

Aplikasi Algoritma Random Forest untuk Pemetaan Badan Sungai Citarum Menggunakan Citra Sentinel-2

OKTORIDO, DEWI KANIA SARI

Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: oktorido@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Perubahan morfologi sungai akibat aktivitas antropogenik dan proses alamiah perlu dipantau secara berkala untuk mendukung pengelolaan sumber daya air yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan bentuk dan menghitung luas serta lebar badan Sungai Citarum tahun 2024 menggunakan algoritma Random Forest pada citra Sentinel-2 berbasis Google Earth Engine. Lokasi penelitian membentang dari Kecamatan Klari dan Ciampel, Kabupaten Karawang hingga Kecamatan Babakancikao, Sukasari, dan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta dengan panjang ± 10 km. Metode klasifikasi menggunakan algoritma Random Forest yang diperkuat indeks NDWI, MNDWI, AWEIsh, AWEInsh dan band spektral B2, B3, B4, B8, B11, B12 untuk membedakan badan air dari non-air. Hasil penelitian menunjukkan luas badan sungai sebesar 1.864.304 m² dengan rata-rata lebar 98,7 m pada tahun 2024. Uji akurasi klasifikasi menunjukkan akurasi keseluruhan 96% dan nilai Kappa 0,93 yang masuk kategori "Sangat Kuat". Feature importance menunjukkan bahwa indeks AWEInsh (9,9%) dan band SWIR2/B12 (12,2%) memberikan kontribusi tertinggi klasifikasi badan air. Penelitian ini menunjukkan efektivitas algoritma Random Forest dan platform GEE dalam pemetaan badan sungai dengan akurasi tinggi, sehingga bisa digunakan sebagai dasar pemantauan perubahan badan sungai secara spasial dan temporal.

Kata kunci: Morfologi Sungai, Sentinel-2, Google Earth Engine, Random Forest

1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan komponen hidrologi yang penting bagi ekosistem riparian, perubahan morfologi badan sungai seperti pelebaran, penyempitan, erosi, dan deposisi perlu dipantau secara spasial agar pengelolaan sumber daya air lebih efektif. Citra multispektral Sentinel-2 memberikan resolusi dan ketersediaan temporal yang memadai untuk mengekstrak batas badan air, dan indeks-indeks khusus air seperti NDWI, MNDWI, dan AWEI terbukti meningkatkan pemisahan air dari vegetasi, bayangan, dan permukaan gelap pada citra penginderaan jauh (Xu, 2006; Feyisa dkk., 2014; Du dkk., 2016; McFeeters, 1996). Dampak dari perubahan bentuk sungai ini sangat merugikan, dimana erosi yang parah dapat mengancam pemukiman warga, jalan, jembatan, dan lahan pertanian. Sedangkan, endapan sedimen yang menumpuk atau deposisi membuat sungai menjadi dangkal, sehingga risiko banjir saat musim hujan semakin tinggi (Kurniawan dkk., 2017). Penelitian sebelumnya juga umumnya memanfaatkan data penginderaan jauh untuk memantau perubahan sungai, namun seringkali terkendala oleh keterbatasan komputasi dalam menganalisis data spasial dan temporal berskala besar

(Kurniawan, 2019; Kurniawan dkk., 2017; Supriyono & Yanmesli, 2016). *Platform* komputasi *cloud* seperti Google Earth Engine (GEE) menawarkan solusi untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan memungkinkan analisis data citra satelit yang masif secara efisien (Boothroyd dkk., 2020). Algoritma Random Forest telah banyak diaplikasikan karena merupakan teknik *ensemble learning* berbasis *multiple decision trees* menawarkan akurasi tinggi, ketahanan terhadap *overfitting*, dan kemampuan menangani data berdimensi tinggi, sehingga sangat sesuai untuk klasifikasi citra satelit (Salman dkk., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memetakan bentuk dan menghitung luas serta lebar badan Sungai Citarum menggunakan algoritma Random Forest pada citra Sentinel-2 tahun 2024 melalui *platform* GEE. Lokasi penelitian membentang dari Kecamatan Klari dan Ciampel, Kabupaten Karawang hingga Kecamatan Babakancikao, Sukasari, dan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta, yang dipilih karena merepresentasikan area dengan karakteristik kontras, yaitu industri padat di Karawang dengan infrastruktur bendungan dan pertanian di Purwakarta.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Lokasi Penelitian

Berikut ini **Tabel 1** merupakan beberapa data yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Tabel 1. Data Penelitian

No.	Data	Asal	Keterangan
1.	Citra Sentinel-2	Copernicus	Tahun 2024 Level 2A
2.	Batas Administrasi	Ina-Geoportal	Kecamatan Klari dan Ciampel, Kabupaten Karawang dan Kecamatan Babakancikao, Sukasari, dan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta

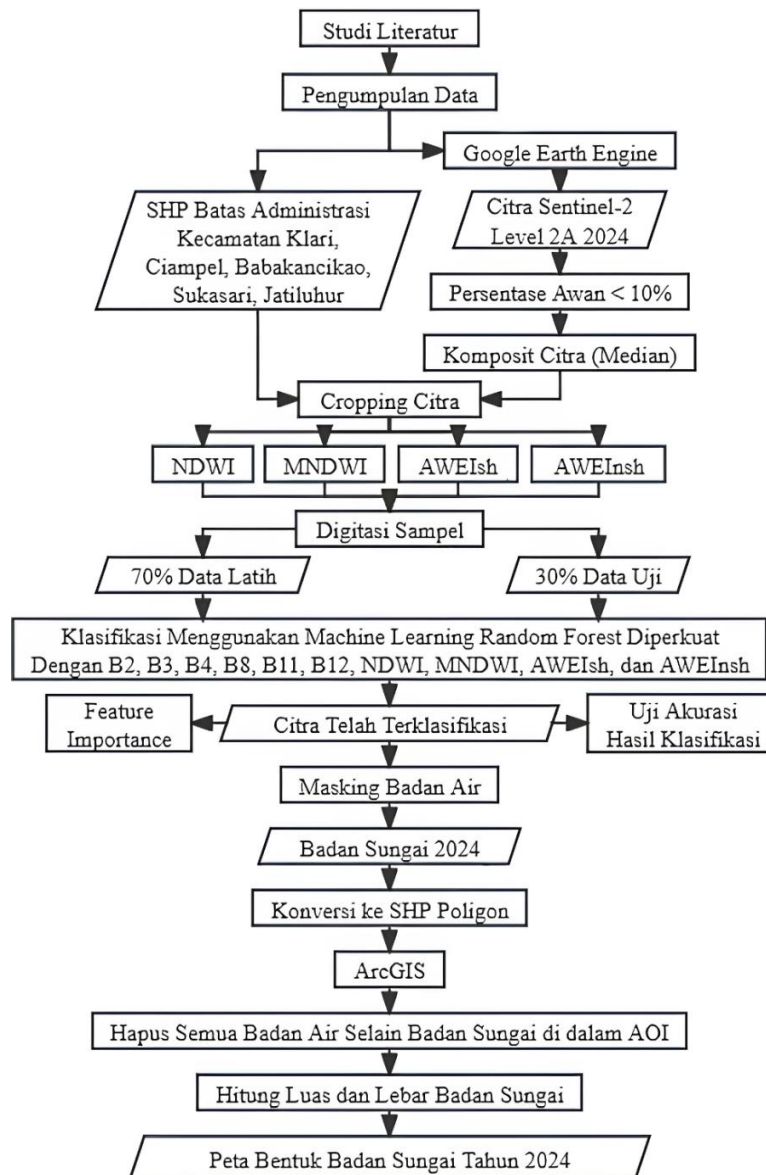
Lokasi penelitian di badan Sungai Citarum dari Bendung Curug antara Kecamatan Klari dan Ciampel, Kabupaten Karawang hingga Desa Cicadas, Kecamatan Babakancikao dan Bendungan Jatiluhur antara Kecamatan Sukasari dan Jatiluhur, Kabupaten Purwakarta. Panjangnya ± 10 km dan lebarnya 60–200 m, serta seluas $\pm 1.800.000 \text{ m}^2$ (180 ha) bisa dilihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metodologi

Berikut **Gambar 2** merupakan diagram alir dalam pelaksanaan penelitian ini.

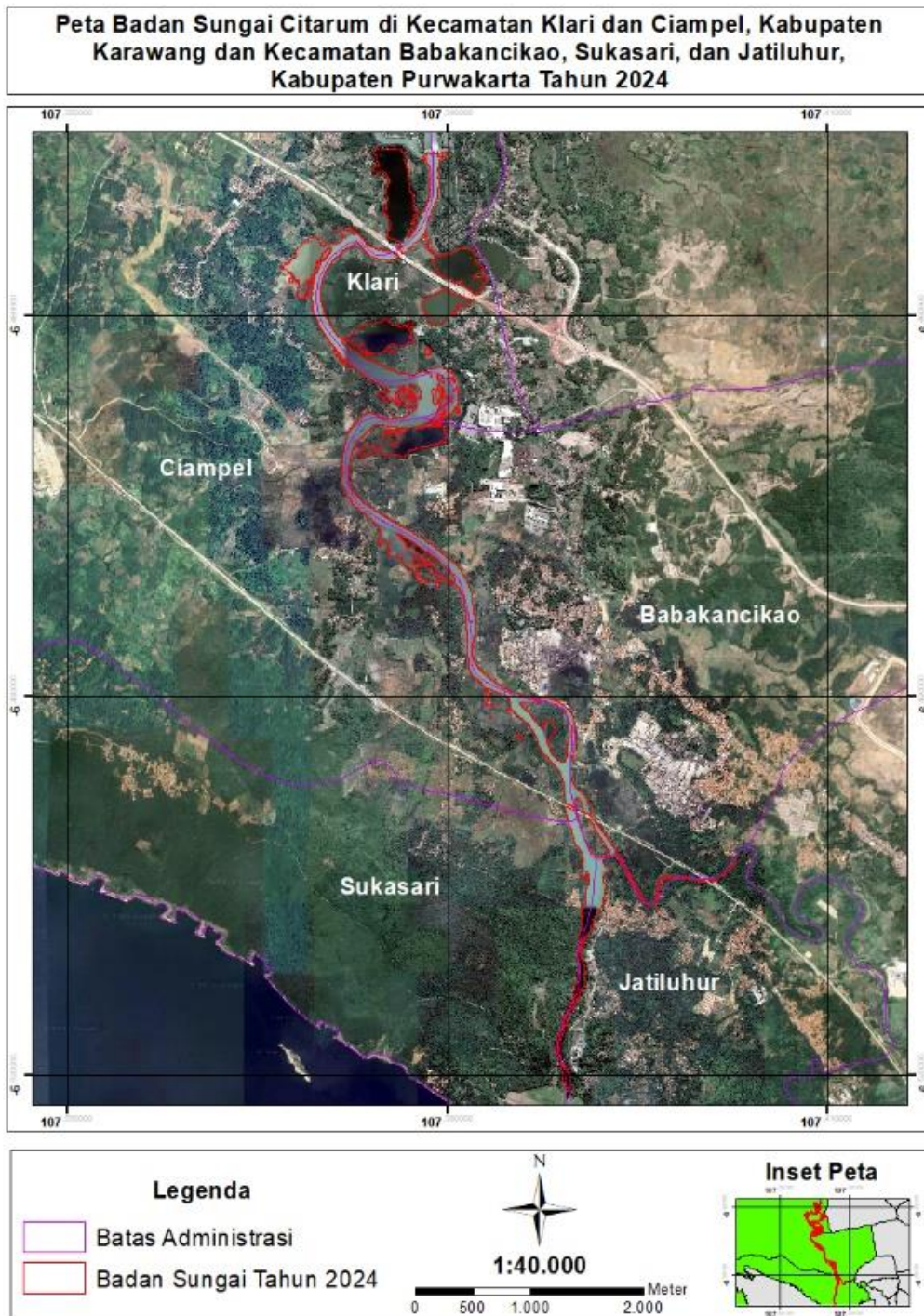


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Digitasi sampel difokuskan di sekitar badan sungai dengan 3 kelas berbeda, yaitu badan air, vegetasi, dan pemukiman sebanyak ± 200 untuk setiap kelas menggunakan citra Sentinel-2 yang telah dipanggil di GEE sebagai referensi. Algoritma Random Forest diterapkan dengan 100 pohon keputusan untuk memberikan keseimbangan optimal antara akurasi prediksi dan waktu komputasi, lalu menggunakan *seed* 12345 untuk konsistensi hasil, serta pembagian data 70% untuk pelatihan dan 30% untuk pengujian. Luas bisa didapatkan otomatis setelah semua badan air selain badan sungai yang diteliti dihapus, sedangkan untuk mendapatkan lebar sungai bisa dilakukan dengan cara membuat garis lurus secara horisontal dari pinggir kiri dan kanan sungai setiap ± 100 m dan selanjutnya dirata-ratakan.

3. HASIL DAN ANALISIS

Berikut ini **Gambar 3** merupakan tampilan hasil berupa peta bentuk badan sungai di lokasi penelitian Sungai Citarum pada tahun 2024.



Gambar 3. Peta Bentuk Badan Sungai Pada Tahun 2024

Berikut ini **Tabel 2** merupakan beberapa informasi yang didapatkan dari hasil pengolahan data.

Tabel 2. Informasi Hasil Pengolahan Data

No.	Tahun	Luas	Rata-Rata Lebar
1.	2024	1.864.304 m ²	98,7 m

Matriks kesalahan dari hasil klasifikasi Random Forest bisa dilihat pada **Tabel 3**. Nilai Kappa 0,81–1 masuk ke kategori “Sangat Kuat” (Altman, 1991 dalam Noer & Wibowo, 2024).

Tabel 3. Matriks Kesalahan Klasifikasi Random Forest 2024

UJI AKURASI KLASIFIKASI RANDOM FOREST TAHUN 2024									
		Citra Sentinel-2 Level 2A							
Klasifikasi	Kelas	Air	Vegetasi	Pemukiman	Jumlah	Akurasi Pengguna	Akurasi Keseluruhan:	96%	Sangat Kuat
	Air	2220	39	1	2260	98%	Akurasi Kappa:	0,93	
	Vegetasi	101	6174	245	6520	95%			
	Pemukiman	0	181	5069	5250	97%			
	Total	2321	6394	5315	14030				
	Akurasi Pembuat	96%	97%	95%					

Penggunaan kombinasi indeks NDWI, MNDWI, AWEIsh, AWEInsh, dan *band* spektral B2, B3, B4, B8, B11, B12 dari citra Sentinel-2 terbukti ideal untuk klasifikasi badan air di Sungai Citarum menggunakan algoritma Random Forest. Berikut **Tabel 4** merupakan tingkat kontribusi setiap prediktor, bisa dinyatakan bahwa *band* yang paling berkontribusi adalah *band* 12 (SWIR2) karena *band* ini sangat baik untuk membedakan badan air dan kelembapan tanah, sedangkan indeks yang paling berkontribusi adalah AWEInsh karena indeks ini efektif membedakan air dan permukaan non-air yang gelap (Feyisa dkk., 2014).

Tabel 4. Informasi Feature Importance

No.	Tahun	NDWI	MNDWI	AWEIsh	AWEInsh	B2	B3	B4	B8	B11	B12
1.	2024	9,7%	9,1%	9,2%	9,9%	10,1%	9,2%	9,9%	9,1%	11,6%	12,2%

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memetakan badan Sungai Citarum menggunakan algoritma Random Forest pada citra Sentinel-2 tahun 2024 berbasis Google Earth Engine. Hasilnya menunjukkan luas badan sungai sebesar 1.864.304 m² dengan rata-rata lebar 98,7 m. Uji akurasi keseluruhan mencapai 96% dan 0,93 untuk Kappa, yang termasuk kategori “Sangat Kuat”. Analisis *feature importance* menunjukkan bahwa indeks AWEInsh dan *band* SWIR2 (B12) memiliki kontribusi tertinggi dalam klasifikasi badan air. Metode ini terbukti efektif untuk menghasilkan peta badan sungai dengan akurasi tinggi dan efisiensi komputasi. Temuan ini dapat dijadikan dasar untuk pemantauan spasial dan temporal morfologi sungai serta mendukung pengelolaan sumber daya air di wilayah penelitian maupun di daerah lain yang memiliki kondisi serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada European Space Agency (ESA) melalui program Copernicus atas penyediaan data citra satelit Sentinel-2 yang dapat diakses secara terbuka dan gratis, serta kepada Badan Informasi Geospasial (BIG) Indonesia atas ketersediaan data batas

administrasi Kabupaten Karawang dan Purwakarta melalui Ina-Geoportal. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR RUJUKAN

- Kurniawan, A. (2019). Monitoring Perubahan Pola Alur Sungai Menggunakan Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah Berbasis *Spectral Classification*. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 3(1), 1–12.
- Supriyono & Yanmesli. (2016). Analisis Spasial Perubahan Bentuk Fisik Sungai Melalui Integrasi Citra Landsat dan GIS di Sub DAS Hilir Sungai Bengkulu. *Jurnal Georafflesia*, 1(1), 11–22.
- Kurniawan, R., Sutikno, S., & Sujatmoko, B. (2017). Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1–10.
- Boothroyd, R., Williams, R., Hoey, T., Barrett, B., & Prasojo, O. (2020). *Applications of Google Earth Engine in Fluvial Geomorphology for Detecting River Channel Change*. *WIREs Water*, 1–27.
- Xu, H. (2006). *Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery*. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025–3033.
- Feyisa, G., Meilby, H., Fensholt, R., & Proud, S. (2014). *Automated Water Extraction Index: A New Technique for Surface Water Mapping Using Landsat Imagery*. *Remote Sensing of Environment*, 140(2014), 23–35.
- Noer, M & Wibowo, A. (2024). Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan dengan Metode Klasifikasi Terbimbing menggunakan Data Google Earth. *Jurnal Jurusan Pendidikan Geografi*, 12(1), 32–41.
- Du, Y., Zhang, Y., Ling, F., Wang, Q., Li, W., & Li, X. (2016). *Water Bodies' Mapping from Sentinel-2 Imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m Spatial Resolution Produced by Sharpening the SWIR Band*. *Remote Sensing*, 8(354), 1–19.
- McFeeters, S. K. (1996). *The Use of The Normalized Difference Water Index (NDWI) in The Delineation of Open Water Features*. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425– 1432.
- Salman, H., Kalakech, A., & Steiti, A. (2024). *Random Forest Algorithm Overview*. *Babylonia Journal of Machine Learning*, 2024, 69–79.