

Analisis Volumetrik Bahan Galian Tertambang dengan Menggunakan Metode Fotogrametri di PT Bumi Kalimantan Lestari, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Viona Nathasya Gunawan^{*}, Noor Fauzi Isniarno, Iswandar

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*vionanathasya08@gmail.com,
iswandar230390@gmail.com

noor.fauzi.isniarno@gmail.com,

Abstract. PT Bumi Kalimantan Lestari (BKL) is a mining company in Indonesia engaged in the mining industry sector, especially andesite. In each mining activity, the management of the stages from exploration to production is carried out properly in accordance with the guidelines for implementing good mining principles in order to achieve the production targets that have been planned. PT BKL has a production target in March of 14,500 BCM with actual production of 12,825 BCM. To obtain accurate production calculations, the photogrammetric method is used. The photogrammetric method is science and technology used to obtain information about physical objects and the environment by using the principles of photography and electromagnetic images to determine characteristics such as size, shape and position of objects used as observations or research. This aerial photo shoot uses Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology, which is an unmanned aircraft that can perform photogrammetry automatically in the air. Field data acquisition process uses Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology, this data processing technique uses photogrammetric techniques with flight path planning stages, Ground Control Point (GCP) point measurements and Benchmark points which are then tied to BIG's CORS points to produce higher control point accuracy, Dense Cloud Point to produce Digital Terrain Model (DTM), and orthophoto. The calculation of the volume of minerals using the close-range photogrammetry method in the resulting model has a volume difference with the actual production results, namely 1,536 BCM with a percentage of 11.9%.

Keywords: *Photogrammetry, Unmanned Aerial Vehicle, Ground Control Point.*

Abstrak. PT Bumi Kalimantan Lestari (BKL) merupakan salah satu perusahaan tambang di Indonesia yang bergerak dalam sektor industri pertambangan khususnya batu andesit. Dalam setiap kegiatan pertambangannya, pengelolaan tahapan mulai dari eksplorasi hingga produksi dilakukan secara baik sesuai pedoman pelaksanaan kaidah pertambangan yang baik guna mencapai target produksi yang sudah direncanakan. PT BKL memiliki target produksi pada bulan Maret sebesar 14.500 BCM dengan produksi aktual 12.825 BCM. Untuk mendapatkan perhitungan produksi yang akurat dilakukan menggunakan metode fotogrametri. Metode fotogrametri merupakan ilmu pengetahuan dan teknologi yang digunakan untuk memperoleh informasi tentang fisik obyek dan lingkungan dengan menggunakan prinsip fotografi dan gambar elektromagnetik untuk menentukan karakteristik seperti ukuran, bentuk dan posisi obyek yang dijadikan sebagai pengamatan atau penelitian. Pemotretan foto udara ini menggunakan teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yaitu pesawat tanpa awak yang bisa melakukan fotogrametri secara otomatis di udara. Proses akuisisi data lapangan menggunakan teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV), teknik pengolahan data ini menggunakan teknik fotogrametri dengan tahapan perencanaan jalur terbang, pengukuran titik Ground Control Point (GCP) dan titik Benchmark yang kemudian diikatkan dengan titik CORS milik BIG supaya menghasilkan ketelitian titik control yang lebih tinggi, Dense Cloud Point untuk menghasilkan Digital Terrain Model (DTM), dan ortofoto. Perhitungan volume bahan galian menggunakan metode fotogrametri jarak dekat pada model yang dihasilkan memiliki selisih volume dengan hasil produksi aktual yaitu sebesar 1.536 BCM dengan persentase 11,9%.

Kata Kunci: *Fotogrametri, Unmanned Aerial Vehicle, Ground Control Point.*

A. Pendahuluan

PT Bumi Kalimantan Lestari (BKL) merupakan salah satu perusahaan tambang di Indonesia yang bergerak dalam sektor industri pertambangan khususnya batu andesit. Perusahaan ini berlokasi di Desa Andir, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Kegiatan penambangan yang dilakukan terdiri dari pengeboran, peledakan, pemuatan, pengangkutan dan pengolahan dengan menggunakan sistem penambangan kuari (quarry) dan menggunakan metode penambangan jenjang bertingkat (multiple bench). Dalam setiap kegiatan pertambangannya, pengelolaan tahapan mulai dari eksplorasi hingga produksi dilakukan secara baik sesuai pedoman pelaksanaan kaidah pertambangan yang baik guna mencapai target produksi yang sudah direncanakan. PT BKL memiliki target produksi pada bulan Maret sebesar 14.500 BCM dengan produksi aktual 12.825 BCM.

Macam-macam perhitungan produksi dapat dilakukan dengan metode pengukuran secara langsung di lapangan atau menggunakan metode timbangan. Namun metode tersebut membutuhkan tenaga kerja dan waktu serta biaya lebih yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Metode pengukuran langsung di lapangan juga dianggap memiliki tingkat akurasi yang rendah karena kondisi bahan galian yang dihasilkan dari front penambangan berbentuk irregular. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya terobosan baru yang inovatif serta efisien menentukan hasil produksi di PT Bumi Kalimantan Lestari sehingga dapat menghemat waktu serta meminimalisir biaya yang ditanggung perusahaan. Metode fotogrametri menggunakan drone dapat dijadikan salah satu metode yang digunakan sebagai perhitungan produksi.

Berdasarkan pada komoditas tambang yang dimiliki PT Bumi Kalimantan Lestari yaitu batu andesit, maka perhitungan produksi yang dilakukan cocok menggunakan metode fotogrametri menggunakan drone. Pengukuran menggunakan drone merupakan salah satu metode yang dapat diaplikasikan karena memiliki kelebihan dibandingkan hasil pengukuran langsung di lapangan. Kelebihan dari pengukuran menggunakan drone yaitu waktu pengukuran relatif singkat, tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit, dan memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi. Berdasarkan pada kelebihan metode tersebut dapat dilakukan oleh perusahaan sebagai terobosan baru dan juga sebagai alat bantu dalam melakukan monitoring ataupun melakukan perhitungan produksi yang efisien.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Apakah terdapat kesesuaian antara volume produksi aktual dan volume produksi hasil perhitungan menggunakan metode fotogrametri?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui volume bahan galian dari front penambangan yang dilihat pada pengukuran selama satu bulan.
2. Mengetahui kesesuaian volume bahan galian hasil fotogrametri dengan produksi perusahaan yang telah ditargetkan.
3. Mengetahui persentase selisih volume bahan galian hasil fotogrametri dengan hasil produksi aktual selama satu bulan.

B. Metodologi Penelitian

Teknik pengambilan data dilakukan dengan dua cara yang meliputi data primer dan data sekunder dengan rincian sebagai berikut:

Data primer yang didapatkan pada penelitian ini meliputi data koordinat hasil pengukuran Ground Control Point (GCP), data hasil pengukuran fotogrametri menggunakan drone, data hasil produksi perbulan, dan data target produksi perusahaan perbulan.

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini meliputi peta topografi regional, peta topografi regional, data koordinat cors dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan data lingkungan daerah penelitian yang mencakup curah hujan, temperatur udara, serta lama penyinaran matahari dari Badan Pusat Statistik daerah penelitian.

Dari hasil pengumpulan data berupa hasil foto udara kemudian dilakukan pengolahan data dengan bantuan beberapa perangkat lunak. Pengolahan data ini terdiri dari penggabungan beberapa hasil foto udara dan adanya validasi data berupa penginputan koordinat hasil pengukuran GPS Geodetik. Penginputan koordinat tersebut bertujuan untuk meningkatkan

tingkat akurasi agar sesuai dengan keadaan aslinya. Dari hasil pengolahan data tersebut menghasilkan orthophoto dan kontur topografi. Pada hasil akhir ini dilakukan perhitungan volume produksi bahan galian perbulan.

Teknik analisis data yang dilakukan menerapkan metode komparatif yaitu dengan cara melakukan perbandingan antara hasil perhitungan volume bahan galian produksi yang dilakukan menggunakan metode fotogrametri terhadap hasil produksi perusahaan perbulan dan juga membandingkan antara hasil pengolahan data yaitu hasil perhitungan volume bahan galian produksi yang dilakukan menggunakan metode fotogrametri terhadap target produksi perusahaan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengambilan Data Menggunakan Pengukuran Ground Control Point (GCP)

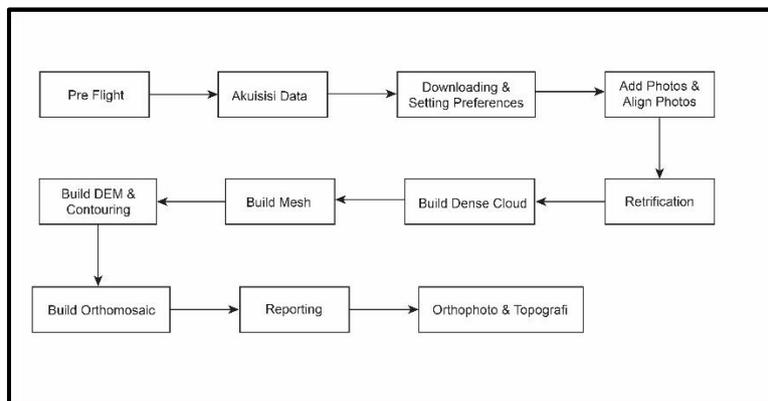
Pada lokasi penelitian dilakukan pengukuran Ground Control Point (GCP) sebanyak 2 – 3 titik. Setiap pengukuran GCP diambil guna untuk melakukan pengoreksian data dan memperbaiki keseluruhan citra yang akhirnya disebut sebagai proses rektifikasi sehingga memiliki sistem referensi sesuai dengan yang dibutuhkan pada hasil pengolahan data. Pengukuran Ground Control Point ini dilakukan menggunakan 1 set instrument GPS Geodetik dengan hasil pengukuran dijadikan sebagai titik ikat. Berikut merupakan data koordinat hasil dari pengukuran Ground Control Point (GCP) pada tiap pengukuran drone yang dilakukan pada lokasi penambangan PT Bumi Kalimantan Lestari yang terletak di Desa Andir, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat Ground Control Point

ID	<i>Easting</i> (meter)	<i>Northing</i> (meter)	<i>Elevation</i> (meter)
<i>corse</i>	778936,41	9223148,01	723,25
BM 1	789251,14	9223928,39	785,24
BM 2	789245,98	9223971,87	785,25
BM 3	789109,20	9223961,1	739,44

Pengukuran Metode Fotogrametri

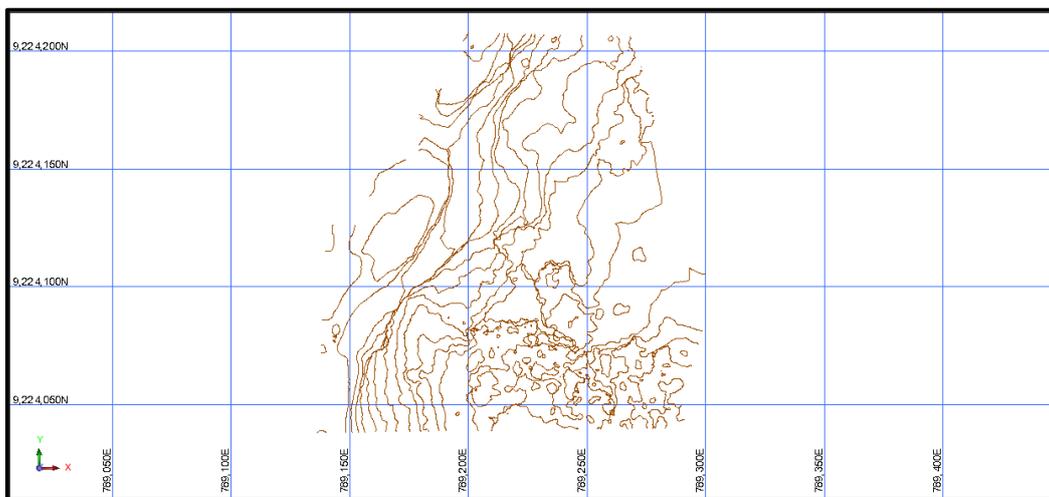
Pengukuran dengan metode fotogrametri merupakan kegiatan pemetaan yang dilakukan menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang dapat memetakan seluruh wilayah pada lokasi penelitian sehingga pengamatan hasil front penambangan. Pengukuran ini dilakukan pada dua blok penambangan dengan banyaknya pengukuran sebanyak dua kali selama satu bulan. Terdapat 4 foto data yang terkumpul untuk selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data dan dapat menghitung volume bahan galian pada tiap blok penambangan.



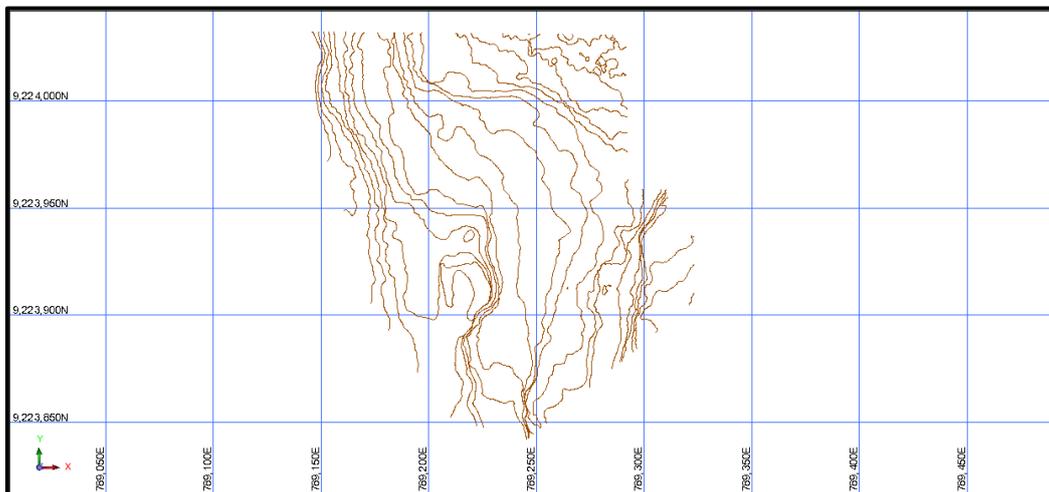
Gambar 1. Proses Pembuatan Topografi Menggunakan Metode Fotogrametri

Hasil Pengukuran Menggunakan Metode Fotogrametri

Pengukuran drone dilakukan dengan metode fotogrametri yang mana pada kegiatan pemetaan tersebut dilakukan menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) yang dapat memetakan seluruh wilayah pada lokasi penelitian sehingga pengamatan hasil front penambangan. Pengukuran ini dilakukan pada dua blok penambangan dengan banyaknya pengukuran sebanyak dua kali selama satu bulan. Terdapat 4 foto data yang terkumpul untuk selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data dan dapat menghitung volume bahan galian pada tiap blok penambangan. Pengukuran drone dilakukan pada lokasi penambangan di PT Bumi Kalimantan Lestari yang terbagi menjadi 2 blok penambangan. Pada blok A memiliki luas area sebesar 2,21 hektar, sedangkan pada blok B memiliki luas area sebesar 2,43 hektar. Berikut merupakan kontur topografi yang dihasilkan dari pengukuran drone.



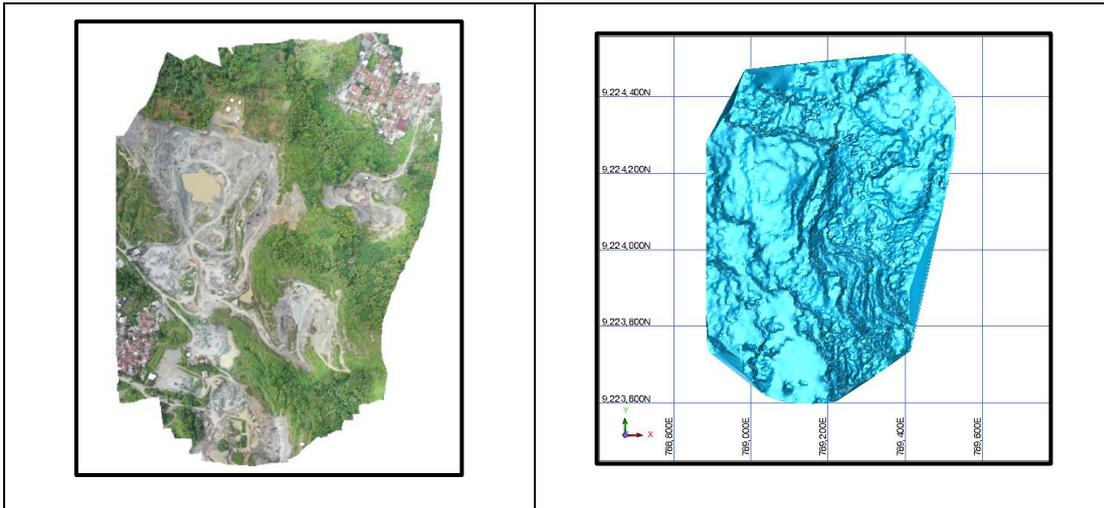
Gambar 2. Kontur Topografi Blok A dari Hasil Pengukuran Drone



Gambar 3. Kontur Topografi Blok B dari Hasil Pengukuran Drone

Analisis Visual Model 3D

Perbandingan visual antara model sebenarnya dan model digital dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Hasil Ortofoto dan DTM pada pengukuran Drone

Berdasarkan pada perbandingan dari ketiga model diatas terdapat beberapa perbedaan visual yang dihasilkan. Model digital pertama cenderung memiliki tingkat kecerahan yang lebih rendah dibandingkan model digital kedua dan ketiga, hal ini dipengaruhi oleh data foto udara dari masing-masing model. Kondisi lapangan saat akuisisi foto udara pada model pertama memiliki cahaya yang agak redup dihalangi oleh awan yang diakibatkan oleh kondisi setelah adanya hujan sehingga menghalangi jalan masuknya cahaya. Berbeda dengan akuisisi pertama, kondisi cahaya pada akuisisi data kedua memiliki cahaya yang cukup terang pada siang hari, dengan jumlah awan yang tidak terlalu banyak. Sedangkan pada model digital ketiga memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan model digital pertama tetapi lebih rendah daripada model digital kedua, hal tersebut diakibatkan oleh pada proses pengambilan data menggunakan drone dilakukan pada saat sore hari dengan jumlah awan yang cukup banyak. Kondisi ini mempengaruhi kontras dan kecerahan foto hasil pemotretan menggunakan UAV, sehingga saat rekonstruksi 3D menghasilkan model digital yang berbeda antara model digital pertama dengan model digital kedua dan ketiga.

Analisis Perbandingan Jarak

Analisis akurasi model dilakukan dengan perbandingan jarak antara model sebenarnya dan model digital melalui analisis geometrik model, yaitu koordinat X,Y dan Z model. Selisih jarak antara model digital pertama dengan model sebenarnya dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Perbandingan Jarak Error Pit B Pengukuran Drone Ketiga

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
BM 1	-24,73	-11,55	7,43	28,29	1,65
BM 2	22,01	18,67	-11,34	31,01	0,85
BM 3	3,51	-6,09	2,69	7,53	4,03

Berdasarkan pada tabel data perbandingan jarak error dari ketiga pengukuran diatas, dapat dianalisis bahwa semakin banyak penentuan titik Ground Control Point (GCP) maka hasil error akan semakin kecil, sehingga tingkat keakuratan yang dihasilkan dari pengukuran foto udara menggunakan drone akan semakin tinggi.

Pada pengukuran Ground Control Point (GCP) menggunakan GPS Geodetik dengan menambahkan titik ikat acuan yaitu pada CORS milik Badan Informasi Geospasial (BIG) yang terletak di sekitar lokasi penelitian dapat menambahkan tingkat keakuratan hingga sub milimeter dengan catatan posisi premark/GCP tepat berada pada titik GPS Geodetik.

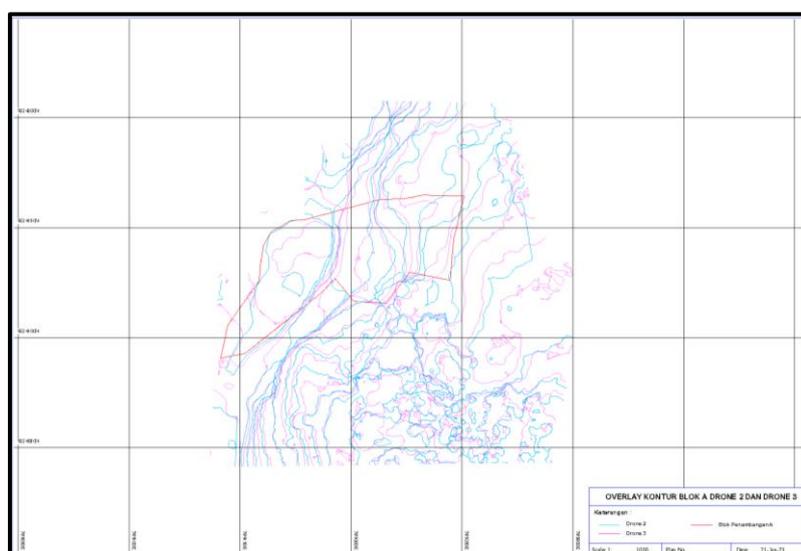
Analisis Ketidaksesuaian Kontur Topografi

Berdasarkan pada pengolahan data yang telah dilakukan menghasilkan kontur topografi yang didapatkan dari hasil pengukuran drone. Dari kontur topografi yang telah dihasilkan tersebut, kemudian dilakukan overlay kontur dari tiap-tiap pengukuran drone. Overlay merupakan proses penggabungan dari satu peta dengan peta lainnya beserta informasinya dan menghasilkan peta gabungan dari keduanya yang memiliki informasi dari kedua peta tersebut.

Berdasarkan pada hasil pengukuran drone yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kontur topografi yang didapatkan. Pengukuran drone pertama dilakukan pada tanggal 1 Maret 2023 dan pengukuran drone kedua dilakukan pada tanggal 1 April 2023. Pengukuran tersebut dilakukan dalam jangka waktu satu bulan yang terbagi menjadi 2 blok penambangan dan masing-masing blok terdapat area produksi yang difokuskan, sehingga dapat menghasilkan adanya perbedaan antara kontur yang dihasilkan dari pengukuran drone kedua dan pengukuran drone ketiga. Berikut merupakan hasil overlay kontur topografi dari tiap pengukuran drone yang telah dilakukan.

1. Blok A

Blok A memiliki luas area sebesar 2,21 hektar. Proses penggabungan antara kedua kontur topografi berikut bertujuan untuk melihat adanya perbedaan yang dapat dianalisis. Perbedaan dari kedua kontur tersebut kemudian dapat dibentuk solid model sehingga didapatkan volume bahan galian produksi hasil metode fotogrametri. Adapun overlay kontur dari pengukuran drone kedua dan drone ketiga pada blok A dapat dilihat pada Gambar 5.



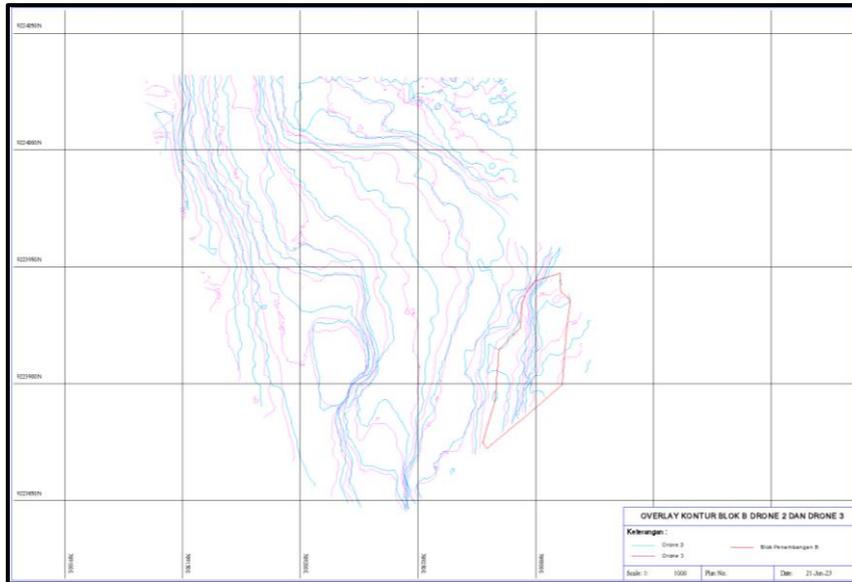
Gambar 5. *Overlay* Kontur Topografi Blok A Drone kedua dan Drone ketiga

Berdasarkan pada gambar diatas, garis kontur yang berwarna biru merupakan kontur topografi yang dihasilkan pada pengukuran drone kedua, garis kontur yang berwarna merah muda merupakan kontur topografi yang dihasilkan pada pengukuran drone ketiga. Sedangkan garis yang berwarna merah merupakan area penambangan yang difokuskan pada penelitian. Area tersebut merupakan batasan area pada blok A yang dibuat berdasarkan pada adanya kegiatan produksi yang dilakukan di PT Bumi Kalimantan Lestari. Area produksi tersebut memiliki luas area sebesar 3.851,9 m² atau setara 0,38 hektar.

2. Blok B

Blok B memiliki luas area sebesar 2,43 hektar. Proses penggabungan antara kedua kontur topografi berikut bertujuan untuk melihat adanya perbedaan yang dapat dianalisis. Perbedaan dari kedua kontur tersebut kemudian dapat dibentuk solid model sehingga

didapatkan volume bahan galian produksi hasil metode fotogrametri. Adapun overlay kontur dari pengukuran drone kedua dan drone ketiga pada blok B dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Overlay Kontur Topografi Blok B Drone Kedua dan Drone Ketiga

Berdasarkan pada gambar diatas, garis kontur yang berwarna biru merupakan kontur topografi yang dihasilkan pada pengukuran drone kedua, garis kontur yang berwarna merah muda merupakan kontur topografi yang dihasilkan pada pengukuran drone ketiga. Sedangkan garis yang berwarna merah merupakan area penambangan yang difokuskan pada penelitian. Area tersebut merupakan batasan area pada blok B yang dibuat berdasarkan pada adanya kegiatan produksi yang dilakukan di PT Bumi Kalimantan Lestari. Area produksi tersebut memiliki luas area sebesar 1.424,7 m² atau setara 0,14 hektar.

Perbandingan Antara Perhitungan Volume Bahan Galian Dengan Hasil Produksi

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, PT Bumi Kalimantan Lestari melakukan kegiatan produksi yaitu dengan menggunakan alat mekanis yang dilakukan setiap hari kerja dan juga kegiatan peledakan yang dilakukan sebanyak 3 kali dalam satu bulan. Berikut merupakan perbandingan antara perhitungan volume bahan galian dengan hasil produksi tiap bulannya.

Kegiatan pengamatan produksi dilakukan pada jangka waktu satu bulan dimulai dari tanggal 1 Maret 2023 hingga 1 April 2023. Berdasarkan pada data perusahaan, selama satu bulan tersebut tercatat PT Bumi Kalimantan Lestari telah melakukan 3 kali kegiatan peledakan dengan jumlah lubang sebanyak 200 lubang. Dari kegiatan produksi tersebut PT Bumi Kalimantan Lestari pada bulan pertama menghasilkan produksi sebesar 12.825 LCM.

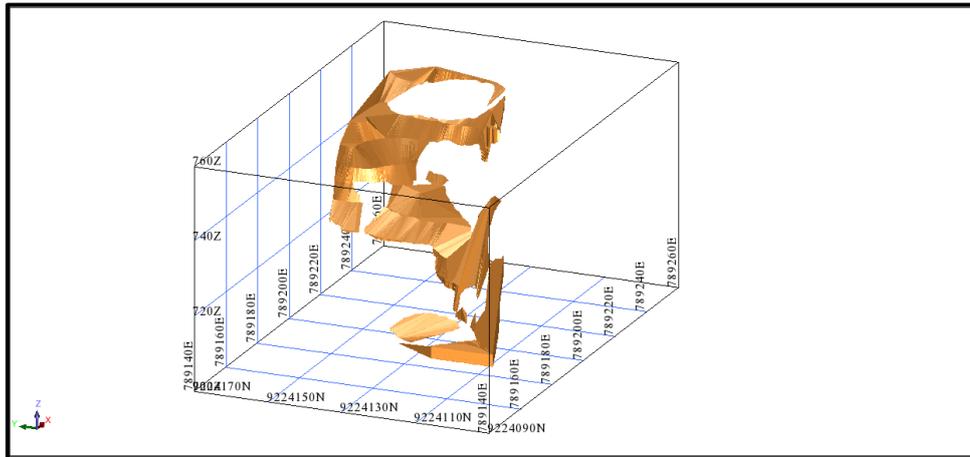
1. Blok A

Luas area blok pengukuran diketahui sebesar 578,23 m². Dengan volume yang dihasilkan sebesar 6.135 BCM. Berikut report volume pada model irisan blok A dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Report Volume Pada Model Irisan Blok A Bulan Kedua

<i>SOLID MODELLING OBJECT REPORT</i>								
<i>Object Name</i>	<i>X Min (m)</i>	<i>X Max (m)</i>	<i>Y Min (m)</i>	<i>Y Max (m)</i>	<i>Z Min (m)</i>	<i>Z Max (m)</i>	<i>Surface Area (m²)</i>	<i>Volume (BCM)</i>
Blok A	789203,5	789215,2	922413 5	9224161	744,29	752,22	578,23	6.135

Hasil model irisan blok A dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 7. Model Irisan Blok A bulan kedua

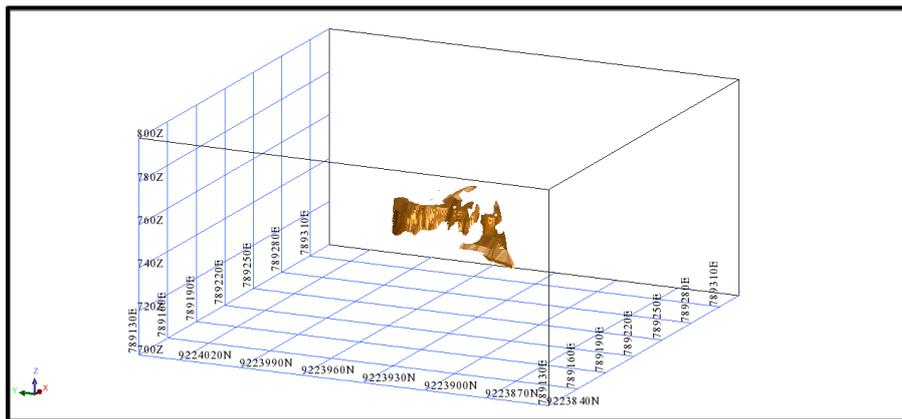
2. Blok B

Luas area blok pengukuran diketahui sebesar 325,41 m². Dengan volume yang dihasilkan sebesar 5.154 BCM. Berikut report volume pada model irisan blok A dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Report Volume pada Model Irisan Blok B Bulan Kedua

<i>SOLID MODELLING OBJECT REPORT</i>								
<i>Object Name</i>	<i>X Min (m)</i>	<i>X Max (m)</i>	<i>Y Min (m)</i>	<i>Y Max (m)</i>	<i>Z Min (m)</i>	<i>Z Max (m)</i>	<i>Surface Area (m²)</i>	<i>Volume (BCM)</i>
Blok B	789278,2	789297,8	9223905	9223925	785,02	794,41	325,41	5.154

Hasil model irisan blok B dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 8. Model Irisan Blok B bulan kedua

Berdasarkan pada perhitungan volume yang telah dilakukan pada blok A dan blok B, didapatkan total volume bahan galian produksi pada bulan pertama. Adapun report total volume bahan galian produksi pada bulan pertama dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Report Total Volume Pada Bulan Kedua

<i>SOLID MODELLING OBJECT REPORT</i>								
<i>Object Name</i>	<i>X Min (m)</i>	<i>X Max (m)</i>	<i>Y Min (m)</i>	<i>Y Max (m)</i>	<i>Z Min (m)</i>	<i>Z Max (m)</i>	<i>Surface Area (m²)</i>	<i>Volume (BCM)</i>
Blok A	789203,5	789215,2	9224135	9224161	744,29	752,22	578,23	6.135
Blok B	789278,2	789297,8	9223905	9223925	785,02	794,41	325,41	5.154
Total							903,64	11.289

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Volume bahan galian dari front penambangan yang dilihat selama satu bulan didapatkan sebesar 11.289 BCM.
2. Volume bahan galian tertambang yang telah dilakukan peledakan pada jangka waktu satu bulan diketahui sebesar 11.289 BCM dengan target produksi perusahaan yaitu sebesar 14.500 BCM.
3. Perbedaan selisih volume bahan galian hasil fotogrametri dengan hasil produksi selama satu bulan yaitu sebesar 1.536 dengan persentase 11,9%.

Acknowledge

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Pd., S.Si., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan, wali dosen penyusun dan selaku dosen pembimbing, Bapak Ir. Zaenal, M.T., selaku Koordinator Skripsi Program Studi Teknik Pertambangan, Bapak Iswandar, S.T., M.T., selaku dosen co-pembimbing, serta semua Dosen dan Staff Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung yang senantiasa memberikan waktu, dukungan dan motivasi kepada penyusun.
2. Ibu Melvin Fujiawati, S.T., selaku Kepala Teknik Tambang, Ibu Dinda Saphira, S.T., selaku Wakil Kepala Teknik Tambang serta seluruh Staff PT Bumi Kalimantan Lestari yang senantiasa memberikan bimbingan lapangan serta kesempatan melakukan penelitian di perusahaan kepada penyusun.
3. Kedua orang tua dan kedua saudari tercinta yang senantiasa memberikan do'a, semangat, motivasi, dan dukungan baik berupa moril maupun materil yang tiada habisnya hingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

Daftar Pustaka

- [1] Eva Indriani Sanggalangi, Shalaho Dina Devy, and Windhu Nugroho, "Analisis Pengaruh Number of Cycles Terhadap Pengujian Durabilitas Batulanau di Sidomulyo Samarinda," *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, pp. 157–162, Dec. 2022, doi: 10.29313/jrtp.v2i2.1618.
- [2] Muhammad Fahmi and Zaenal, "Perancangan Desain Pit Penambangan Batubara untuk Memenuhi Target Produksi pada PT. X," *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, pp. 24–30, Jul. 2022, doi: 10.29313/jrtp.v2i1.787.
- [3] Anton. 2022. "Pemetaan Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV)". geosurveypersada.com. Diakses pada tanggal 9 Januari 2023.
- [4] Atkinson, K. B. 1996. "Close Range Photogrammetry and Machine Vision". Caithness: Whittles Publishing.
- [5] Badan Pusat Statistik. 2022. "Kecamatan Baleendah Dalam Angka 2021". Bandungkabs.bps.go.id. Diakses pada tanggal 9 Januari 2023.

- [6] Badan Pusat Statistik. 2018. "Produksi Bahan Galian Tambang di Provinsi Jawa Barat (Ton), 2015-2016". Bandung:kabs.bps.go.id. Diakses pada tanggal 9 Januari 2023
- [7] Badan Standarisasi Nasional, 2011. "Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumber Daya, dan Cadangan Mineral". SNI 4726:2011. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- [8] Burhan Hamdani, 2020. "Rencana Penambangan Batuan Andesit pada Blok Paniisan di PT Gunung Kulalet Desa Baleendah Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat". ISSN: 2460-6499. Universitas Islam Bandung.
- [9] Bronto, Sutikno, dan Hartono, Udi, 2006, "Potensi Sumber Daya Geologi di Daerah Cekungan Bandung dan Sekitarnya". Jurnal Geologi Indonesia, Pusat Survei Geologi: Bandung.
- [10] Bronto Sutikno, Koswara Achnan, dan Lumbanbatu Kaspar. 2006. "Stratigrafi gunung api daerah Bandung Selatan, Jawa Barat". Jurnal Geologi Indonesia, Pusat Survei Geologi: Bandung.
- [11] Cheng, Jian-chuan dan Long-jian Jiang. 2013. "Accuracy Comparison of Roadway Earthwork Computation between 3D and 2D Methods". Jurnal 13th COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013).
- [12] Eisenbeiss, H. 2009. "UAV Photogrammetry". Zürich: ETH Zürich
- [13] Kementerian ESDM Republik Indonesia. 2018. "KEPMEN No 1827/K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik". Jakarta: Kementerian ESDM RI.
- [14] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. "Penutupan Lahan 2011 Jawa Barat". Webgis.menlhk.go.id
- [15] Moffit, H. dan Mikhail, M. 1980. "Photogrammetry". Newyork: Harper Row Publisher
- [16] M. Alzwar, N. Akbar dan S. Bachri. 1992. "Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Skala 1:100.000". Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [17] Purnomo. 2018. "Foto Udara Dalam Pemetaan Menggunakan Drone". liupurnomo.com. Diakses pada tanggal 11 Januari 2023.
- [18] P. H. Silitonga. 1972. "Peta Geologi Lembar Bandung, Skala 1:100.000". Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [19] Salsabila, Rachmadhiya. 2017. "Perbandingan Perhitungan Volume Stockpile Batu Bara Menggunakan Data Terrestrial Laser Scanner (TLS) dan Data Foto Udara Unmanned Aerial Vehicle (UAV)". Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [20] Sekar, Kinanti. 2018. "Jenis-jenis Pesawat Tanpa Awak". zonaspasial.com. Diakses pada tanggal 15 Januari 2023.
- [21] Wiang Charlingga Raskuri. 2020. "Perancangan Penambangan Batu Andesit di PT Widaka Indonesia, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat". Jurnal Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung.
- [22] Wolf, Paul R. 1993. "Elemen Fotogrametri Dengan Intepretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh, Edisi Kedua". Yogyakarta : Gadjah Mada University Press