

Kajian Penurunan Permukaan Tanah di Jakarta Utara Tahun 2022-2025

MUHAMMAD FAUZAN NASRULLAH¹, DIAN NOOR HANDIANI²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung¹

2. Institut Teknologi Nasional Bandung²

Email: Muhammad.fauzan@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Penurunan muka tanah (land subsidence) merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan di kawasan pesisir Jakarta Utara, khususnya akibat eksploitasi air tanah yang berlebihan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan muka tanah menggunakan citra Sentinel-1A dengan metode Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR) dari tahun 2022-2025, diolah menggunakan software SNAP dan dianalisis menggunakan software ArcGIS. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa terjadi penurunan muka tanah dengan nilai mulai dari -0,005 hingga -0,222 m per tahun. Pada tahun 2022 didapatkan nilai rata-rata sebesar -0,078 m/tahun, pada tahun 2023 didapatkan nilai rata-rata sebesar -0,005 m/tahun, pada tahun 2024 didapatkan nilai rata-rata sebesar -0,178 m/tahun dan terakhir pada tahun 2025 didapatkan nilai rata-rata sebesar -0,049 m/tahun.

Kata kunci: Penurunan muka tanah, DInSAR, Jakarta Utara.

1. PENDAHULUAN

Jakarta, ibu kota Indonesia di pesisir barat laut Pulau Jawa, merupakan kota megapolitan yang dialiri 13 sungai. Dengan populasi 10,2 juta jiwa pada 660 km² di tahun 2014 (**Abidin dkk. 2015**). diproyeksikan mencapai 10,8 juta jiwa pada 664 km² di tahun 2025 (**Supyana dan Yayat Karyana 2022**). Perkembangan pesat ini diiringi penurunan permukaan tanah bervariasi, diduga akibat pengambilan air tanah berlebihan, beban konstruksi, dan konsolidasi alami tanah alluvial (**Abidin dkk. 2015**). Pengambilan air tanah masif di Jakarta menjadi salah satu pemicu penurunan muka tanah (**Herlambang dan Haryoto 2005**). Jakarta Utara, selain sebagai wilayah dengan kepadatan penduduk dan aktivitas ekonomi yang tinggi, Jakarta Utara juga diketahui menjadi kawasan dengan laju penurunan muka tanah yang signifikan, dapat mencapai 20-28 cm per tahun (**Abidin dkk. 2015**).

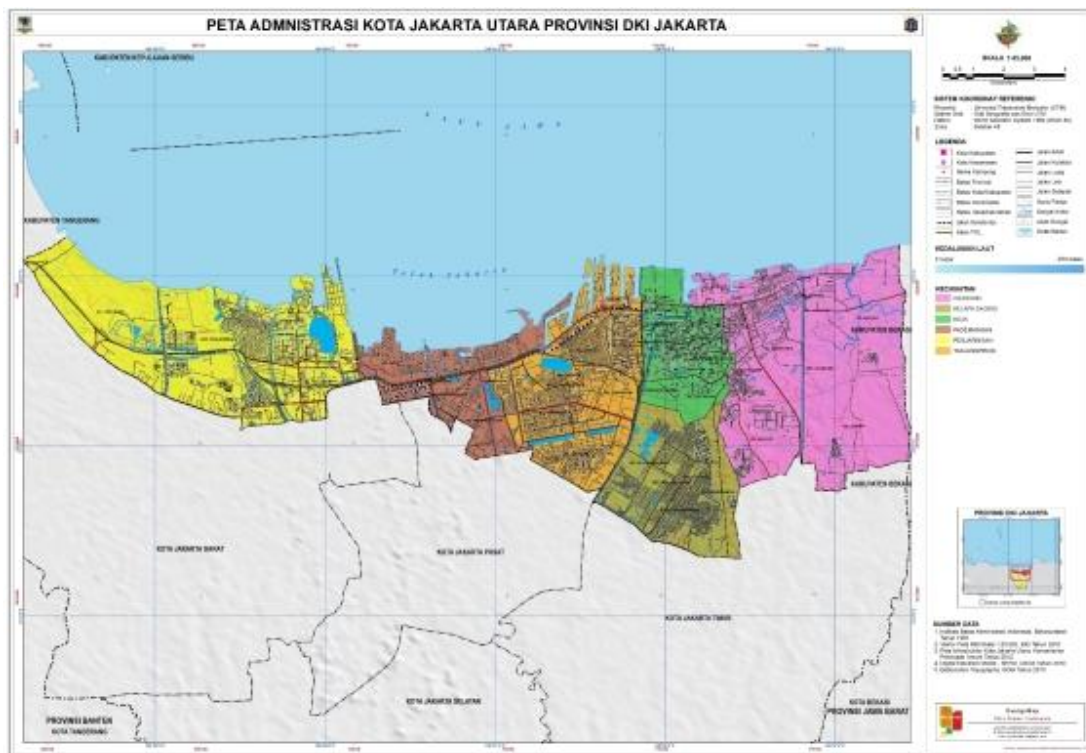
Metode *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar* (DInSAR) dapat digunakan untuk memantau laju perubahan muka tanah (**Fadilla dkk. 2013**). Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-1A (2022-2025), SNAP dan ArcGIS untuk analisis serta visualisasi peta deformasi (*displacement map*). Kombinasi dari DInSAR dan InSAR mengidentifikasi pola dan kecepatan pergerakan muka tanah di Jakarta Utara (**Fadilla dkk. 2013**). Efektivitas DInSAR dalam pemantauan penurunan muka tanah telah terbukti. Muslim (2023) berhasil menunjukkan pola dan kecepatan penurunan muka tanah di Kutai Kartanegara. Cyntia (2018) menemukan penurunan signifikan di DKI Jakarta (2016-2017) menggunakan DInSAR. Korelasi penurunan muka tanah

dengan muka air tanah juga telah diteliti oleh Yuwono (2013) di Semarang, menganalisis data sipat datar, GPS, InSAR, dan pengukuran langsung. Penelitian ini mengkaji penurunan muka tanah menggunakan DInSAR di Jakarta Utara. Rumusan masalahnya adalah mengukur sebaran dan besaran penurunan permukaan tanah (2022–2025) dengan DInSAR. Tujuannya adalah memetakan dan menganalisis penurunan tanah. Manfaatnya mencakup penyediaan informasi akurat untuk perencanaan kota, mitigasi bencana, dan peningkatan pemahaman hidrologi. Batasan penelitian meliputi: DInSAR merujuk Cyntia (2018); pengamatan penurunan tanah per tahun (2022–2025); verifikasi hasil DInSAR dengan Cyntia (2018); dan peta sebaran DInSAR berskala 1:125.000 menggunakan Sentinel-1A di Jakarta Utara.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil wilayah studi di Jakarta Utara, Provinsi DKI Jakarta. Wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sumber: (Peta 2015)

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 yang menjelaskan data citra Sentinel-1A dan Tabel 2 data penelitian yang digunakan, sebagai berikut:

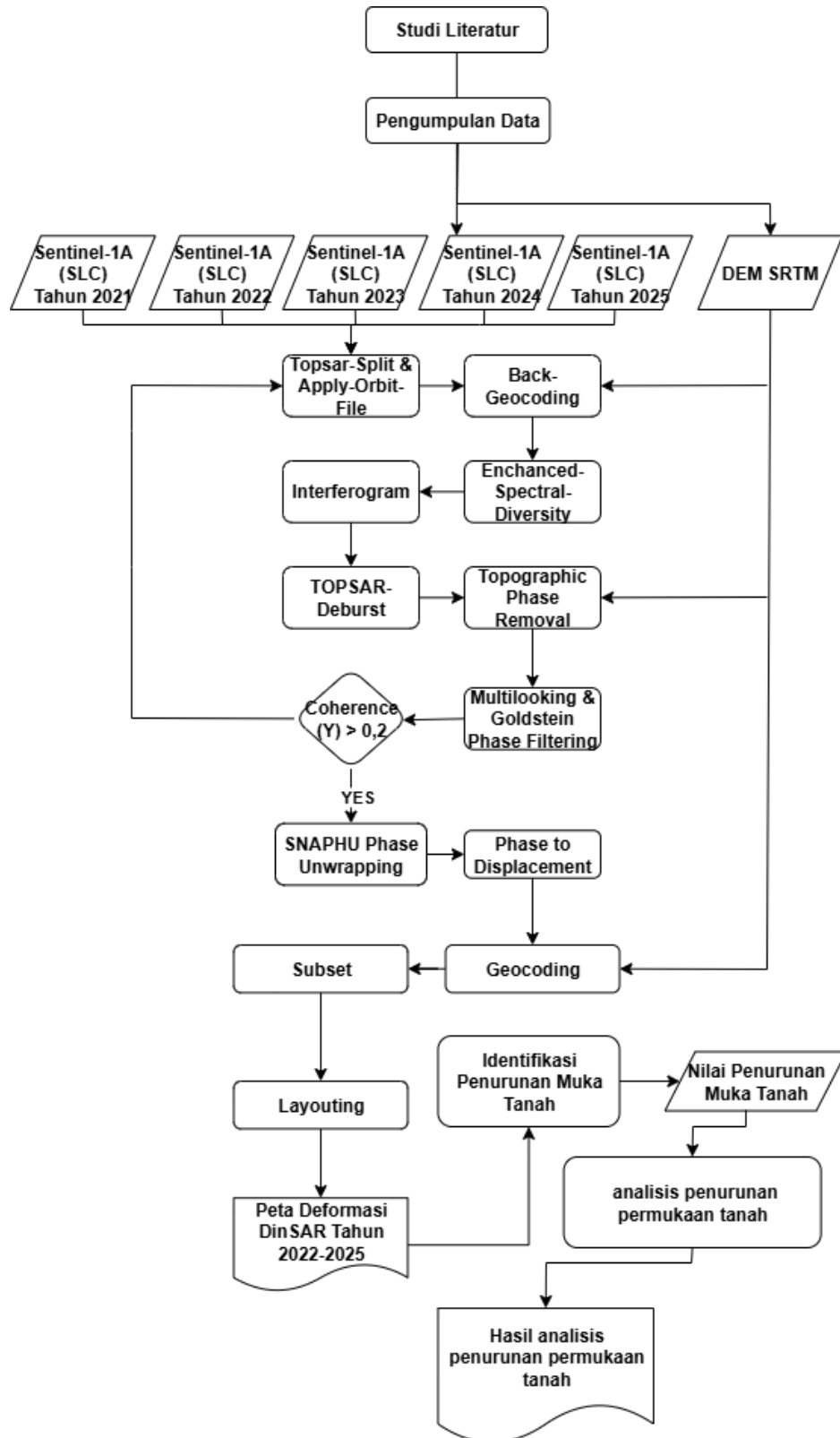
Tabel 1 Data yang digunakan

Tahun	Master/Slave	Akuisisi	Arah Orbit
2021	Master	11 Oktober 2021	Ascending
			Ascending
2022	Master	06 November 2022	Ascending
	Slave		Ascending
2023	Master	24 November 2023	Ascending
	Slave		Ascending
2024	Master	30 Desember 2024	Ascending
	Slave		Ascending
2025	Master	04 Juni 2025	Ascending
			Ascending

2.2 Tahapan Penelitian

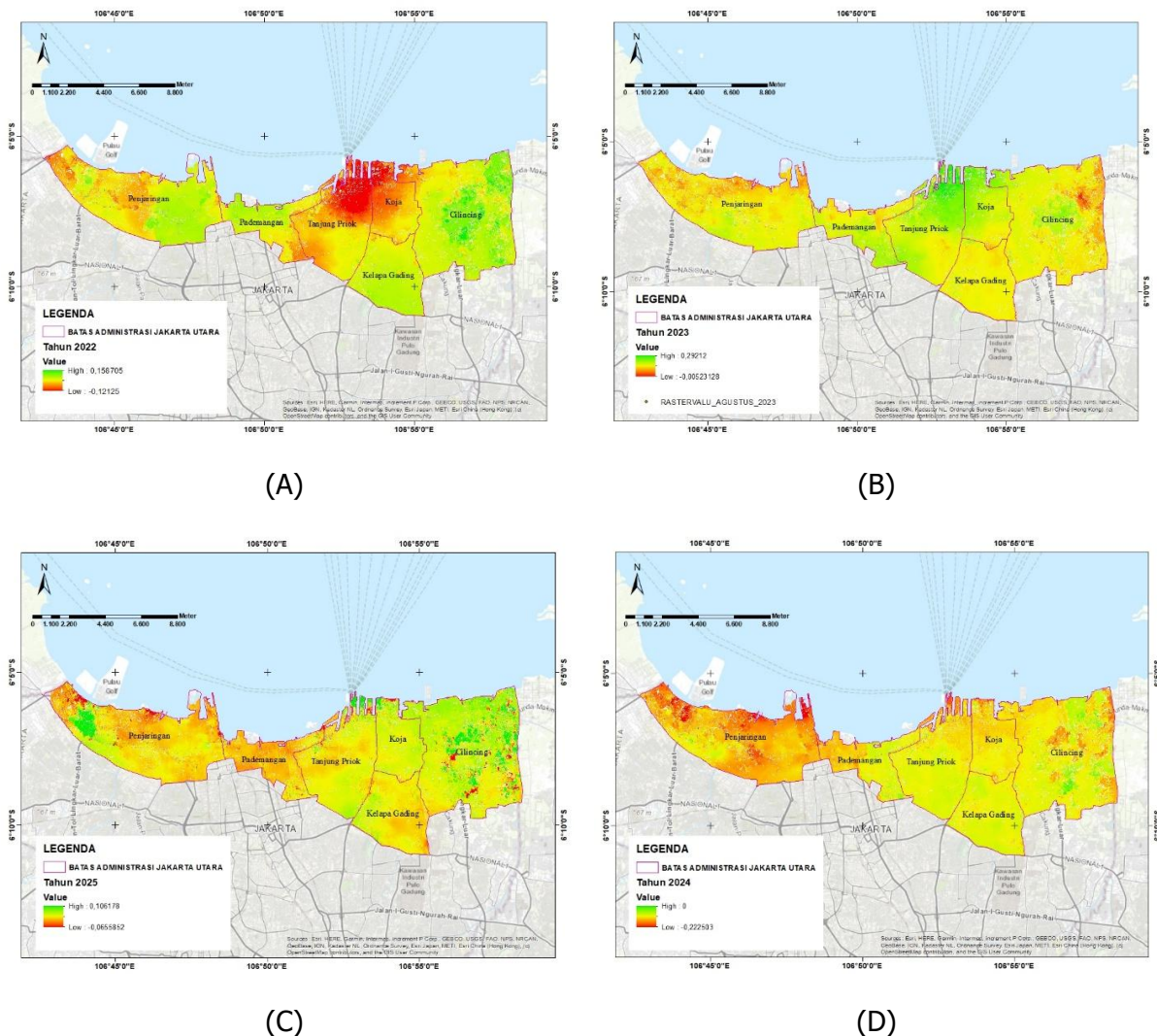
Penelitian ini diawali dengan Studi Literatur untuk mengumpulkan dasar teori dan referensi terkait. Setelah itu, dilanjutkan dengan Pengumpulan data. Diagram alir metodologi penelitian ditampilkan pada **Gambar 2**.

- 1) Pada data citra satelit, digunakan citra Sentinel-1A (SLC) dari tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024, serta DEM SRTM. Citra-citra Sentinel-1A ini akan melalui proses *Topsar-Split & Apply-Orbit-File* dan *Back-Geocoding*. Kemudian, data ini diproses untuk menghasilkan *Interferogram* dan *Enhanced-Spectral-Diversity*. Selanjutnya, dilakukan *TOPSAR-Deburst* dan *Topographic Phase Removal*. Setelah itu, dilakukan *Multilooking & Goldstein Phase Filtering*. Tahap krusial berikutnya adalah pengecekan *Coherence*. Jika nilai *coherence* lebih besar dari 0.2 ($Y > 0.2$), proses dilanjutkan ke *SNAPHU Phase Unwrapping*. Hasil unwrapping ini kemudian diubah menjadi *Phase to Displacement*. Setelah itu, dilakukan *Geocoding* dan *Subset* untuk mendapatkan area studi yang spesifik. Proses ini akan menghasilkan Identifikasi Penurunan Muka Tanah dan nilai penurunan muka tanah, yang kemudian akan di-layouting untuk menghasilkan Peta Deformasi DInSAR Tahun 2022-2024.
- 2) hasil pengolahan, yaitu Nilai Penurunan Muka Tanah (dari jalur DInSAR) akan digunakan dalam tahap Perhitungan dan Analisis nilai Penurunan Permukaan Tanah. Tahap akhir dari penelitian ini adalah Hasil pemetaan dan analisis Perubahan Permukaan Tanah di Jakarta Utara.



Gambar 2 Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN ANALISIS



Gambar 3 Hasil Pengolahan DInSAR Tahun 2022-2025

Model penurunan muka tanah tahun 2022, menunjukkan area dengan penurunan muka tanah tertinggi, mencapai -0,121 meter per tahun, teridentifikasi di beberapa kecamatan, khususnya Tanjung Priok dan Koja. Selain itu, penurunan signifikan juga terlihat di Cilincing, Kelapa Gading, Pademangan, dan Penjaringan, dengan rentang nilai antara -0,04 hingga -0,121 meter per tahun. Seperti pada **Gambar 3** (A).

Model penurunan muka tanah tahun 2023, nilai penurunan muka tanah tertinggi pada tahun ini tercatat di -0,005 meter, yang menandakan adanya perlambatan atau stabilisasi penurunan di beberapa area. Meskipun demikian, sebaran penurunan masih terlihat di seluruh kecamatan studi, termasuk Cilincing, Kelapa Gading, Koja, Pademangan, Penjaringan, dan Tanjung Priok, dengan rentang nilai antara 0,292 hingga -0,005 meter. Pola visual pada peta menunjukkan bahwa area yang sebelumnya mengalami penurunan ekstrem mungkin menunjukkan tanda-tanda stabilisasi, atau setidaknya laju penurunannya tidak secepat tahun sebelumnya. Seperti pada **Gambar 3** (B).

Model penurunan muka tanah tahun 2024, nilai penurunan muka tanah tertinggi pada tahun ini mencapai -0,222 meter per tahun, yang terdeteksi di Kecamatan Penjaringan. Selain Penjaringan, kecamatan lain seperti Cilincing, Kelapa Gading, Koja, Pademangan, dan Tanjung Priok juga mengalami penurunan dengan rentang nilai antara 0,00 hingga -0,222 meter per tahun. Pola mengindikasikan beberapa area kembali menunjukkan intensitas penurunan yang lebih tinggi, bahkan melebihi tahun 2022 di beberapa titik. Seperti pada **Gambar 3** (C).

Model Penurunan muka tanah tahun 2025, peta penurunan muka tanah **Gambar 3** (D) menunjukkan nilai penurunan tertinggi mencapai -0,065 meter per tahun di Kecamatan Cilincing. Penurunan di Kelapa Gading, Koja, Pademangan, Penjaringan, dan Tanjung Priok, dengan rentang nilai antara 0,106 hingga -0,065 meter per tahun. Peta ini menunjukkan penurunan yang terus berlanjut di sebagian besar wilayah Jakarta Utara, meskipun dengan intensitas yang bervariasi antar kecamatan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kajian penurunan permukaan tanah dan korelasinya dengan muka air tanah di Jakarta Utara tahun 2022–2025, dapat disimpulkan beberapa hal. Penurunan permukaan tanah terdeteksi di hampir seluruh wilayah administratif Jakarta Utara, dengan sebaran tertinggi berada di Kecamatan Tanjung Priok, Koja, dan Cilincing. Nilai penurunan muka tanah yang diolah menggunakan metode DInSAR dari citra Sentinel-1A menunjukkan rentang antara -0,05 hingga -22,2 cm/tahun, dengan nilai terendah mencapai sekitar -0,222 meter pada tahun 2024.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Geodesi yang telah memfasilitasi untuk melakukan pengolahan data dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, H. Z. dkk. 2015. "Study on the risk and impacts of land subsidence in Jakarta." *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences* 372:115–20. doi: 10.5194/piahs-372-115-2015.
- Fadilla, Lydia dkk. 2013. "ANALISIS DEFORMASI SESAR KALIGARANG MENGGUNAKAN METODE DINSAR DAN GEOMORFOLOGI TAHUN 2007-2008." *Geodesi Undip* 2(Sistem Informasi Geografis):223–24.
- Herlambang, Arie, dan R. Haryoto. 2005. "Pengelolaan air tanah dan intrusi air laut." 1(2):211–12.
- Peta, Tematik Indo. 2015. "Peta Administrasi Jakarta Utara."
- Supyana, Luthfi Muhammad Faris, dan Yayat Karyana. 2022. "Proyeksi Penduduk Provinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta dengan Pendekatan Demografi Multiregional tahun 2025." *Bandung Conference Series: Statistics* 2(2):308–16. doi: 10.29313/bcss.v2i2.4237.