

Perbandingan Laju Penurunan Muka Tanah Menggunakan Metode DInSAR dengan Pengolahan Data Aktual

Annisa Amelia^a, Nia Kurniadin^b, Romansah Wumu^b, & Shabri Indra Suryalfihra^b

^a Program Diploma 3 Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda

^b Program Studi Teknologi Rekayasa Geomatika dan Survei, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda

ABSTRACT

This research is motivated by how the data generated from the capabilities of the radar technology used in monitoring land subsidence using the DInSAR (Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar) method is compared with actual data in the mining sector. The purpose of this study was to determine the suitability of the land subsidence rate using the DInSAR method against the actual data. DInSAR processing is carried out using a pair of Sentinel-1 Terrain Observation by Progressive Scans (TOPS) images with acquisition times before and after changes in conditions due to mining activities. Actual data processing in the form of topographical data at the End of the Month (EOM) by carrying out the drape elements process by 30 sample points to provide information on the value of changes in elevation that occur within a period of three months. The results of the research show that there is a discrepancy between the data generated using the DInSAR method and the actual data. This can be due to the limitations of radar sensors in detecting soil dredging activities in mining areas. So that further processing is needed so that the results of Sentinel-1 Image processing with the DInSAR method can represent the value of land subsidence in the field.

ARTICLE HISTORY

Received: August 18, 2023

Accepted: September 20, 2023

Published: September 29, 2023

KEYWORDS

Deformasi, DInSAR, Remote Sensing, Pertambangan, Sentinel-1.

CORRESPONDING AUTHOR

Nia Kurniadin

Email: niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

How to cite: Amelia, A., Kurniadin, N., Wumu, R., & Suryalfihra, S. I. (2023). Perbandingan Laju Penurunan Muka Tanah Menggunakan Metode DInSAR dengan Pengolahan Data Aktual. *Journal of Geomatics Engineering, Technology, and Science (JGETS)*, 2(1), 18-23. <https://doi.org/10.51967/gets.v2i1.29>

1. PENDAHULUAN

Penambangan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengambil endapan bahan galian dibawah permukaan bumi, salah satunya adalah batubara (Yustiadi, 2020). Aktivitas penambangan dengan metode *open pit*, apabila dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan terbentuknya cekungan yang luas dan terjadi perubahan bentuk permukaan bumi sehingga menyebabkan penurunan permukaan tanah secara sengaja. Penurunan tanah dapat didefinisikan turunya elevasi permukaan tanah terhadap bidang referensi yang dianggap stabil

(Whitaker & Reddish, 1989). Penurunan tanah alami terjadi secara regional yaitu meliputi daerah yang luas atau terjadi secara lokal yaitu hanya sebagian kecil permukaan tanah. Hal ini biasanya disebabkan oleh adanya rongga di bawah permukaan tanah. Turunnya permukaan tanah yang terakumulasi selama rentang waktu tertentu akan dapat mencapai besaran penurunan hingga beberapa meter Adapun beberapa faktor penyebab terjadinya penurunan muka tanah yaitu: 1) penurunan muka tanah alami (*natural subsidence*) yang disebabkan oleh proses-proses geologi seperti aktivitas vulkanik dan tektonik, siklus geologi, adanya rongga di bawah permukaan tanah dan

CONTACT Nama Penulis Korespondensi ✉ email penulis korespondensi

© 2023 The Author(s). Published by Tanesa Press, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits, unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

sebagainya; 2) Penurunan muka tanah yang disebabkan oleh pengambilan bahan cair dari dalam tanah seperti air tanah atau minyak bumi; 3) Penurunan muka tanah yang disebabkan oleh adanya beban-beban berat di atasnya seperti struktur bangunan sehingga lapisan-lapisan tanah di bawahnya mengalami kompaksi/konsolidasi. Penurunan muka tanah ini sering juga disebut dengan *settlement*; 4) Penurunan muka tanah akibat pengambilan bahan padat dari tanah (aktivitas penambangan) (Islam et al., 2017). Penurunan muka tanah disebabkan juga oleh adanya aktivitas pertambangan seperti penurunan akibat beban mobilisasi alat berat dan pengerukan tanah di atas permukaan tambang batubara. Besarnya penurunan muka tanah dapat dipantau dengan beberapa metode seperti metode terestris dan metode ekstraterestris seperti saat ini yang banyak dikembangkan dalam penginderaan jauh menggunakan teknologi lidar dan radar (Sari et al., 2014).

Dengan memanfaatkan teknologi radar untuk mengidentifikasi wilayah yang mengalami penurunan muka tanah, metode teknologi radar yang cukup efektif untuk memetakan wilayah penurunan muka tanah adalah DInSAR karena mempunyai tingkat akurasi pada sentimeter dan dapat melakukan pemantauan pada daerah yang luas dengan waktu yang cepat (Akbar & Setiawan, 2022). *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar* (DInSAR) merupakan teknik interferometrik atau pencitraan radar ke samping untuk mengetahui pergerakan permukaan tanah dengan memanfaatkan perbedaan fase dua atau lebih citra SAR dengan perkiraan posisi yang sama namun dengan waktu akuisisi yang berbeda (Cyntia, 2018; Panggabean et al., 2021). Teknik DInSAR pada dasarnya menggunakan dua citra SAR untuk mengidentifikasi perubahan spasial suatu daerah yang memanfaatkan koheren dalam pengukuran fase interferometrik dari permukaan yang sama. Hasil dari perbedaan fase menghasilkan jenis citra baru yang disebut interferogram. Interferogram menunjukkan perbedaan fasa yang di tunjukkan dari perbedaan jarak yang diukur dengan *line of sight* (LOS) radar mencakup topografi, pergeseran orbit, deformasi permukaan dan efek atmosfer (Panggabean et al., 2021).

Pemantauan penurunan muka tanah menggunakan metode DInSAR telah dilakukan oleh Cyntia (2018) dengan memanfaatkan citra satelit data radar (SAR Sentinel-1A) pada tahun 2016 dan 2017 untuk menganalisis penurunan muka tanah DKI Jakarta dengan metode *Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar* (DInSAR) berupa *Digital Elevation Model* (DEM) yang digunakan untuk membuat peta penurunan muka tanah dengan hasil menunjukkan

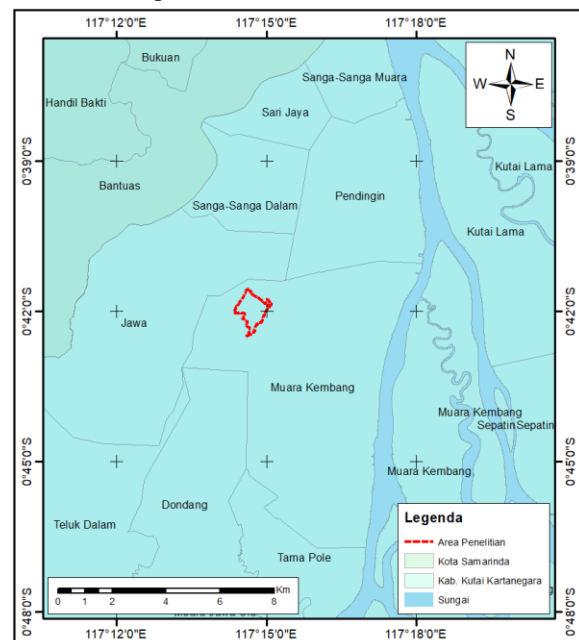
bahwa nilai penurunan rata-rata di kota administrasi DKI Jakarta pada tahun 2016 cukup signifikan jika dibandingkan pada tahun 2017. Pemantauan deformasi juga telah diteliti oleh Muslim (2022) dengan judul Analisis Deformasi Jalan Penghubung Antara Kelurahan Sangasanga Dalam dan Kelurahan Pendingin Tahun 2015 dan Tahun 2021 Menggunakan Metode *Interferometry Synthetic Aperture Radar* dengan hasil penelitian dapat menunjukkan pola dan kecepatan penurunan muka tanah di jalan penghubung Kelurahan Sangasanga Dalam dan Kelurahan Pendingin di Kabupaten Kutai Kartanegara.

Berdasarkan latar belakang tersebut cukup membuktikan bahwa metode penginderaan jauh dapat mengetahui dan menghasilkan data laju penurunan tanah, tetapi dari hasil penelitian terdahulu tidak ada bukti kebenaran berupa perbandingan dengan data aktual lapangannya. Hal tersebut yang menjadi faktor ketertarikan untuk melakukan penelitian dengan tujuan memvalidasi laju penurunan muka tanah dengan data penginderaan jauh menggunakan metode DInSAR dengan memanfaatkan citra Sentinel-1 serta memanfaatkan data aktual lapangan berupa data EOM (*End Of Month*) pada daerah pertambangan PT. RPP Contractors Indonesia Site Adimitra Baratama Nusantara Sangasanga, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

2. METODE

2.1. Lokasi dan Bahan Penelitian

Lokasi pada penelitian ini adalah daerah pertambangan PT. RPP Contractros Indonesia Site Adimitra Baratama Nusantara Sangasanga Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni:

Tabel 1. Data Citra Sentinel-1

Scane ID Citra	Time Observation	Jenis Data
S1A_IW_SLC__1SDV_20221001T215123_20221001T215150_045254_0568E0_D1BD	2022-10-01; 05.51AM Descending Orbit	Master
S1A_IW_SLC__1SDV_20230105T215120_20230105T215147_046654_05978B_7201	2023-01-05; 05.51AM Descending Orbit	Slave

Tabel 2. Data Aktual Lapangan

Data	Jenis Data	Sumber
(End of Month) September 2022	Sekunder	Surveyor PT.
(End of Month) Desember 2022		PT. RCI Site ABN

2.2. Prosedur Pengolahan Data

Tahapan pertama dilakukan pengolahan data citra Sentinel-1, pada kedua data citra tersebut dilakukan tahap pemotongan citra (TOPSAR-split) yang terletak pada menu bar Radar, pada processing parameters terdapat 3 *subswath* (IW1, IW2, IW3) dan di setiap *subswath* terdapat 9 *bursts*. Pada penelitian ini *subswath* IW3 dan 5 to 6 *bursts* dipilih untuk memfokuskan pada daerah penelitian yaitu daerah pertambangan PT. RPP Contractros Indonesia Site Adimitra Baratama Nusantara Sangasanga Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Hal ini juga akan mempengaruhi pada proses *running* di perangkat lunak SNAP. Proses selanjutnya *Apply Orbit File*, yaitu proses yang berguna untuk mempresisi lokasi penelitian berisi informasi geografis yang relevan dimana fungsi ini akan diterapkan pada informasi piksel. Satelit GNSS melacak posisi dan ketinggian satelit Sentinel-1, fungsi *Apply Orbit File* di SNAP akan mendownload file ini dan menerapkannya ke data. Pada *processing parameters* biarkan default namun beri tanda centang pada *do not fail if new orbit file*.

Kemudian pada tahap S-1 *Back Geocoding*, yaitu proses mencocokkan atau menggabungkan data *slave* sehingga memiliki kemiripan dengan citra utama yaitu data master dan juga meregistrasikan pasangan citra dalam kerangka orbit yang sama. Setelah proses interferogram dilakukan tahapan *Deburst*, yaitu proses untuk memilih polarisasi daerah penelitian. Proses selanjutnya yaitu *subset* yaitu pemotongan citra dengan tujuan memperbesar pada area penelitian agar terlihat lebih jelas. Setelah proses *subset* dilakukan proses

filtering dan *multilooking* untuk mereduksi fasa *noise* serta mengurangi *phase noise* atau gangguan yang terdapat pada citra SAR. Lalu data hasil *filtering* dan *multilooking* diexport menggunakan proses *Phase Unwrapping* yang merupakan suatu proses konversi *phase ambiguities* menjadi *phase absolut*. Pada tahapan ini menggunakan tools tambahan yang dikerjakan dalam perangkat lunak SNAP yang bersistem operasi linux. Setelah proses konversi data tersebut dilakukan proses *Snaphu Import* Tahapan *import unwrap* merupakan tahapan konversi tingkat kedua dari bentuk **hdr* menjadi *temporary instruction file format *tif*. Konversi data *unwrap* dari bentuk *phase* ke nilai elevasi dilakukan untuk mengetahui perbedaan tinggi dari proses DInSAR atau mengkonversi *from slant to height* dengan menggunakan *tools phase to displacement* di perangkat lunak SNAP. Kemudian setelah proses *phase to displacement* dilakukan proses *terrain correction*, yaitu proses *geocoding* dalam SNAP disebut *Range Doppler Terrain Correction* yang digunakan untuk membuat peta spasial penurunan muka tanah.

Tahapan kedua dilakukan pengolahan pada data aktual lapangan, setelah kedua data tersebut diimport kemudian membuat 30 *sample boundary* pada data EOM bulan September untuk melihat bentuk topografi area pertambangan pada akhir bulan September. Tahapan selanjutnya yaitu penampalan (*drape elements*) pada *boundary* EOM bulan September ke EOM bulan Desember dengan tujuan untuk mengetahui perubahan bentuk dan ketinggian yang terjadi akibat kegiatan pertambangan dari bulan September hingga desember. Hasil dari proses *drape elements* berupa perubahan bentuk *boundary* yang awal mulanya *boundary* tersebut mengikuti bentuk topografi pertambangan pada EOM bulan September kemudian berubah mengikuti bentuk topografi EOM bulan desember. Dari perubahan bentuk *boundary* tersebut menghasilkan data titik-titik koordinat X dan Y pada titik yang sama namun ketinggian (Z) yang berbeda. Deformasi dalam penelitian ini diimplementasikan dengan dua metode yakni *Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar* (DInSAR) dan pengolahan data aktual. Tujuan dari penggunaan dua metode ini untuk mengetahui tingkat kesesuaian nilai deformasi yang dihasilkan dari pengolahan citra Sentinel-1 dengan bantuan perangkat lunak SNAP (*Sentinel Application Platform*) yang diterbitkan oleh ESA. Serta metode kedua yang menggunakan proses *drape elements* pada data aktual lapangan dengan *software* Minescape, data aktual lapangan yang digunakan pada penelitian ini berupa data EOM (*End OF Month*) Bulan September dan Bulan Desember. Dari data tersebut dapat diketahui perubahan bentuk dan ketinggian yang terjadi di

pertambangan PT. RPP CONTRACTORS INDONESIA Site ABN dalam kurun waktu selama tiga bulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan pada area pertambangan batubara PT. RCI Site ABN Sangasanga yang menggunakan 2 citra Sentinel-1 dengan selang waktu tiga bulan (Oktober-Januari) dan juga dilakukan pemantauan terhadap 30 titik sampel menggunakan data aktual lapangan untuk mengetahui perubahan beda tinggi yang sebenarnya. Kedua metode tersebut dilakukan untuk membandingkan nilai kesesuaian hasil dari pengolahan citra Sentinel-1 terhadap data aktual lapangannya.

Hasil dari pengolahan data aktual terhadap 30 titik sampel menunjukkan kecepatan penurunan permukaan tanah yang sebenarnya. Adapun perbandingan Data hasil pengolahan DInSAR dengan data aktual lapangan pada area pertambangan seperti pada tabel berikut.

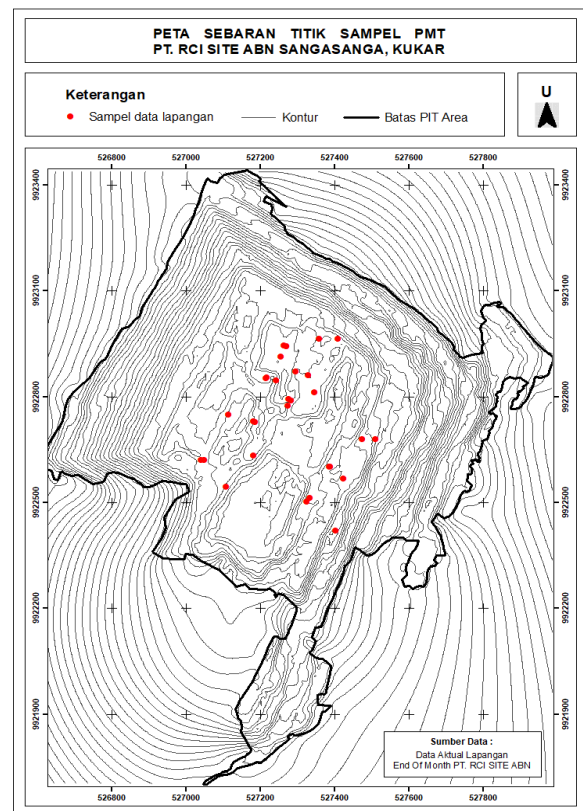
Tabel 3. Perbandingan Nilai PMT dengan Displacement

No. Titik Sampel	Nilai PMT Data Aktual	Displacement Citra Sentinel-1
1	-13,14	0,392306
2	-18,933	0,371313
3	-2,142	0,410929
4	-33,166	0,370200
5	-30,362	0,381522
6	-8,955	0,405654
7	-12,905	0,401196
8	-3,842	0,375495
9	-13,163	0,391335
10	-5,495	0,383941
11	-2,353	0,359090
12	-1,458	0,363930
13	-18,942	0,371313
14	-6,630	0,395808
15	-10,88	0,409156
16	-1,582	0,410929
17	-9,020	0,405654
18	-1,029	0,363930
19	-31,645	0,370200
20	-14,466	0,369110
21	-4,746	0,389805
22	-13,102	0,379045
23	-14,738	0,369633
24	-3,167	0,400284
25	-3,358	0,435216

26	-5,870	0,410237
27	-14,048	0,354236
28	-13,98	0,398210
29	-6,276	0,366492
30	-3,807	0,403748
Jumlah	323,629	11,609917
Rata-rata	10,787	0,386997233

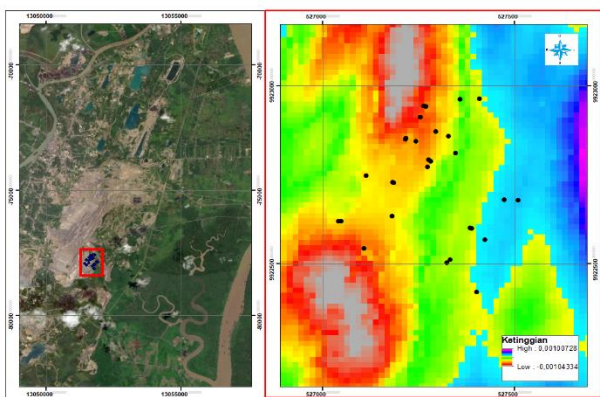
Pengambilan 30 titik sampel dari data aktual lapangan pada EOM bulan September dan EOM bulan Desember dilakukan dengan metode *random sampling* yaitu teknik penentuan lokasi dan sampel secara acak dengan menentukan jumlah sampel yang akan diteliti, memberikan nomor urut pada semua satuan sampel yang diambil serta dapat mewakili wilayah penelitian dalam pengambilan sampel secara keseluruhan. Metode ini dilakukan dengan cara membuat *boundary* pada EOM September untuk melingkari sisi area yang terjadi perubahan di EOM Desember, lalu menggunakan *drape elements* agar *boundary* pada data EOM September tersebut bertampalan dengan data EOM Desember kemudian menghasilkan nilai ketinggian yang berbeda.

Sebaran 30 titik sampel data aktual lapangan pada EOM bulan September dan EOM bulan Desember seperti disajikan pada Gambar 2 berikut.



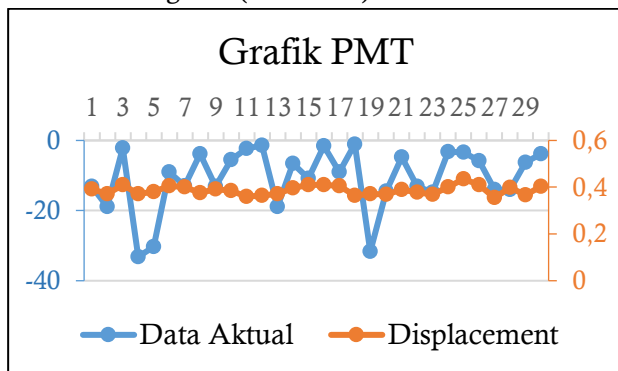
Gambar 2. Peta Sebaran Sampel PMT

Titik sampel (30 titik) kemudian dioverlay dengan hasil pengolahan DInSAR (Gambar 3). Pengolahan menggunakan DInSAR menghasilkan nilai penurunan rata-rata sebesar 0.387 meter dengan data displacement yang relatif sama besar nilai penurunannya, kurang dari 1 meter tiap titiknya. Sedangkan hasil dari pengolahan data aktual lapangan menghasilkan besar nilai penurunan muka tanah pada wilayah pertambangan PT. RCI yang memiliki penurunan tertinggi terjadi pada titik 4 sebesar -33.166 meter. Adapun nilai penurunan terendah terjadi pada titik 18 sebesar -1.029 meter dengan hasil rata-rata dari penurunan tanah di wilayah pertambangan PT.RCI adalah 10.79 meter terhitung dari akhir bulan September dan akhir bulan Desember 2022.



Gambar 3. Hasil Pengolahan DInSAR

Untuk mengetahui hubungan penurunan muka tanah hasil pengolahan data aktual dengan nilai displacement hasil pengolahan data Citra Sentinel-1 menggunakan metode DInSAR selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik PMT

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat pola penurunan muka tanah pada nomor sampel 1 hingga 7 dan 20 hingga 27 memiliki bentuk pola yang sama sedangkan pada nomor sampel 8 hingga 19 dan 28 memiliki bentuk pola yang berbanding terbalik dengan data aktualnya. Hasil dari pengolahan data citra Sentinel-1 pada perekaman area pertambangan menghasilkan ketidaksesuaian data deformasi meskipun menghasilkan pola penurunan yang hampir

sama, karena adanya perbedaan yang signifikan dari nilai hasil pengolahan DInSAR terhadap nilai hasil pengolahan data aktualnya. Hal tersebut bisa dikarenakan kemampuan sensor radar yang tidak mampu mewakili besar laju perubahan yang terjadi pada area pertambangan akibat dari aktivitas pengerukan tanah, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam hal pembuatan algoritma agar nilai hasil pengolahan citra Sentinel-1 dapat mendekati nilai aktual di lapangan.

Fenomena ini sama seperti yang terjadi dalam penelitian Nitti et al. (2009), di area tambang Wielizka Salt Polandia, dimana nilai deformasi vertikal yang terjadi tidak terdeteksi dengan optimal akibat keterbatasan sensor C-band dalam mendeteksi nilai maksimal PMT dan melebihi batas proses aliasing C-band. Ketidaksiharian data deformasi yang dihasilkan oleh citra Sentinel-1 juga dikuatkan dalam Kajian Penurunan Muka Tanah Menggunakan Dinsar Dan UAV Studi Kasus Semarang-Demak (Panggabean et al., 2021) menjelaskan bahwa terdapat 4 faktor yang mempengaruhi koherensi suatu citra, yaitu: 1) Dekorelasi Temporal yaitu, perbedaan waktu pada saat perekaman citra menjadikan adanya perubahan objek yang diamati diantaranya perubahan vegetasi, pergerakan permukaan tanah, serta aktivitas manusia. 2) Dekorelasi Geometri yaitu, penggunaan dua citra yang diperoleh dari dua akuisisi yang berbeda menghasilkan frekuensi yang dibawa menjadi bervariasi. Hal ini karena jumlah reflector yang berbeda sehingga fase juga akan termodifikasi. 3) Dekorelasi Atmosfer yaitu, pada lapisan troposfer dapat menimbulkan kesalahan jarak karena adanya indeks bias, menyebabkan pemanjangan gelombang karena kecepatan gelombang menjadi rendah daripada kecepatan cahaya. Pada lapisan ionosfer menyebabkan lintasan garis edar memendek karena penyimpangan kerapatan elektron. 4) Dekorelasi Suhu yaitu perubahan nilai SNR terjadi karena proses penguatan dari sinyal radar yang terima oleh antenna akibat perubahan suhu.

4. KESIMPULAN

Nilai rata-rata penurunan muka tanah yang didapat dari citra Sentinel-1 menggunakan metode DInSAR (*Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar*) sebesar 0.387 meter. Nilai rata-rata penurunan muka tanah yang didapat dari data aktual sebesar 10.79 meter. Perbandingan penurunan muka tanah menggunakan metode DInSAR dengan pengolahan data aktual menghasilkan tingkat ketidaksesuaian data yang dihasilkan dengan menggunakan metode DInSAR terhadap data aktual lapangannya. Hal

tersebut dapat dikarenakan keterbatasan sensor radar dalam mendeteksi aktivitas pengerukan tanah pada area pertambangan.

5. REFERENSI

- Akbar, G. D. P. N., & Setiawan, B. (2022). Analisis Penurunan Muka Tanah Kota Jambi Dengan Metode Differential Interferometry Synthetics Aperture Radar Tahun 2016 – 2021. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 3(1), 20–29. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.71>
- Cyntia, I. P. 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.
- Islam, L. J. F., Prasetyo, Y., & Sudarsono, B. (2017). Analisis Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) Kota Semarang Menggunakan Citra Sentinel-1 Berdasarkan Metode Dinsar Pada Perangkat Lunak Snap. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(2), 29–36.
- Muslim, T. Y. (2022). *Analisis Deformasi Jalan Penghubung Antara Kelurahan Sangasanga Dalam dan Kelurahan Pendingin Tahun 2015 dan Tahun 2021 Menggunakan Metode Interferometry Synthetic Aperture Radar*. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Nitti, D. O., Bovenga, F., Refice, A., Wasowski, J., Conte, D., & Nutricato, R. (2009). L- and C-Band SAR Interferometry Analysis of the Wieliczka Salt Mine Area (Unesco Heritage Site, Poland). *European Space Agency, (Special Publication) ESA SP, 664 SP(3)*, 1–7.
- Panggabean, M. I., Amarrohman, F. J., & Prasetyo, Y. (2021). Kajian Penurunan Muka Tanah Menggunakan Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DInSAR) dan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) (Studi Kasus: Wilayah Pembangunan Jalan TOL Semarang-Demak STA 17-22). *Jurnal Gedesi Undip*, 10(2), 108–117.
- Sari, A. R., Hapsari, H., & Agustan. (2014). Penerapan Metode DInSAR untuk Analisa Deformasi Akibat Gempa Bumi dengan Validasi Data GPS Sugar (Studi Kasus: Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat). *Geoid*, 10(1).
- Whitaker, B. N., & Reddish. (1989). Subsidence Occurrence, Prediction, and Control. In *Elsevier Science Publishing Company INC*.
- Yustiadi, G. (2020). *Dasar-Dasar Geologi Pertambangan*.