

p-ISSN 2657-2451
e-ISSN 2723-6064



IMEJ

Indonesian Mining and Energy Journal

Vol. 5 No. 2 November 2022

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
Universitas Trisakti

imej

Vol.5

No.2

Hal.60-112

Jakarta,
November 2022

p-ISSN
2657-2451



Home (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/index>) / Editorial Team

Editorial Team

Editor in Chief

- Dr. Edy Jamal Tuheteru, ST., MT., Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti

Editors

- Mixsindo Korra Herdyanti, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti
- Ririn Yulianti, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti

Copy Editors

- Christin Palit, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti
- Fadiah SSi, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti
- Riskavania, SPd, MSi, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti

Layout Editors

- Yuga Maulana, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti
- Danu Putra, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti

Reviewer

- Dra. Suliestyah, Msi, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti
- Dr. Masagus Ahmad Azizi, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti
- Dr. Irfan Marwanza, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti
- Dr. Pantjanita Novi Hartami, ST, MT, Prodi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti

Visitors



(<http://s11.flagcounter.com/more/INW>)

[Click here to Submit](#)

(</imej/about/submissions#onlineSubmissions>)



(https://drive.google.com/file/d/1KINHfPIFv_Nvnoempe5RiBjgt4qPtFKZ/view)

1. Author Guideline
(</imej/about/submissions#authorGuidelines>)

2. Focus and Scope
(</imej/about/editorialPolicies#focusAndScope>)

3. Publication Ethics
(</imej/about/editorialPolicies#custom-3>)

4. Editorial Team
(</imej/about/editorialTeam>)

5. Reviewer
(</imej/about/editorialTeam#Reviewer>)

6. Plagiarism Check
(</imej/about/editorialPolicies#custom-1>)

7. Copyright Notice
(</imej/about/submissions#copyrightNotice>)

8. Unique Visits
(https://statcounter.com/p12344272/summary/?account_id=6956411&login_id=1&code=5c3159a3bc57367d6cfab7aa059ead4b&guest_loj)

9. Mailing Address
(</imej/about/contact>)

STATISTICS

View My Stats
(<https://statcounter.com/p12344272/?guest=1>)

Indonesian Mining and Energy Journal Indexed by:



(<https://scholar.google.com/citations?user=Z52MxUoAAAAJ>)



(<https://garuda.kemdikbud.go.id/journal/view/27601>)



(<https://portal.issn.org/resource/ISSN-L/2657-2451>)



(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Platform &
workflow by
OJS / PKP
(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/imej/about/aboutThisPublishingSyst>)

Evaluasi Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone Pada PT Roda Jaya Sakti Site Bete-Bete East 2 Tangofa, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

Mine Progress Evaluation Using UAV/Drone At PT Roda Jaya Sakti Site Bete-Bete East 2 Tangofa, Morowali Regency, Central Sulawesi

Rifqi Sukmoutomo¹, Taat Tri Purwiyono^{1*}, Yuga Maulana¹, Edy Jamal Tuheteru¹, Pantjanita Novi Hartami¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jalan Kyai Tapa No. 1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 11440

*E-mail untuk korespondensi (*corresponding author*): taat.tri@trisakti.ac.id

ABSTRAK – PT. Roda Jaya Sakti (RAJA) merupakan sebuah perusahaan yang bergelut dalam bisnis di bidang Mining Service, Heavy Equipment Rental, dan Kontraktor dengan kantor pusat terletak di kota Makassar Sulawesi Selatan. Dalam kegiatan penambangannya PT. RAJA perlu melakukan perhitungan volume kemajuan tambang untuk mengetahui pencapaian target produksi yang sudah ditetapkan oleh owner yaitu PT. Hengjaya Mineralindo (HM). Perhitungan produksi dapat dilakukan dengan metode pengukuran menggunakan GPS Geodetik secara langsung di lapangan atau secara ditimbang. Namun seiring berkembangnya teknologi, perhitungan volume kemajuan tambang dapat dilakukan dengan metode fotogrametri menggunakan UAV/drone. Dengan itu menjadikan hematnya waktu dan meminimalisir pengeluaran perusahaan. Hasil perbandingan antara metode terestris dengan GPS Geodetik dengan metode fotogrametri menunjukkan selisih rata-rata 8,29%. Sementara toleransi yang diberikan oleh perusahaan adalah 10%, sehingga penggunaan UAV/drone dalam perhitungan kemajuan tambang dapat dipertimbangkan untuk digunakan.

Kata kunci: Open Pit, GPS Geodetik, UAV/pesawat tanpa awak.

ABSTRACT – PT. Roda Jaya Sakti (RAJA) is a company engaged in the business of Mining Service, Heavy Equipment Rental, and Contractors with its head office located in Makassar, South Sulawesi. In its mining activities, PT. RAJA needs to calculate the volume of mine progress to determine the achievement of production targets that have been set by the Owner, namely PT. Hengjaya Mineralindo (HM). Production calculation can be done by measuring method using GPS Geodetic directly in the field or by weighing. However, along with the development of technology, the calculation of the volume of mining progress can be carried out using the photogrammetric method using a UAV/drone. So, it can save time and minimize costs borne by the company. Photogrammetry is a method of mapping objects on the earth's surface using aerial photography as a medium, where object interpretation and geometric measurements are carried out to produce line maps, digital maps and photo maps. The end result is not only a two-dimensional printed map, but a digital map that makes updating and scaling easier.

Keywords: Open Pit, GPS Geodetik, UAV/ Drone

PENDAHULUAN

Tim Survey PT. Roda Jaya Sakti melakukan kegiatan-kegiatan seperti survey, pemetaan, pengukuran volume kemajuan tambang, pencarian lokasi quarry untuk bahanpembangunan jalan dan lain-lain secara terestris menggunakan alat ukur GPS Geodetik. Dengan majunya teknologi saat ini, pengukuran volume kemajuan tambang dapat dilakukan dengan menggunakan metode

fotogrametri dengan UAV/Pesawat tanpa awak (drone). Sehingga perlu dicoba dan dilakukan penelitian lebih intens bagaimana metode fotogrametri ini dapat diterapkan didalam kegiatan penambangan yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja kegiatan pertambangan nikel di PT. Roda Jaya Sakti. Sementara di PT. Roda Jaya Sakti belum pernah sebelumnya untuk mencoba melakukan pengukuran volume kemajuan tambang menggunakan UAV/drone. Maka ada baiknya dicoba digunakan untuk mengetahui sejauh mana ketelitian UAV/drone dalam menghasilkan geometri objek dan mengukur volume kemajuan tambang. Hasilnya nanti dapat diketahui setelah dibandingkan dengan pengukuran yang dilakukan oleh tim survey menggunakan GPS Geodetik. Cara ini dilakukan dengan mengambil gambar dengan wilayah yang luas dari jarak dekat dan tingkat teliti yang besar dalam waktu singkat. Hasil peta fotonya juga dapat memiliki skala yang besar hingga cocok sekali untuk digunakan pada proyek perencanaan. Dalam melakukan pemetaan dengan menggunakan fotogrametri, perlu diketahui titik-titik dan mengacu pada koordinat lokasi plot dalam area pengukuran atau konstruksi. Titik-titik yang ditempatkan disebut Ground Control Points atau Control Point. Titik kontrol tanah (GCP) fungsinya adalah penghubung antara sistem koordinat foto dan sistem koordinat peta. Peta foto memiliki koordinat yang sesuai dari GCP ini dan terhubung dengan area studi. Pengukuran GCP dilakukan dengan menggunakan pengukuran di darat dan wajib terikat pada base station yang dipakai sebagai premarker saat drone mengambil foto udara.

METODE

Data Penelitian

Dalam menjalankan penelitian ini, diperlukan data primer dan sekunder yang akan diolah menjadi maksud dan tujuan dari penelitian ini:

Tabel 1 Data primer dan Sekunder

Data Primer	Keterangan	Data Sekunder
<i>Titik GCP</i>	Pengikat Koordinat	Peta Lokasi Penambangan
<i>Foto Udara</i>	Berupa kumpulan foto UAV	Peta Geologi
		Data DTM

Tabel 1 menunjukkan bahwa data primer terdiri dari titik GCP sebagai pengikat koordinat foto udara, foto udara untuk mengetahui kemajuan tambang. Sedangkan untuk data sekunder terdiri dari peta dan data DTM perusahaan.

Fotogrametri

Pada dasarnya metode fotogrametri memanfaatkan beberapa foto yang diambil secara berurutan, dimana diantara foto yang berurutan harus terdapat pertampalan dari foto ke foto selanjutnya. Pada bagian yang bertampalan satu sama lain (overlap dan sidelap) yang dapat dimodelkan menjadi model 3D. Pengaplikasian fotogrametri memungkinkan pengguna dapat mengetahui informasi geometri pada objek seperti lebar, panjang dan volume melalui data foto yang diambil. Objek dapat diperkirakan ukuran dan volume lewat gambar-gambar yang diambil melalui berbagai arah. Model 3D dapat dipahami sebagai kesatuan gambar digital yang meliputi semua informasi geometri objek yang bersangkutan. Teknik fotogrametri yang digunakan berkaitan dengan pengukuran suatu objek untuk mendapatkan informasi 3D dari beberapa

gambar yang diambil dari posisi berbeda yang menunjukkan objek atau permukaan yang sama.

Unmanned Aerial Vehicle

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau biasa disebut dengan pesawat tanpa awak. Terminologi terbaru UAV fotogrametri menyebutkan bahwa UAV fotogrametri adalah media pengukuran fotogrametri yang dioperasikan dari kejauhan secara semi-otomatis atau secara otomatis tanpa pilot yang berada di platform tersebut (Eisenbei, 2009). UAV dikendalikan oleh seorang atau lebih operator dari permukaan tanah menggunakan kontroler. UAV dapat membawa kamera dan atau sensor yang digunakan untuk melakukan pengambilan foto dari udara. Foto yang didapatkan dari hasil pemotretan menggunakan wahana UAV merupakan foto udara format kecil non-metrik. Dari data foto ini bisa didapatkan nilai posisi tiga dimensi di permukaan bumi dengan menerapkan suatu persamaan tertentu dengan syarat harus lebih dulu diketahui parameter-parameter berikut: sudut kemiringan pemotretan, posisi pemotretan dan ketinggian wahana UAV ketika pengambilan foto (Hafid, 2014).

Ground Control Point

Ground Control Point (GCP) biasa juga disebut titik kontrol tanah yaitu point-point atau tanda yang sengaja dibuat dan ditempatkan di area sekitar lapangan lokasi penelitian, dipakai untuk merubah sistem koordinat udara dengan sistem koordinat tanah suatu objek yang dipetakan. Nantinya titik-titik tersebut akan berguna pada saat foto udara diolah dalam tahap triangulasi udara (Hasyim, 2009). Ground Control Point (GCP) ditempatkan pada lokasi yang strategis di sekitar area penelitian dengan preferensi dan teknis tertentu.



Gambar 1 Ground Control Point

Apabila digunakan secara benar, GCP akan meningkatkan keakuratan peta. Titik kontrol ini berguna memastikan garis lintang dan bujur titik pada peta dengan akurat sesuai berdasarkan koordinat GPS yang aktual. Ini sangat diperlukan dalam kondisi dimana pemetaan presisi dan akurasi diperlukan. Hal penting yang perlu diingat adalah penentuan lokasi GCP yang harus mudah terlihat dalam foto udara. Maka dalam pembuatan GCP ini baiknya digunakan material dengan warna yang mencolok, serta pastikan GCP ukurannya besar agar terlihat dari ketinggian terbang tertentu.

Pengolahan Data dengan *Software Agisoft dan Surpac*

Data metode fotogrametri diolah menggunakan software Agisoft Metashape dan Surpac dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hasil pengambilan foto 1 kali terbang diinput dalam Agisoft Metashape dan mengkalibrasikan dengan koordinat GCP.
2. Membentuk model tiga dimensi (Photo Alignment, Dense Cloud, Mesh dan Tekstur).
3. Membuat data Digital Elevation Model (DEM) dan Orthofoto.
4. Mengeksport data ke file DXF supaya dapat dibaca di Surpac
5. Memasukan file DXF dari Agisoft tadi ke Surpac sehingga terbentuk model tiga dimensi area tambang hasil foto udara.
6. Membuat boundary pada area perhitungan volume.
7. Mendapatkan hipotesis besar volume dari kemajuan tambang yang dihitung.

Pengambilan data dengan metode ground dilakukan dengan menggunakan software Surpac sebagai berikut:

1. Penggabungan hasil pengambilan data selama beberapa hari dengan Surpac (2 Juni 2022 – 7 Juni 2022).
2. Pengolahan data string dari beberapa pengambilan data tersebut untuk mengetahui kemajuannya.
3. Pembuatan boundary kemajuan untuk mengalokasikan perhitungan.
4. Pemodelan tiga dimensi dari data-data yang akan diinput ke dalam format perhitungan volume pada Surpac.
5. Mendapatkan hipotesis besar volume dari kemajuan tambang yang dihitung.

Perhitungan Volume

Perhitungan volume menjadi bagian paling penting untuk perencanaan ataupun pembangunan. Dimensi perhitungan volume adalah meter kubik. Ada tiga metode yang dapat digunakan dalam perhitungan volume, yaitu metode irisan melintang (cross section), metode kontur dan metode borrow pit/spot level.

$$\varepsilon_{\alpha} = \left[\frac{UAV-GPS}{UAV} \times 100\% \right] \quad (2.6)$$

Keterangan:

ε_{α} = Presentase selisih perhitungan volume antara UAV dan GPS Geodetik

UAV = Jumlah cut volume dari pengukuran foto udara dengan drone

GPS = Jumlah cut volume dari pengukuran GPS Geodetik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Titik Ground Control Point

Koordinat masing-masing GCP kemudian diukur dengan GPS Geodetik sistem RTK. Sistem RTK (*Real-Time Kinematic*). Sistem RTK adalah sistem penentuan posisi *real-time* secara diferensial menggunakan data fase. Semua GCP diikat pada satu *Benchmark* milik Badan Informasi Geospasial (BIG) yang terletak di sekitar area, sebagai base lokal. Dengan menggunakan metode ini, peta yang dihasilkan sesuai dengan standar pemetaan dan memiliki referensi koordinat global. Selain itu, pengukuran GCP dilakukan pada titik tertentu menggunakan geodesi GPS rover dan telah ditandai

sebelumnya sebagai penanda dan titik kontrol tanah dalam proses pengolahan foto udara hasil UAV. Empat titik GCP diukur di setiap lokasi penelitian. GCP yang ditanam diharapkan dapat mewakili setiap titik saat memodifikasi koordinat foto udara.

Tabel 2 Koordinat Ground Control Point

Nama GCP	Koordinat		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
GCP_01_BBE2	414958.182	9675838.779	476.867
GCP_02_BBE2	415058.473	9675788.238	472.794
GCP_03_BBE2	415063.281	9676134.617	476.234
GCP_04_BBE2	414871.291	9676092.466	493.829

Setelah mendapatkan titik koordinat GCP, maka dapat dilakukan pengukuran fotogrametri menggunakan wahana UAV/drone,



Gambar 2 Lokasi Ground Control Point

Pengukuran Metode Fotogrametri

Pengukuran dengan metode fotogrametri merupakan kegiatan pemetaan menggunakan wahana UAV/drone yang dapat memetakan seluruh wilayah penelitian sehingga pengamatan hasil kemajuan tambang dapat dilakukan. Pada penelitian ini digunakan drone DJI Mavic Pro. Pengukuran fotogrametri dilakukan satu kali dalam seminggu selama satu bulan. Jadi ada 4 data yang terkumpul untuk selanjutnya diolah dan menghitung volume kemajuan tambang. Namun pada minggu ke 4 drone yang digunakan saat lepas landas menabrak tiang di sekitar area tambang dan mengakibatkan kerusakan pada gimbal drone. Sehingga kamera drone menjadi tidak stabil dan menghasilkan gambar yang buruk. Akhirnya tidak dilanjutkan pengambilan data fotogrametri ke 4 karena drone perlu diperbaiki dikirim ke Head Office Makassar. Dengan sudah dilengkapinya drone

dengan GPS, pengambilan foto udara sudah sangat baik karena setiap foto udaranya sudah mempunyai koordinat. Tetapi nilai koordinat dari pemotretan drone masih kurang akurat. GPS yang terdapat di badan drone masih berupa GPS Handheld dengan tingkat akurasi masih sekitar 3-5 meter. Untuk mendapatkan koordinat dengan tingkat keakuratan tinggi maka saat foto udara diolah diinput pula nilai koordinat titik acuan (GCP) yang sebelumnya telah disebar pada area penelitian dan sudah diketahui koordinatnya. Hasil dari metode fotogrametri adalah beberapa foto udara sesuai dengan jalur terbangnya. Setelah diolah akan diketahui bahwa pada setiap foto udara memiliki ribuan titik koordinat yang terekam pada data, tergantung bagaimana pengaturan pada saat pengolahan oleh software Agisoft. Pada pengukuran dengan metode fotogrametri titik-titik koordinat yang didapat bisa mencapai ratusan ribu hingga jutaan. Ini yang kemudian menjadi penyebab beratnya proses pengolahan data pada Software Agisoft, maka dari itu perlu pengkompresan data atau merubah kualitas foto udara menjadi lebih kecil dari hasil foto aslinya. Pada penelitian ini dilakukan pengkompresan data sebesar 50% dari size asli hasil pengambilan foto udara dengan UAV/drone. Sehingga proses pengolahan data menjadi mudah dan tidak terlalu lama.

Perhitungan Volume Kemajuan Tambang

Perhitungan volume ini dilakukan dengan menggunakan metode surface to surface. Perhitungan dengan menggunakan acuan permukaan awal sebagai base atau dasar perhitungan dibandingkan dengan perubahan permukaan yang terjadi dalam selang waktu tertentu. Perubahan yang dimaksud adalah proses pengalihan dan penimbunan untuk pembuatan akses jalan. Secara umum perubahan yang terjadi dalam penambangan terbagi menjadi dua yaitu Cut (Memotong/Menggali) dan Fill (Pengisian/Penimbunan). Dalam software surpac untuk perhitungan volume dengan metode surface to surface menghasilkan dua data yaitu cut volume dan fill volume, seperti dijelaskan diatas secara otomatis software akan menandai area yang mana menjadi area cut dan area yang menjadi area fill. Secara garis besarnya software akan menandai dengan batasan (boundary) area yang menjadi area cut/penggalan dan area fill/penimbunan sehingga terhitung secara akurat volume yang sudah keluar atau hanya berpindah dalam pit. Cut area adalah batasan area yang tergalikan dalam waktu tertentu sesuai perubahan permukaannya, Fill Area adalah batasan area yang ditimbun dalam waktu tertentu sesuai dengan perubahan permukaannya. Sebelum melakukan proses pengolahan data, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar pada saat proses pengolahan dapat berjalan lancar dan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pertama, perhatikan device yang digunakan apakah support untuk menjalankan Software yang digunakan atau tidak, supaya tidak terjadi error saat sedang proses pengolahan data yang akhirnya harus mengulang lagi dari awal. Kedua, perhatikan data foto udara yang diinput ke dalam Software Agisoft adalah foto udara dengan angle kamera 90 derajat. Apabila ada yang tidak 90 derajat maka dibuang dari proses pengolahan data karena itu akan mengganggu akurasi data *Ground Control Point*. Setelah proses pengolahan data tiga dimensi selesai dan sudah berbentuk orthophoto, maka volume kemajuan tambang pada daerah penelitian dapat dihitung. Sebelum melakukan perhitungan, dibuat boundary perhitungan pada area penelitian. Berikut adalah beberapa hasil koordinat yang diambil dari GPS Geodetik dan koordinat dari UAV/drone.

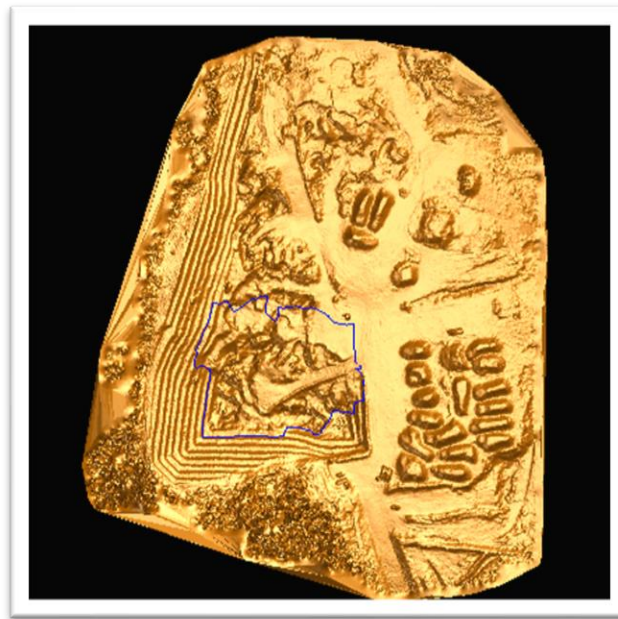
Tabel 3 Contoh Hasil Koordinat GPS Geodetik Tanggal 3 Juni 2022

Point Name	North	East	Elevation
Pt1	9675836	414959.3	477.016
Pt2	9675875	414862.4	465
Pt3	9675915	414867.9	465
Pt4	9675926	414873	465
Pt5	9675932	414881.5	465
Pt6	9675870	414856.6	468
Pt7	9675876	414857.4	468
Pt8	9675916	414862.9	468
Pt9	9675930	414868.9	468
Pt10	9675937	414879.6	467.999
Pt11	9675940	414883.4	468

Tabel 4 Contoh Hasil Koordinat UAV/drone Tanggal 2 Juni 2022

Point Name	North	East	Elevation
DJI_0634	9676019.5	414839.31	553.506
DJI_0635	9675968.3	414839.36	553.606
DJI_0636	9675915	414839.43	553.506
DJI_0637	9675952	414839.44	553.606
DJI_0638	9675887.2	414839.45	553.606
DJI_0639	9675870.9	414839.48	553.606
DJI_0640	9675903.6	414839.48	553.606
DJI_0641	9675935.8	414839.52	553.606
DJI_0642	9676048.5	414868.74	553.706
DJI_0660	9676031.7	414868.76	553.706

Batasan/boundary pengukuran volume kemajuan tambang dapat dilihat pada gambar berikut:

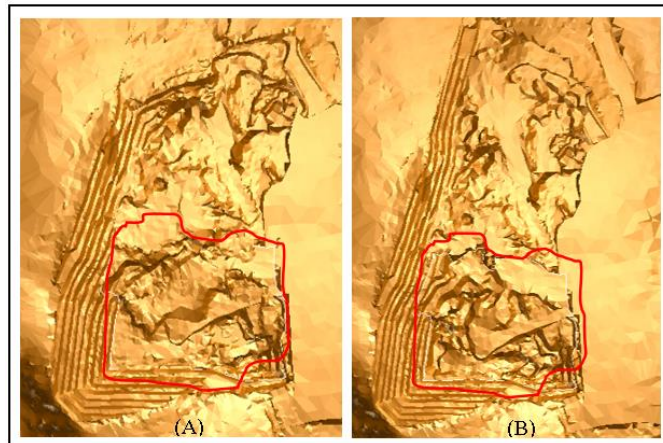


Gambar 3 Boundary Pengukuran Volume Kemajuan Tambang (garis batas berwarna biru) pada Surpac

Pada gambar di atas, *boundary* atau batas pengukuran volume kemajuan tambang ditandai oleh garis berwarna biru. Luas area boundary diketahui 11063m^2 . Setelah membuat batasan pengukuran lalu kita dapat mengukur volume kemajuan area penelitian. Software yang digunakan pada gambar di atas untuk melakukan perhitungan volume kemajuan tambang adalah Surpac. Data fotogrametri dari wahana UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) yang telah diproses melalui beberapa tahap hingga menghasilkan DTM (*Digital Terrain Model*) kemudian kembali diproses untuk mendapatkan volume kemajuan tambang dengan metode cut and fill. Proses perhitungan volume dilakukan dengan cara menampalkan kedua DTM dari pengukuran yaitu dari sebelum dan sesudah situasi terkini berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan. Jadi pada penelitian ini dibandingkan data DTM yang diambil dari perusahaan hasil pengukuran GPS Geodetik dalam dua waktu pengambilan data yang berbeda. Kemudian data DTM tersebut ditumpang tindih dalam pengukuran volume pada Surpac sehingga terlihat perbedaan kondisi area penambangan. Langkah yang sama dilakukan pada data DTM hasil pengukuran UAV/drone. Berikut data DTM yang menggambarkan perbedaan situasi area penambangan dengan pertampalan jarak waktu satu minggu antar data yang diambil.

Perbandingan Volume Kemajuan Tambang

Setelah menghitung volume kemajuan tambang dari kedua metode terestris dan metode fotogrametri maka didapatkan perbandingan perhitungan dalam satuan m^3 .



Gambar 4 Perbedaan situasi pada tanggal 7 Juni 2022 (A) dan 15 Juni 2022 (B) data GPS Geodetik

Tabel 5 Perbandingan Hasil Pengukuran Fotogrametri UAV dan Terestris

Tanggal	UAV	GPS Geodetik	Presentase
2-7 Juni 2022	14426	14785	2,43
7-12 Juni 2022	25655	21058	17,92
2-12 Juni 2022	22124	21058	4,82
Rata-rata			8,29

Digunakan perhitungan untuk dapat hasil presentase di atas. Dengan hasil rata-rata 8,29% penelitian ini dapat diterima karena toleransi pertimpangan yang ditetapkan perusahaan adalah sebesar 10%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan hasil yang sudah didapatkan dari penelitian ini, didapat pula beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Perbandingan volume kemajuan tambang dari UAV dan GPS Geodetik adalah 14426 m³ (UAV) dan 14785 m³ (GPS Geodetik) di tanggal 2-7 Juni 2022, 25655 m³ (UAV) dan 21058 m³ (GPS Geodetik) di tanggal 7-12 Juni 2022, 22124 m³ (UAV) dan 21058 m³ (GPS Geodetik) di tanggal 2-12 Juni 2022.
2. Hasil perbandingan antara metode terestris dengan GPS Geodetik dengan metode fotogrametri menunjukkan selisih rata-rata 8,29%.
3. Dengan selisih ini, pengukuran kemajuan tambang dengan UAV/drone memenuhi standar toleransi yang diberikan oleh perusahaan yaitu toleransi sebesar 10%. Semakin rendah ketinggian foto udara, maka semakin tinggi akurasi data drone yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti, seluruh keluarga besar PT. Lotus SG Lestari, serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan hingga penerbitan penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Husna, Syarifa Naula. Et all. 2016. Penggunaan Parameter Orientasi Eksternal (EO) untuk Optimalisasi Digital Triangulasi Fotogrametri untuk Keperluan Ortophoto. Semarang: Jurnal Geodesi Undip.
- Nursanto, Edy. Et all. 2019. Analisis Produksi Pada Kemajuan Tambang Menggunakan Metode Fotogrametri UAV (Unmanned Aerial Vehicle) di Kuari Batu Gamping PT Semen Indonesia (Persero). Tuban: Jurnal Teknologi Pertambangan UPNYK. Vol. 4, No.2, Tahun 2019.
- Prasetya, Daniel Eka. 2018. Pemetaan Area Pertambangan dengan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Lidar (Studi Kasus: Berau Kalimantan Timur). Yogyakarta: Skripsi, S1 Teknik Geodesi UGM.
- Riftriyas, Haby Junda. 2020. Studi Perbandingan Pengukuran Volume Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone dan Total Station di Bukit Wrangler (WRG) PT. Antam Tbk UBPN Sultra. Jakarta: Skripsi S1 Teknik Pertambangan.
- Sutanto, Samuel Jonson. Et all. 2016. Teknologi Drone untuk Pembuatan Peta Kontur: Studi Kasus Pada kawasan P3SON Hambalang. Yogyakarta: Jurnal Teknik Hidraulik, Pusair.

Evaluasi Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone Pada PT Roda Jaya Sakti Site Bete- Bete East 2 Tangofa, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

by Edy Jamal Tuheteru

Submission date: 31-Jan-2023 03:18PM (UTC+0700)

Submission ID: 2003211505

File name: 2022_-_IMEJ_-_Evaluasi_Kemajuan_Tambang.pdf (588.04K)

Word count: 3306

Character count: 19655

Evaluasi Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone Pada PT Roda Jaya Sakti Site Bete-Bete East 2 Tangofa, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

Mine Progress Evaluation Using UAV/Drone At PT Roda Jaya Sakti Site Bete-Bete East 2 Tangofa, Morowali Regency, Central Sulawesi

Rifqi Sukmoutomo¹, Taat Tri Purwiyono^{1*}, Yuga Maulana¹, Edy Jamal Tuheteru¹, Pantjanita Novi Hartami¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jalan Kyai Tapa No. 1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 11440

*E-mail untuk korespondensi (*corresponding author*): taat.tri@trisakti.ac.id

ABSTRAK – PT. Roda Jaya Sakti (RAJA) merupakan sebuah perusahaan yang bergelut dalam bisnis di bidang Mining Service, Heavy Equipment Rental, dan Kontraktor dengan kantor pusat terletak di kota Makassar Sulawesi Selatan. Dalam kegiatan penambangannya PT. RAJA perlu melakukan perhitungan volume kemajuan tambang untuk mengetahui pencapaian target produksi yang sudah ditetapkan oleh owner yaitu PT. Hengjaya Mineralindo (HM). Perhitungan produksi dapat dilakukan dengan metode pengukuran menggunakan GPS Geodetik secara langsung di lapangan atau secara ditimbang. Namun seiring berkembangnya teknologi, perhitungan volume kemajuan tambang dapat dilakukan dengan metode fotogrametri menggunakan UAV/drone. Dengan itu menjadikan hematnya waktu dan meminimalisir pengeluaran perusahaan. Hasil perbandingan antara metode terestris dengan GPS Geodetik dengan metode fotogrametri menunjukan selisih rata-rata 8,29%. Sementara toleransi yang diberikan oleh perusahaan adalah 10%, sehingga penggunaan UAV/drone dalam perhitungan kemajuan tambang dapat dipertimbangkan untuk digunakan.

Kata kunci: Open Pit, GPS Geodetik, UAV/pesawat tanpa awak.

ABSTRACT – PT. Roda Jaya Sakti (RAJA) is a company engaged in the business of Mining Service, Heavy Equipment Rental, and Contractors with its head office located in Makassar, South Sulawesi. In its mining activities, PT. RAJA needs to calculate the volume of mine progress to determine the achievement of production targets that have been set by the Owner, namely PT. Hengjaya Mineralindo (HM). Production calculation can be done by measuring method using GPS Geodetic directly in the field or by weighing. However, along with the development of technology, the calculation of the volume of mining progress can be carried out using the photogrammetric method using a UAV/drone. So, it can save time and minimize costs borne by the company. Photogrammetry is a method of mapping objects on the earth's surface using aerial photography as a medium, where object interpretation and geometric measurements are carried out to produce line maps, digital maps and photo maps. The end result is not only a two-dimensional printed map, but a digital map that makes updating and scaling easier.

Keywords: Open Pit, GPS Geodetik, UAV/ Drone

PENDAHULUAN

Tim Survey PT. Roda Jaya Sakti melakukan kegiatan-kegiatan seperti survey, pemetaan, pengukuran volume kemajuan tambang, pencarian lokasi quarry untuk bahanpembangunan jalan dan lain-lain secara terestris menggunakan alat ukur GPS Geodetik. Dengan majunya teknologi saat ini, pengukuran volume kemajuan tambang dapat dilakukan dengan menggunakan metode

fotogrametri dengan UAV/Pesawat tanpa awak (drone). Sehingga perlu dicoba dan dilakukan penelitian lebih intens bagaimana metode fotogrametri ini dapat diterapkan didalam kegiatan penambangan yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja kegiatan pertambangan nikel di PT. Roda Jaya Sakti. Sementara di PT. Roda Jaya Sakti belum pernah sebelumnya untuk mencoba melakukan pengukuran volume kemajuan tambang menggunakan UAV/drone. Maka ada baiknya dicoba digunakan untuk mengetahui sejauh mana ketelitian UAV/drone dalam menghasilkan geometri objek dan mengukur volume kemajuan tambang. Hasilnya nanti dapat diketahui setelah dibandingkan dengan pengukuran yang dilakukan oleh tim survey menggunakan GPS Geodetik. Cara ini dilakukan dengan mengambil gambar dengan wilayah yang luas dari jarak dekat dan tingkat teliti yang besar dalam waktu singkat. Hasil peta fotonya juga dapat memiliki skala yang besar hingga cocok sekali untuk digunakan pada proyek perencanaan. Dalam melakukan pemetaan dengan menggunakan fotogrametri, perlu diketahui titik-titik dan mengacu pada koordinat lokasi plot dalam area pengukuran atau konstruksi. Titik-titik yang ditempatkan disebut Ground Control Points atau Control Point. Titik kontrol tanah (GCP) fungsinya adalah penghubung antara sistem koordinat foto dan sistem koordinat peta. Peta foto memiliki koordinat yang sesuai dari GCP ini dan terhubung dengan area studi. Pengukuran GCP dilakukan dengan menggunakan pengukuran di darat dan wajib terikat pada base station yang dipakai sebagai premarker saat drone mengambil foto udara.

METODE

Data Penelitian

Dalam menjalankan penelitian ini, diperlukan data primer dan sekunder yang akan diolah menjadi maksud dan tujuan dari penelitian ini:

Tabel 1 Data primer dan Sekunder

Data Primer	Keterangan	Data Sekunder
Titik GCP	Pengikat Koordinat	Peta Lokasi Penambangan
Foto Udara	Berupa kumpulan foto UAV	Peta Geologi
		Data DTM

Tabel 1 menunjukkan bahwa data primer terdiri dari titik GCP sebagai pengikat koordinat foto udara, foto udara untuk mengetahui kemajuan tambang. Sedangkan untuk data sekunder terdiri dari peta dan data DTM perusahaan.

Fotogrametri

Pada dasarnya metode fotogrametri memanfaatkan beberapa foto yang diambil secara berurutan, dimana diantara foto yang berurutan harus terdapat pertampalan dari foto ke foto selanjutnya. Pada bagian yang bertampalan satu sama lain (overlap dan sidalap) yang dapat dimodelkan menjadi model 3D. Pengaplikasian fotogrametri memungkinkan pengguna dapat mengetahui informasi geometri pada objek seperti lebar, panjang dan volume melalui data foto yang diambil. Objek dapat diperkirakan ukuran dan volume lewat gambar-gambar yang diambil melalui berbagai arah. Model 3D dapat dipahami sebagai kesatuan gambar digital yang meliputi semua informasi geometri objek yang bersangkutan. Teknik fotogrametri yang digunakan berkaitan dengan pengukuran suatu objek untuk mendapatkan informasi 3D dari beberapa

gambar yang diambil dari posisi berbeda yang menunjukkan objek atau permukaan yang sama.

2

Unmanned Aerial Vehicle

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau biasa disebut dengan pesawat tanpa awak. Terminologi terbaru UAV fotogrametri menyebutkan bahwa UAV fotogrametri adalah media pengukuran fotogrametri yang dioperasikan dari kejauhan secara semi-otomatis atau secara otomatis tanpa pilot yang berada di platform tersebut (Eisenbei, 2009). UAV dikendalikan oleh seorang atau lebih operator dari permukaan tanah menggunakan kontroler. UAV dapat membawa kamera dan atau sensor yang digunakan untuk melakukan pengambilan foto dari udara. Foto yang didapatkan dari hasil pemotretan menggunakan wahana UAV merupakan foto udara format kecil non-metrik. Dari data foto ini bisa didapatkan nilai posisi tiga dimensi di permukaan bumi dengan menerapkan suatu persamaan tertentu dengan syarat harus lebih dulu diketahui parameter-parameter berikut: sudut kemiringan pemotretan, posisi pemotretan dan ketinggian wahana UAV ketika pengambilan foto (Hafid, 2014).

1

Ground Control Point

Ground Control Point (GCP) biasa juga disebut titik kontrol tanah yaitu point-point atau tanda yang sengaja dibuat dan di tempatkan di area sekitar lapangan lokasi penelitian, dipakai untuk merubah sistem koordinat udara dengan sistem koordinat tanah suatu objek yang dipetakan. Nantinya titik-titik tersebut akan berguna pada saat foto udara diolah dalam tahap triangulasi udara (Hasyim, 2009). Ground Control Point (GCP) ditempatkan pada lokasi yang strategis di sekitar area penelitian dengan preferensi dan teknis tertentu.



Gambar 1 Ground Control Point

Apabila digunakan secara benar, GCP akan meningkatkan keakuratan peta. Titik kontrol ini berguna memastikan garis lintang dan bujur titik pada peta dengan akurat sesuai berdasarkan koordinat GPS yang aktual. Ini sangat diperlukan dalam kondisi dimana pemetaan presisi dan akurasi diperlukan. Hal penting yang perlu diingat adalah penentuan lokasi GCP yang harus mudah terlihat dalam foto udara. Maka dalam pembuatan GCP ini baiknya digunakan material dengan warna yang mencolok, serta pastikan GCP ukurannya besar agar terlihat dari ketinggian terbang tertentu.

Pengolahan Data dengan Software Agisoft dan Surpac

Data metode fotogrametri diolah menggunakan software Agisoft Metashape dan Surpac dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hasil pengambilan foto 1 kali terbang diinput dalam Agisoft Metashape dan mengkalibrasikan dengan koordinat GCP.
2. Membentuk model tiga dimensi (Photo Alignment, Dense Cloud, Mesh dan Tekstur).
3. Membuat data Digital Elevation Model (DEM) dan Orthofoto.
4. Mengeksport data ke file DXF supaya dapat dibaca di Surpac
5. Memasukan file DXF dari Agisoft tadi ke Surpac sehingga terbentuk model tiga dimensi area tambang hasil foto udara.
6. Membuat boundary pada area perhitungan volume.
7. Mendapatkan hipotesis besar volume dari kemajuan tambang yang dihitung.

Pengambilan data dengan metode ground dilakukan dengan menggunakan software Surpac sebagai berikut:

1. Penggabungan hasil pengambilan data selama beberapa hari dengan Surpac (2 Juni 2022 – 7 Juni 2022).
2. Pengolahan data string dari beberapa pengambilan data tersebut untuk mengetahui kemajuannya.
3. Pembuatan boundary kemajuan untuk mengalokasikan perhitungan.
4. Pemodelan tiga dimensi dari data-data yang akan diinput ke dalam format perhitungan volume pada Surpac.
5. Mendapatkan hipotesis besar volume dari kemajuan tambang yang dihitung.

Perhitungan Volume

Perhitungan volume menjadi bagian paling penting untuk perencanaan ataupun pembangunan. Dimensi perhitungan volume adalah meter kubik. Ada tiga metode yang dapat digunakan dalam perhitungan volume, yaitu metode irisan melintang (cross section), metode kontur dan metode borrow pit/spot level.

$$\varepsilon_{\alpha} = \left[\frac{UAV-GPS}{UAV} \times 100\% \right] \quad (2.6)$$

Keterangan:

ε_{α} = Presentase selisih perhitungan volume antara UAV dan GPS Geodetik

UAV = Jumlah cut volume dari pengukuran foto udara dengan drone

GPS = Jumlah cut volume dari pengukuran GPS Geodetik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Titik Ground Control Point

Koordinat masing-masing GCP kemudian diukur dengan GPS Geodetik sistem RTK. Sistem RTK (*Real-Time Kinematic*). Sistem RTK adalah sistem penentuan posisi *real-time* secara diferensial menggunakan data fase. Semua GCP diikat pada satu *Benchmark* milik Badan Informasi Geospasial (BIG) yang terletak di sekitar area, sebagai base lokal. Dengan menggunakan metode ini, peta yang dihasilkan sesuai dengan standar pemetaan dan memiliki referensi koordinat global. Selain itu, pengukuran GCP dilakukan pada titik tertentu menggunakan geodesi GPS rover dan telah ditandai

sebelumnya sebagai penanda dan titik kontrol tanah dalam proses pengolahan foto udara hasil UAV. Empat titik GCP diukur di setiap lokasi penelitian. GCP yang ditanam diharapkan dapat mewakili setiap titik saat memodifikasi koordinat foto udara.

Tabel 2 Koordinat ²Ground Control Point

Nama GCP	Koordinat		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
GCP_01_BBE2	414958.182	9675838.779	476.867
GCP_02_BBE2	415058.473	9675788.238	472.794
GCP_03_BBE2	415063.281	9676134.617	476.234
GCP_04_BBE2	414871.291	9676092.466	493.829

Setelah mendapatkan titik koordinat GCP, maka dapat dilakukan pengukuran fotogrametri menggunakan wahana UAV/drone,



Gambar 2 Lokasi Ground Control Point

Pengukuran Metode Fotogrametri

Pengukuran dengan metode fotogrametri merupakan kegiatan pemetaan menggunakan wahana UAV/drone yang dapat memetakan seluruh wilayah penelitian sehingga pengamatan hasil kemajuan tambang dapat dilakukan. Pada penelitian ini digunakan drone DJI Mavic Pro. Pengukuran fotogrametri dilakukan satu kali dalam seminggu selama satu bulan. Jadi ada 4 data yang terkumpul untuk selanjutnya diolah dan menghitung volume kemajuan tambang. Namun pada minggu ke 4 drone yang digunakan saat lepas landas menabrak tiang di sekitar area tambang dan mengakibatkan kerusakan pada gimbal drone. Sehingga kamera drone menjadi tidak stabil dan menghasilkan gambar yang buruk. Akhirnya tidak dilanjutkan pengambilan data fotogrametri ke 4 karena drone perlu diperbaiki dikirim ke Head Office Makassar. Dengan sudah dilengkapinya drone

dengan GPS, pengambilan foto udara sudah sangat baik karena setiap foto udaranya sudah mempunyai koordinat. Tetapi nilai koordinat dari pemotretan drone masih kurang akurat. GPS yang terdapat dibadan drone masih berupa GPS Handheld dengan tingkat akurasi masih sekitar 3-5 meter. Untuk mendapatkan koordinat dengan tingkat keakuratan tinggi maka saat foto udara diolah diinput pula nilai koordinat titik acuan (GCP) yang sebelumnya telah disebar pada area penelitian dan sudah diketahui koordinatnya. Hasil dari metode fotogrametri adalah beberapa foto udara sesuai dengan jalur terbangnya. Setelah diolah akan diketahui bahwa pada setiap foto udara memiliki ribuan titik koordinat yang terekam pada data, tergantung bagaimana pengaturan pada saat pengolahan oleh software Agisoft. Pada pengukuran dengan metode fotogrametri titik-titik koordinat yang didapat bisa mencapai ratusan ribu hingga jutaan. Ini yang kemudian menjadi penyebab beratnya proses pengolahan data pada Software Agisoft, maka dari itu perlu pengompresan data atau merubah kualitas foto udara menjadi lebih kecil dari hasil foto aslinya. Pada penelitian ini dilakukan pengompresan data sebesar 50% dari size asli hasil pengambilan foto udara dengan UAV/drone. Sehingga proses pengolahan data menjadi mudah dan tidak terlalu lama.

Perhitungan Volume Kemajuan Tambang

Perhitungan volume ini dilakukan dengan menggunakan metode surface to surface. Perhitungan dengan menggunakan acuan permukaan awal sebagai base atau dasar perhitungan dibandingkan dengan perubahan permukaan yang terjadi dalam selang waktu tertentu. Perubahan yang dimaksud adalah proses pengalihan dan penimbunan untuk pembuatan akses jalan. Secara umum perubahan yang terjadi dalam penambangan terbagi menjadi dua yaitu Cut (Memotong/Menggali) dan Fill (Pengisian/Primbunan). Dalam software surpac untuk perhitungan volume dengan metode surface to surface menghasilkan dua data yaitu cut volume dan fill volume, seperti dijelaskan diatas secara otomatis software akan menandai area yang mana menjadi area cut dan area yang menjadi area fill. Secara garis besarnya software akan menandai dengan batasan (boundary) area yang menjadi area cut/penggalan dan area fill/penimbunan sehingga terhitung secara akurat volume yang sudah keluar atau hanya berpindah dalam pit. Cut area adalah batasan area yang tergali dalam waktu tertentu sesuai perubahan permukaannya, Fill Area adalah batasan area yang ditimbun dalam waktu tertentu sesuai dengan perubahan permukaannya. Sebelum melakukan proses pengolahan data, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan agar pada saat proses pengolahan dapat berjalan lancar dan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pertama, perhatikan device yang digunakan apakah support untuk menjalankan Software yang digunakan atau tidak, supaya tidak terjadi error saat sedang proses pengolahan data yang akhirnya harus mengulang lagi dari awal. Kedua, perhatikan data foto udara yang diinput ke dalam Software Agisoft adalah foto udara dengan angle kamera 90 derajat. Apabila ada yang tidak 90 derajat maka dibuang dari proses pengolahan data karena itu akan mengganggu akurasi data *Ground Control Point*. Setelah proses pengolahan data tiga dimensi selesai dan sudah berbentuk orthophoto, maka volume kemajuan tambang pada daerah penelitian dapat dihitung. Sebelum melakukan perhitungan, dibuat boundary perhitungan pada area penelitian. Berikut adalah beberapa hasil koordinat yang diambil dari GPS Geodetik dan koordinat dari UAV/drone.

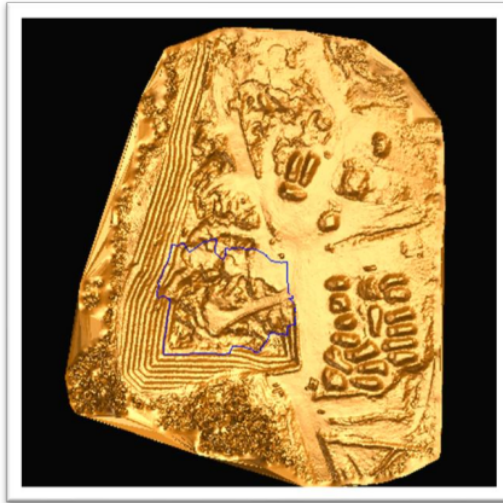
Tabel 3 Contoh Hasil Koordinat GPS Geodetik Tanggal 3 Juni 2022

Point Name	North	East	Elevation
Pt1	9675836	414959.3	477.016
Pt2	9675875	414862.4	465
Pt3	9675915	414867.9	465
Pt4	9675926	414873	465
Pt5	9675932	414881.5	465
Pt6	9675870	414856.6	468
Pt7	9675876	414857.4	468
Pt8	9675916	414862.9	468
Pt9	9675930	414868.9	468
Pt10	9675937	414879.6	467.999
Pt11	9675940	414883.4	468

Tabel 4 Contoh Hasil Koordinat UAV/drone Tanggal 2 Juni 2022

Point Name	North	East	Elevation
DJI_0634	9676019.5	414839.31	553.506
DJI_0635	9675968.3	414839.36	553.606
DJI_0636	9675915	414839.43	553.506
DJI_0637	9675952	414839.44	553.606
DJI_0638	9675887.2	414839.45	553.606
DJI_0639	9675870.9	414839.48	553.606
DJI_0640	9675903.6	414839.48	553.606
DJI_0641	9675935.8	414839.52	553.606
DJI_0642	9676048.5	414868.74	553.706
DJI_0660	9676031.7	414868.76	553.706

Batasan/boundary pengukuran volume kemajuan tambang dapat dilihat pada gambar berikut:

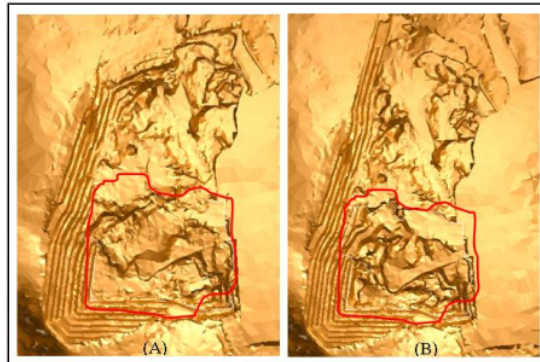


Gambar 3 Boundary Pengukuran Volume Kemajuan Tambang (garis batas berwarna biru) pada Surpac

Pada gambar di atas, *boundary* atau batas pengukuran volume kemajuan tambang ditandai oleh garis berwarna biru. Luas area boundary diketahui 11063m^2 . Setelah membuat batasan pengukuran lalu kita dapat mengukur volume kemajuan area penelitian. Software yang digunakan pada gambar di atas untuk melakukan perhitungan volume kemajuan tambang adalah Surpac. Data fotogrametri dari wahan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) yang telah diproses melalui beberapa tahap hingga menghasilkan DTM (*Digital Terrain Model*) kemudian kembali diproses untuk mendapatkan volume kemajuan tambang dengan metode cut and fill. Proses perhitungan volume dilakukan dengan cara menampalkan kedua DTM dari pengukuran yaitu dari sebelum dan sesudah situasi terkini berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan. Jadi pada penelitian ini dibandingkan data DTM yang diambil dari perusahaan hasil pengukuran GPS Geodetik dalam dua waktu pengambilan data yang berbeda. Kemudian data DTM tersebut ditumpang tindih dalam pengukuran volume pada Surpac sehingga terlihat perbedaan kondisi area penambangan. Langkah yang sama dilakukan pada data DTM hasil pengukuran UAV/drone. Berikut data DTM yang menggambarkan perbedaan situasi area penambangan dengan pertampalan jarak waktu satu minggu antar data yang diambil.

Perbandingan Volume Kemajuan Tambang

Setelah menghitung volume kemajuan tambang dari kedua metode terestris dan metode fotogrametri maka didapatkan perbandingan perhitungan dalam satuan m^3 .



Gambar 4 Perbedaan situasi pada tanggal 7 Juni 2022 (A) dan 15 Juni 2022 (B) data GPS Geodetik

Tabel 5 Perbandingan Hasil Pengukuran Fotogrametri UAV dan Terestris

Tanggal	UAV	GPS Geodetik	Presentase
2-7 Juni 2022	14426	14785	2,43
7-12 Juni 2022	25655	21058	17,92
2-12 Juni 2022	22124	21058	4,82
Rata-rata			8,29

Digunakan perhitungan untuk dapat hasil presentase di atas. Dengan hasil rata-rata 8,29% penelitian ini dapat diterima karena toleransi pertimpangan yang ditetapkan perusahaan adalah sebesar 10%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan hasil yang sudah didapatkan dari penelitian ini, didapat pula beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Perbandingan volume kemajuan tambang dari UAV dan GPS Geodetik adalah 14426 m³ (UAV) dan 14785 m³ (GPS Geodetik) di tanggal 2-7 Juni 2022, 25655 m³ (UAV) dan 21058 m³ (GPS Geodetik) di tanggal 7-12 Juni 2022, 22124 m³ (UAV) dan 21058 m³ (GPS Geodetik) di tanggal 2-12 Juni 2022.
2. Hasil perbandingan antara metode terestris dengan GPS Geodetik dengan metode fotogrametri menunjukkan selisih rata-rata 8,29%.
3. Dengan selisih ini, pengukuran kemajuan tambang dengan UAV/drone memenuhi standar toleransi yang diberikan oleh perusahaan yaitu toleransi sebesar 10%. Semakin rendah ketinggian foto udara, maka semakin tinggi akurasi data drone yang dihasilkan.

8

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti, seluruh keluarga besar PT. Lotus SG Lestari, serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan hingga penerbitan penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Husna, Syarifa Naula. Et all. 2016. Penggunaan Parameter Orientasi Eksternal (EO) untuk Optimalisasi Digital Triangulasi Fotogrametri untuk Keperluan Ortophoto. Semarang: Jurnal Geodesi Undip.
- Nursanto, Edy. Et all. 2019. Analisis Produksi Pada Kemajuan Tambang Menggunakan Metode Fotogrametri UAV (Unmanned Aerial Vehicle) di Kuari Batu Gamping PT Semen Indonesia (Persero). Tuban: Jurnal Teknologi Pertambangan UPNYK. Vol. 4, No.2, Tahun 2019.
- Prasetya, Daniel Eka. 2018. Pemetaan Area Pertambangan dengan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Lidar (Studi Kasus: Berau Kalimantan Timur). Yogyakarta: Skripsi, S1 Teknik Geodesi UGM.
- Riftriyas, Haby Junda. 2020. Studi Perbandingan Pengukuran Volume Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone dan Total Station di Bukit Wrangler (WRG) PT. Antam Tbk UBPN Sultra. Jakarta: Skripsi S1 Teknik Pertambangan.
- Sutanto, Samuel Jonson. Et all. 2016. Teknologi Drone untuk Pembuatan Peta Kontur: Studi Kasus Pada kawasan P3SON Hambalang. Yogyakarta: Jurnal Teknik Hidraulik, Pusair.

Evaluasi Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone Pada PT Roda Jaya Sakti Site Bete-Bete East 2 Tangofa, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

media.neliti.com

Internet Source

3%

2

core.ac.uk

Internet Source

1%

3

repository.trisakti.ac.id

Internet Source

1%

4

idoc.pub

Internet Source

1%

5

Submitted to Universitas Jambi

Student Paper

1%

6

zonaspasial.com

Internet Source

1%

7

docplayer.info

Internet Source

1%

8

www.researchgate.net

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches

< 15 words

Exclude bibliography On

Evaluasi Kemajuan Tambang Menggunakan UAV/Drone Pada PT Roda Jaya Sakti Site Bete-Bete East 2 Tangofa, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10