

ABSTRACT

Forest stand volume estimation is a process of measuring the volume of standing trees, which is important for understanding the structure and biomass of forest ecosystems. This estimation can be used for several purposes, including implementing Reduce Impact Logging (RIL), which is a policy for forest conservation with a selective logging system based on the age of the stand ready for harvest without damaging the ecosystem. The vast, complex, and limited access of forest areas pose a significant challenge for detailed resource measurement. Therefore, this study aimed to: 1) Assess the effectiveness of FCD for mapping the canopy stratum of natural production forest stand vegetation; 2) Determine the most optimal input variables for forest stand volume estimation using optical and radar images using random forest regression; and 3) Analyze the spatial distribution of forest stand volume in PBPH in Central Kalimantan in 2023. This study was conducted in the PBPH of PT Wana Inti Kahuripan Intiga, Central Kalimantan Province, which also represents the use of production forest land with a natural growth silviculture system, using a dataset of medium spatial resolution remote sensing data from Landsat images as the main primary data that is easily accessible. The Landsat image dataset will produce the FCD model transformation for initial classification in field survey decisions. In addition, this study also tried to develop forest stand volume estimation using random forest regression from other active and passive sensor images, namely Sentinel-2 and Sentinel-1, as a tool for input variable selection and also as a stand volume estimator analysis. Accuracy testing was carried out to assess the accuracy of the suitability of the FCD model in the field involving 60 data samples without outliers due to forest cover changes with a RMSE value of 19.12%, MAE value of 13.97%, and R^2 of 86%. Then, the use of multi-sensor images was used to determine the input variables in forest stand volume estimation. Of the nineteen predictor variables used, the most influential predictor variables were the FCD transformation results, the GEMI index, the SAVI index obtained from Sentinel-2, channel 12 (SWIR), and channel 5 (Red Edge). Based on the results of this study, in the combination of images from passive sensors and active sensors, the predictor variables originating from passive sensor images are the most important variables in modeling volume estimation. The best combination model produced from multi-sensor images has a R^2 value of 82.4% and RMSE of 9.7 at n split 4 and n tree 100. Forest stand volume estimation using random forest resulted in results for each sample plot of 30 x 30 meters with a minimum range of 0.05 m^3 to 55.4 m^3 .

Key Words: Natural Production Forest, FCD Model Transformation, Sentinel-1, Sentinel-2, random forest regression.

INTISARI

Pendugaan volume tegakan merupakan proses pengukuran volume tegakan pohon yang penting untuk mengetahui struktur dan biomassa dari ekosistem hutan. Pendugaan volume tegakan ini dapat digunakan untuk berberapa tujuan diantaranya untuk menerapkan *Reduce Impact Logging* (RIL), yang merupakan kebijakan untuk kelestarian hutan dengan sistem tebang pilih sesuai dengan umur tegakan siap panen tanpa merusak ekosistem. Wilayah hutan yang luas, kompleks dan juga keterbatasan akses menjadi tantangan yang signifikan untuk pengukuran sumber daya yang terperinci. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengkaji efektifitas FCD untuk pemetaan stratum kanopi vegetasi tegakan hutan alam produksi, 2) Menentukan variabel input yang paling optimal untuk pendugaan volume tegakan menggunakan citra optik dan radar menggunakan *random forest regression* dan 3) Menganalisis sebaran spasial volume tegakan pada PBPH di Kalimantan Tengah pada Tahun 2023. Penelitian ini dilakukan di PBPH PT Wana Inti Kahuripan Intiga, Provinsi Kalimantan Tengah, yang sekaligus mewakili penggunaan lahan hutan produksi dengan sistem silvikultur yang tumbuh alami, dengan menggunakan dataset penginderaan jauh resolusi spasial menengah dari citra Landsat sebagai data primer utama yang mudah diakses. Dataset citra Landsat tersebut akan menghasilkan transformasi model FCD untuk klasifikasi awal dalam keputusan survei lapangan. Selain itu, penelitian ini juga mencoba mengembangkan pendugaan volume tegakan dengan menggunakan *random forest regression* dari citra sensor aktif dan pasif lainnya yaitu Sentinel-2 dan Sentinel-1 sebagai alat untuk pemilihan variabel input dan juga sebagai analisis penduga volume tegakan. Pengujian akurasi dilakukan untuk menilai keakuratan kesesuaian model FCD di lapangan dengan melibatkan 60 sampel data tanpa pencilan akibat perubahan tutupan hutan yang memiliki nilai RMSE sebesar 19.12%, nilai MAE sebesar 13.97%, dan R^2 86%. Kemudian, penggunaan citra multisensor digunakan untuk menentukan variabel input dalam pendugaan volume tegakan. Pada sembilan belas variabel prediktor yang digunakan, variabel prediktor yang paling berpengaruh berturut turut adalah hasil transformasi FCD, indeks GEMI, indeks SAVI yang didapatkan dari Sentinel-2, saluran 12 (SWIR), dan saluran 5 (*Red Edge*). Berdasarkan hasil penelitian ini bahwa dalam penggabungan citra dari pasif sensor dan aktif sensor, variabel prediksi yang berasal dari citra pasif sensor merupakan variabel terpenting dalam memodelkan pendugaan volume. Model kombinasi terbaik yang dihasilkan dari citra multisensor memiliki nilai nilai R^2 82.4 % dan RMSE 9.7 pada n split 4 dan n tree 100. Estimasi volume tegakan dengan menggunakan *random forest* mendapatkan hasil pada setiap plot sampel ukuran 30 x 30 meter dengan rentang minimal 0.05 m³ sampai 55.4 m³

Kata Kunci : Hutan Produksi Tumbuh Alami, Transformasi Model FCD, Sentinel-1, Sentinel-2, *random forest regression*.