

INTISARI

Polusi udara mempengaruhi kesehatan masyarakat, dan bahkan membahayakan kelangsungan hidup manusia. Polusi udara mengakibatkan hampir 4,2 juta kematian dini di seluruh dunia. Emisi karbon yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor menyumbang 80% dari komponen pencemaran udara. Ketersediaan vegetasi dan Ruang Terbuka Hijau (RTH) berperan dalam penyerapan emisi karbon. Setiap jenis vegetasi memiliki daya penyerapan karbon yang berbeda-beda. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian untuk menghitung estimasi daya penyerapan karbon pada vegetasi. Salah satu sumber data spasial yang bisa digunakan untuk menghitung luas vegetasi adalah dengan data *point clouds* LiDAR.

Penelitian ini dilakukan di kampus Universitas Gadjah Mada, khususnya pada ruang pengawasan jalan (ruwasja) di Jalan Persatuan dengan panjang 1,19 km. Tahap pengolahan data dimulai dari *preprocessing point clouds* yang meliputi *merging*, *cropping*, *noise filtering*, hingga klasifikasi ke dalam kelas *ground* dan *non-ground*. *Output* dari *preprocessing* adalah klasifikasi data *point clouds* yang digunakan sebagai data masukan untuk pembuatan *Digital Terrain Model* (DTM) dan *Digital Surface Model* (DSM). Proses segmentasi *point clouds* menjadi fitur vegetasi dan *non-vegetasi* dilakukan menggunakan algoritma *Random Forest*. Ekstraksi tegakan pohon secara otomatis dilakukan menggunakan *tools Connected Component* berbasis *octree level*. Metode perhitungan estimasi daya penyerapan karbon pada vegetasi dilakukan dengan pendekatan berdasarkan luas tajuk dan tipe vegetasi. Selanjutnya, dilakukan perhitungan emisi karbon oleh kendaraan bermotor sebagai parameter untuk mengetahui jumlah residu emisi karbon di udara. Hasil dari *processing* data akan dilakukan evaluasi dengan serangkaian uji akurasi menggunakan metode *Confusion Matrix*, *Root-Mean-Square Error* (RMSE), dan *Linear Error 90%* (LE90).

Output dari penelitian menghasilkan luas vegetasi tipe pohon sejumlah 14.375,55 m² dengan daya penyerapan karbon sebesar 178,711 kg/jam. Untuk vegetasi tipe rumput diperoleh luasan sejumlah 2.823,45 m² dengan daya penyerapan karbon sebesar 0,779 kg/jam. Uji akurasi *Confusion Matrix* memberikan ketelitian 99% terhadap fitur vegetasi hasil dari proses segmentasi data *point clouds* menggunakan algoritma *Random Forest*. Berdasarkan data volume kendaraan didapatkan nilai total emisi karbon oleh kendaraan bermotor sebesar 12,408 kg/jam. Selanjutnya, dilakukan analisis untuk mengetahui residu emisi karbon yang masih tersisa di udara dengan membandingkan data emisi karbon oleh kendaraan dengan estimasi daya penyerapan karbon pada vegetasi. Hasil analisis diketahui bahwa tidak terdapat emisi karbon yang masih tersisa di udara. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan vegetasi dinilai efektif dalam menyerap emisi karbon oleh kendaraan bermotor di sepanjang Jalan Persatuan. Kemudian dihasilkan 606 tegakan pohon berdasarkan proses ekstraksi secara otomatis menggunakan *tools Connected Component* berbasis *octree level* dengan tingkat akurasi sebesar 88,9%. Hasil uji akurasi vertikal terhadap data DTM berdasarkan nilai RMSE dan LE90 menghasilkan tingkat akurasi berturut-turut adalah 0,036 m dan 0,059 m. Nilai tersebut masuk dalam ketelitian vertikal kelas 1 (satu) berdasarkan Peraturan Kepala BIG No 15 Tahun 2014.

Kata Kunci: Polusi Udara, Daya Penyerapan Karbon, Emisi karbon, *Point Clouds* LiDAR.

ABSTRACT

Air pollution has a detrimental impact on public health, and even poses a threat to human survival. It is estimated that approximately 4.2 million deaths worldwide are attributable to air pollution. It is estimated that 80% of air pollution is attributable to carbon emissions produced by motorised vehicles. The availability of vegetation and Ruang Terbuka Hijau (RTH) plays a role in the absorption of carbon emissions. The carbon absorption power of vegetation varies according to the type of vegetation in question. It is therefore necessary to conduct research in order to calculate the estimated carbon sequestration power of vegetation. One of the spatial data sources that can be used to calculate vegetation area is LiDAR point clouds data.

This research was conducted on the campus of Gadjah Mada University, specifically on the ruang pengawasan jalan (ruwasja) on Jalan Persatuan with a length of 1.19 km. The data processing stage starts with the preprocessing of the point clouds, which includes merging, cropping, noise filtering, and classification into ground and non-ground classes. The output of the pre-processing is the classification of point cloud data used as input data for the creation of Digital Terrain Model (DTM) and Digital Surface Model (DSM). The process of segmenting point clouds into vegetation and non-vegetation features is performed using the Random Forest algorithm. Automatic tree stand extraction was performed using the Connected Component tool based on the octree level. Calculation of the estimated carbon sequestration capacity of vegetation was performed using an approach based on canopy area and vegetation type. In addition, carbon emissions from motorised vehicles were calculated as a parameter to determine the amount of residual carbon emissions in the air. The results of the data processing are evaluated with a series of accuracy tests using the Confusion Matrix, Root-Mean-Square Error (RMSE) and Linear Error 90% (LE90) methods.

The study results indicated the existence of a tree-type vegetation area of 14,375.55 m² with a carbon sequestration power of 178.711 kg/hour. In the case of grass-type vegetation, an area of 2,823.45 m² was obtained, with a carbon sequestration capacity of 0.779 kg/hour. The Confusion Matrix accuracy test yielded a 99% accuracy rate for the vegetation features resulting from the point clouds data segmentation process, which was conducted using the Random Forest algorithm. Based on the data pertaining to vehicle volume, the total value of carbon emissions attributable to motorised vehicles is 12,408 kg/hour. Moreover, an analysis was conducted to ascertain the residual carbon emissions in the atmosphere by comparing the carbon emission data from vehicles with the estimated carbon absorption capacity of vegetation. The results of the analysis demonstrated that no residual carbon emissions remained in the atmosphere. This suggests that the presence of vegetation is an effective means of absorbing carbon emissions from motorised vehicles along Jalan Persatuan. Subsequently, 606 tree stands were generated through the automated extraction process utilising the Connected Component tool based on octree level, with an accuracy level of 88.9%. The results of the vertical accuracy test on DTM data, based on the RMSE and LE90 values, yielded an accuracy level of 0.036 m and 0.059 m, respectively. These values are included in the vertical accuracy class 1 (one) as defined in Peraturan Kepala BIG No 15 Tahun 2014.

Keywords: Air Pollution, Carbon Absorption Capacity, Carbon Emissions, Point Clouds LiDAR