

## POTENSI PEMANFAATAN CITRA RADAR SENTINEL-1 SAR UNTUK PEMETAAN LENGAS TANAH DI DAS RAWAN BANJIR

Meti Yulianti, Dini Daruati dan Apip  
Pusat Penelitian Limnologi – LIPI

### ABSTRAK

*Kelengasan tanah merupakan salah satu sifat penting dalam kajian banjir dan hidrologi. Akan tetapi, data lengas tanah belum banyak digunakan untuk pendugaan dan pengelolaan banjir karena kendala monitoring data di area yang luas. Oleh karena itu, penyediaan data kelembaban tanah yang efisien, praktis dan handal menjadi hal yang perlu untuk terus dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi distribusi spasial kondisi lengas tanah menggunakan teknik penginderaan jauh pada citra satelit beresolusi tinggi (Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar). Lokasi kajian yang dipilih adalah DAS yang memiliki karakteristik sebagai daerah perkotaan yaitu 13 DAS yang mengalir ke Provinsi DKI Jakarta. Hasil kajian menunjukkan bahwa data citra Sentinel-1 diidentifikasi sebagai estimator yang baik untuk pemetaan lengas tanah.*

**Kata kunci:** SAR Sentinel –1, lengas tanah, DAS daerah perkotaan

### PENDAHULUAN

Beberapa negara termasuk Indonesia sudah mengembangkan sistem peringatan dini yang pada umumnya berdasarkan pengertian empiris mengenai intensitas dan durasi curah hujan yang dapat menyebabkan banjir (misal Goenawan *et al.*, 2015; Krzhizhanovskaya, *et al.*, 2011; Basha dan Rus, 2007). Sistem ini memiliki kelebihan mudah diaplikasikan karena hanya membutuhkan data curah hujan. Akan tetapi, hanya menggunakan data curah hujan membuat sistem peringatan dini menjadi kurang akurat karena tidak memperhitungkan kondisi lengas tanah sebagai salah satu faktor yang berperan penting dalam kejadian banjir.

Dalam konteks mitigasi banjir, lengas tanah memiliki peran penting untuk menambahkan informasi terkait potensi aliran permukaan dan pencegahan banjir. Beberapa kajian secara menunjukkan bahwa lengas tanah berpengaruh terhadap kejadian dan luasan banjir. Hasil penelitian Wagner *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa dengan menambahkan nilai lengas tanah dan data debit ke dalam model hidrologi untuk sistem peringatan dini dapat menurunkan nilai kesalahan waktu kejadian dalam peramalan banjir. Borga *et al.*, (2011) melakukan kajian mengenai karakteristik banjir di beberapa negara Eropa dan meyakinkan bahwa banjir sangat dipengaruhi oleh kondisi awal lengas tanah. Lebih lanjut, mereka menyatakan pentingnya memperhitungkan kondisi awal lengas tanah dalam peramalan dan peringatan dini kejadian banjir. Dapat dikatakan bahwa data spasial lengas tanah dalam pemodelan banjir menjadi salah satu faktor kunci untuk meningkatkan akurasi sistem peringatan dini. Akan tetapi, data lengas tanah di Indonesia sangat terbatas karena sangat jarang dilakukan pengukuran secara terus menerus.

Pengukuran lengas tanah di lapangan pada area yang relatif luas juga sulit dilakukan karena variasi temporal dan spasial yang tinggi. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk estimasi nilai lengas tanah secara ekstensif telah dilakukan selama dekade terakhir. Metode identifikasi menggunakan data citra satelit dinilai lebih efektif dari segi waktu dan biaya. Sejak tahun 1980an, beberapa satelit telah memungkinkan melakukan pemantauan lengas tanah dari angkasa. Beberapa penelitian terapan tervalidasi telah menunjukkan potensi besar produk lengas tanah dari citra radar dalam skala regional sampai global seperti untuk prediksi cuaca numerik (Scipal *et al.*, 2008), pemantauan iklim (Liu *et al.*, 2009) dan peramalan banjir (Brocca *et al.*, 2009). Pemanfaatan yang lebih luas (misalnya; proses hidrologi skala DAS, pengelolaan air irigasi dan sistem peringatan dini banjir) akan bisa dicapai jika data lengas tanah tersedia dalam resolusi yang lebih baik.

Penelitian ini menggunakan estimasi lengas tanah yang didapat dari data satelit untuk perbandingan, validasi, analisis dan peningkatan akurasi model banjir. Data citra utama yang digunakan adalah Sentinel-1 polarisasi HH/HV dengan resolusi temporal 6 sampai dengan 12 hari rekaman. Data Sentinel-1 merupakan data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) bervariasi tergantung *band* yang digunakan dalam analisis. Sentinel-1 merekam permukaan bumi menggunakan C-band yang dapat dapat menembus awan dan hujan sehingga hasil perekamannya baik untuk digunakan dalam berbagai aplikasi di Indonesia yang sering tertutupi awan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi distribusi spasial kondisi lengas tanah menggunakan teknik penginderaan jauh citra satelit beresolusi tinggi (Sentinel –1 Synthetic Aperture Radar).

## METODE PENELITIAN

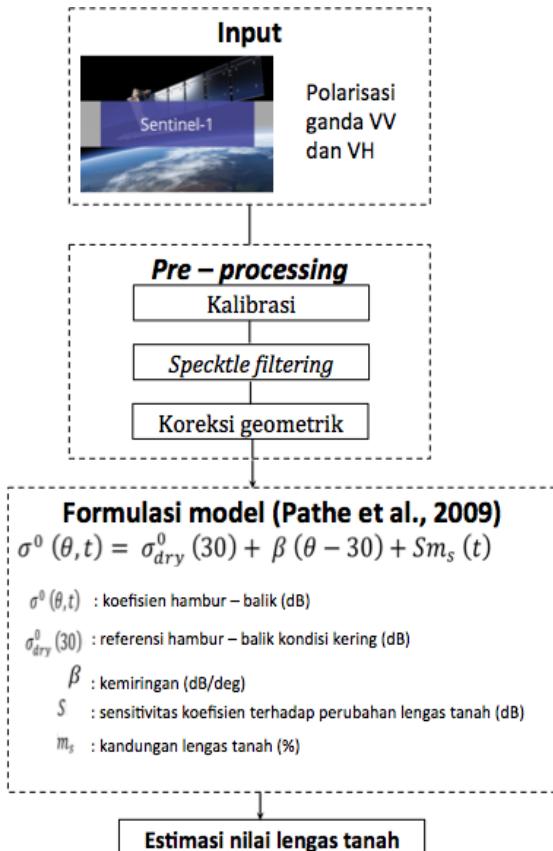
Wilayah yang dipilih sebagai lokasi penelitian adalah DAS – DAS yang masuk ke DKI Jakarta dengan total luasan sekitar 6.070 km<sup>2</sup>. Pertimbangan utama pemilihan lokasi ini adalah bahwa wilayah Jakarta sebagai suatu wilayah perkotaan mempunyai masalah dalam hal peningkatan intensitas dan frekuensi banjir.

Data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder yang berasal dari berbagai sumber (Tabel 1).

**Tabel 1.** Data Primer dan Sekunder

No	Jenis Data	Sumber
1	Citra Sentinel-1 SAR Perekaman Agustus (sebagai referensi) dan Oktober 2015	Diunduh dari <a href="https://vertex.daac.asf.alaska.edu/">https://vertex.daac.asf.alaska.edu/</a>
2	Lengas tanah (% volume)	Pengumpulan data primer dari contoh tanah di lapangan (Oktober – November 2015) yang kemudian dianalisis di laboratorium
3	Kemiringan lahan	Didolah dari data <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) resolusi 30x30 m yang diunduh dari USGS

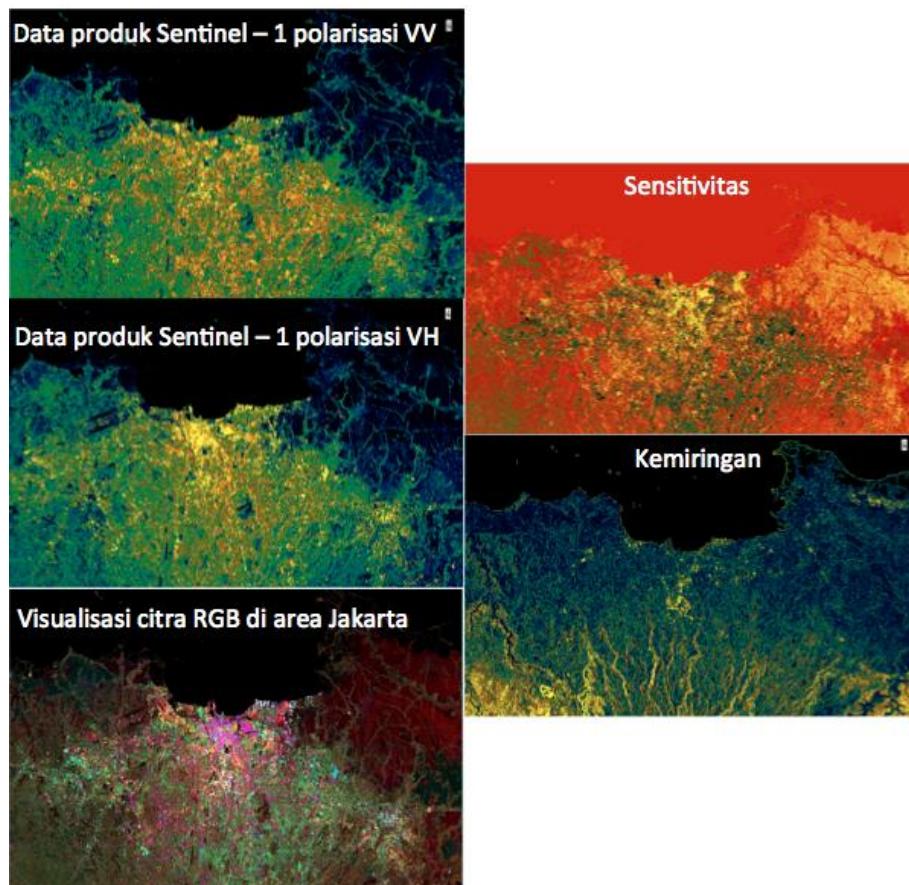
Pengolahan data lengas tanah dari Sentinel-1 SAR dalam kajian menggunakan metode deteksi perubahan/*change detection*. Metode ini menggunakan gambar referensi data yang merupakan hasil pengurangan masing – masing individu citra SAR dalam upaya memperbaiki kekasaran dan efek vegetasi yang spesifik untuk setiap piksel gambar (Zribi *et al.*, 2014). Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam proses pengolahan data termasuk pengunduhan data, pra-proses (kalibrasi, *speckle filtering* dan koreksi geometrik) dan formulasi model. Perhitungan nilai lengas tanah kemudian dilakukan menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Pathe *et al.*, (2009). Diagram alir pemetaan lengas tanah ditunjukkan dalam Gambar 1. Semua proses pengolahan data dilakukan menggunakan peranti lunak Sentinel Application Platform (SNAP) dan ArcGIS 10.2.



**Gambar 1.** Bagan alir penggunaan data citra satelit untuk pemetaan lengas tanah

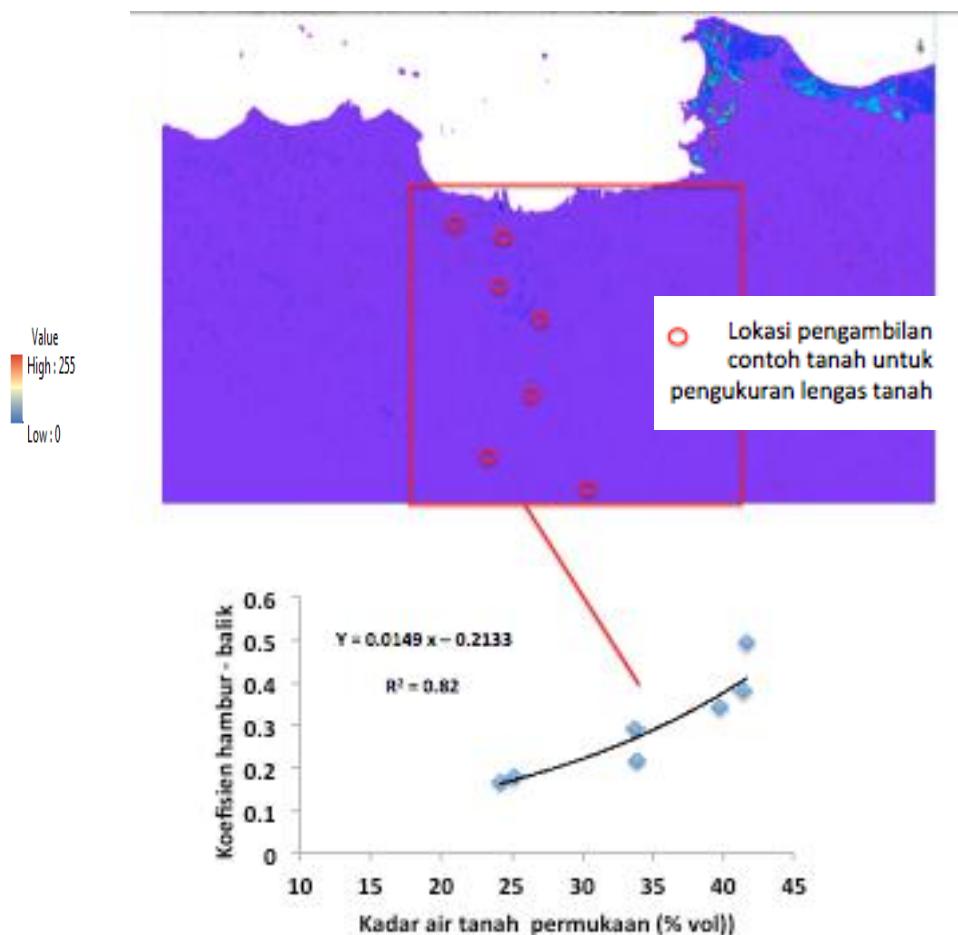
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil visualisasi citra (Gambar 2) memperlihatkan permukaan yang berair ditunjukkan oleh warna citra kebiruan, sedangkan permukaan yang lebih kering divisualisasikan oleh warna yang lebih terang.



**Gambar 2.** Hasil visualisasi citra dan data masukan yang digunakan dalam proses pengolahan data Sentinel-1 SAR

Dari hasil pengolahan citra menggunakan SNAP dan ArcGIS 10.2 diperoleh koefisien hambur – balik seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 3. Nilai koefisien hambur – balik kemudian dibandingkan dengan hasil pengamatan nilai lengas tanah (% volume kadar air) yang diambil dari hulu sampai hilir sebagai representasi kondisi wilayah kajian secara keseluruhan. Hubungan linear sederhana antara koefisien hambur – balik dan nilai observasi kadar air tanah menunjukkan hasil yang relatif dekat serta berkorelasi positif dengan nilai korelasi  $R^2$  0.82 (Gambar 4). Semakin tinggi nilai koefisien hambur – balik, semakin tinggi kandungan lengas tanah. Hal ini memperlihatkan bahwa hasil pengolahan citra radar cukup baik digunakan untuk mengestimasi nilai lengas tanah. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya seperti Shosnany *et al.*, (2000), Piles *et al.*, (2009) dan Peter *et al.*, (2012).



**Gambar 3.** Peta lengas tanah di lokasi kajian (atas) dan hubungan koefisien hambur balik dengan lengas tanah di sebagian wilayah kajian (% vol kadar air tanah) (bawah)

Akan tetapi, kajian pemanfaatan data citra satelit (Sentinel-1) menggunakan metode *change detection* khususnya di Indonesia masih perlu dikembangkan dan divalidasi lebih lanjut. Pengujian selanjutnya perlu dilakukan dengan menggunakan variasi data yang lebih luas serta mempertimbangkan faktor karakteristik tanah (kekasarannya, kondisi lengas tanah) dan tutupan vegetasi agar dapat diketahui algoritma yang paling sesuai untuk mengestimasi nilai lengas tanah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian ini dapat diketahui bahwa data citra Sentinel-1 SAR memiliki potensi yang baik untuk dimanfaatkan dalam estimasi nilai lengas tanah. Algoritma berdasarkan metode *change detection* merupakan metode yang sangat menjanjikan untuk menghasilkan data lengas tanah resolusi tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Hasil penelitian yang dipublikasikan melalui tulisan ini merupakan bagian dari hasil Program Penelitian Unggulan LIPI, Sub-Program IV (Mitigasi Kebencanaan dan Perubahan Iklim, PI: Dr. Apip, M.Eng), yang berjudul "Evaluasi dan Proyeksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Risiko Banjir dengan Presisi Tinggi untuk Penyusunan Konsep Mitigasi Bencana Banjir" yang dibiayai dengan menggunakan dana APBN LIPI tahun anggaran 2015 dan 2016.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basha, E. and Rus, D., 2007, December. Design of early warning flood detection systems for developing countries. In *Information and Communication Technologies and Development, 2007. ICTD 2007. International Conference on* (pp. 1-10). IEEE.

- Borga, M., Anagnostou, E.N., Blöschl, G. and Creutin, J.D., 2011. Flash flood forecasting, warning and risk management: the HYDRATE project. *Environmental Science & Policy*, 14(7), pp.834-844.
- Brocca, L., Melone, F., Moramarco, T. and Morbidelli, R., 2009. Antecedent wetness conditions based on ERS scatterometer data. *Journal of Hydrology*, 364(1), pp.73-87.
- Goenawan, R.D., Ridwan, R., Sadly, M., Sudinda, T., Kudsy, M., Seto, T.H. and Harsoyo, B., 2015. Experimental assessment of integrated technology application used to rain (WM4RR) & floods reduction (AR-DWIS) in Jakarta. *Procedia Engineering*, 125, pp.270-276.
- Krzhizhanovskaya, V.V., Shirshov, G.S., Melnikova, N.B., Belleman, R.G., Rusadi, F.I., Broekhuijsen, B.J., Gouldby, B.P., Lhomme, J., Balis, B., Bubak, M. and Pyayt, A.L., 2011. Flood early warning system: design, implementation and computational modules. *Procedia Computer Science*, 4, pp.106-115.
- Liu, Y.Y., van Dijk, A.I., de Jeu, R.A. and Holmes, T.R., 2009. An analysis of spatiotemporal variations of soil and vegetation moisture from a 29-year satellite-derived data set over mainland Australia. *Water Resources Research*, 45(7).
- Pathe, C., Wagner, W., Sabel, D., Doubkova, M. and Basara, J.B., 2009. Using ENVISAT ASAR global mode data for surface soil moisture retrieval over Oklahoma, USA. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(2), pp.468-480.
- Peters, J., Lievens, H., Baets, B.D. and Verhoest, N.E.C., 2012. Accounting for seasonality in a soil moisture change detection algorithm for ASAR Wide Swath time series. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(3), pp.773-786.
- Piles, M., Entekhabi, D. and Camps, A., 2009, July. A Change Detection Algorithm for Retrieving High-Resolution Surface Soil Moisture from SMAP L-band Radar and Radiometer Observations. In *Proc. IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium, Cape Town, South Africa*.
- Wagner, W., Hahn, S., Kidd, R., Melzer, T., Bartalis, Z., Hasenauer, S., Figa, J., de Rosnay, P., Jann, A., Schneider, S. and Komma, J., 2012. The ASCAT Soil Moisture Product: Specifications, Validation, Results, and Emerging Applications, submitted to. *Meteorologische Zeitschrift*.
- Scipal, K., Drusch, M. and Wagner, W., 2008. Assimilation of a ERS scatterometer derived soil moisture index in the ECMWF numerical weather prediction system. *Advances in water resources*, 31(8), pp.1101-1112.
- Shoshany, M., Svoray, T., Curran, P.J., Foody, G.M. and Perevolotsky, A., 2000. The relationship between ERS-2 SAR backscatter and soil moisture: generalization from a humid to semi-arid transect. *International Journal of Remote Sensing*, 21(11), pp.2337-2343.
- Zribi, M., Kotti, F., Amri, R., Wagner, W., Shabou, M., Lili-Chabaane, Z. and Baghdadi, N., 2014. Soil moisture mapping in a semiarid region, based on ASAR/Wide Swath satellite data. *Water Resources Research*, 50(2), pp.823-835.