



Analisis Perbandingan Volume Stockpile Batubara Menggunakan Data Foto Udara *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Mavic 3 Pro* dengan Hasil *Truck Count* di PT. Mitra Barito

Albertus Niko Liswanto^{1*}, Hepriyandi L. Djanas Usup², Ferdinandus³, Yustinus Hendra Wiryanto⁴, Asri Fridtriyanda⁵

¹⁻⁵Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangkaraya, Indonesia

Email: albertusnikoliswanto@gmail.com¹⁻⁵

*Korespondensi penulis: albertusnikoliswanto@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze a comparison of coal stockpile volumes using the DJI Mavic 3 Pro Unmanned Aerial Vehicle (UAV) method versus the truck count method at PT. Mitra Barito. Data collection was conducted through aerial photography using a UAV at altitudes of 60 meters and 70 meters, as well as Ground Control Point (GCP) measurements using GPS. The aerial imagery data was processed using photogrammetry software to generate orthophotos and a Digital Elevation Model (DEM), followed by a geometric accuracy test based on the Geospatial Information Agency Regulation No. 6 of 2018, using the Circular Error 90% (CE90) and Linear Error 90% (LE90) parameters. The research results show that high-quality processing at an altitude of 60 meters yields a CE90 value of 2.1619 meters and an LE90 value of 4.3656 meters, thereby meeting the accuracy standards for RBI maps at a scale of 1:5,000, Class 3 for horizontal accuracy, and a scale of 1:10,000, Class 3 for vertical accuracy. Volume calculations of the stockpile using UAVs yielded a result of 22,750.900 m³, while the truck count method produced a volume of 23,503.300 m³. The volume difference between the two methods was 753.400 m³, with a deviation percentage of 3.2%. Based on the research results, the UAV method is considered capable of providing relatively accurate calculations of coal stockpile volume.*

Keywords: *Coal Stockpile; Photogrammetry; Truck Count; UAV; Volume.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan volume stockpile batubara menggunakan metode Unmanned Aerial Vehicle (UAV) DJI *Mavic 3 Pro* dengan metode *truck count* di PT. Mitra Barito. Pengambilan data dilakukan melalui pemotretan udara menggunakan UAV pada ketinggian 60 meter dan 70 meter serta pengukuran Ground Control Point (GCP) menggunakan GPS. Data foto udara diolah menggunakan perangkat lunak fotogrametri untuk menghasilkan orthofoto dan *Digital Elevation Model (DEM)*, kemudian dilakukan uji ketelitian geometri berdasarkan peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 dengan parameter *Circular Error 90% (CE90)* dan *linear Error 90% (LE90)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pengolahan high pada ketinggian 60 meter menghasilkan nilai CE90 sebesar 2,1619 meter dan LE90 sebesar 4,3656 meter sehingga memenuhi standar ketelitian peta RBI skala 1:5.000 kelas 3 untuk ketelitian horizontal dan skala 1:10.000 kelas 3 untuk ketelitian vertikal. Perhitungan volume stockpile menggunakan UAV memperoleh hasil sebesar 22.750,900 M³, sedangkan metode *truck count* menghasilkan volume sebesar 23.503,300 M³. Selisih volume antara kedua metode sebesar 753,400 M³ dengan persentase deviasi sebesar 3,2%. Berdasarkan hasil penelitian, metode UAV dinilai mampu memberikan hasil perhitungan volume stockpile batubara yang relatif akurat.

Kata kunci: Fotogrametri; *Stockpile Batubara; Truck Count; UAV; Volume.*

1. LATAR BELAKANG

Monitoring volume stockpile batubara Tommy Trides, & Agus Winarno, (2025). merupakan salah satu kegiatan penting dalam industri pertambangan untuk mengetahui jumlah material yang tersedia serta mendukung kegiatan produksi dan penjualan batubara. Perhitungan volume *stockpile* umumnya dilakukan menggunakan metode survei terestris maupun metode *truck count*. Namun, metode *truck count* sering menghasilkan perbedaan data karena dipengaruhi oleh faktor kapasitas muatan, kondisi material, dan kesalahan pencatatan ritase.

Selain itu, pengukuran secara terestris membutuhkan waktu yang relatif lebih lama pada area yang luas.

Perkembangan teknologi fotogrametri menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau *drone* menjadi salah satu alternatif yang lebih efektif dan efisien dalam kegiatan pemetaan dan perhitungan volume *stockpile* batubara. Penggunaan UAV memungkinkan proses pengambilan data dilakukan lebih cepat dengan cakupan area yang luas serta menghasilkan data berupa *orthofoto* dan *Digital Elevation Model* (DEM) yang dapat digunakan untuk perhitungan volume secara digital. Dalam penelitian ini digunakan UAV DJI *Mavic 3 Pro* dengan bantuan perangkat lunak *Agisoft Metashape Professional* untuk mengolah data foto udara.

Selain perhitungan volume, kualitas hasil pemetaan UAV perlu diuji melalui ketelitian geometri berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 menggunakan parameter *Circular Error 90%* (CE90) dan *Linear Error 90%* (LE90). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi data hasil fotogrametri sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam *monitoring stockpile* batubara.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan volume *stockpile* batubara menggunakan data foto udara UAV DJI *Mavic 3 Pro* dengan hasil *truck count* di PT. Mitra Barito. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam penerapan teknologi UAV untuk *monitoring* volume *stockpile* batubara secara cepat, efisien, dan akurat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di area *jetty* PT. Mitra Barito yang berada di Kecamatan Montallat, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah pada bulan April hingga Mei 2025. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengambilan data lapangan, pengolahan data fotogrametri, uji ketelitian geometri, serta analisis perbandingan volume *stockpile* batubara menggunakan metode UAV dan *truck count*.

Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), metode fotogrametri, uji ketelitian geometri, dan perhitungan volume *stockpile* batubara. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan untuk mengetahui kondisi area penelitian serta menentukan titik *Ground Control Point* (GCP).

Pengambilan data dilakukan menggunakan UAV DJI *Mavic 3 Pro* pada ketinggian terbang 60 meter dan 70 meter. Sebelum penerbangan dilakukan pemeriksaan peralatan *drone* dan pemasangan *Ground Control Point* (GCP) sebagai titik kontrol untuk koreksi geometrik.

Koordinat GCP diukur menggunakan GPS agar hasil foto udara memiliki ketelitian posisi yang baik. Setelah itu dilakukan pengambilan foto udara secara manual pada area *stockpile* batubara.

Data foto udara hasil penerbangan kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape Professional* melalui tahapan *align photos*, *georeferencing*, *dense point cloud*, *orthomosaic*, dan pembentukan *Digital Elevation Model* (DEM). Hasil pengolahan berupa *orthofoto* dan DEM digunakan untuk perhitungan volume *stockpile* batubara menggunakan metode *cut and fill*.

Uji ketelitian geometri dilakukan berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 dengan menghitung nilai *Root Mean Square Error* (RMSE), *Circular Error 90%* (CE90), dan *Linear Error 90%* (LE90). Nilai CE90 digunakan untuk mengetahui ketelitian horizontal, sedangkan LE90 digunakan untuk mengetahui ketelitian vertikal hasil pemetaan UAV.

Perhitungan CE90 dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$CE90 = 1.5175 \times RMSE_r$$

Perhitungan LE90 dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$LE90 = 1.6499 \times RMSE_z$$

Keterangan:

RMSE_r = Root Mean Square Error horizontal

RMSE_z = Root Mean Square Error vertikal

Perhitungan volume menggunakan metode *truck count* dilakukan berdasarkan jumlah ritase *dump truck* dan kapasitas vessel alat angkut dengan persamaan (Muhammad Rizal Apriyadi dkk, 2017) berikut:

$$\text{Truck Count} = n \times C$$

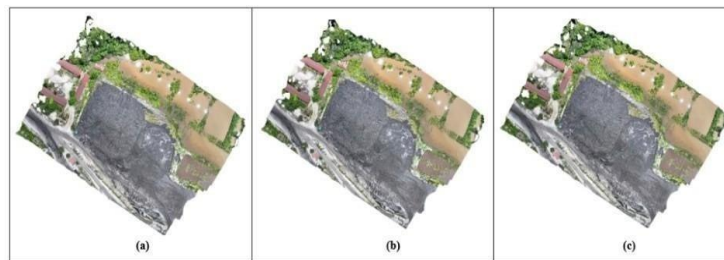
Keterangan:

- a. n = jumlah ritase
- b. C = kapasitas vessel *dump truck*

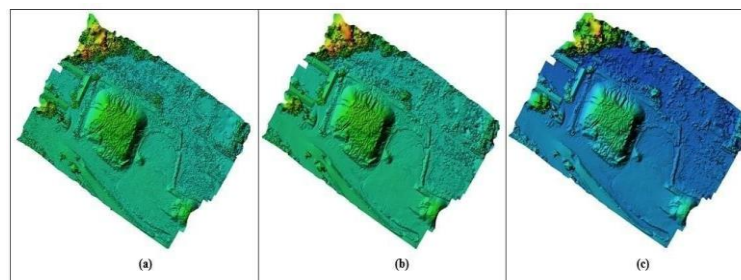
Tahap akhir penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan volume *stockpile* batubara menggunakan UAV dengan hasil *truck count* untuk mengetahui selisih volume dan persentase deviasi antara kedua metode tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data foto udara menggunakan UAV DJI *Mavic 3 Pro* menghasilkan data berupa orthofoto dan *Digital Elevation Model* (DEM) yang digunakan untuk analisis ketelitian geometri dan perhitungan volume stockpile batubara. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Agisoft Metashape Professional* dengan variasi kualitas pengolahan *low*, *medium*, dan *high* serta ketinggian terbang 60 meter dan 70 meter.



Gambar 1. Hasil Orthofoto High (a), Medium (b) dan Low (c).



Gambar 2. Hasil DEM High (a), Medium (b) dan Low (c).

Uji ketelitian geometri dilakukan berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 menggunakan parameter *Circular Error 90%* (CE90) untuk ketelitian horizontal dan *Linear Error 90%* (LE90) untuk ketelitian vertikal. Berdasarkan hasil pengolahan, nilai CE90 berkisar antara 1,7862 meter hingga 2,5666 meter. Nilai terbaik diperoleh pada kualitas *low* dengan ketinggian 60 meter sebesar 1,7862 meter, sedangkan pada kualitas *high* dengan ketinggian 60 meter diperoleh nilai CE90 sebesar 2,1619 meter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data orthofoto memenuhi standar ketelitian peta RBI skala 1:5.000 kelas 3.

Perhitungan CE90 dilakukan menggunakan persamaan:

$$CE90 = 1.5175 \times RMSE_r$$

Selain ketelitian horizontal, dilakukan juga pengujian ketelitian vertikal menggunakan parameter LE90. Hasil pengolahan menunjukkan nilai LE90 berkisar antara 2,8484 meter hingga 4,3656 meter. Nilai LE90 pada kualitas *high* dengan ketinggian 60 meter sebesar 4,3656 meter sehingga masih memenuhi standar ketelitian peta RBI skala 1:10.000 kelas 3. Nilai

tersebut menunjukkan bahwa hasil pengolahan data UAV memiliki tingkat ketelitian yang cukup baik untuk kegiatan *monitoring stockpile* batubara.

Perhitungan LE90 dilakukan menggunakan persamaan:

$$LE90 = 1.6499 \times RMSE_z \quad LE90 = 1.6499 \times RMSE_z$$

Tabel 1. Ketelitian Horizontal.

Kualitas Wahana UAV/Drone	Ketinggian	RMSEr	CE90	Skala Peta	Kelas
Low	60	1,1770	1,7862		2
	70	1,6913	2,5666		3
Medium	60	1,3480	2,0456	1 : 5.000	3
	70	1,6294	2,4726		3
High	60	1,4246	2,1619		3
	70	1,6091	2,4419		3

Tabel 2. Ketelitian Vertikal.

Kualitas Wahana UAV/Drone	Ketinggian	RMSEz	LE90	Skala Peta	Kelas
Low	60	1,7264	2,8484		2
	70	1,9844	3,2741		2
Medium	60	2,3242	3,8347		3
	70	1,9919	3,2865	1 : 10.000	2
High	60	2,6460	4,3656		3
	70	2,1311	3,5162		2

Berdasarkan hasil pengolahan DEM dan orthofoto, dilakukan perhitungan volume stockpile batubara menggunakan metode *cut and fill*. Hasil perhitungan volume menggunakan UAV diperoleh sebesar 22.750,900 m³. Selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan metode *truck count* berdasarkan jumlah *ritase dump truck* dan kapasitas *vessel* alat angkut. Hasil perhitungan *truck count* diperoleh sebesar 23.503,300 m³.

Hasil perbandingan menunjukkan selisih volume antara metode UAV dan *truck count* sebesar 753,400 m³ dengan persentase deviasi sebesar 3,2%. Perbedaan hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti ketidaksesuaian kapasitas muatan aktual *dump truck*, kesalahan pencatatan ritase, kondisi permukaan stockpile, serta pengaruh resolusi data foto udara terhadap model permukaan yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode fotogrametri menggunakan UAV DJI *Mavic 3 Pro* dapat digunakan sebagai alternatif dalam monitoring volume stockpile batubara karena mampu menghasilkan data yang relatif cepat, efisien, dan memiliki tingkat ketelitian yang memenuhi standar ketelitian geometri berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di area *jetty* PT. Mitra Barito, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Pengukuran volume stockpile batubara menggunakan metode fotogrametri UAV DJI Mavic 3 Pro mampu menghasilkan data orthofoto dan *Digital Elevation Model* (DEM) yang dapat dimanfaatkan untuk perhitungan volume stockpile batubara secara efektif dan efisien. Hasil uji ketelitian geometri menunjukkan bahwa kualitas *high* pada ketinggian terbang 60 meter menghasilkan nilai CE90 sebesar 2,1619 meter dan LE90 sebesar 4,3656 meter. Berdasarkan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018, hasil tersebut telah memenuhi standar ketelitian peta RBI kelas 3 untuk skala 1:5.000 pada ketelitian horizontal dan skala 1:10.000 pada ketelitian vertikal. Hasil perhitungan volume stockpile batubara menggunakan UAV diperoleh sebesar 22.750,900 m³, sedangkan perhitungan menggunakan metode *truck count* sebesar 23.503,300 m³.

Selisih volume antara kedua metode tersebut adalah 753,400 m³ dengan persentase deviasi sebesar 3,2%. Berdasarkan perbandingan tersebut, metode UAV dapat digunakan sebagai alternatif dalam monitoring volume stockpile batubara karena mampu memberikan hasil yang relatif akurat serta memerlukan waktu pengambilan data yang lebih cepat dibandingkan metode konvensional.

DAFTAR REFERENSI

- Apriyadi, M. R., Syahrudin, & Purwoko, B. (2017). *Kajian teknis manajemen penimbunan batubara di ROM stockpile PT Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun dan Karangan Kabupaten Kutai Timur Kalimantan Timur*. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- Arfaini, J., & Handayani, H. H. (2016). Analisa foto udara untuk DEM dengan metode TIN, IDW, dan kriging. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17382>
- Auningsih, S. W. N., Rohmaeni, D., Megasukma, Y., & Zahar, W. (2021). Pemodelan stockpile menggunakan metode fotogrametri dengan wahana UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) di PT Triaryani. *Jurnal Geomine*, 9(2), 141–149. <https://doi.org/10.33536/jg.v9i2.958>
- Badan Informasi Geospasial. (2014). *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang pedoman teknis ketelitian peta dasar*. Badan Informasi Geospasial.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). *Peraturan Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2018 tentang perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang pedoman teknis ketelitian peta dasar*. Badan Informasi Geospasial.

- Hadi, S., & Rizani, A. (2023). Perbandingan volume overburden berdasarkan hasil pengukuran metode *cut and fill* dengan metode *truck count*. *Jurnal Poros Teknik*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.31961/porosteknik.v15i1.1647>
- Halimi, K. (2018). *Pemodelan dan perhitungan volume stockpile dengan wahana UAV (Unmanned Aerial Vehicle) pada wilayah penambangan PT Lhoong Setia Mining* (Skripsi, Universitas Syiah Kuala).
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). *Keputusan Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Nomor 17.K/HK.02/DJB.S/2023 tentang petunjuk teknis pemetaan dan evaluasi kemajuan tambang mineral dan batubara dengan menggunakan teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Khoirriyah, L. (2025). *Evaluasi ketelitian perhitungan volume stockpile batubara menggunakan foto udara unmanned aerial vehicle berdasarkan tinggi terbang dan jumlah ground control point* (Proyek Akhir, Universitas Gadjah Mada). <https://doi.org/10.22146/jgst.v4i2.23893>
- Kristianie, Y. (2023). *Perhitungan volume timbunan batubara menggunakan unmanned aerial vehicle (UAV) Mavic Air 2 di PT Mitra Barito Lumbang Energi Site PT Kalimantan Prima Nusantara (KPN)* (Skripsi, Universitas Palangka Raya).
- Pribadi, K. K. (2016). *Pengukuran dan pemetaan ground control point (GCP) dalam misi pemotretan udara di area pembangkit listrik tenaga air Ketenger Kabupaten Banyumas*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Soendjojo, H., & Riqqi, A. (2012). *Kartografi*. Institut Teknologi Bandung.
- Tao, C. V. (2002). Principles and applications of photogrammetry. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(1), 7–10.
- Wolf, P. R., & Dewitt, B. A. (2000). *Elements of photogrammetry with applications in GIS* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Nurhidayatullah Am, Shalaho Dina Devy, Lucia Litha Respati, Ardhan Ismail, Tommy Trides, & Agus Winarno. (2025). Pengaruh curah hujan terhadap produksi alat angkut batubara PT Bima Nusa Internasional Pit Susubang Jobsite PT Kideco Jaya Agung Kecamatan Muara Komam Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, 3(3), 14–35. <https://doi.org/10.61132/globe.v3i3.936>