

Pemetaan Perubahan Permukaan Tanah di Kawasan Pulau Nias dengan Menggunakan Data Sentinel - 1A IW (Studi Kasus: Pulau Nias, Provinsi Sumatera Utara)

Suseni Hasibuan

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Padang

Korespondensi penulis: 2019510023.suseni@itp.ac.id

Abstract: *The determination of changes in the land surface is an event caused by changes in the volume of the rock layer below. and geological processes such as tectonic and volcanic activity, removal of material from the subsurface such as mining and natural causes such as the occurrence of holes in limestone. The purpose of this study is to determine the magnitude of land surface changes that occur in the Nias Island area caused by earthquakes. The data used in the processing stage with the DinSAR method in 2022 recording, with specifications of dual polarization VV + VH, beam mode IW (interferometric wide) and flight direction ascending. Sentinel 1 data used in this study are 4 pairs of scans, where each pair of scans consists of one scans being the master and another scans being the slave. The master image is the SAR image before the earthquake, while the slave image is after the earthquake. The magnitude of land surface changes that occurred on Nias Island, based on the 2022 earthquake, the largest uplift was the earthquake on December 30, 2022, with a range of values (1.012042) mm with an area of 72,641,981 Hectares. The largest subsidence occurred in the earthquake on December 30, 2022, with a range of values ranging from (-1.373125) mm to (-1.235427) mm with an area of 61347,891 Hectares.*

Keywords: *Remote sensing, Active Sensor, DinSAR, Nias Island*

Abstrak: Penentuan perubahan pada permukaan tanah merupakan peristiwa yang disebabkan oleh adanya perubahan pada volume lapisan batuan yang ada dibawahnya. dan proses geologi seperti aktivitas tektonik dan vulkanik, penghilangan material dari bawah permukaan seperti penambangan dan penyebab alami seperti terjadinya lubang-lubang pada batu kapur. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran perubahan permukaan tanah yang terjadi di Kawasan Pulau Nias yang di akibatkan oleh gempa. Data yang digunakan pada tahap pengolahan dengan metode DinSAR pada perekaman tahun 2022, dengan spesifikasi dual polarisasi VV+VH, beam mode IW (interferometric wide) dan flight direction ascending. Data sentinel 1 yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 4 pasang scane yang dimana setiap pasang scane terdiri dari satu scane menjadi master dan scane lagi menjadi slave. Master image adalah citra SAR sebelum terjadinya gempa, sedangkan slave image adalah setelah terjadinya gempa. Besaran perubahan permukaan tanah yang terjadi di Pulau Nias, berdasarkan gempa tahun 2022 yang paling besar terjadinya kenaikan (uplift) yaitu gempa pada tanggal 30 Desember 2022, dengan rentang nilai (1,012042) mm dengan luas Kawasan 72.641.981 Hektar Penurunan (subsidence) yang paling besar terjadi pada gempa tanggal 30 Desember 2022, dengan rentang dengan nilai Rentang (-1,373125) mm sampai (-1,235427) mm dengan luas Kawasan 61347.891 Hektar.

Kata Kunci: Penginderaan jauh, Sensor Aktif, DinSAR, Pulau Nias

PENDAHULUAN

Penelitian di Indonesia mengenai Pemetaan perubahan permukaan tanah telah banyak digunakan dengan pengukuran di lapangan secara langsung yang menggunakan pengolahan data *Global Positioning System* (GPS), serta penginderaan jauh dengan menggunakan data *Syntetic Aperture Radar* (SAR). Pada penelitian yang meliputi data Syntetic Aperture Radar (SAR) banyak digunakan di pulau jawa, penelitian (Suhadha dan Julzarika, 2022) salah satunya Selat Sunda yang merupakan selat yang terletak pada zona subduksi antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatra memiliki struktur tektonik yang kompleks dan mengalami aktivitas seismic

selama 40 tahun terakhir. dalam penelitian perubahan pada permukaan tanah belum banyak diterapkan di Pulau Sumatra khususnya Pulau Nias, Provinsi Sumatera Utara.

Penginderaan jauh juga dapat didefinisikan sebagai ilmu dan teknologi untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, area, atau fenomena dengan cara menganalisis data yang diperoleh dengan alat tanpa bersentuhan langsung dengan fenomena yang diteliti. Penginderaan jauh secara umum menjadi alat yang sangat berharga untuk pemetaan dan pemantauan sumber daya alam dunia, sehingga penginderaan jauh dapat meningkatkan visibilitas dan pemahaman data **Pastor Guzman, Dash dan Atkinson, (2018)**.

Pulau Nias merupakan Pulau terluar Sumatra yang sangat dekat zona subduksi. Zona subduksi ini memiliki potensi oleh rawan gempa dan potensi pergerakan tanahnya sangat tinggi. Gempa merupakan getaran yang terjadi di bumi yang mengakibatkan adanya pergerakan lempeng tektonik. Ketika gempa terjadi, pergerakan lempeng tektonik dapat menyebabkan patahan atau retakan di dalam tanah, yang dapat mengakibatkan longsor atau kerusakan struktur bangunan, gempa juga dapat menimbulkan tsunami jika terjadi di laut.

Penyebab utama terjadinya gempa bumi merupakan Gempa bumi dapat terjadi Ketika tekanan dan gesekan antara lempeng tektonik meningkat hingga titik dimana batuan yang terdapat di bawah permukaan bumi tidak dapat lagi menahan tekanan tersebut, sehingga terjadi patahan atau retakan pada batuan tersebut.

Menurut BMKG (2022) pada hari senin, 14 maret 2022 di wilayah Pantai Selatan Nias Selatan, Sumatra Utara dan sekitarnya telah di guncang gempa bumi tektonik. Yang menunjukkan gempa bumi ini memiliki parameter update dengan magnitudo 6,7 yang terletak pada koordinat $0,71^{\circ}$ LS dan $98,50^{\circ}$ BT. Tepatnya berlokasi di laut pada jarak 6 km arah selatan Hibala, Nias Selatan, Sumatera Utara pada kedalaman 25 km. BMKG (2022) pada tanggal 30 Desember 2022 Lokasi Koordinat titik gempa berada di 0.23 LS, 97.20 BT (112 km Barat Daya Nias Selatan), dengan kekuatan 5.2 M kedalaman 37 km guncangan gempa tersebut berpusat di Laut Nias, Gempa tersebut terjadi pada pukul 11.16 WIB. merupakan jenis gempa dangkal akibat adanya aktivitas subduksi lempeng di zona *megathrust*.

Penentuan perubahan pada permukaan tanah merupakan peristiwa yang disebabkan oleh adanya perubahan pada volume lapisan batuan yang ada dibawahnya. dan proses geologi seperti aktivitas tektonik dan vulkanik, penghilangan material dari bawah permukaan seperti penambangan dan penyebab alami seperti terjadinya lubang-lubang pada batu kapur. Perubahan muka tanah ini biasanya terjadi perlahan-lahan dalam jangka waktu yang lama dan akan berdampak pada kondisi lingkungan sekitar Enggariansyach, (2023).

Pada penelitian yang dilakukan oleh **Pudja, (2018)** Penurunan muka tanah di DKI Jakarta dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, antara lain jumlah bangunan yang meningkatkan beban permukaan tanah, masih banyak masyarakatnya yang memanfaatkan sumber air tanah sebagai sumber pokok air bersih, serta struktur geologi yang didominasi dengan aluvial. Sehingga penurunan muka tanah di DKI Jakarta relatif terus-menerus terjadi. Untuk mengetahui penurunan muka tanah ini digunakan metode penginderaan jarak jauh, yakni metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DInSAR) yang memanfaatkan citra satelit data radar (SAR Sentinel-1A) pada tahun 2016 dan 2017. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai penurunan rata-rata di kota administrasi DKI Jakarta pada tahun 2016 cukup signifikan jika dibandingkan pada tahun 2017.

Untuk pemanfaatan penelitian ini data yang dipakai ialah Citra Sentinel – 1A IW (SLC) pada perekaman bulan Januari hingga bulan Desember tahun 2022 (pancaran dari sensor vertikal, backscatter dari objek vertikal) descending. Citra sentinel yang digunakan dapat dilihat pada data sentinel yang di unduh secara gratis melalui website vertex.daac.asf.alaska.edu/ dengan metode Synthetic Aperture Radar (SAR). Metode ini adalah salah satu metode penginderaan jauh dimana penelitian tidak bersentuhan langsung dengan daerah yang akan diamati. Dalam penelitian ini menerapkan metode DInSAR untuk mengetahui perubahan pada permukaan tanah di Kawasan Pulau Nias serta nilai besaran perubahan permukaan tanah yang terjadi di Kawasan Pulau Nias yang disebabkan oleh potensi rawan gempa. tentang pemetaan perubahan permukaan tanah yang menggunakan metode DInSAR dengan data Synthetic Aperture Radar (SAR) belum banyak dilakukan di Pulau Nias. penelitian ini memanfaatkan data Synthetic Aperture Radar (SAR) dapat dipergunakan untuk memantau permukaan bumi tanpa gangguan awan, cuaca dan ketergantungan sumber cahaya matahari.

METODE PENELITIAN

Bidang dan Jenis Penelitian

Secara geografis Pulau Nias ini terletak diantara $0^{\circ} 12'$ - $1^{\circ} 32'$ LU dan 97° - 98° BT berada dibagian Barat daya wilayah Provinsi Sumatera Utara yang berjarak sekitar 85 mil laut dari Pelabuhan Sibolga di daratan Pulau Sumatera Pulau Nias berbatasan dengan pulau banyak di wilayah Provinsi Nangroe Aceh Darussalam di sebelah utara pulau Mursala wilayah Kabupaten Tapanuli Tengah, dibesela timur, Pulau Mentawai di wilayah Provinsi Sumatera Barat di sebelah selatan sedangkan disebela barat berbatasan langsung dengan Samudera Indonesia. Dengan luas 5.625 km² berpenduduk hampir 1.000.000 jiwa (Sosbud, 2021).



Gambar 1. Daerah Penelitian

Data dan Peralatan

1. Data yang digunakan digunakan dalam penelitian ini adalah Data Gempa tahun 2022 dengan polarisasi VV (pancaran dari sensor vertikal, backscatter dari objek vertikal) Ascending. Citra sentinel yang digunakan dapat dilihat pada data sentinel yang di unduh secara gratis melalui website vertex.daac.asf.alaska.edu/#/. pemilihan citra sentinel berdasarkan gempa yang terjadi ditahun 2022 dengan kekuatan >4 richter M pada tabel 1 data gempa ini dapat diunduh pada <https://earthquake.usgs.gov/>.

Tabel 1 Citra Sentinel yang Digunakan

Terjadinya Gempa	Sebelum Gempa	Sesudah Gempa	Direction
14-Maret-2022	12-Maret-2022	24-Maret-2022	Ascending
30-Desember-2022	25-Desember-2022	06-Januari-2023	Ascending

Sumber : ASF data search vertex,2022

Tabel 2 Data Gempa

Time	Latitude	Longitude	Depth	Magnitudo
2022-03-14 04:09:21 UTC	0.71	98.50	25.00 km	6.9
2022-12-30 06:26:49 UTC	0.23	97.20	37.00 km	5.2

Sumber : USGS Earthquakes, 2022

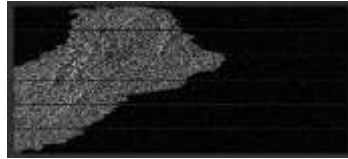
2. Data Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 second dengan resolusi 30 meter.

Tahapan Pengolahan Data

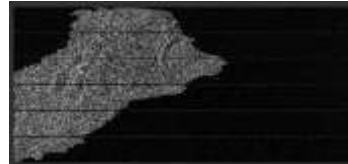


Gambar 2 Diagram Alir

Data sentinel 1 yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 2 pasang scane yang dimana setiap pasang scane terdiri dari satu scane menjadi master dan scane lagi menjadi slave. Master image adalah citra SAR sebelum terjadinya gempa, sedangkan slave image adalah setelah terjadinya gempa seperti pada Gambar dibawah ini.

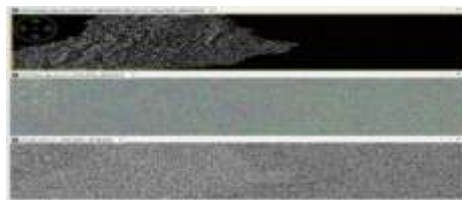


Gambar 3 Sebelum Gempa 12 Maret 2022



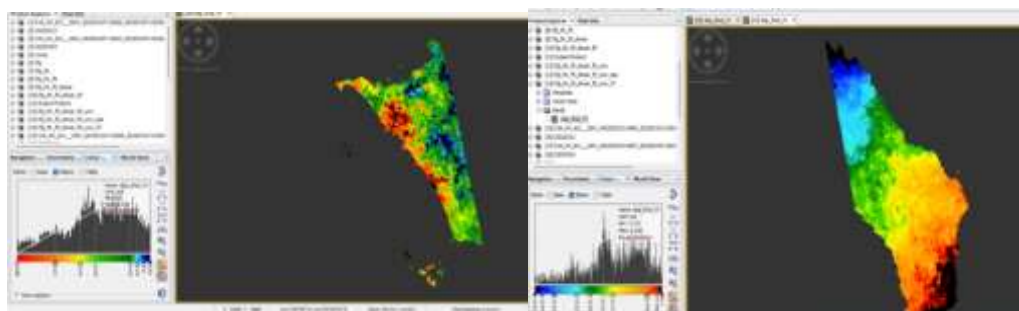
Gambar 4 Setelah Gempa 24 Maret 2022

Gambar 3 merupakan citra Master dari Gempa 14 Maret 2022 citra Master sendiri merupakan citra yang digunakan sebelum tanggal terjadinya gempa yaitu tanggal tanggal 12 Maret 2022, sedangkan Gambar 3.4 merupakan citra slave yang mana citra slave itu sendiri merupakan citra yang digunakan setelah terjadinya Gempa yaitu tanggal 24 Maret 2022. terlihat jelas Master dan Slave yang telah melalui proses coregistration dan pembentukan interferogram masih terpisah setiap burstnya sehingga terlihat adanya perpotongan. Namun setelah melakukan proses deburst maka hasil Interferogram akan terlihat seperti Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Deburst

Proses geocoding adalah langkah terakhir untuk mendapatkan hasil perubahan permukaan tanah (Dispalcement). Pada proses geocoding adalah proses pendefinisian absis dan koordinat pada data SAR yang berebentuk sample dan line dalam satuan piksel Geocoding mengubah bentuk data radar ini menjadi satuan bumi dalam bentuk latitude dan longitude.



Gambar 6 Hasil Geocoding IW2 dan IW3

Metode analisa yang di gunakan adalah analisa deskriptif untuk menggambarkan nilai perubahan permukaan yang didapatkan dari pengolahan data-data yang ada. Kemudian hasil dan kesimpulan digunakan untuk pembuatan peta kondisi kawasan Pulau Nias.

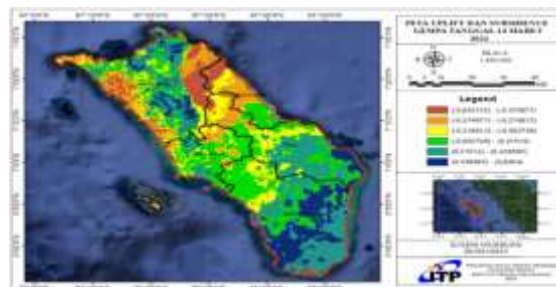
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil DinSAR

Kemampuan pengamatan fenomena perubahan pada permukaan tanah menggunakan data SAR dari waktu ke waktu sangat bergantung kepada ketersediaan data yang ada, seperti sensor radar yang beroperasi, dan perpendicular baseline. Makin besar baseline maka akan memengaruhi nilai koherensi pasangan citra yang baik, diperlukan jarak temporal (temporal baseline) panjang baseline yang tidak lebih dari 300 m. Sensor radar juga mempengaruhi kemampuan dalam pengamatan pada perubahan permukaan tanah. Semakin Panjang gelombang yang dipancarkan maka gelombang tersebut akan memiliki kemampuan dalam penetrasi awan dan uap air yang semakin meningkat Amalah, (2020).

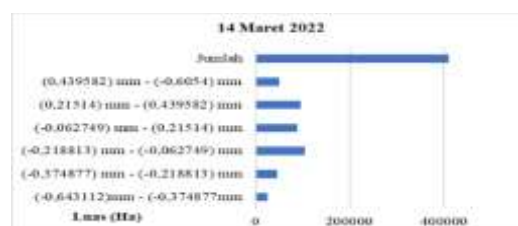
Gempa Tanggal 14 Maret 2022

Gempa yang terjadi pada tanggal 14 Maret 2022 Lokasi Koordinat titik gempa berada di 0.71 LS,98.50 BT (161 km Tenggara Nias Selatan), dengan kekuatan 6.9 M kedalaman 25 km tidak berpotensi tsunami BMKG,(2022). Gempa ini mengakibatkan terjadinya perubahan permukaan tanah di Pulau Nias secara Subsidence dan Uplift. Perubahan pada permukaan tanah ini merupakan bentuk pola deformasi setelah terjadinya gempa bumi.



Gambar 7 Gempa 14 Maret 2022

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa hasil perubahan permukaan tanah yang terjadi di Pulau Nias ditandai dengan gradasi warna biru tua dengan rentang nilai (0,439582) mm, menandakan terjadinya uplift. sedangkan yang ditandai dengan gradasi warna merah rentang nilai (-0,643112) mm menandakan terjadinya subsidence.

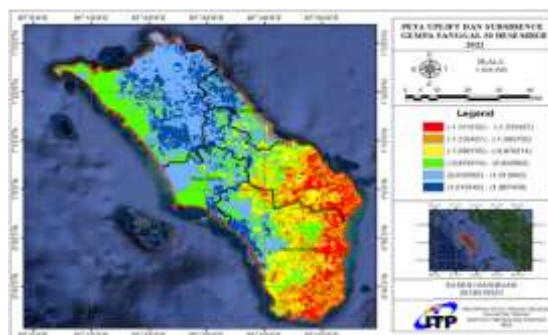


Gambar 8 Grafik Perubahan permukaan tanah 14 Maret 2022

Gambar grafik yang ada di atas menjelaskan bahwa Subsidence/penurunan tanah berada di Pulau Nias warna merah dengan nilai Rentang (-0,643112) mm sampai (-0,374877) mm dengan luas Kawasan 2.563.537 Hektar, warna orange dengan nilai Rentang (-0,374877) mm sampai (-0,218813) mm dengan luas Kawasan 46.646.392 Hektar, warna kuning dengan nilai Rentang (-0,218813) mm sampai (-0,062749) mm dengan luas Kawasan 10.432.954 Hektar dan adapun Uplift/Kenaikan tanah berada di Pulau Nias warna hijau dengan nilai Rentang (-0,062749) mm sampai (0,21514) mm dengan luas Kawasan 88.119.619 Hektar, warna biru muda dengan nilai Rentang (0,21514) sampai (0,439582) mm dengan luas Kawasan 96.391.626 Hektar, warna biru tua dengan nilai Rentang (0,439582) sampai (0,6054) mm dengan luas Kawasan 49.718.965 Hektar dengan luas seluruh Pulau Nias 410.841.512 Hektar.

Gempa Tanggal 30 Desember 2022

Gempa yang terjadi pada tanggal 30 Desember 2022 Lokasi Koordinat titik gempa berada di 0.23 LS, 97.20 BT (112 km Barat Daya Nias Selatan), dengan kekuatan 5.2 M kedalaman 37 km yang berpusat di Laut Nias tidak berpotensi tsunami BMKG,(2022). Gempa yang terjadi pada tanggal 30 Desember 2022 mengakibatkan terjadinya perubahan permukaan tanah di Pulau Nias secara Subsidence dan Uplift. Perubahan pada permukaan tanah ini merupakan bentuk pola deformasi setelah terjadinya gempa bumi.



Gambar 9 Gempa 30 Desember 2022

Dari Gambar 9 dapat dilihat untuk mengidentifikasi hasil perubahan permukaan tanah yang terjadi di Pulau Nias ditandai dengan gradasi warna biru dengan rentang nilai (1,012042) mm menandakan terjadinya uplift, sedangkan yang ditandai dengan gradasi warna merah rentang nilai (-1,373125) mm menandakan terjadinya subsidence.

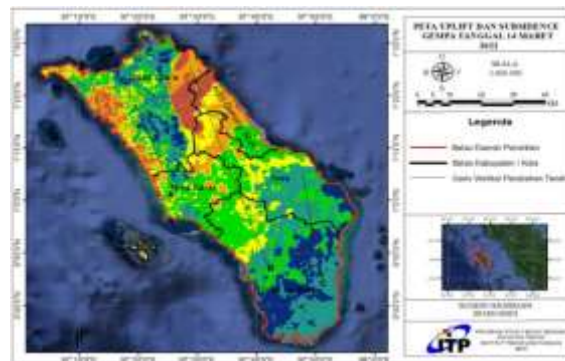


Gambar 10 Grafik permukaan tanah 30 Desember 2022

Gambar grafik yang ada di atas menjelaskan bahwa Subsidence/penurunan tanah berada di Pulau Nias warna merah dengan nilai Rentang (-1.373125) mm sampai (-1.235427) mm dengan luas Kawasan 61.347.891 Hektar, warna orange dengan nilai Rentang (-1.235427) mm sampai (-1,085755) mm dengan luas Kawasan 94.257.318 Hektar, warna kuning dengan nilai Rentang (-1,085755) mm sampai (-0,876214) mm dengan luas Kawasan 62.042.725 Hektar dan adapun Uplift/Kenaikan tanah berada di Pulau Nias warna hijau dengan nilai Rentang (-0,876214) mm sampai (0,032062) mm dengan luas Kawasan 32.296.743 Hektar, warna biru muda dengan nilai Rentang (0,032062) mm sampai (1,012042) mm dengan luas Kawasan 88.254.854 Hektar, warna biru tua dengan nilai Rentang (1,012042) mm sampai (1,887459) mm dengan luas Kawasan 72.641.981 Hektar dengan luas seluruh Pulau Nias 410.841.512 Hektar.

Hasil dan Analisa besaran perubahan permukaan tanah Pulau Nias

1. Gempa Tanggal 14 Maret 2022



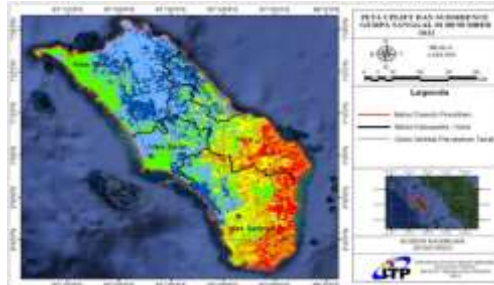
Gambar 11 Garis vertikal peta uplift dan subsidence 14 Maret 2022

Dari gambar yang ada di atas menjelaskan bahwa pada garis A yang terletak diantara Nias Barat dan Nias Utara dengan gradasi warna merah yang terletak di tepi laut ialah terjadinya penurunan tanah/subsidence, gradasi warna biru yang terletak diantara garis warna hitam ialah terjadinya kenaikan/uplift pada tanah. Pada garis B yang terletak diantara Nias Utara, Nias Barat, Gunung Sitoli, dan Nias Selatan dengan gradasi warna biru ialah terjadinya kenaikan/uplift dibagian Nias Selatan, gradasi warna kuning dan hijau ialah terjadinya penurunan/subsidence serta normal pada tanah atau tidak terjadi subsidence dan uplift pada bagian Nias Selatan dan Nias Barat, sedangkan pada bagian Gunung Sitoli dan Nias Utara dengan gradasi warna merah ialah terjadinya penurunan/subsidence pada tanah. Pada garis C yang terletak diantara Nias dan Nias Selatan dengan gradasi warna biru ialah terjadinya kenaikan/uplift pada tanah.

Pada gambar 4.6 bisa dilihat terjadi subsidence/penurunan dengan rentang (-1,32) mm sampai (-1,2) mm pada Kabupaten Nias Utara dan Nias Barat yang terletak pada garis A. Pada gambar 4.7 bisa dilihat terjadi subsidence/penurunan dan uplift/kenaikan dengan

rentang (-0,05) sampai 0,1 mm pada bagian B yang terletak di Nias Utara, Gunung Sitoli, Nias Barat, dan Nias Selatan. Sedangkan gambar 4.8 bisa dilihat terjadi subsidence/penurunan dengan rentang (-0,18) sampai (-0,04) mm pada Kabupaten Nias dengan Kabupaten Nias Selatan.

2. Gempa tanggal 30 Desember 2022



Gambar 12 Garis vertikal peta uplift dan subsidence 30 Desember 2022

Dari gambar yang ada di atas menjelaskan bahwa pada garis A yang terletak diantara Nias Barat dan Nias Utara dengan gradasi warna biru yang terletak diantara garis warna hitam ialah terjadinya kenaikan/uplift pada tanah. Pada garis B yang terletak diantara Nias Utara, Nias Barat, Gunung Sitoli, dan Nias Selatan dengan gradasi warna biru ialah terjadinya kenaikan/uplift pada tanah, dan gradasi warna hijau menandakan normal pada tanah dibagian Nias Barat dan Gunung Sitoli. Pada garis C yang terletak diantara Nias dan Nias Selatan dengan gradasi warna merah ialah terjadinya penurunan/subsidence pada tanah.

Pada gambar 4.10 bisa dilihat terjadi penurunan/subsidence dengan rentang (-1,2) sampai (-1,3) mm, pada Kabupaten Nias Utara dan Kabupaten Nias Barat pada bagian A. Pada gambar 4.11 bisa dilihat terjadi uplift/kenaikan subsidence/penurunan dengan rentang 0,02 sampai (-0,14) mm pada Kota Gunung Sitoli dengan Kabupaten Nias Barat dibagian B. Sedangkan gambar 4.12 bisa dilihat terjadi penurunan/subsidence dengan rentang (-0,04) sampai (-0,18) mm pada Kabupaten Nias dengan Kabupaten Nias Selatan pada bagian C.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Perubahan permukaan tanah yang terjadi di Pulau Nias berdasarkan Gempa pada tahun 2022 dapat menghasilkan adanya penurunan (subsidence) dan kenaikan (uplift) permukaan tanah yang di akibatkan setelah terjadinya gempa. Besaran perubahan permukaan tanah yang terjadi di Pulau Nias, berdasarkan gempa tahun 2022 yang paling besar terjadinya kenaikan (uplift) yaitu gempa pada tanggal 30 Desember 2022, dengan rentang nilai (1,012042) mm dengan luas Kawasan 72.641.981 Hektar. sedangkan kenaikan (uplift) paling kecil terjadi pada gempa tanggal 14 Maret 2022, dengan rentang (0,439582) mm dengan luas Kawasan 49.718.965 Hektar. Penurunan (subsidence) yang paling besar terjadi pada gempa tanggal 30

Desember 2022, dengan rentang dengan nilai Rentang (-1,373125) mm sampai (-1,235427) mm dengan luas Kawasan 61347.891 Hektar, sedangkan penurunan (subsidence) yang paling kecil pada gempa tanggal 14 Maret 2022, rentang nilai (-0,643112) mm sampai (-0,374877) mm dengan luas Kawasan 2.563.537 Hektar.

Deklarasi kepentingan bersaing

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan bersaing non-finansial dalam materi apapun yang dibahas dalam karya ini.

Informasi pendanaan

Tidak ada pendanaan yang diperoleh dari organisasi keuangan manapun untuk melaksanakan pekerjaan saat ini.

REFERENSI

Amalah, A. M. U. (2020). Metode PS-INSAR di daerah Blok Cepu.

Enggariansyach, I. (2023). Menggunakan metode differential interferometry synthetic aperture radar (Studi kasus: Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi). Radar Method (Case Study: District Tanjung).

Pastor Guzman, J., Dash, J., & Atkinson, P. M. (2018). Remote sensing of mangrove forest phenology and its environmental drivers. Manuscript, 1–42.

Pudja, I. P. (2018). Analisis penurunan muka tanah DKI Jakarta dengan metode differential interferometry synthetic aperture radar (DInSAR). Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika, 02(02), 88–99.

Suhadha, A. G., & Julzarika, A. (2022). Dynamic displacement using DInSAR of Sentinel-1 in Sunda Strait. Trends in Sciences, 19(13), 1–11. <https://doi.org/10.48048/tis.2022.4623>