

ANALISIS PENURUNAN MUKA TANAH KOTA SEMARANG BERDASARKAN DATA SENTINEL-1 PERIODE 29 SEPTEMBER 2016 – 27 SEPTEMBER 2021

Ahmad Dzikrul Fikri¹

¹Program Studi Geofisika, Universitas Indonesia

Email: ahmad.dzikrul@ui.ac.id

ABSTRAK

Kota Semarang sebagai ibu kota provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu kota besar yang memiliki kepadatan penduduk tinggi dan kian meningkat setiap tahunnya. Kepadatan penduduk pada suatu kota meningkatkan frekuensi pengambilan air tanah pada kota tersebut. Tingginya frekuensi pengambilan air tanah, kepadatan penduduk, dan beban bangunan di atas permukaan dapat menyebabkan terjadinya penurunan muka tanah. Penurunan muka tanah dapat menyebabkan masalah stabilitas bangunan, merusak infrastruktur linier (jembatan, rel kereta, dan jalan). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan monitoring penurunan muka tanah secara berkala untuk meminimalisir kerugian. Data citra Sentinel-1 dapat diolah menggunakan perangkat lunak SNAP untuk menghasilkan peta penurunan muka tanah yang dapat digunakan untuk keperluan monitoring. Peta penurunan muka tanah yang diperoleh menunjukkan terjadinya penurunan tanah yang signifikan di wilayah Semarang bagian selatan. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan peninjauan lebih lanjut untuk mengetahui penyebab tingginya penurunan muka tanah tersebut dan Langkah yang tepat untuk mengatasinya.

Kata Kunci: *Pemantauan Penurunan Muka Tanah, Sentinel-1, SNAP.*

ABSTRACT

Semarang city as the capital of the province of Central Java is one of the big cities that has a high population density and is increasing every year. Population density in a city increases the frequency of groundwater extraction in the city. The high frequency of groundwater extraction, population density, and building loads on the surface can cause land subsidence. Land subsidence can cause building stability problems, damage linear infrastructure (bridges, railroads, and roads). Based on this, it is necessary to monitor land subsidence on a regular basis to minimize losses. Sentinel-1 image data can be processed using SNAP software to produce subsidence maps that can be used for monitoring purposes. The land subsidence map obtained shows significant land subsidence in Southern part of Semarang. Based on this, further studies are needed to determine the cause of the high land subsidence and appropriate steps to overcome it.

Key words: *Land Subsidence monitoring, Sentinel-1, SNAP.*

1. PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan kota yang berada di wilayah pesisir Pulau Jawa dengan luas wilayah sebesar 373.8 km². Geomorfologi dari Kota Semarang merupakan dataran rendah dan perbukitan yang memiliki ketinggian beragam, yaitu antara 0,75 – 348 m di atas permukaan laut, dengan topografi terdiri atas daerah pantai/pesisir, dataran dan perbukitan dengan kemiringan lahan berkisar 0% – 45%, dengan sebagian besar memiliki struktur geologi berupa batuan beku (Afifah, 2011). Kondisi geologi di Kota Semarang sebagian besar didominasi oleh tanah yang merupakan endapan aluvial muda yang belum sepenuhnya terkompaksi (Sophian, 2010).

Kota Semarang merupakan ibu kota provinsi Jawa Tengah, sehingga memiliki

tingkat kepadatan penduduk dan pembangunan yang terus meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik, kepadatan penduduk per km² pada tahun 2016 – 2018 adalah 1071.12, 1085, dan 1099. Laju kepadatan penduduk yang terus meningkat meningkatkan resiko terjadinya berbagai masalah lingkungan, salah satunya adalah penurunan muka tanah.

Penurunan muka tanah merupakan fenomena penurunan secara perlahan, bertahap, atau tiba-tiba permukaan tanah yang disebabkan proses antropogenik, alami, maupun alami dan antropogenik (Galloway & Burbey, 2011). Penurunan muka tanah alami dapat disebabkan proses vulkanik, tektonik, dan geologi yang menyebabkan terbentuknya rongga di bawah permukaan bumi. Proses penurunan muka tanah yang perlahan cenderung tidak disadari oleh

masyarakat sehingga dapat menimbulkan berbagai kerugian. Akumulasi penurunan muka tanah pada kurun waktu tertentu dapat mencapai beberapa meter (Whitaker & Reddish., 1989).

Kerugian yang disebabkan oleh penurunan muka tanah diantaranya kerusakan pada infrastruktur linier (jembatan, rel kereta, jalan), masalah stabilitas bangunan, banjir rob, dan kerugian ekonomi lainnya. Penurunan muka tanah itu sendiri disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya kepadatan penduduk, banyaknya bangunan di atas permukaan, eksploitasi air tanah berlebihan, dan konsolidasi tanah. (Abidin, Andreas, Gumilar, & Brinkman, 2015; Abidin, Andreas, Gumilar, & Wibowo, 2015; Delinom et al., 2009; Setyawan et al., 2015; Taqwa et al., 2019)

Pendeteksian penurunan muka tanah dapat dilakukan dengan mengolah data Sentinel-1. Sentinel-1 merupakan seri satelit pertama yang diluncurkan dalam program Copernicus yang dipelopori oleh European Commission (EC) dan European Space Agency (ESA). Sensor C-band yang dimiliki satelit Sentinel-1 memiliki dua buah satelit yakni Sentinel-1a dan Sentinel-1b yang mengorbit berjauhan sebesar 180°. Kedua satelit tersebut 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*

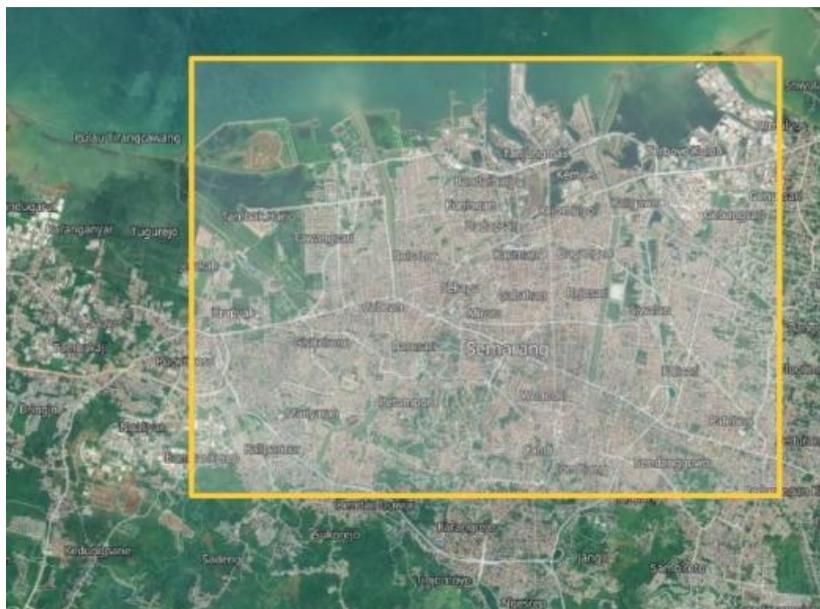
Swath (IW) dengan resolusi spasial sekitar 5 m x 20 m (Islam, Prasetyo, & Sudarsono, 2017). Sentinel-1 termasuk ke dalam sensor *Synthetic Aperture Radar (SAR)*. Mayoritas negara yang sudah maju sudah menggunakan teknologi sensor SAR ini sebagai sensor pencitraan. Indonesia secara perlahan mulai memulai untuk mengembangkan sensor SAR (Cyntia, 2018).

Fenomena penurunan muka tanah perlu dimonitoring guna mencegah dan mengurangi dampak yang ditimbulkannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan muka tanah di Kota Semarang menggunakan data Sentinel-1. Hasil dari penelitian ini berupa peta pola penurunan muka tanah yang terdapat di Kota Semarang. Wilayah yang menunjukkan tingkat penurunan muka tanah yang tinggi dapat ditinjau secara langsung menuju lokasi guna mengetahui penyebab utama penurunan muka tanah dan melakukan pencegahan kerugian pada wilayah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan waktu penelitian

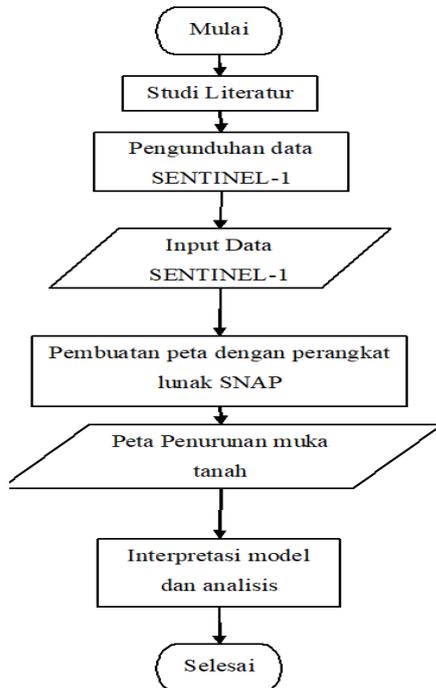
Lokasi pada penelitian ini adalah Kota Semarang dengan koordinat 6°50' - 7°10' LS dan 109°50' - 110°35' BT dan luas 373,70 km². Periode data yang digunakan pada penelitian ini adalah 29 September 2016 – 27 September 2021. Periode data dipilih agar diperoleh peta penurunan muka tanah 5 tahun terakhir.



Gambar 1. Daerah penelitian

2.2 Bagan alir penelitian

Pada Penelitian ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan. Secara garis besar, setiap tahapan yang dilakukan dapat dilihat melalui diagram alir pada **Gambar 2**.



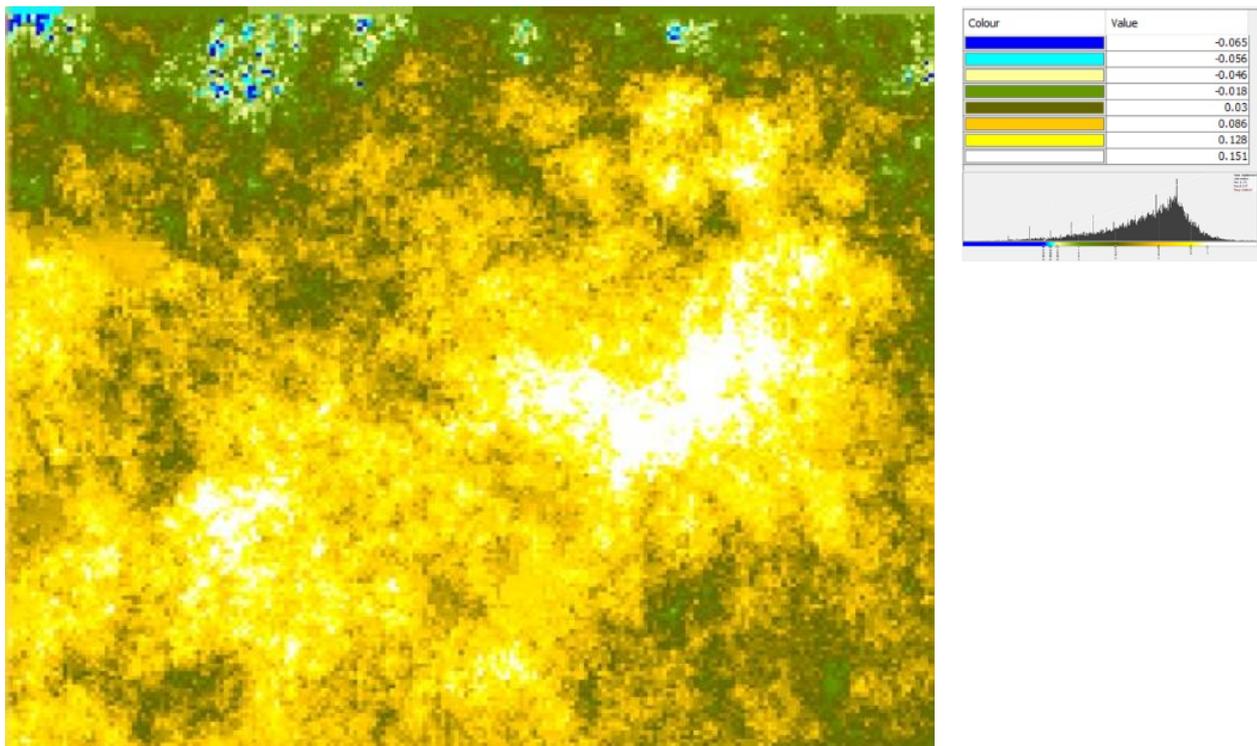
Gambar 2. Diagram alir penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur terhadap penelitian terdahulu mengenai penurunan muka tanah. Setelah itu, dilakukan pengunduhan data Sentinel-1 yang diakuisisi pada tanggal 29 September 2016 dan 27 September 2021. Kedua data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak SNAP. Peta hasil pengolahan yang diperoleh merupakan peta perubahan muka tanah yang diperoleh dengan membandingkan 2 (dua) peta wilayah yang sama dalam kurun waktu berbeda. Setelah itu, peta yang diperoleh dianalisis berdasarkan tingkat penurunan muka tanah yang ditandai dengan warna tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil pengolahan data Sentinel-1

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh peta penurunan muka tanah yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peta penurunan muka tanah Kota Semarang

Berdasarkan **Gambar 3**, dapat terlihat bahwa warna oranye – putih menunjukkan penurunan muka tanah yang sangat tinggi, yaitu sebesar 0.086 – 1.51 m. Dapat terlihat pada peta mayoritas dari wilayah studi mengalami penurunan muka tanah yang tinggi. Hal ini juga dapat terlihat pada **Gambar 3** yang menunjukkan sebaran data yang condong ke kanan.

Warna biru - hijau menunjukkan nilai yang negatif, hal ini bukan diakibatkan karena bertambahnya muka tanah, akan tetapi disebabkan karena pengolahan data pada peta tidak melalui koreksi yang cukup sehingga terdapat data *noise*.

3.2 Analisis peta penurunan muka tanah

Berdasarkan **Gambar 3**, terlihat penurunan muka tanah yang tinggi terjadi di Semarang bagian selatan. Hal ini sesuai dengan data kepadatan penduduk yang menunjukkan bahwa kecamatan Gayamsari, Candisari, dan Semarang Selatan memiliki tingkat kepadatan penduduk tertinggi di Semarang. Berdasarkan hal tersebut, ada kemungkinan bahwa penurunan muka tanah yang tinggi disebabkan karena Semarang bagian selatan memiliki kepadatan penduduk yang tinggi dan juga terdapat banyak gedung-gedung tinggi sehingga memicu terjadinya penurunan muka tanah.

Walaupun tidak sebesar Semarang bagian selatan, penurunan muka tanah di Semarang bagian utara juga tergolong cukup tinggi. Nilai penurunan muka tanahnya ditandai oleh warna oranye yang bernilai sekitar 0.086 m. Hal ini sudah cukup berbahaya untuk Semarang bagian utara karena sebagian dari Semarang bagian utara adalah wilayah pesisir. Penurunan muka tanah yang terjadi di wilayah pesisir akan menyebabkan berkurangnya luas daratan sehingga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengolahan data Sentinel-1 menggunakan perangkat lunak SNAP menunjukkan bahwa sebagian besar penurunan muka tanah Kota Semarang pada rentang waktu 29 September 2016 – 27 September 2021 bernilai antara 0.086 – 0.151 m. Terdapat juga penurunan muka tanah sebesar 0.03 yang tersebar di wilayah perbatasan Kota Semarang.

2. Penurunan muka tanah di Kota Semarang menunjukkan pola yang semakin meningkat pada wilayah padat penduduk. Hal ini terlihat pada penurunan muka tanah di Semarang bagian selatan yang termasuk sangat tinggi. Diperkirakan tingginya nilai penurunan muka tanah pada wilayah ini disebabkan karena kepadatan penduduk yang tinggi, kondisi geologi berupa tanah aluvial muda, dan juga massa bangunan di atas permukaan. Berdasarkan hal ini, diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui penyebab penurunan muka tanah yang tinggi sehingga dapat dilakukan langkah pencegahan guna mengurangi kerugian ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., & Brinkman, J. J. (2015). Study on the risk and impacts of land subsidence in Jakarta. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 372, 115–120. <https://doi.org/10.5194/piahs-372-115-2015>
- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., & Wibowo, I. R. R. (2015). On correlation between urban development, land subsidence and flooding phenomena in Jakarta. *IAHS-AISH Proceedings and Reports*, 370, 15–20. [https://doi.org/10.5194/piahs-370-15-\(2015\)](https://doi.org/10.5194/piahs-370-15-(2015))
- Afifah, R. S. (2011). Pemetaan Gologi Daerah Semarang dan Sekitarnya, Kecamatan Gajahmungkur, Sampangan, Kotamadya Semarang, Provinsi Jawa Tengah. *MTG*.
- Cyntia, I. P. (2018). Subsidence analysis in DKI Jakarta using Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DInSAR) Method. *Journal of Environment and Sustainability*, 118-127.
- Delinom, R. M., Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., Gamal, M., Yoichi, F., & Deguchi, T. (2009). Land Subsidence and Urban Development in Jakarta (Indonesia). *Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment - Building the Capacity*, 7 October (2009), 5–16
- Galloway, D. L., & Burbey, T. J. (2011). Review: Regional land subsidence accompanying groundwater extraction. *Hydrogeology Journal*.

- Islam, L. J., 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*, 29-36.
- Sophian, R. I. (2010). Penurunan Muka Tanah di Kota-kota Besar Pesisir Pantai Utara Jawa (Studi Kasus: Kota Semarang). *Bulletin of Scientific Contribution*, 41-60.
- Setyawan, A., Fukuda, Y., Nishijima, J., & Kazama, T. (2015). Detecting Land Subsidence Using Gravity Method in Jakarta and Bandung Area, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 23 *Ictcred (2014)*, 17–26.
- <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.004>
- Taqwa, F. M. L., Hutabarat, L. E., Ilyas, T., & Prakoso, W. A. (2019). Estimation of Settlement Induced Land Subsidence of Marine Clay on Kamal Muara Area, Northern Jakarta, Based on the Change of Pore Water Pressure. *Journal of Physics: Conference Series*, 1376(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1376/1/012007>
- Whitaker, B., & Reddish. (1989). Subsidence Occurrence, Prediction, and Control. Belanda: *Elsevier Science Publishing Company INC*.