

Intisari

Pemanfaatan data penginderaan jauh multisensor seperti Landsat-8 dan Sentinel-2 dalam analisis multitemporal sering menghadapi kendala akibat perbedaan karakteristik spasial, spektral, dan radiometrik antar sensor yang dapat menyebabkan ketidakkonsistenan nilai reflektansi dan indeks spektral. Tanpa proses harmonisasi, perbedaan tersebut berpotensi menimbulkan bias dalam interpretasi dinamika permukaan bumi. Penggabungan dari citra Landsat-8 dan Sentinel-2 sering digunakan dalam pemantauan dinamika lingkungan, khususnya pada wilayah dengan keterbatasan data akibat tingginya tutupan awan. Perbedaan iklim dan atmosfer dapat memperbesar perbedaan antara kedua citra waktu digunakan secara bersamaan. Produk Harmonized Landsat-Sentinel (HLS) yang dikembangkan oleh NASA menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan konsistensi data pada resolusi 30 meter. Namun, kajian mengenai pengaruh harmonisasi terhadap konsistensi indeks spektral turunan, khususnya ketika dilakukan peningkatan resampling ke 15 meter dan 10 meter, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi konsistensi reflektansi dan indeks spektral hasil harmonisasi serta menganalisis pengaruh resampling dalam konteks analisis multitemporal lintas sensor.

Penelitian ini menggunakan citra Landsat-8 Level-2 Surface Reflectance, Sentinel-2 Level-2A, serta produk HLS NASA dengan rentang waktu 2023–2025 dan kriteria tutupan awan kurang dari 30%. Data dipilih berdasarkan pasangan citra dengan tanggal akuisisi yang sama atau mendekati (1–3 hari) untuk meminimalkan pengaruh perubahan kondisi permukaan. Dalam proses pengolahan, citra Sentinel-2 digunakan sebagai referensi karena memiliki resolusi spasial yang lebih tinggi dan detail spasial yang lebih baik, sehingga menjadi acuan dalam proses koregistrasi dan penyesuaian grid spasial. Tahapan penelitian meliputi *pre-processing* (reproyeksi, koregistrasi, dan masking awan), proses harmonisasi antar sensor melalui penyesuaian band, serta resampling resolusi spasial dari 30 meter menjadi 15 meter dan 10 meter. Evaluasi dilakukan menggunakan parameter statistik berupa *Root Mean Square Error* (RMSE) dan koefisien determinasi (R^2), serta analisis multitemporal terhadap indeks spektral NDVI, SAVI, NDWI, NDBI, dan NDBSI. Pemilihan lima indeks tersebut bertujuan untuk merepresentasikan karakteristik tutupan lahan, yaitu kondisi vegetasi (NDVI dan SAVI), kandungan air atau kelembapan permukaan (NDWI), area terbangun (NDBI), dan lahan terbuka (NDBSI).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses harmonisasi citra Landsat-8 dan Sentinel-2 mampu meningkatkan kesesuaian data antar sensor dengan meminimalkan perbedaan karakteristik spektralnya, sehingga data menjadi lebih layak digunakan secara konsisten dalam analisis multitemporal. Proses *resampling* yang diterapkan juga mampu meningkatkan kejelasan visual dan detail spasial tanpa mengubah pola spektral utama secara berarti. Secara temporal, seluruh indeks spektral menunjukkan pola yang relatif konsisten antar sensor dan antar resolusi, sehingga harmonisasi terbukti mendukung analisis dinamika permukaan dalam jangka waktu yang lebih panjang. Di antara resolusi yang diuji, resolusi 15 meter memberikan keseimbangan terbaik antara peningkatan detail spasial dan kestabilan informasi spektral, sedangkan resolusi 10 meter cenderung menimbulkan deviasi yang lebih besar. Secara keseluruhan, harmonisasi dan *resampling* terbukti mampu mempertahankan konsistensi serta integritas informasi spektral dalam analisis multitemporal lintas sensor.

Kata kunci: *Harmonized Landsat-Sentinel*, *resampling*, indeks spektral

Abstract

The use of multisensor remote sensing data such as Landsat-8 and Sentinel-2 in multitemporal analysis often encounters challenges due to differences in spatial, spectral, and radiometric characteristics between sensors, which can lead to inconsistencies in reflectance values and spectral indices. Without a harmonization process, these differences may introduce bias in interpreting surface dynamics. The integration of Landsat-8 and Sentinel-2 imagery is commonly applied in environmental monitoring, particularly in regions with limited data availability due to high cloud coverage. In addition, variations in atmospheric and climatic conditions can further amplify discrepancies between the two datasets when used simultaneously. The Harmonized Landsat-Sentinel (HLS) product developed by NASA provides a solution to improve data consistency at a 30-meter spatial resolution. However, studies examining the impact of harmonization on the consistency of derived spectral indices, particularly after resampling to finer spatial resolutions (15 m and 10 m), remain limited. Therefore, this study aims to evaluate the consistency of reflectance and spectral indices from harmonized data and to analyze the effect of resampling within a multisensor multitemporal analysis framework.

This study utilizes Landsat-8 Level-2 Surface Reflectance, Sentinel-2 Level-2A, and NASA HLS products within the 2023–2025 period, with a cloud cover threshold of less than 30%. Data were selected based on image pairs acquired on the same date or within a short temporal window (1–3 days) to minimize surface condition variability. Sentinel-2 imagery was used as the reference (master) due to its higher spatial resolution and finer spatial detail, serving as the basis for coregistration and spatial grid alignment. The methodological workflow includes pre-processing (reprojection, coregistration, and cloud masking), inter-sensor harmonization through band adjustment, and spatial resampling from 30 meters to 15 meters and 10 meters. Evaluation was conducted using statistical metrics, including Root Mean Square Error (RMSE) and coefficient of determination (R^2), along with multitemporal analysis of spectral indices, namely NDVI, SAVI, NDWI, NDBI, and NDBSI. These indices were selected to comprehensively represent land cover characteristics, including vegetation conditions (NDVI and SAVI), surface water or moisture content (NDWI), built up areas (NDBI), and bare land (NDBSI).

The results of this study indicate that the harmonization process applied to Landsat-8 and Sentinel-2 imagery was able to improve the consistency of data between sensors by minimizing differences in their spectral characteristics, thereby making the data more suitable for consistent use in multitemporal analysis. The resampling process also contributed to enhancing visual clarity and spatial detail without significantly altering the main spectral patterns. Temporally, all spectral indices exhibited relatively consistent patterns across sensors and spatial resolutions, demonstrating that harmonization supports the analysis of surface dynamics over longer time periods. Among the tested resolutions, 15 meters provided the best balance between improved spatial detail and spectral stability, whereas the 10-meter resolution tended to introduce greater deviation. Overall, both harmonization and resampling were shown to preserve the consistency and integrity of spectral information in cross-sensor multitemporal analysis.

Keyword: Harmonized Landsat-Sentinel, resampling, spectral index