

Deteksi Penurunan Muka Tanah Menggunakan Metode DInSAR dengan Data Sentinel 1-A (Studi Kasus: Kota Pekalongan, Jawa Tengah, Tahun 2022-2023)

Nur Khotamul Tegar Rizki¹, Mohammad Abdul Basyid²

Jurusan Teknik Geodesi, FTSP
Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: Nurkhotamul@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Kota Pekalongan merupakan salah satu kota besar di Indonesia dan berada pada kawasan pesisir dipilih sebagai daerah penelitian untuk studi penurunan muka tanah. Metode yang digunakan dalam pemantauan penurunan muka tanah dengan metode DInSAR yang memanfaatkan citra SAR Sentinel-1A. Hasil penurunan muka tanah di Kota Pekalongan pada tahun 2022-2023 menunjukkan bahwa nilai tertinggi sebesar -57,443 cm/tahun. Nilai yang berada pada wilayah Kecamatan Pekalongan Utara rata-rata tertinggi -49,445 cm/tahun dan rata-rata terendah sebesar -24,473 cm/tahun pada Kecamatan Pekalongan Timur. Hasil analisis korelasi spasial yang didapat adalah $r = 0.52423$ yang berarti hubungan antara PMT GPS dan PMT DInSAR memiliki hubungan yang cukup kuat. Artinya, jika nilai korelasi (r) tersebut mendekati 1, maka keduanya memiliki hubungan linear yang kuat. Nilai korelasi yang didapat bernilai positif, maka dari itu memiliki arti bahwa jika nilai PMT GPS naik, maka nilai PMT DInSAR naik juga. Sehingga, kedua variabel memiliki hubungan linear (sebanding) yang cukup kuat.

Kata kunci: Kota Pekalongan, Penurunan Muka Tanah, DInSAR, Sentinel-1A

ABSTRACT

Pekalongan City is one of the major cities in Indonesia and is located in a coastal area chosen as a research area for land subsidence studies. The method used in monitoring land subsidence with the DInSAR method utilizes Sentinel-1A SAR imagery. The results of land subsidence in Pekalongan City in 2022-2023 show that the highest value is -57,443 cm / year. The highest average value in North Pekalongan District is -49.445 cm / year and the lowest average te of -24.473 cm / year. The results of the spatial correlation analysis obtained are $r = 0.52423$ which means that the relationship between GPS PMT and DInSAR PMT has a fairly strong relationship. That is, if the correlation value (r) is close to 1, then the two have a strong linear relationship. The correlation value obtained is positive, therefore it means that if the GPS PMT value rises, then the DInSAR PMT value rises as well. Thus, the two variables have a fairly strong linear (comparable) relationship.

Keywords: Pekalongan City, Land Subsidence, DInSAR, Sentinel-1A

1. PENDAHULUAN

Penurunan muka tanah (*land subsidence*) merupakan suatu proses gerakan penurunan muka tanah yang didasarkan atas suatu datum tertentu (kerangka referensi geodesi) di mana terdapat berbagai macam variabel penyebabnya (Marfai dkk., 2017). Fenomena penurunan muka tanah di Indonesia sering terjadi di kota-kota besar khususnya di wilayah pesisir. Penurunan muka tanah di wilayah pesisir terjadi karena wilayah pesisir memiliki dataran dan permukaan yang rendah dari permukaan laut sehingga mengakibatkan terjadinya banjir rob. Umumnya, wilayah yang memiliki daerah sedimen pantai merupakan daerah perkotaan padat karena wilayah tersebut merupakan tempat terbaik dalam melakukan pembangunan perkotaan karena wilayahnya yang strategis (Andreas dkk., 2018).

Kota Pekalongan juga merupakan salah satu kota besar yang terletak di wilayah Pantai Utara (Pantura) Jawa dan memiliki tingkat kerentanan penurunan muka tanah yang tinggi. Berdasarkan data Badan Geologi Kementerian ESDM pada tahun 2020, tingkat penurunan muka tanah di Kota Pekalongan mencapai 6 cm/tahun dan disebabkan adanya sebaran tanah lunak (<https://pekalongankota.go.id/>). Penurunan muka tanah di wilayah Pantura telah menjadi isu terkenal yang sering dibahas bersamaan dengan kenaikan muka air laut termasuk wilayah Kota Pekalongan (Andreas dkk., 2018). Penurunan muka tanah di Kota Pekalongan disebabkan dari pengambilan atau ekstraksi air tanah dari lahan pertanian serta diiringi dengan meningkatnya urbanisasi dan pembangunan permukiman yang tidak terkontrol (Nashrullah dkk., 2013).

Penurunan muka tanah di Kota Pekalongan terdapat nilai tertinggi yaitu di Kecamatan Pekalongan Utara sebesar 27,51 cm/tahun. Rata-rata penurunan muka tanah pada kecamatan Pekalongan Utara, Pekalongan Barat, Pekalongan Timur, dan Pekalongan Selatan secara berurutan sebesar 24,13 cm/tahun, 22,83 cm/tahun, 21,94 cm/tahun, dan 20,40 cm/tahun (Iskandar, dkk 2020). Persentase laju penurunan tanah tertinggi adalah pada kelas penggunaan lahan untuk pemukiman dengan persentase 50,53%. Faktor ini dapat mempengaruhi dalam deteksi penurunan muka tanah di masa mendatang. Berdasarkan pemodelan geospasial di Kota Pekalongan terjadi perubahan luas pada tahun 2020 dengan luas 477,57 Hektar menjadi 1877,07 hektar pada tahun 2025. Perubahan luas daerah tergenang ini disebabkan oleh pengaruh penurunan muka tanah dan kenaikan muka air laut (Iskandar, dkk., 2020). Penelitian ini menggunakan citra satelit Sentinel-1A yang dihasilkan oleh satelit Sentinel-1. Sentinel-1 merupakan seri satelit pertama dari tujuh misi satelit yang diluncurkan sebagai bagian dari program *Copernicus* yang digagas oleh *European Commission* (EC) dan *European Space Agency* (ESA).

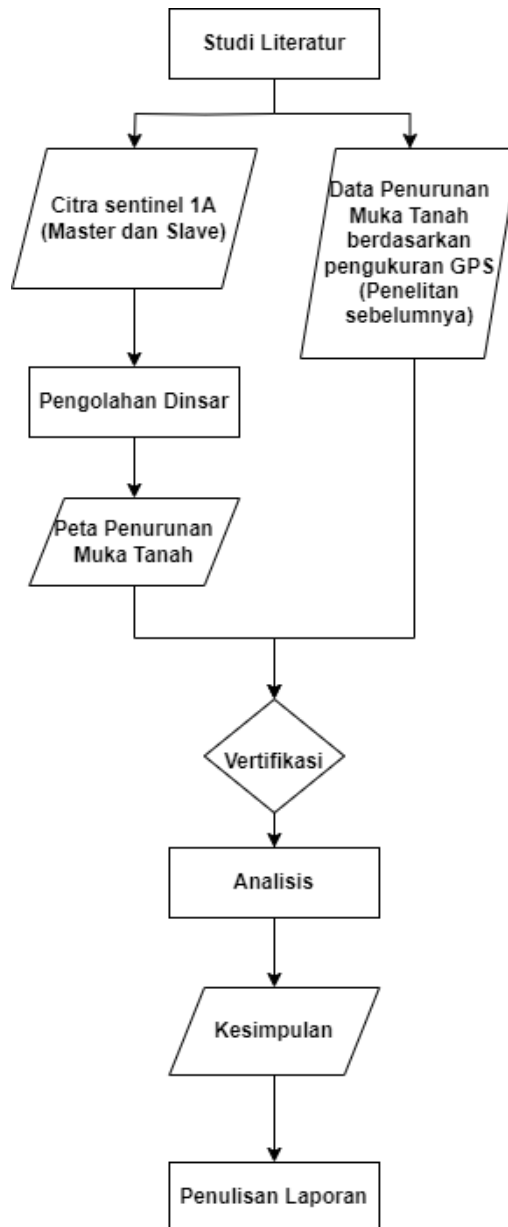
Sentinel-1 memiliki sensor C-band dengan dua buah satelit yakni Sentinel-1a dan Sentinel-1b yang mengorbit secara tandem berjauhan 180°. Masing-masing satelit mampu melakukan *repeat cycle* setiap 12 hari dan dengan konstelasi kedua satelit tersebut membuat Sentinel-1 memiliki *repeat cycle* setiap 6 hari. Sentinel-1 memiliki 4 mode pengamatan dengan mode utama di daratan adalah mode *Interferometric Wide Swath* (IW) dengan resolusi spasial sekitar 5 m x 20 m (Islam, 2017).

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk: (1) menentukan laju penurunan muka tanah di Kota Pekalongan pada tahun 2022-2023 dengan mengaplikasikan metode DInSAR pada data Sentinel 1A, dan (2) melakukan analisis korelasi antara penurunan muka tanah yang ditentukan dari Metode DInSAR dengan yang diperoleh dari hasil survei GPS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Secara umum, tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

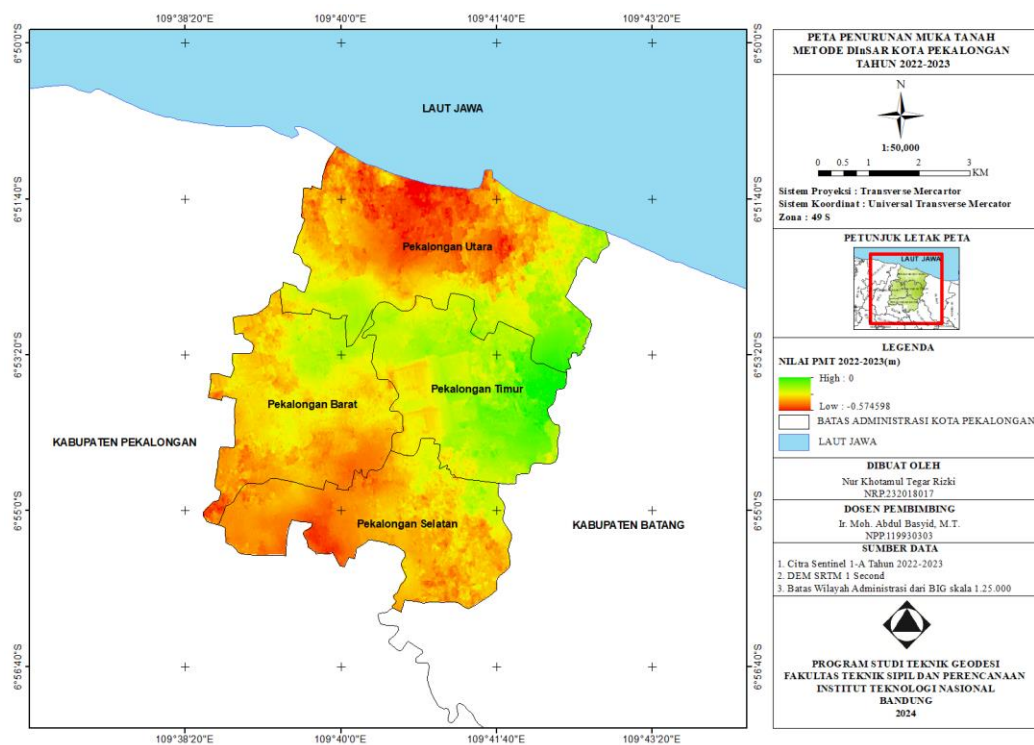


Gambar 1. Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil

Berdasarkan hasil PMT menggunakan metode DInSAR dengan rentang waktu 2022–2023 menunjukkan bahwa nilai PMT di Kota Pekalongan berkisar antara -0,244 hingga -0,574 m/tahun dan daerah yang mengalami nilai PMT paling tinggi terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara yang terletak di Desa Bandengan dengan kisaran nilai 0 hingga -0,574 m/tahun yang merupakan wilayah pesisir pantai. Dan PMT paling rendah terletak di Kecamatan Pekalongan Timur antara 0 hingga -0.244 m/tahun yang terletak di Desa Baros dengan nilai PMT 0 m/tahun. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Hasil Penurunan Muka Tanah

Pada penelitian ini, data penurunan muka tanah hasil proses DInSAR diverifikasi terhadap data penurunan muka tanah hasil pengamatan GPS pada Abidin dkk. (2009). Prosesnya dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS 10.8 dengan mengekstrak nilai penurunan muka tanah hasil DInSAR di stasiun- stasiun pengamatan.

Perbandingan PMT hasil metode DInSAR dengan hasil pengamatan GPS dapat dilihat pada Tabel 1.

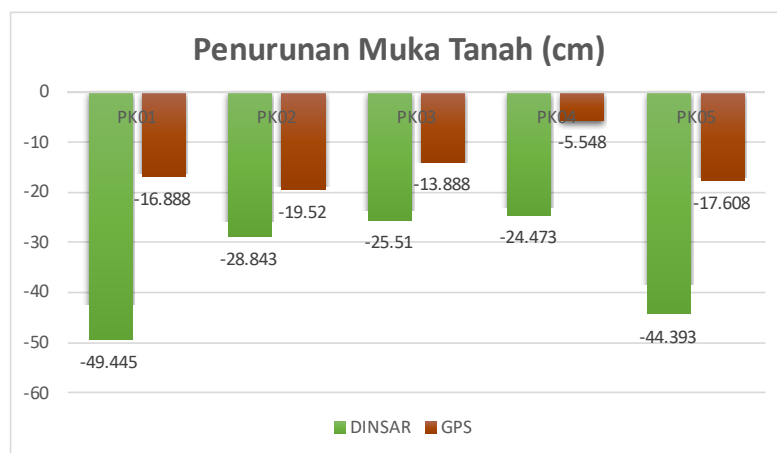
Tabel 1. Perbandingan PMT hasil metode DInSAR dengan hasil pengamatan GPS

TITIK	Laju PMT (cm)	
	GPS	DINSAR
	Y	X
PK01	-16,888	-49,445
PK02	-19,52	-28,843
PK03	-13,888	-25,51
PK04	-5,548	-24,473
PK05	-17,608	-44,393

Setelah hasil penurunan Kota Pekalongan tahun 2022–2023 yang dihasilkan dari proses DInSAR yang telah didapat, hasil tersebut perlu dilakukan uji korelasi untuk melihat bagaimana kekuatan antara hasil PMT DInSAR dengan hasil PMT GPS tahun 2016-2017 dari penelitian yang dilakukan oleh Habibillah (2018). Kedua hasil tersebut dibandingkan ke dalam tabel yang telah disajikan pada Tabel 1.

3.2 Analisis

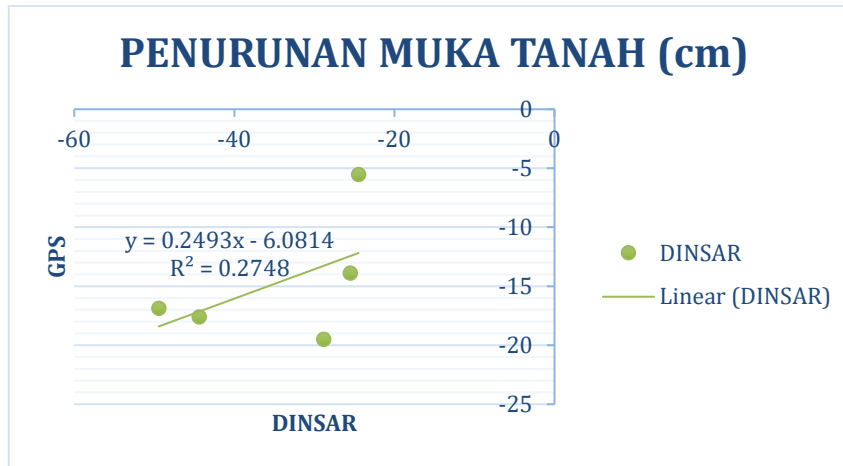
Setelah hasil penurunan muka tanah Kota Pekalongan tahun 2022-2023 yang dihasilkan dari proses DInSAR telah didapat, hasil tersebut perlu dilakukan uji korelasi untuk melihat bagaimana kekuatan antara hasil PMT DInSAR dengan hasil PMT GPS tahun 2016-2017 dari penelitian yang dilakukan oleh Habibillah (2018). Kedua hasil tersebut dibandingkan ke dalam diagram yang telah disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penurunan Muka Tanah Kota Pekalongan

Selanjutnya dihitung nilai koefisien korelasinya menggunakan rumus pada persamaan Boediono & Koster, 2001 Hasil koefisien korelasi yang didapat adalah positif dengan nilai $r = 0,524$ yang berarti hubungan antara PMT GPS dan PMT DInSAR memiliki hubungan positif yang kuat.

Nilai korelasi yang didapat bernilai positif dan mendekati 1 maka memiliki arti bahwa jika nilai PMT GPS naik, maka nilai PMT DInSAR naik juga. Sehingga, kedua variabel memiliki hubungan linear (sebanding). Hal tersebut ditunjukkan pada grafik korelasi hubungan kedua hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Uji Korelasi

Artinya, jika nilai korelasi (r) tersebut mendekati 1, maka keduanya memiliki hubungan linear yang kuat. Nilai korelasi yang didapat bernilai positif, maka dari itu memiliki arti bahwa jika nilai PMT GPS naik, maka nilai PMT DInSAR naik juga. Sehingga, kedua variabel memiliki hubungan linear (sebanding) yang kuat. Hal tersebut ditunjukkan pada grafik korelasi hubungan kedua hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan uji korelasi yang dimana hanya dilihat tingkat kekuatan antara penurunan muka tanah hasil DInSAR tahun 2022-2023 dengan PMT GPS tahun 2016-2017 karena perbedaan waktu akuisisi data yang memiliki selisih enam tahun serta tidak dapat dilakukan validasi secara langsung ke lapangan karena keterbatasan data, waktu, dan alat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil deteksi PMT menggunakan metode DInSAR dengan data citra Sentinel menunjukkan bahwa nilai PMT di Kota Pekalongan berkisar antara -0,244 hingga -0.574 m/tahun dan daerah yang mengalami nilai PMT paling tinggi terdapat di Kecamatan Pekalongan Utara yang terletak di Desa Bandengan dengan nilai -0.574 m/tahun yang merupakan wilayah pesisir pantai. Dan PMT paling rendah terletak di Kecamatan Pekalongan Timur yang terletak di Desa Baros dengan nilai PMT -0,244 m/tahun. (2) Hasil analisis korelasi dari nilai PMT metode DInSAR dengan GPS pada penelitian sebelumnya menunjukan hasil korelasi yang positif dengan nilai $r = 0,524$ yang berarti memiliki hubungan positif yang kuat.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., & Wibowo, I. R. R. (2015). On correlation between urban development, land subsidence and flooding phenomena in Jakarta. *Proceedings of IAHS*, 370, 15-20.
- Andreas, H., Abidin, H. Z., Sarsito, D. A., & Pradipta, D. (2018). Insight analysis on dyke protection against land subsidence and the sea level rise around Northern Coast of Java (Pantura) Indonesia. *Geoplanning J. Geomatics Plan*, 5, 101-114.
- Cahyadi, A., Marfai, M. A., Mardiatno, D., & Nucifera, F. (2017). Pemodelan spasial bahaya banjir rob berdasarkan skenario perubahan iklim dan dampaknya di pesisir Pekalongan. *Jurnal Bumi Lestari*, 13 (2), 244-256.
- Gupta, A., Asopa, U., & Bhattacharjee, R. (2019). Land subsidence monitoring in Jagadhri City using Sentinel 1 data and DInSAR processing. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 24(1), 25.
- Habibillah, N. R. (2018). Identifikasi penurunan tanah di wilayah Pekalongan. *Skripsi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Holzer, T. L., & Galloway, D. L. (2005). *Impacts of land subsidence caused by withdrawal of underground fluids in the United States*. New York: the Geological Society of America.
- Iskandar, S. A., Helmi, M., Muslim, M., Widada, S., & Rochaddi, B. (2020). Analisis Geospasial Area Genangan Banjir Rob dan Dampaknya pada Penggunaan Lahan Tahun 2020-2025 di Kota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(3), 271-282.
- Julzarika, A. (2010). Pemanfaatan Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) untuk Pemodelan 3D (DSM, DEM, dan DTM). *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, 4(4).
- Julzarika, A., & Carolita, I. (2015). Klasifikasi penutup lahan berbasis objek pada Citra Satelit SPOT dengan menggunakan Metode Tree Algorithm. *Majalah Ilmiah Globe*, 17(2), 97-104.
- Ramadhanis, Z., Prasetyo, Y., & Yuwono, B. D. (2017). Analisis korelasi spasial dampak penurunan muka tanah terhadap banjir di Jakarta Utara. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(3), 77-86.
- Sari, A. R., Handayani, H. H., & Agustan, A. (2014). Penerapan metode Dinsar untuk analisa deformasi akibat gempa bumi dengan validasi data GPS Sugar (Studi kasus: Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat). *Geoid*, 10(1), 26-31.