

PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME *STOCKWASH* MENGGUNAKAN TOTAL STATION DAN UNMANNED AERIAL VEHICLE DI PT. JAGA USAHA SANDAI

Mariano Pratama Model^{*1}, Hendro Purnomo², Laura Puspita Sari³

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta.
Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITNY
e-mail : ^{*1}ariepaokuma@gmail.com, ²hendro.purnomo@itny.ac.id, ³Laura@itny.ac.id

Abstrak

Dalam kegiatan penambangan bauksit di kenal istilah *stockwash*. *Stockwash* adalah tempat penyimpanan sementara bauksit yang digunakan sebagai penyangga antara pengiriman dan produksi bauksit. Manajemen *stockwash* secara periodik perlu dilakukan untuk mengetahui kuantitas bauksit yang masuk dan yang keluar. Salah satu kegiatan utama dalam manajemen *stockwash* bauksit adalah monitoring volume bauksit. Penentuan volume *stockwash* dapat dilakukan dengan cara teritris dan cara ekstra teritris. Salah satu alternatif metode pengukuran yang dapat dilakukan adalah pengukuran menggunakan foto udara dari alat *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). UAV adalah instrument pesawat tanpa awak yang membawa sebuah kamera untuk pemetaan dari udara. Data foto udara tersebut dapat menghasilkan data *point cloud* yang merepresentasikan objek dengan baik dalam waktu yang relatif singkat. Volume yang didapatkan dari data pengukuran detail situasi menggunakan *total station* yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *surpac* pada obyek 1 sebesar 480,86 m³ dan pada obyek 2 sebesar 361,06 m³. Sedangkan data hasil foto udara UAV yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *surpac* didapatkan volume pada obyek 1 sebesar 553,67 m³ dan pada obyek 2 sebesar 407,48 m³. Persentase perbedaan volume terhitung antara kedua data berbeda secara signifikan, yakni obyek 1 sebesar 15,14% dan obyek 2 sebesar 12,85% dan tidak memenuhi standard toleransi perbedaan hasil perhitungan yang ditetapkan ASTM yakni sebesar 2,78%.

Kata kunci: *Total station, UAV dan Volume*

Abstract

Bauxite is one of the mining commodities. In bauxite mining activities, the term stock wash is known. Stockwash is a temporary storage area for bauxite that is used as a buffer between the delivery and production of bauxite. Periodic stock wash management needs to be carried out to determine the quantity of incoming and outgoing bauxite. One of the main activities in bauxite stock wash management is monitoring the volume of bauxite. Determination of stock volume can be done by territories and extra-terroristic methods. One alternative measurement method that can be carried out is measurements using aerial photos from the Unmanned Aerial Vehicle (UAV). UAV is an instrument drone that carries a camera for mapping from the air. The aerial photo data can produce point cloud data that represents objects well in a relatively short time. The volume obtained from the detailed situation measurement data using a total station which is then processed using Surpac software on object 1 is 480.86 m³ and on object 2 is 361.06 m³. While the data from the UAV aerial photo is then processed using Surpac software, the volume on object 1 is 553.67 m³ and on object 2 is 407.48 m³. The percentage difference in a calculated volume between the two data is significantly different, ie object 1 is 15.14% and object 2 is 12.85% and does not meet the tolerance standard for the difference in calculation results set by ASTM, which is 2.78%.

Keywords: *Total station, UAV and Volume*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stockwash adalah tempat penyimpanan sementara bauksit yang digunakan sebagai penyangga antara pengiriman dan produksi bauksit. Manajemen *stockwash* secara periodik perlu dilakukan untuk mengetahui kuantitas bauksit yang masuk dan yang keluar. Salah satu kegiatan utama dalam manajemen *stockwash* bauksit adalah monitoring volume bauksit. Penentuan volume *stockwash* dapat dilakukan dengan cara teritris dan cara ekstra teritris. Metode yang sering digunakan dalam menentukan volume *stockwash* bauksit adalah metode pemetaan teritris. Dasar dari metode teritris ini adalah dengan mengukur sudut dan jarak suatu titik, sehingga di dapatkan titik koordinat (X,Y,Z) sehingga dilakukan perhitungan volume, keterbatasan dari metode teritris yaitu proses akuisisi data lapangan membutuhkan waktu yang lama sehingga kurang efisien dan ketelitian data sangat bergantung pada banyaknya titik pengambilan data di lapangan dan penempatan posisi titiknya. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengukuran *stockwash* bauksit metode cepat, efisien dan menghasilkan data yang akurat serta biaya operasional yang terjangkau.

Salah satu alternatif metode pengukuran yang dapat dilakukan adalah pengukuran menggunakan foto udara dari alat *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). UAV adalah instrument pesawat tanpa awak yang membawa sebuah kamera untuk pemetaan dari udara. Data foto udara tersebut dapat menghasilkan data *point cloud* yang merepresentasikan objek dengan baik dalam waktu yang relative singkat. Kelebihan dari metode pengukuran menggunakan foto udara UAV adalah biaya operasional yang lebih murah dari pada biaya operasional menggunakan total station dengan data hasil pengolahan yang sama yakni berupa *point cloud*. Permasalahan yang sering dihadapi tim surveyor di lapangan ketika melakukan kegiatan survey topografi untuk perhitungan volume pertengahan dan akhir bulan adalah jumlah tumpukan material di *stockwash* yang banyak dan jumlah personil yang kurang, yaitu hanya 3 orang. Sehingga perlu cari opsi lain untuk kegiatan survey topografi yang lebih efektif dan efisien apabila personilnya kurang dari 3 orang. Kelebihan pengukuran foto udara menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle*(UAV) untuk perhitungan volume stockpile yaitu cakupan area pengukurandapat lebih luas, waktu pengukuran relatif singkat dibandingkan dengan menggunakan alat ukur *Electronic Total Station*(ETS), dan menghasilkan data pengukuran yang akurat karena dapat merepresentasikan objek secara detail berupa kumpulan titik berkoordinat 3D yang disebut *point cloud*. *Point cloud* yang dihasilkan dapat mencakup seluruh bentuk objek stockpile batubara yang tidak beraturan, hal tersebut menghasilkan pengukuran yang lebih teliti (Salsabila, 2017). Wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) mampu terbang dan menjelajah pada ketinggian 100-400 meter, dan mampu menghasilkan luas area pengukuran mencapai 600 Ha dalam satu kali misi terbang, sedangkan pengukuran dengan menggunakan alat ukur *Electronic Total Station*(ETS) diperkirakan dapat menghasilkan pengukuran seluas 10 Ha dalam satu hari. Pengukuran menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dapat menyajikan informasi terbaru dengan cepat dan akurat tentang kondisi area pertambangan (Hadiyanto, 2017).

2. METODE PENELITIAN

Penulisan skripsi ini dilakukan berdasarkan studi pustaka dan literatur– literatur. Sehingga diharapkan dapat diperoleh pendekatan penyelesaian masalah. Adapun urutan pengerjaan penulisan yaitu :

2.1 Studi literatur

Dalam hal ini dilakukan dengan menggabungkan antara teori-teori dengan data-data di lapangan, adapun bahan-bahan diperoleh dari instansi yang terkait dengan penelitian ini dan perpustakaan kampus dan daerah.

- Jurnal
- Skripsi

2.2 Penelitian langsung di lapangan

Hal ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

- a) Observasi lapangan yaitu dengan melihat langsung kondisi lapangan daerah penelitian, luas daerah penelitian, luas serta kesampaian daerah serta mencocokkan dengan data-data yang diperoleh.
- b) Cek kembali perumusan masalah yaitu dengan menyesuaikan data-data yang diperoleh agar apa yang telah didapat sesuai dengan yang dibutuhkan untuk masalah yang akan dipecahkan.

2.3 Pengambilan data

Dalam penelitian ini pengambilan data diperoleh dari :

- a) Data primer yaitu : Data yang diambil langsung dilapangan.
 - Data hasil topo TS
Data detail situasi yang didapatkan berupa titik-titik yang mempunyai koordinat dan elevasi (X, Y, Z).
 - Data hasil foto udara
Data yang diambil menggunakan wahana UAV berupa foto yang mempunyai koordinat dan elevasi X, Y, Z sebanyak 307 foto. • Titik koordinat *Ground Control Point* (GCP)
Pengambilan data koordinat GCP menggunakan *total station* dengan metode pengukuran poligon tertutup.
- b) Data sekunder yaitu : Data yang diperoleh dari perusahaan atau instansi.
 - Spesifikasi *Total Station* dan titik koordinat *Benchmark* (BM)
 - Spesifikasi UAV merk DJI Mavic 2 Pro
 - Densitas bauksit : Densitas bauksit yang biasa digunakan perusahaan dalam perhitungan volume material di *stockwash* adalah 1,6 ton/m³.

2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan apabila ada data telah lengkap dan dapat mendukung untuk menyelesaikan masalah. Pengolahan data menggunakan *software surpac 6.6.2* dan *agisoft metashape professional*.

2.5 Analisis Data

Upaya mengolah data menjadi informasi, sehingga karakteristik atau sifat-sifat data tersebut dapat dengan mudah dipahami dan bermanfaat untuk menjawab masalah-masalah yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

2.6 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisa data yang telah diperoleh terhadap permasalahan yang telah diteliti, ditarik suatu kesimpulan. Dari kesimpulan tersebut dapat diberikan saran – saran mengenai permasalahan yang ada. Kesimpulan dan saran ini merupakan hasil akhir (*output*) dari penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi *stockwash* milik PT. Jaga Usaha Sandai, Sandai Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Metode penambangan tambang terbuka dengan sistem penambangan *open cast* dengan menggunakan kombinasi excavator dan dump truck. Kegiatan utama PT. Jaga Usaha Sandai yaitu *striping overburden*, *digging* (penggalian), *loading* (memuat), *hauling* (mengangkut), *dumping* dan proses pencucian bauksit di *washing plant* kemudian ditumpuk dan ditiriskan di *stockwash* ±12 jam. Kegiatan perhitungan volume *stockwash* dilakukan pada pertengahan dan akhir bulan yang dikerjakan oleh 3 orang personel survey.

3.2 Titik Kontrol

3.2.1 Data Koordinat *Benchmark* (BM) *Total Station*

Penentuan koordinat dan elevasi *benchmark* menggunakan alat GPS (*Global Position System*) geodetic dengan akurasi tinggi yaitu sekitar 5-10mm. Pada lokasi yang dilakukan sebagai tempat penelitian *benchmark* yang digunakan ada 2 titik. Dengan data koordinatnya dapat dilihat pada table

Table 1. Koordinat *Benchmark* (BM) *Total Station*

NO	ID BENCH MARK	LOKASI	KOORDINAT		
			N	E	Z
1.	BM 02	WP 1-2	9867304,274	444121,815	46,966
2.	BM 03	WP 1-2	9867312,86	444147,447	46,827

3.2.2 *Ground Control Point* (GCP)

Pengukuran *Ground Control Point* (GCP) dalam penelitian ini menggunakan metode *tachymetry* dengan alat ukur *total station*. Jumlah GCP pada lokasi penelitian sebanyak 4 titik yang tersebar di sekitar area penelitian.

Tabel 2. Koordinat GCP

GCP	X	Y	Z
03	444222,536	9867274,199	33,892
04	444254,768	9867175,823	26,994
05	444138,428	9867208,348	26,659
06	444095,157	9867292,827	32,639

3.3 Hasil Perhitungan Volume Dari Data *Total Station*

Gambar 1. Kontur *Stockwash*

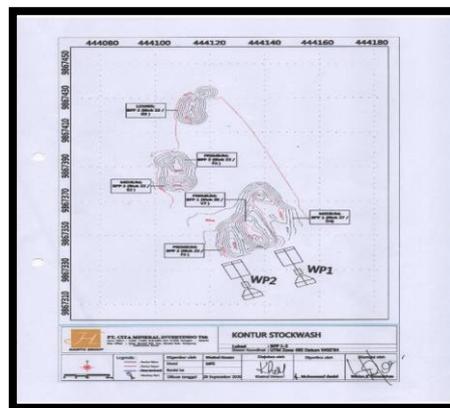


Table 3. Hasil Perhitungan Volume Obyek 1 dan 2 Dari Data *Total Station*

	Obyek 1	Obyek 2
<i>Total station</i>	480,86 m ³	361,06 m ³

3.4 Hasil Perhitungan Dari Data UAV

Hasil dari pengolahan data foto udara yang sebelumnya sudah diproses menggunakan perangkat lunak *agisoft*, kemudian dilanjutkan pengolahan data menggunakan perangkat lunak *surpac*.



Gambar 2. Tampilan 3D Obyek 1 Data UAV



Gambar 3. Tampilan 3D Obyek 2 Data UAV

Tabel 4. Hasil Perhitungan Volume Obyek 1 dan 2 Data UAV

	Obyek 1	Obyek 2
UAV	553,67 m ³	407,48 m ³

3.5 Uji Ketelitian Hasil Pengukuran (%)

Untuk mendapatkan hasil selisih pengukuran volume dari *total station* dan UAV ini menggunakan rumus :

$$\text{Persentase perbedaan (\%)} = \frac{(Volume\ UAV - Volume\ TS)}{Volume\ TS} \times 100\%$$

Selisih perhitungan volume obyek 1 sebesar 15,14%

Selisih perhitungan volume obyek 2 sebesar 12,85%

3.6 Perbandingan Detail Hasil Pengukuran

Pengolahan data point cloud menggunakan perangkat lunak *surpac 6.6.2* yang didapat dari pengolahan data foto udara menggunakan *agisoft metashape pro* dan data *point list* dari *total station*. Selisih jumlah detail/point cloud antara data foto udara dan *total station* juga berbeda sangat jauh. Untuk *detail/point list total station* sebanyak 202 titik, sedangkan *point cloud* data foto udara sebanyak 5.125 titik dengan tingkat kerapatan yang sangat tinggi.

3.7 Analisa Volume

Volume yang didapatkan dari kedua data pengukuran kemudian dilakukan perbandingan volume menggunakan rumus yang sudah ditetapkan dan data dari *total station* yang menjadi referensinya.

Tabel 5. Analisa Volume

	Total station	UAV	Selisih volume (tonase)	keterangan
Obyek 1	480,86	553,67	72,81	Tidak diterima
Obyek 2	361,06	407,48	46,42	Tidak diterima

3.8 Faktor Penyebab Kurang Optimalnya Hasil Pengukuran

1. Pemilihan Instrument Pengukuran

Pemilihan instrument pengukuran yang dimaksud adalah pemilihan alat yang digunakan selama penelitian.

2. Ground Control Point (GCP)

Sebaran dan jumlah GCP lebih diperbanyak dan disebarakan lebih merata karena mengingat RMSE yang dihasilkan dalam penelitian ini masih sangat besar. Sangat disarankan angka RMSE hasil pengolahannya menggunakan satuan milimeter.

3. Independent Check Point (ICP)

Pada penelitian ini tidak menggunakan ICP (*Independent Check Point*) sehingga tidak bisa melihat perbandingan atau selisih dengan GCP.

4. Jumlah detail pengukuran (*Total Station*)

Detail situasi kurang presisi sehingga hasil dari pengukuran detail pengukuran kurang mempresentasikan bentuk tumpukan obyek yang diukur.

5. Kesalahan digitasi *boundry* dan *floor* .

Tidak bisa dihindari juga kesalahan dalam melakukan digitasi pada proses pengolahan data sehingga ada kemungkinan *boundary* diluar atau didalam tumpukan material.

3.9 Usaha Optimalisasi dan Perbaikan Pengambilan Data

1. *Ground Control Point* (GCP), Pengambilan data koordinat untuk *Ground Control Point* (GCP) sebaiknya menggunakan GPS geodetic agar lebih akurat titik koordinatnya.
2. *Independent Check Point*, Penempatan ICP lebih banyak dan ICP bisa juga diletakan di atas tumpukan material/obyek.
3. Detail Situasi *Total Station*, Detail *total station* kurang rapat sehingga tidak mempresentasikan tumpukan material sesuai dengan bentuk topografinya hal ini terjadi karena pengambilan detail secara manual sehingga besar kemungkinan adanya faktor *human error*.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan volume yang telah dilakukan menggunakan data pengukuran dari alat ukur *total station* pada obyek 1 didapatkan nilai volume sebesar 480,86 m³ dan pada obyek 2 didapatkan nilai volume sebesar 361,06 m³. Sedangkan perhitungan volume yang dilakukan menggunakan data dari UAV pada obyek 1 didapatkan nilai volume sebesar 553,67 m³ dan pada obyek 2 didapatkan nilai volume sebesar 407,48 m³. Perbedaan nilai volume satu sama lain dari kedua data yang digunakan secara signifikan.
2. Mengacu pada hasil perbandingan perhitungan volume dari data *total station* dengan data UAV disimpulkan bahwa persentase perbedaan volume terhitung antara kedua data berbeda secara signifikan, yakni obyek 1 sebesar 15,14% dan obyek 2 sebesar 12,85% dan tidak memenuhi standard toleransi perbedaan hasil perhitungan yang ditetapkan ASTM yakni sebesar 2,78%.

5. SARAN

1. Pengambilan data koordinat *ground control point* (GCP) sebaiknya menggunakan GPS geodetic.
2. Pengambilan data menggunakan UAV, pada pengaturan jalur terbang sebaiknya menggunakan pola circular untuk meringankan beban data dan supaya tidak banyak data yang dihapus dalam proses *filtering*.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perbandingan perhitungan volume dari data *total station* dan UAV terhadap data hasil timbangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada PT. Jaga Usaha Sandai dan semua yang telah membantu dalam kegiatan penelitian dilapangan serta tim dosen Program Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadiyanto, S. Anton. (2017). Pemetaan dan Pengawasan Wilayah Pertambangan Menggunakan Drone. Laporan Implementasi Proyek Perubahan, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Riau, Riau.
- Salsabila, Rachmadhiya. (2017). Perbandingan Perhitungan Volume Stockpile Batu Bara Menggunakan Data Terrestrial Laser Scanner (TLS) dan Data Foto Udara Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Skripsi, Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

