

ESTIMASI BIOMASSA BERBASIS MACHINE LEARNING MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK MENDUKUNG TARGET NET ZERO EMISSION PLN

Oleh

Gede Andra Rizqy Wijaya

Jurusan Teknik Informatika

Program Studi Ilmu Komputer

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan akan energi rendah karbon telah meningkatkan minat dalam pemanfaatan biomassa, termasuk program co-firing untuk mendukung target Net Zero Emission PT PLN pada tahun 2060. Studi ini mengembangkan estimasi dan pendekatan pemetaan Biomassa Atas Tanah (AGB) untuk Area of Interest di Kalimantan Tengah dengan mengintegrasikan citra Sentinel-2 dan data GEDI dari tahun 2021–2022. Metrik ketinggian kanopi GEDI (RH98) digunakan untuk menurunkan nilai referensi AGB empiris, yang kemudian dikombinasikan dengan indeks vegetasi Sentinel-2 (NDVI, EVI, NDMI, dan NDWI) dan koordinat geografis sebagai fitur input. Dari 4.056 poin yang dikumpulkan, pembersihan data (nilai yang hilang, nilai ekstrem, dan outlier berbasis IQR) menghasilkan 1.273 poin yang valid untuk pemodelan. Model Random Forest dan XGBoost dilatih menggunakan pemisahan uji kereta 80:20 dengan penyetelan hiperparameter. Kinerja model dievaluasi menggunakan RMSE dan R^2 , dan nilai AGB yang diprediksi divisualisasikan melalui interpolasi spasial untuk menghasilkan peta distribusi AGB. Hasil menunjukkan akurasi prediktif yang rendah, di mana Random Forest mencapai RMSE 377,95 dan R^2 0,024, sedangkan XGBoost mencapai RMSE 379,128 dan R^2 0,018. Meskipun peta AGB berhasil diproduksi, hubungan yang lemah antara indeks vegetasi yang dipilih dan AGB dan sampel valid yang terbatas mengurangi keandalan model. Temuan ini menunjukkan bahwa mengandalkan empat indeks vegetasi Sentinel-2 saja tidak cukup untuk estimasi AGB yang akurat di area penelitian. Studi di masa depan harus meningkatkan data pelatihan dan menggabungkan fitur yang lebih informatif seperti pita tepi merah, tekstur, topografi, SAR Sentinel-1, atau variabel struktur kanopi lainnya untuk meningkatkan kinerja.

Kata kunci: Above Ground Biomass (AGB), Sentinel-2, GEDI, Random Forest, XGBoost, Net Zero Emission

MACHINE LEARNING-BASED BIOMASS ESTIMATION USING REMOTE SENSING DATA TO SUPPORT PLN'S NET ZERO EMISSION TARGET

By

Gede Andra Rizqy Wijaya

Informatics Engineering Department

Computer Science Study Program

ABSTRACT

The growing need for low-carbon energy has increased interest in biomass utilization, including co-firing programs to support PT PLN's Net Zero Emission target by 2060. This study develops an Above Ground Biomass (AGB) estimation and mapping approach for an Area of Interest in Central Kalimantan by integrating Sentinel-2 imagery and GEDI data from 2021–2022. GEDI canopy height metrics (RH98) were used to derive empirical AGB reference values, which were then combined with Sentinel-2 vegetation indices (NDVI, EVI, NDMI, and NDWI) and geographic coordinates as input features. From 4,056 collected points, data cleaning (missing values, extreme values, and IQR-based outliers) produced 1,273 valid points for modelling. Random Forest and XGBoost models were trained using an 80:20 train-test split with hyperparameter tuning. Model performance was evaluated using RMSE and R^2 , and the predicted AGB values were visualized through spatial interpolation to generate an AGB distribution map. Results indicate low predictive accuracy, where Random Forest achieved RMSE 377.95 and R^2 0.024, while XGBoost achieved RMSE 379.128 and R^2 0.018. Although AGB maps were successfully produced, the weak relationship between the selected vegetation indices and AGB and the limited valid samples reduced model reliability. These findings suggest that relying on four Sentinel-2 vegetation indices alone is not sufficient for accurate AGB estimation in the study area. Future studies should increase training data and incorporate more informative features such as red-edge bands, texture, topography, Sentinel-1 SAR, or other canopy-structure variables to improve performance.

Keywords: Above Ground Biomass (AGB), Sentinel-2, GEDI, Random Forest, XGBoost, Net Zero Emission