yang disebabkan oleh refraksi gelombang. Kedua suku tersebut dikenal sebagai koefisien pendangkalan Ks dan koefisien refraksi Kr, sehingga persamaan menjadi (2.6):

$$\left(\frac{bnE}{\tau}\right)0 = \left(\frac{bnE}{\tau}\right)1 = \text{konstan} \quad (2.4a)$$

$$Er = Ek + Ep = \frac{\rho g H^2 L}{8} \quad (2.4. b)$$

$$\frac{H_1}{H_0} = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n_1 L_1}} \sqrt{\frac{b_0}{b_1}} \quad (2.5)$$

$$H_1 = Ks Kr H_0 \quad (2.6)$$

Proses refraksi gelombang adalah sama dengan refraksi cahaya yang terjadi karena cahaya melintasi dua media perantara berbeda. Dengan kesamaan tersebut maka pemakaian hukum Snell pada optik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah refraksi gelombang yang disebabkan karena perubahan kedalaman. Dipandang satu deretan gelombang yang menjalar dari laut dengan kedalaman d_0 menuju kedalaman d_1 , dengan perubahan kedalaman mendadak (seperti anak tangga) dan dianggap tidak ada refleksi gelombang pada perubahan tersebut. Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari C_0 dan L_0 menjadi C_1 dan L_1 . Sesuai dengan hukum Snell, berlaku $\sin \alpha_1 = (C_1/C_0) \sin \alpha_0$ dimana; α_1 : sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar dimana gelombang melintas; α_0 : sudut yang diukur saat garis puncak gelombang melintas kontur dasar berikutnya; C_0 : kecepatan gelombang kontur pertama; C_1 : kecepatan gelombang di kontur berikutnya.

Seperti terlihat dalam gambar-1, jarak antara ortogonal di dalam dan dititik satu adalah b_0 dan b_1 . Apabila kontur dasar laut adalah lurus dan sejajar maka jarak x di titik 0 dan 1 adalah sama sedangkan koefisien refraksi adalah (2.7) dan (2.8). Analisis refraksi dapat dilakukan secara analitis apabila garis kontur lurus dan saling sejajar dengan menggunakan hukum snell secara langsung. Untuk menghitung koefisien pendangkalan digunakan (2.9) dan (2.10) [10].

$$x = \frac{b_0}{\cos \alpha_0} = \frac{b_1}{\cos \alpha_1} \dots (2.7)$$

$$Kr = \frac{\sqrt{b_0}}{\sqrt{b_1}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \dots (2.8)$$

$$Ks = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n_1 L_1}} \dots (2.9)$$

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd} \right) \dots (2.10)$$

Kecepatan gelombang tsunami dirumuskan [11], yaitu $v = \sqrt{g \cdot h}$ dimana; v = kecepatan gelombang tsunami (m/s); g = kecepatan gravitasi bumi (10 m/s²); h = kedalaman laut (m). Bila episenter dianggap sebagai asal mula terbentuknya tsunami di lautan, maka bila profil kedalaman laut dari episenter ke kota di pesisir laut diketahui, maka dapat dibuat grafik hubungan kecepatan terhadap jarak. Untuk memudahkan perhitungan kecepatan gelombang tsunami maka diwakili oleh kecepatan rata-ratanya, melalui perhitungan dengan rumus:

$$\bar{v} = \frac{\int_0^x v(x) dx}{x} \dots (2.11)$$

$$\bar{v} = \frac{(v(x_1) \cdot \Delta x + v(x_2) \cdot \Delta x + \dots + v(x_n) \cdot \Delta x)}{n-1} \dots (2.12)$$

$$\bar{v} = (v_0 + v_1 + v_2 + v_3 + v_n) \frac{\Delta x}{n-1} = \frac{\sum v(x)}{n-1} \dots (2.13)$$

Untuk mengetahui jarak dari titik episenter ke titik kota pengamatan digunakan perhitungan dengan rumus segitiga bola, yaitu:

$\cos \Delta = \sin \phi_e \sin \phi_p + \cos \phi_e \cos \phi_p \cos(\lambda_p - \lambda_e)$
 dimana; ϕ_e = lintang posisi episenter; ϕ_p = lintang posisi kota pengamatan; λ_e = bujur posisi episenter; λ_p = bujur posisi kota pengamatan; Dengan didapatnya kecepatan rata-rata gelombang tsunami (\bar{v}), maka waktu penjalaran gelombang tsunami dapat diketahui melalui perhitungan dengan rumus $t = x/v$ dimana t = waktu tempuh (sec); x = jarak dari episenter ke kota (m); \bar{v} = kec rata-rata (m/s).

Pemetaan dan Kajian Perubahan Geomorfologi;

Secara umum kegiatan pemetaan dan kajian perubahan geomorfologi dibagi menjadi tiga tahapan sebagai berikut[12]: (1) Tahap awal. Dalam penelitian ini menggunakan Data DEM SRTM sebelum terjadi erupsi pada GAK dan Data Foto Udara GAK pasca erupsi 22 desember 2018, pengambilan data foto udara di GAK menggunakan wahana pesawat tanpak awak (Fixed Wing), untuk mendapatkan data foto yang terkoreksi dan memiliki akurasi ketelitian tinggi maka diperlukannya pemasangan titik kontrol, pengukuran titik kontrol menggunakan alat berupa GPS Geodetik, pemasangan titik kontrol berjumlah 4 titik GCP, dimana 1 titik GCP bertugas sebagai base dengan estimasi pengukuran selama 4 jam menggunakan system IGS (International GNSS Service) dan 3 titik lainnya menggunakan metode pengukuran radial dengan estimasi waktu 1 jam/titik, sehingga menghasilkan data koordinat setelah mendapatkan ke dua data tersebut [13], selanjutnya melakukan proses koreksik geometrik dimana pada proses ini data foto udara yang memiliki koordinat melayang dikoreksi kembali dengan data koordinat bumi yang dihasilkan oleh alat GPS tersebut sehingga data foto udara tersebut memiliki nilai koordinat tetap yang sesuai dengan koordinat bumi dan layak digunakan untuk penelitian lanjutan. (2) Tahap Kajian Pemetaan. Memasuki proses mosaik foto yang merupakan proses penggabungan semua data foto dari UAV sehingga semua foto tersusun secara bertampalan sesuai kode potret yang dihasilkan oleh UAV. Setelah itu kemudian proses Orthophoto, proses ini bertujuan untuk mengkoreksi data foto yang sudah di mosaik, dengan cara mengkoreksi posisi terhadap objek yang belum tegak atau sejajar, sehingga semua data foto tersusun menjadi 1 lembar foto, untuk mendapatkan peta topografi pada GAK diperlukan data Digital Elevasi Model (DEM) hasil DEM

didapat melalui proses lanjutan dari Orthophoto, hasil DEM yang sudah melalui tahap koreksi Geometrik diharapkan dapat memenuhi standarisasi tingkat kesalahan posisinya [14], setelah memenuhi persyaratan pepetaan selanjutnya memasuki proses Uji Akurasi Peta, sesuai peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No 15 Tahun 2014 diharapkan pada hasil Uji Akurasi Peta mencapai skala 1 : 5.000 dengan ketelitian pada kelas 2, sehingga data DEM layak digunakan untuk pemetaan topografi. Setelah mendapatkan data Topografi selanjutnya memasuki proses Analisis Perubahan Fisik GAK, data yang digunakan pada proses ini menggunakan perbandingan Data DEM GAK sebelum terjadi erupsi dan data DEM hasil pengukuran GAK. (3) Tahap kajian Perubahan Geomorfologi. Pada penelitian ini menghasilkan sebuah peta perubahan topografi GAK pasca erupsi 22 desember 2018, sehingga dari data tersebut dapat digunakan sebagai data dasar untuk melakukan kajian perubahan pengaruh morfologi akibat dampak aktivitas GAK [15].

Simulasi Perambatan Gelombang; Dalam pembuatan simulasi perambatan gelombang tsunami, tahap awal dipersiapkan data-data yang digunakan [16], yaitu: (1) Data Batimetri yang diunduh dari GEBCO 2019 sebagai data untuk mencari nilai kedalaman laut dan tinggi gelombang laut. (2) Data DEM untuk melihat ketinggian wilayah area penelitian. Untuk data DEM ini tidak dilakukan pengolahan secara spesifik karena data DEM ini hanya digunakan sebagai untuk kenampakan saat simulasi perambatan gelombang dilakukan. (3) Data Citra ini juga digunakan hanya untuk tampilan topografi saat pembuatan simulasi perambatan gelombang tsunami. Selanjutnya dilakukan Tahap pengolahan simulasi perambatan gelombang tsunami dimana proses prosesnya adalah [17] (1) pengolahan data batimetri dengan membuat grid pada data batimetri yang akan diolah. Data grid yang dibuat berukuran 1000 x 1000, yang artinya dibagi per jarak 1 km. (2) Selanjutnya dilakukan pengekstrakan data kedalaman laut menjadi point untuk mendapatkan data kedalaman laut di tiap koordinat yang telah dibagi jaraknya per 1 km. (3) Dilakukan perhitungan tinggi gelombang di tiap titik pengamatan. (4) Dari hasil tinggi gelombang dilakukan pembuatan gelombang perambatan tsunami (5) Terakhir gelombang disimulasikan dengan dukungan data DEM, hidrografi, peta RBI, dan citra satelit yang menghasilkan wilayah rendaman dengan beberapa model ketinggian gelombang awal[18].

Kajian Rendaman Tsunami; Data-data yang digunakan, dalam penentuan renaman adalah (1) Data Batimetri yang diunduh dari GEBCO 2019 sebagai data untuk mencari nilai kedalaman laut dan tinggi gelombang laut untuk penentuan waktu tiba gelombang dan tinggi gelombang dibibir pantai [19].

(2) Peta tutupan lahan yang diunduh dari KLHK sebagai data topografi wilayah penelitian (3) Peta RBI yang diunduh dari Ina-geoportal sebagai data batas administrasi wilayah penelitian (4) Data SRTM yang diunduh dari USGS tahun 2019 digunakan untuk mendapatkan nilai kemiringan lereng pada area penelitian (5) Data garis pantai yang diunduh dari Ina-geoportal sebagai batas untuk dilakukannya (6) Data Citra digunakan untuk tampilan topografi saat pembuatan peta daerah rendaman tsunami. Selanjutnya Pengolahan data batimetri dilakukan dengan membuat grid pada data batimetri yang akan diolah. Data grid yang dibuat berukuran 1000 x 1000, yang artinya dibagi per jarak 1 km. Selanjutnya dilakukan pengekstrakan data kedalaman laut menjadi point untuk mendapatkan data kedalaman laut di tiap koordinat yang telah dibagi jaraknya per 1 km. Selanjutnya dilakukan perhitungan tinggi gelombang di tiap titik pengamatan ($H_1 = Ks Kr H_0$). Dengan tinggi awal gelombang tsunami sebesar 3 meter, 2 meter dan 1 meter (berdasarkan sejarah tsunami) sehingga didapat waktu tiba gelombang di tiap titik pengamatan sampai bibir pantai ($t = x/v$).

Pada tahap selanjutnya, ditentukan nilai koefisien kekasaran pada peta tutupan lahan provinsi Lampung berdasarkan setiap kelas tutupan lahan. Nilai koefisien kekasaran permukaan untuk setiap kelas mengacu pada tabel Koefisien Kekasaran Berryman (2006). Badan air=0.007; Belukar/semak= 0.040; Hutan= 0.070; Kebun/perkebunan= 0.035; Lahan kosong/terbuka= 0.015; Lahan pertanian= 0.025; Pemukiman/lahan terbangun= 0.045; Mangrove= 0.025; Tambak/empang= 0.010. Pada tahap pengolahan SRTM dilakukan menggunakan metode slope untuk mendapatkan kemiringan lereng provinsi Lampung. Tahap pengolahan tinggi gelombang maksimum menggunakan persamaan $H_{loss}=(167n^2/H_0^{1/3})+5*\sin(S)$. Dimana nilai ketinggian maksimum ini dipengaruhi oleh besarnya tinggi gelombang dibibir pantai, peta tutupan lahan, dan data DEM [20]. Tahap pengolahan jarak rendaman menggunakan rumus ketinggian maksimum/besar resolusi DEM. Pada tahap ini data garis pantai dimasukkan untuk melihat jarak daerah rendaman dari garis pantai ke daratan [21]. Sehingga setelah daerah rendaman diketahui, maka luas daerah rendaman dapat dihitung. Akhirnya dapat dihasilkan peta daerah rendaman tsunami yang selanjutnya dilakukan analisis terhadap wilayah rendaman sebagai upaya kajian mitigasi bencana rendaman tsunami. Untuk membantu analisis maka peta daerah rendaman tsunami dikombinasikan dengan data pendukung lainnya seperti citra satelit, DEM, RBI, Tutupan Lahan, dan data data dari RTRW[8].

Hasil dan Pembahasan

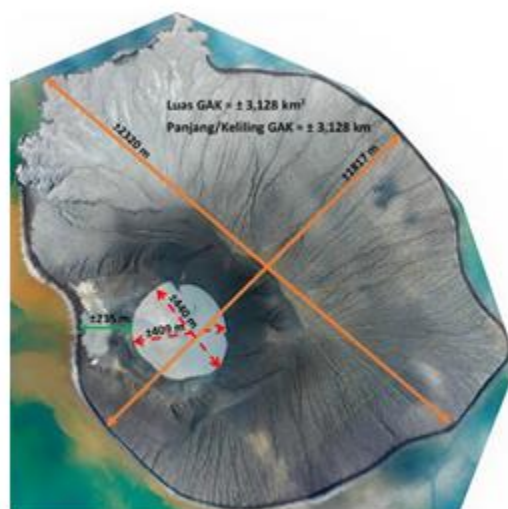
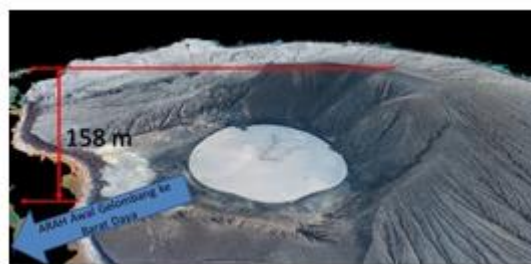
Berdasarkan proses yang telah di uraikan pada metodologi penelitian telah dihasilkan (a) Peta Topografi dan data kajian perubahan morfologi GAK (b) Perambatan Gelombang Tsunami (c) Peta Rendaman Tsunami Pesisir Teluk Lampung. Melalui sistem mitigasi geohazard untuk pengembangan sistem perngatan dini bencana Tsunami berbasis Remote sensing dan GIS maka Hasil penelitian ini dapat menjadi model dasar pengembangan sistem mitigasi bencana Tsunami yang dapat dikembangkan didaerah lain, kajian rendaman ini sebagai langkah preventif penanggulangan dan pelaksanaan mitigasi bencana khususnya yang disebabkan oleh Tsunami.

Topografi dan Perubahan morfologi GAK; Volume materi yang hilang saat longsor 22 Desember 2018 cukup besar terlihat dari perubahan topografi GAK, yang kemudian menciptakan gundukan setinggi 100 meter di atas permukaan laut. Volume daratan yang longsor diperkirakan sekitar 0,221 km³ ini dihitung berdasarkan data topografi 2019 dibandingkan dengan data DEM 2018 sehingga sepertiga dari volume GAK inilah yang memicu terjadinya tsunami 22 Desember 2018 yang lalu. Berdasarkan hasil foto udara dengan UAV terlihat sejumlah perubahan geomorfologi yang sangat besar, perubahan ini terlihat disebabkan oleh erupsi, bukan oleh longsor yang terjadi. Perubahan bentuk GAK terlihat dari jejak jejak aktifitasnya berkemungkinan besar dipicu oleh (1) Aktifitas GAK meletus secara periodik dan terus-menerus. (2) Ambruknya lereng barat Pada tanggal 22 Desember, menyebabkan gelombang yang merusak daerah sekitar. (3) kekuatan letusan telah memusnahkan puncak GAK. (4) GAK mulai terbentuk kembali. Berbagai perubahan ini terkait dengan hilangnya puncak gunung. Kerucut dan kawah masih terlihat jejaknya saat survei langsung kelapangan. Longsornya lereng kemungkinan telah mengubah lorong gunung, dan membuka lorong baru yang mengalirkan magma langsung ke permukaan air laut. Ini kemungkinan memicu bertemunya magma panas dengan air namun berjalannya waktu terlihat juga jejak air laut yang berhenti masuk ke sistem magma sehingga GAK kembali normal. Mungkin hal seperti inilah yang selalu terjadi pada GAK sepanjang sejarah Aktifitasnya.

Panjang terjauh GAK saat ini antar Barat laut ke tenggara ± 1817 m sedangkan lebar terjauh dari timur laut ke barat daya ± 2320 m dengan lebar terjauh kawah ± 440 m jarak bibir kawah kelaut terdekat (yang menghadap ke barat daya) ± 235 m. Dari data topografi dan hasil survei lngsung ke GAK dapat dikaji kondisi morfologi GAK saat ini. Dari letusannya GAK bertipe perret yang mengeluarkan lava cair dengan tekanan gas yang tinggi. lubang kepundan tersumbat, yang menyebabkan

terkumpulnya gas dan uap di dalam tubuh bumi, akibatnya sering timbul getaran sebelum terjadinya letusan. Setelah meletus material-material seperti abu, pasir dan batu terlempar dengan dahsyat keangkasa.

Morfologi Tubuh GAK kini berbentuk Kawah, merupakan bentuk negatif yang terjadi karena Aktifitasnya. Berdasarkan generiknya dibedakan kawah letusan dan kawah runtuh. Sedangkan berdasarkan letaknya terhadap pusat kegiatan dikelompokkan kawah kepundan dan kawah samping (kawah parasiter).



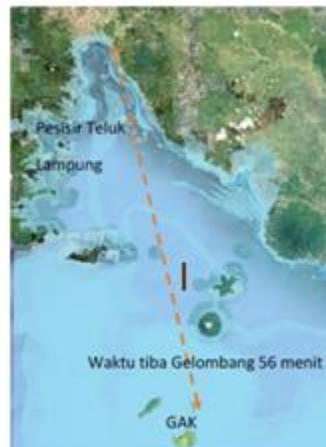
Gambar-2. Kondisi GAK (Akuisisi UAV Fix Wing 14 Sept 2019)

Kaldera, merupakan depresi topografi yang besar, berbentuk bundar. Ukuran kaldera memang lebih

besar dari kawah, meskipun tidak ada batasan ukuran yang membedakannya hingga mempunyai ukuran berupa kawah dapat disebut kaldera. Kaldera GAK saat ini terlihat sebagai jenis kaldera erosi karena tercipta akibat oleh erosi pada bagian puncak kerucut, dimana erosi memperluas daerah lekukan sehingga kaldera tersebut akan semakin luas. Morfologi disekitar GAK saat ini berbentuk Antiklonorium Gunungapi yang merupakan rangkaian perbukitan antiklinorium yang dijumpai pada kaki gunungapi. Terbentuk oleh gaya kompresi lateral karena runtuhnya kerucut GAK. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Morfologi GAK adalah Tekanan aliran-aliran lava yang naik keatas. Tekanan aliran lava yang naik ke eras, secara bertahap akan melemahkan dan menghancurkan dinding kawah.

Kenampakan geomorfologi kompleks vulkanik Krakatau terdiri dari dinding kaldera, bentukan kawah. Morfologi kaldera dicirikan oleh dinding sangat curam yang terbentuk di bagian utara pulau Rakata dengan bentuk cekung menghadap ke utara. Morfologi dinding kaldera di pulau Sertung dan Panjang dibentuk oleh erupsi paroksismal pra-sejarah. Morfologi kawah dijumpai saat ini pada Anak Krakatau. Kerucut vulkanik GAK bagian atas menghilang oleh erupsi dan meninggalkan dinding kawah besar dan puncak tertinggi kurang lebih 158,635 m diatas permukaan laut (hasil pengamatan GNSS). Dinding kawah ini terbuka ke Barat daya.

Aliran lava mempunyai morfologi khusus yang terbentuk hampir kesemua arah. Morfologi ini memperlihatkan berbagai bentuk permukaan kasar yang mencerminkan bongkahan lava tersebar dalam berbagai ukuran dan umumnya memperlihatkan pola aliran yang jelas dan membentuk punggung yang membentang dari sumbernya ke arah pantai. Banyak dari aliran lava masuk ke laut dan menambah besar pulau tersebut. Morfologi pedataran menempati bagian timurlaut P. Sertung dan permukaannya di beberapa tempat tingginya tidak lebih dari 3 m, tersusun atas material vulkanik lepas dan pasir. Tepi barat dan timurlaut daerah ini seringkali berubah terlihat dari perbandingan dua citra tahun berbeda ini mungkin karena daerah ini mudah sekali diterpa ombak besar yang menyebabkan abrasi, terutama pada musim angin barat.



Gambar-3. Perambatan Gelombang Tsunami

Morfologi Tubuh GAK kini berbentuk Kawah, merupakan bentuk negatif yang terjadi karena Aktifitasnya. Berdasarkan generiknya dibedakan kawah letusan dan kawah runtuh. Sedangkan berdasarkan letaknya terhadap pusat kegiatan dikelompokkan kawah kepundan dan kawah samping (kawah parasiter).

Kaldera, merupakan depresi topografi yang besar, berbentuk bundar. Ukuran kaldera memang lebih besar dari kawah, meskipun tidak ada batasan ukuran yang membedakannya hingga mempunyai ukuran berupa kawah dapat disebut kaldera. Kaldera GAK saat ini terlihat sebagai jenis kaldera erosi karena tercipta akibat oleh erosi pada bagian puncak kerucut, dimana erosi memperluas daerah lekukan sehingga kaldera tersebut akan semakin luas. Morfologi disekitar GAK saat ini berbentuk Antiklonorium Gunungapi yang merupakan rangkaian perbukitan antiklinorium yang dijumpai pada kaki gunungapi. Terbentuk oleh gaya kompresi lateral karena runtuhnya kerucut GAK. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Morfologi GAK adalah Tekanan aliran-aliran lava yang naik keatas. Tekanan aliran lava yang naik ke eras, secara bertahap akan melemahkan dan menghancurkan dinding kawah.

Kenampakan geomorfologi kompleks vulkanik Krakatau terdiri dari dinding kaldera, bentukan kawah. Morfologi kaldera dicirikan oleh dinding sangat curam yang terbentuk di bagian utara pulau Rakata dengan bentuk cekung menghadap ke utara. Morfologi dinding kaldera di pulau Sertung dan Panjang dibentuk oleh erupsi paroksismal pra-sejarah. Morfologi kawah dijumpai saat ini pada Anak Krakatau. Kerucut vulkanik GAK bagian atas menghilang oleh erupsi dan meninggalkan dinding kawah besar dan puncak tertinggi kurang lebih 158 Mdpl. Dinding kawah ini terbuka ke arah tenggara.

Aliran lava mempunyai morfologi khusus yang terbentuk hampir kesemua arah. Morfologi ini

memperlihatkan berbagai bentuk permukaan kasar yang mencerminkan bongkahan lava tersebar dalam berbagai ukuran dan umumnya memperlihatkan pola aliran yang jelas dan membentuk punggung yang membentang dari sumbernya ke arah pantai. Banyak dari aliran lava masuk ke laut dan menambah besar pulau tersebut. Morfologi pedataran menempati bagian timurlaut P. Sertung dan permukaannya di beberapa tempat tingginya tidak lebih dari 3 m, tersusun atas material vulkanik lepas dan pasir. Tepi barat dan timurlaut daerah ini seringkali berubah terlihat dari perbandingan dua citra tahun berbeda ini mungkin karena daerah ini mudah sekali diterpa ombak besar yang menyebabkan abrasi, terutama pada musim angin barat.

Tinggi Gelombang di bibir pantai; Pada proses perhitungan tinggi gelombang tsunami, dilakukan proses pengolahan data batimetri untuk mendapatkan kedalaman laut di tiap titik yang telah ditentukan. Selanjutnya dihitung tinggi gelombang tsunami di setiap titik hingga sampai dibibir pantai menggunakan rumus yang ada pada persamaan (2.6) sehingga didapatkan tinggi gelombang tsunami di setiap titik. Berdasarkan perhitungan yang didapat, tinggi gelombang tsunami di setiap titik berbeda-beda. Hal ini dikarenakan data kedalaman laut yang bervariasi. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tinggi gelombang tsunami dibibir pantai mencapai 39 meter jika tinggi awal gelombang di episenter setinggi 3 meter. Sedangkan untuk tinggi awal 2 meter, tinggi gelombang tsunami dibibir pantai mencapai 26 meter dan untuk tinggi awal 1 m, tinggi gelombang tsunami dibibir pantai mencapai 13 m.

Waktu tiba gelombang dibibir pantai; Pada proses perhitungan waktu tiba gelombang tsunami, digunakan proses pengolahan data batimetri. Pada prinsipnya, pengolahan dilakukan sama seperti mencari besar tinggi gelombang pada tiap titik. Hanya saja rumus yang digunakan berbeda. Untuk mencari waktu tiba gelombang maka digunakan persamaan (2.17). Hasil perhitungan menyatakan bahwa waktu tiba gelombang tsunami di tiap titik berbeda-beda, tergantung dari jarak titik pengamatan ke episenter dan bergantung pada kecepatan gelombang merambat. Berdasarkan hasil perhitungan, dihasilkan waktu tiba gelombang tsunami dibibir pantai Teluk Lampung selama 56 menit.

Hasil perambatan gelombang tsunami; Hasil perambatan gelombang tsunami merupakan hasil hitungan tinggi gelombang berbanding dengan waktu tempuh gelombang. Dalam hal ini didapatkan 39 gelombang dengan tinggi gelombang yang berbeda-beda. Titik awal Gelombang ini berada pada episenter GAK sampai ke bibir pantai.

Daerah rendaman tsunami; Setelah didapatnya tinggi gelombang tsunami dibibir pantai,

dilakukanlah pengolahan terakhir untuk mendapatkan daerah rendaman tsunami. Berdasarkan hasil pengolahan didapatlah luas daerah rendaman berdasarkan kelasnya. Dalam hal ini dilakukan 12 pengkelasan daerah rendaman tsunami untuk tinggi awal 3 meter. Sementara untuk tinggi awal 2 meter dilakukan 9 pengkelasan dan untuk tinggi awal 1 meter dilakukan 7 pengkelasan.



Gambar-4. Rendaman Tsunami tinggi gelombang awal 1 m



Gambar-5. Rendaman Tsunami tinggi gelombang awal 2 m



Gambar-6. Rendaman Tsunami tinggi gelombang awal 3 m

Simpulan dan Saran

Simpulan; Perubahan topografi GAK sangat dratis sekali, hal ini telah membawa pengaruh banyaknya perubahan morfologi GAK. Dengan kondisi topografi dan morfologi saat ini dengan puncak tertinggi 158,635 m dan terbentuknya kawah yang sangat

dekat dengan permukaan air laut maka kemungkinan terjadi erupsi besar yang akan membawa dampak bencana besar di prediksi mungkin akan memakan waktu yang lama kemungkinan terjadinya, diperkirakan menunggu GAK mencapai ketinggian lebih dari 300 meter. Kemungkinan gelombang terjadi dalam waktu dekat hanyalah akibat longsor dan ledakan bawah laut. Perhitungan Tinggi gelombang yang akan terjadi akibat hal tersebut pada bibir pantai dipengaruhi oleh besarnya tinggi awal gelombang diepisenter dan kedalaman laut. Berdasarkan hasil perhitungan, didapat bahwa tinggi gelombang dibibir pantai mencapai 39 meter dengan tinggi awal di episenter 3 meter. Sementara itu, jika tinggi awal di episenter 2 meter maka tinggi gelombang dibibir pantai mencapai 26 meter dan jika tinggi awal di episenter 1 meter maka tinggi gelombang di bibir pantai mencapai 13 meter. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar tinggi gelombang di episenter maka tinggi gelombang dibibir pantai pun semakin tinggi. Namun hal ini didasari atas perhitungan gelombang dengan parameter yang telah ditetapkan diawal simulasi.

Saran; Penyempurnaan pemilihan parameter dalam simulasi akan meningkatkan keakuratan hasil simulasi dan analisis. Perlu dilakukan pemetaan topografi GAK secara berkala (minimal 1 kali dalam setahun) untuk pemantauan perubahan topografi sebagai data pendukung Mitigasi Bencana. Akibat erupsi 22 Desember 2019 yang membuat punah seluruh makhluk hidup di GAK merupakan potensi / kesempatan langka bagi peneliti terkait untuk mengkaji bagaimana awal mula terjadi dan tumbuhnya habitat kehidupan pada sebuah sistem.

Ucapan Terimakasih

Ucapan Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga terlaksananya penelitian ini, terutama kepada BKSDA Lampung (Badan Konservasi Sumber Daya Alam) atas bantuan perijinan dan sarana Transportasi survei ke GAK tidak lupa juga Team AERO Lampung yang juga sangat mendukung dalam membantu penyediaan Fix-Wings serta dukungan dalam Akuisis data GAK. Penelitian ini didanai oleh BLU Universitas Lampung tahun anggaran 2019 sebagaimana dinyatakan dalam Kontrak Penelitian LPPM Universitas Lampung No.2516/UN26.21/PN/ 2019 tertanggal 4 Juli 2019.

Referensi

[1] C. Dewi, Armijon, and R. Fadly, "Analisis Pembuatan Peta Zona Rawan Bencana Tsunami pada Daerah Pesisir (Studi Lokasi: Pesisir Kota Bandar Lampung)," in *Prosiding Sembistek 2014*, 2015, vol. 1, no. 02, pp. 740–753.

[2] A. Tridawati, S. Darmawan, and Armijon,

"Estimation the age of oil palm based on optical remote sensing image in Landak Regency, West Kalimantan Indonesia," in *IGRSM International Conference and Exhibition on Geospatial & Remote Sensing*, 2018, p. 43.

- [3] A. Zakaria and K. Susilowati, "Simulasi Waktu Perambatan Dan Tinggi Gelombang Tsunami Akibat Meletusnya Gunung Anak Krakatau," *Lab. Hidrolika dan Mek. Fluida, Jur. Tek. Sipil, Fak. Tek. Univ. Lampung*.
- [4] T. C. Amin, S. Sidarto, Santosa, and W. Gunawan, "Geologi Lembar Krakatau dan Bandar Lampung, Sumatera," *Pus. Penelit. dan Pengemb. Geol. Bandung*, 1994.
- [5] Armijon, "Modeling Of Cold Lava Flow Spatial Analysis For Mitigation Of Volcano Disaster Merapi," in *Simposium Nasional Ilmu Teknik (Simtek) 2019 Universitas Lampung*, 2019.
- [6] S. Guidelines *et al.*, "Global Positioning System (GPS) Survey Guidelines," no. February, pp. 1–21, 2010.
- [7] Bustaman, "Kembangan Model Kota Siaga Bencana Tsunami," Jakarta: Disaster Risk Reduction and Tsunami Information Unit UNESCO Office, Jakarta., 2014.
- [8] A. Zakaria, "Numerical modelling of wave propagation using higher order finite-difference formulas," Curtin University of Technology, 2003.
- [9] Suyadi and Armijon, "Detailing Peta Peak Ground Cceleration (PGA) Wilayah Kota Bandar Lampung Dengan Metode PSHA," Lampung, 2016.
- [10] Sutrisno, "Penentuan Waktu Datang Gelombang Tsunami Di beberapa Kota Pantai Selatan Jawa Barat Sebagai Informasi Penting Dalam Usaha Penyelamatan Secara Preventif Menghadapi Bencana Tsunami," *Jakarta Univ. Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, 2006.
- [11] T. Lay and T. C. Wallace, *Modern Global Seismology*. California: Academic Press, 1995.
- [12] Armijon, *Pemetaan Digital Praktis*, First. Bandar Lampung: Aura Publishing, 2019.
- [13] A. Fajriyanto, Armijon, and E. Rahmadi, "Potential Dangers of Earthquake and Strain Analysis in the Sunda Strait Based GPS (Global Positioning System)," *J. Eng.*, vol. 16, 2012.
- [14] A. Zaenudin, I. G. B. Darmawan, Armijon, S. Minardi, and N. Haerudin, "Land subsidence analysis in Bandar Lampung City based on InSAR," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, vol. 1080, no. 1.
- [15] Hamilton, "Convergent-plate Tectonics Viewed from the Indonesian Region," *J. Indones. Assoc. Geol. Vol.12, No.1.*, 1989.
- [16] H. Latief, "Pedoman Teknik Pembuatan Peta Bahaya

- Rendaman Tsunami,” Bandung, 2013.
- [17] H. Latief, H. P. Rahayu, and D. O. Ismoyo, “Latief, Hamzah., P Rahayu, Harkunti., Oki Ismoyo, Dominic., Muhammad Fadli, 2014, “Potensi Tsunami Sekitar Selat Sunda (Bandar Lampung),” Bandung, 2014.
- [18] H. P. Rahayu, M. Bisri, and S. Riska, “P Rahayu, Harkunti., Bisri, Mizan., Rizka, Soraya., 2014, ‘Risiko Tsunami Dan Perencanaan Evakuasi Tsunami Risk And Evacuation Planning,’” Bandung, 2014.
- [19] H. Latief and Dominic Oki Ismoyo, “, 2014 ‘Kajian Bahaya Dan Peta Tsunami’, Pelatihan Pembuatan Peta Risiko Tsunami sebagai Upaya Peningkatan Kapasitas Daerah,” Bandung.
- [20] H. P. Rahayu, “Upaya Mitigasi bencana Tsunami,” Bandung, 2015.
- [21] A. C. Reynold, “Boundary condition for the numerical solution of wave propagation problems,” *Geophysics*, vol. 43, no. 6, pp. 1099–1110, 1978.

Disponsori Oleh :



ISBN 978-602-71616-3-4

