

INTISARI

Kegiatan pengolahan bijih timah menghasilkan limbah sisa peleburan bijih timah yang disebut *tin slag*. Pengolahan bijih timah yang dilakukan secara kontinyu mengakibatkan akumulasi dari material ini semakin banyak, sehingga perlu diinventarisasi dengan cara mengukur volume tumpukan *tin slag*. Pengukuran volume *tin slag* di PT Timah menggunakan metode pengukuran terestris dengan alat *total station*. Akan tetapi pengukuran dengan metode terestris kurang efisien dalam segi waktu, sehingga perlu menggunakan alternatif metode pengukuran lain yang lebih efisien. Fotogrametri menggunakan *drone real-time kinematic* (RTK) dengan kemampuan *direct georeferencing* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengukuran volume dengan lebih cepat dalam hal akuisisi data jika dibandingkan dengan metode terestris. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi penggunaan *drone* RTK untuk pengukuran volume *tin slag*.

Sampel penelitian berupa empat tumpukan *tin slag* dan dipotret secara *aerial photogrammetry* menggunakan *drone* RTK dengan tinggi terbang 50 meter, 100 meter, dan 150 meter. Foto udara hasil pemotretan diolah menggunakan aplikasi Pix4D Mapper, dengan *output* berupa *point clouds* dan ortofoto. *Point clouds* digunakan sebagai *input* pada perhitungan volume menggunakan aplikasi AutoCAD. Perhitungan volume juga menggunakan *input* data berupa koordinat topografi tumpukan *tin slag* hasil pengukuran menggunakan *total station* sebagai data pembanding.

Pengolahan foto udara dengan tinggi terbang 100 meter menghasilkan nilai *root mean square error* (RMSE) sebesar 0.016 meter untuk RMSE komponen horizontal dan 0.007 meter untuk RMSE komponen vertikal. Sedangkan pengolahan foto udara dengan tinggi terbang 150 meter yaitu 0.034 meter untuk RMSE komponen horizontal dan 0.039 meter untuk RMSE komponen vertikal. Data foto udara dengan tinggi terbang 50 meter tidak dapat digunakan untuk perhitungan volume disebabkan karena kurangnya *overlapping* antar foto, sehingga pada beberapa area tidak dihasilkan *point clouds*. Persentase selisih nilai volume rata-rata yang dihasilkan dari data dengan tinggi terbang 100 meter dan 150 meter yaitu 1.53%. Sementara itu, persentase selisih nilai volume rata-rata antara metode pengukuran menggunakan *drone* RTK dan *total station* sebesar 3.52% dan tidak mempunyai perbedaan nilai volume yang signifikan berdasarkan uji statistik *t-test*.

Kata kunci: *drone* RTK, *direct georeferencing*, timah, *tin slag*, fotogrametri, perhitungan volume

ABSTRACT

Tin ore processing activities produce tin ore smelting waste called tin slag. Continuous processing of tin ore results in the accumulation of this material more and more, so it needs to be inventoried by measuring the volume of the tin slag piles. Volume measurement of the tin slag pile at PT Timah uses the terrestrial measurement method with a total station. However, the terrestrial measurement method is less efficient in terms of time, so it is necessary to use an alternative and more efficient measurement method. Photogrammetry using the real-time kinematic (RTK) drone with direct georeferencing capability is one method that can be used for faster volume measurements in terms of data acquisition when compared to the terrestrial method. Based on this background, this research is intended to evaluate the use of RTK drone for tin slag volume measurement.

The research sample consisted of four tin slag piles and photographed by aerial photogrammetry using RTK drone with 50 meters, 100 meters, and 150 meters flying height. Aerial images are processed using the Pix4DMapper application with output in the form of point clouds and orthophoto. Point clouds is used as input for volume calculation using AutoCAD applications. Volume calculation also uses topographic coordinates data of tin slag pile that measured using the total station as comparison data.

Aerial image processing with 100 meters flying height resulted in root mean square error (RMSE) of 0.016 meters for the horizontal component and 0.007 meters for the vertical component. While the aerial image processing with 150 meters flying height resulted in RMSE of 0.034 meters for the horizontal component and 0.039 meters for the vertical component. Aerial image data with 50 meters flying height cannot be used for volume calculations due to low overlap between images, which caused point clouds are not generated in some areas. The percentage of average volume difference between data with 100 meters and 150 meters flying height is 1.53%. Meanwhile, the percentage of average volume difference between the measurement method using the RTK drone and the total station is 3.52% and did not have a significant difference in the results of the volume value based on the t-test statistical test.

Keywords: *drone RTK, direct georeferencing, tin, tin slag, photogrammetry, volume calculation*