



## PENERAPAN GROUND CONTROL POINT PADA AERIAL PHOTOGRAPHY UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PEROLEHAN VOLUME BATUBARA PT SUMBER CAHAYA MINERAL JAMBI

Ilham<sup>1</sup>, Randy M.Oswara<sup>2</sup>, Devit Rahmawati<sup>3</sup>, Marisa Oktavia<sup>4</sup>, Doli Jumat Rianto<sup>5</sup>

Universitas Muara Bungo

Corresponding Author: randymo.lagdata@gmail.com

### Article Info

#### Article history:

Received: Jan 01, 2026

Revised: Jan 20, 2026

Accepted: Jan 31, 2026

Published: Feb 07, 2026

#### Keywords:

Ground Control Point  
UAV Aerial Photography  
Geospatial Accuracy  
RMSE  
Coal Stockpile Volume

### ABSTRACT

In geospatial data mapping and analysis, mapping an area without using Ground Control Points (GCPs) can significantly reduce accuracy, leading to errors in representing the mapped area. Inaccuracies in geospatial data may result in substantial errors in material volume calculations and area estimations. In many cases, aerial photography using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) can generate data rapidly and over extensive areas. At PT Sumber Cahaya Mineral, Jambi Province, this challenge has become increasingly relevant. The large and complex stockpile area requires highly accurate mapping to precisely calculate coal volume and determine area extent, particularly through the application of GCPs in aerial photography. This study adopts an applied research approach, aiming to produce practical solutions through the direct application of knowledge and theory to real-world problems. Accuracy testing was conducted to determine the positional accuracy of orthophoto images by analyzing coordinate differences (x, y) between test points on the image or map and their actual ground positions. Measurement accuracy was evaluated using Root Mean Square Error (RMSE), Circular Error (CE), and Linear Error (LE). Based on RMSE calculations from various GCP distribution experiments, the highest accuracy was achieved using a distribution of three GCPs, yielding an accuracy value of 0.00965 m. From the application of these three GCPs, the calculated coal stockpile volume was 716.6738 m<sup>3</sup>.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY SA 4.0)

## 1. PENDAHULUAN

Sistem Informasi Geografis (SIG) telah menjadi instrumen yang krusial dalam pengelolaan dan analisis data geospasial, terutama dalam sektor pertambangan. Menurut Erkamimdkk(2023), "SIG memberikan kemungkinan bagi para pengguna untuk menghimpun, menyimpan, menganalisis, serta memvisualisasikan data yang memiliki komponen geografis, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik." Dalam konteks pertambangan, data geospasial tidak hanya mencakup informasi tentang lokasi, tetapi juga karakteristik fisik dari area yang ditambang, yang memiliki signifikansi tinggi dalam proses perencanaan dan pengelolaan sumber daya. Namun, salah satu tantangan utama dalam pemetaan dan analisis data geospasial adalah akurasi. Ketidakakuratan dalam data geospasial dapat menyebabkan kesalahan signifikan dalam perhitungan volume material, estimasi luas area,

serta pengambilan keputusan terkait pengelolaan sumber daya. Dalam banyak kasus, metode pemotretan udara menggunakan *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* dapat menghasilkan data yang cepat dan luas, tetapi sering kali akurasi data tersebut dipertanyakan, terutama jika tidak didukung oleh titik referensi yang tepat. *Ground Control Point (GCP)* mempunyai fungsi sebagai titik referensi yang sangat penting dalam meningkatkan akurasi data fotogrametri.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kadir dkk (2021), penggunaan GCP dalam pemotretan udara sangat penting untuk meningkatkan akurasi data geospasial, terutama dalam aplikasi pemetaan dan survei yang memerlukan presisi tinggi. Dengan menggunakan GCP, data yang diperoleh dari pemotretan udara dapat dikoreksi secara geometrik, sehingga menghasilkan informasi yang lebih akurat mengenai lokasi dan karakteristik fisik area tambang. Randy M. Oswara (2021) juga

menekankan bahwa pemetaan menggunakan drone dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengumpulan data geospasial, yang sangat bermanfaat dalam berbagai aplikasi, termasuk pertambangan dan manajemen sumber daya alam. Namun, penerapan GCP yang tidak tepat atau kurangnya pemahaman tentang metode pengukuran dapat mengakibatkan kesalahan yang signifikan dalam hasil analisis. Salah satu metode yang menjanjikan adalah penggunaan *GroundControlPoint(GCP)* dalam pemotretan udara. GCP berfungsi sebagai titik referensi yang dapat meningkatkan keakuratan hasil pemotretan, sehingga data yang diperoleh lebih dapat diandalkan. Studi ini bertujuan guna mengevaluasi tingkat keakuratan hasil pemotretan udara yang menggunakan GCP, menentukan luas areastockroom, dan menghitung volume batubara di area tersebut.

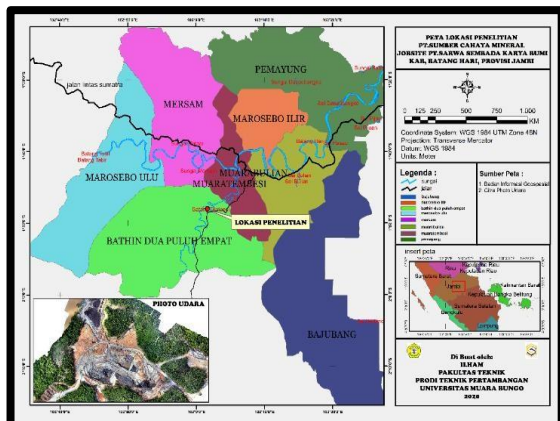
Dengan fokus pada area stockroom di PT. Sumber Cahaya Mineral, studi ini diharapkan bisa memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan akurasi data geospasial di sektor pertambangan.

## TINJAUAN UMUM

PT. Sumber Cahaya Mineral ialah salah satu perusahaan pertambangan yang beroperasi di bidang

*Mining Contractor* yang melakukan aktivitas penambangan

di wilayah hizinusaha PT. Sarwa Sembada Karya Bumi yang terletak Di desa Koto Boyo, kecamatan Bathin XXIV, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi, dengan luasan area 25 Ha.



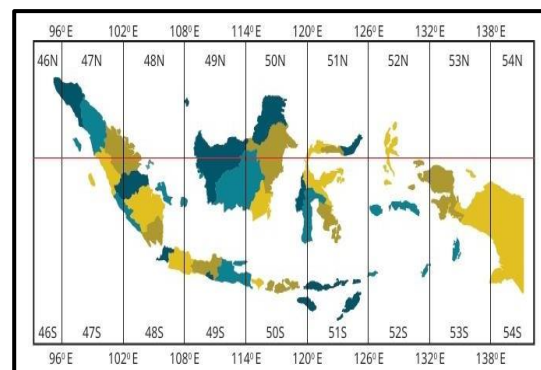
**Gambar.2.1** Peta Lokasi Penelitian (Sumber PT. Sumber Cahaya Mineral)

## Pengertian Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System (GIS)* ialah suatu sistem informasi yang dirancang secara khusus untuk

menangani data yang mengandung unsur spasial. Dalam pengertian yang lebih terbatas, GIS dapat dimaknai sebagai suatu sistem berbasis komputer yang mampu membangun, menyimpan, mengelola, serta menyajikan data yang memiliki referensi geografis—yakni data yang mengidentifikasi berdasarkan letak atau lokasinya dalam sebuah basis data (Arafat & Yunaf, 2021). Apa yang membedakan SIG dengan sistem informasi lainnya adalah kemampuan ini. “Karena masyarakat terlalu sibuk untuk menyelamatkan diri sendiri untuk mempertimbangkan kepentingan sosial, kepentingan publik diprioritaskan selamabencana, sehingga sulit untuk mengejar kepentingan pribadi”, tutur (Heriyanto dkk., 2019). Sistem Koordinat UTM

Menurut (Oktavia dkk., 2024) “Sumber data dalam pemetaan umumnya diperoleh dari beragam jenis sistem koordinat, termasuk *Universal Transverse Mercator (UTM)*, degree, minutes, serta seconds”. Bumi direpresentasikan sebagai bola yang ditempatkan di dalam tabung horizontal dalam sistem koordinat UTM, yang memproyeksikan bumi ke bidang datar. Anda dapat melihat Gambar 3.1



**Gambar.3.1** Pembagian Zona pada Koordinat UTM Sumber : (Wahyuningrum, 2022)

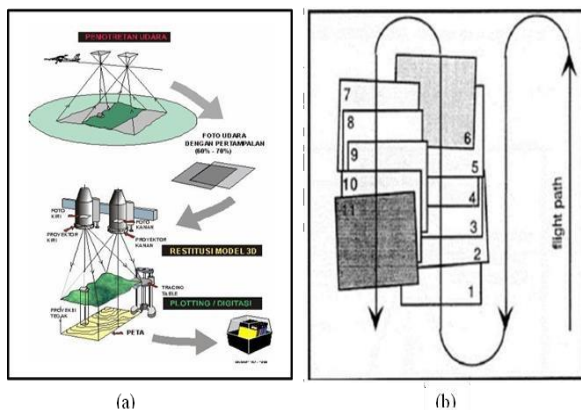
## Data Spasial dan Format Data

Data spasial dan data atribut adalah dua komponen utama yang membentuk data geografis. Sumber data spasial meliputi data grafis dari foto, peta analog, dan sebagainya. udara, citrasatelit, surveilapangan dan pengukuran melalui sistem *Global Positioning System (GPS)*”. Sementara itu, secara umum, format dari data spasial dapat dikelompokkan ke dalam format analog serta format digital”.

klaim (Heriyanto dkk, 2019). Data spasial, atau data yang berorientasi spasial, merupakan mayoritas data yang perlu dikelola dalam SIG.

### Pemanfaatan Fotogrametri

Fotogrametri adalah sebuah disiplin ilmu, seni, dan metode yang memiliki banyak kegunaan, baik dalam penelitian teoretis maupun aplikasi dunia nyata. Kontribusi utama fotogrametri adalah produksi peta yang sangat akurat dan komprehensif. Untuk pemetaan, perencanaan, pemantauan, dan penilaian yang memungkinkan, pengukuran berbagai objek yang ditinggikan seperti bukit, gunung, bangunan, pepohonan, dan lainnya sangat penting. Penggunaan drone dalam kegiatan pemantauan lingkungan serta penyaluran bantuan tidak hanya mencerminkan penguasaan terhadap teknologi, tetapi juga menunjukkan keterkaitan yang kuat dengan dimensi sosial serta kepedulian terhadap isu-isu lingkungan. (Oswara dkk., 2025) Sebagai contoh, tingkat kemiringan serta elevasi dari sebuah bukit atau gunung merupakan variabel yang esensial dalam proses perhitungan pendakian gunung, peta dan ketika menilai risiko tanah longsor. “Perkembangan teknologi komputer telah menciptakan pola baru dalam pemanfaatan fotogrametri” tutur (Widodo dkk., 2023



**Gambar.3.2** (a) Konsep Dasar Fotogrametri. (b) Desain Jalur Terbang.

Sumber: (Prayogo dkk., 2020)

### Digital Elevasi Model

Menurut (Wulan dkk, 2021) “Digital Elevation Model (DEM) merupakan data dalam format digital yang merepresentasikan struktur geometris dari permukaan bumi atau sebagian wilayahnya, yang tersusun atas serangkaian titik-titik koordinat hasil proses pengambilan sampel dari permukaan tersebut”. Algoritma digunakan untuk membentuk representasi permukaan tersebut berdasarkan

kumpulan koordinat yang tersedia. (Seandy dkk., 2023) menyampaikan “Digital Elevation Model (DEM) merupakan representasi digital dari bentuk permukaan bumi (topografi) yang disajikan dalam bentuk data vektor, raster, maupun bentuk data yang lain”.

### Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) ialah suatu pendekatan statistik yang berfungsi mengevaluasi sejauh mana deviasi atau selisih yang terjadi antara koordinat hasil akuisisi data dari Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan nilai koordinat yang dianggap lebih presisi, seperti yang diperoleh melalui teknologi GPS-RTK. Dalam kajian ini, RMSE yang dihitung terbagi menjadi 2 kategori, yakni RMSE Vertikal serta RMSE Horizontal, yang masing-masing bertujuan untuk mengukur perbedaan posisi antara Ground Control Point (GCP) hasil akuisisi sistem Global Positioning System (GPS) dan data koordinat yang diperoleh melalui UAV, baik pada arah vertikal maupun horizontal (Syafiq dkk, 2020).

Ket :

- $n$  : Jumlah pengecekan data
- $r$  : Nilai selisih jarak antara koordinat sebenarnya dengan koordinat peta
- $x$  : Selisih koordinat pada sumbu X
- $y$  : Selisih koordinat pada sumbu Y
- $z$  : Nilai koordinat pada sumbu Z

### Uji Akurasi

Untuk memastikan tingkat ketelitian foto ortofoto, diperlukan uji ketelitian posisi yang didasarkan pada perbedaan koordinat (x,y) antara titik uji di peta atau gambar dengan lokasi sebenarnya di lapangan. Peraturan

Kepala Badan Informasi Geospasial No. 6 Tahun 2018 yang mengubah Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No. 15 Tahun 2014 tentang “Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar” menjadi dasar perhitungan ketelitian geometrik (Sumber: BIG, 2018). Informasi lebih lanjut bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Merujuk pada Peraturan Badan Informasi Geospasial (BIG) Nomor 6 Tahun 2018, tabel berikut menyajikan tingkat ketelitian geometri pada masing-masing kelas, yang diklasifikasikan berdasarkan ketelitian horizontal maupun vertikal:

**Tabel.3.1.** Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas

ketelitian	Kelas1	Kelas2	Kelas3
horizontal	0,2mmx bilangan skala	0,3mmx bilangan skala	0,5mmx bilangan skala
vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian n kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

Nilai CE90 serta LE90 bisa diketahui melalui perhitungan RMSE. CE90, atau Circular Error 90%, ialah parameter yang menggambarkan rerata jarak horizontal antara posisi suatu objek sebagaimana ditangkap pada citra dan posisi actual objek tersebut di lapangan, dengan ketentuan bahwa 90% dari total objek yang dianalisis berada dalam jangkauan radius lingkaran tersebut. Oleh karenanya, nilai CE90 yang diperoleh semakin kecil, maka semakin baik tingkat ketelitian dari citra satelit maupun foto udara yang digunakan. (Syafique et al., n.d.) Rumus perhitungan CE90 dan LE90 sendiri mengacu pada ketentuan standar yang ditetapkan oleh *United States National Map Accuracy Standards* (US NMAS) (Prayogo dkk., 2020)

Sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \dots \dots \dots P$$

**ers.(3.4)**

$$LE90 = 1,6499 \times RMSE_z \dots \dots \dots P$$

**ers.(3.5)**

dengan:

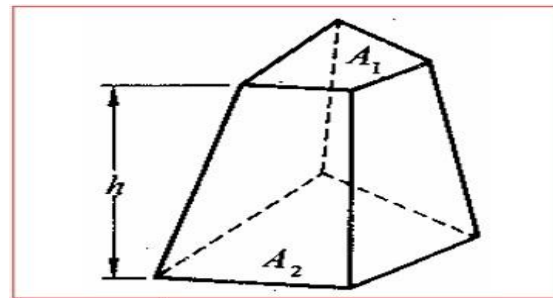
RMSE<sub>r</sub>: *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

RMSE<sub>z</sub>: *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal) *Root Mean Square Error (RMSE)*, kesalahan melingkar (CE), serta kesalahan linier (LE) digunakan untuk mengukur akurasi.

Posisi actual titik uji di lapangan dan koordinatnya (X, Y, dan Z) harus dipertimbangkan ketika melakukan pemetaan 3 dimensi. RMSE, yang menampilkan nilai perbedaan antara titik uji dan titik aktual, dipakai dalam analisis akurasi posisi. Akurasi, termasuk kesalahan sistematis, dijelaskan oleh RMSE (BIG, 2018).

## Pengukuran Volume

Pengukuran volume dilakukan pada *Digital Terrain Model (DTM) Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Fotogrametri* yang dibentuk menggunakan Metode *Trapezoidal* diperlukan bila permukaan tanah tidak teratur di antara potongan yang berdekatan (Firmansyah dkk., 2023). Dengan metode ini. Formula Trapezoidal dihitung melalui persamaan di bawah ini.



**Gambar.3.3** Pengukuran volume  
Sumber: (Firmansyah dkk., 2023)

Rumus Volume Metode Trapezoidal Kontak Ini:

$$V = \sum \left\{ \frac{h}{2} (A_1 + A_2) \right\} \dots \dots \dots \text{pers.(3.7)}$$

**Dimana:**

V = volume (m<sup>3</sup>)

A<sub>1</sub> = luas bidang atas

prisma (m<sup>2</sup>) A<sub>2</sub> =

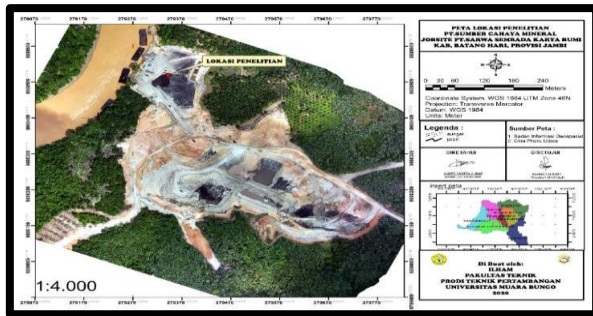
luas bidang bawah prisma (m<sup>2</sup>)

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Teknik Pengambilan Data

Untuk membangun pendekatan pemecahan masalah yang tepat, penulis menggunakan teori dan kondisi terkini dari area penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini. Pedoman penelitian mengacu pada pernyataan berikut: “Peneliti melakukan pengumpulan data melalui metode observasi dengan terjun langsung ke lapangan yang berlokasi di Desa Koto Boyo, Kecamatan Bathin XXIV. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di wilayah tersebut sehingga dapat dirumuskan alternatif solusi yang sesuai” (Heriyanto et al., 2019). Data yang dikumpulkan merupakan data yang mendukung penyelesaian penelitian terkait penerapan UAV pada area penambangan untuk menghitung volume stockroom. Dalam pelaksanaan

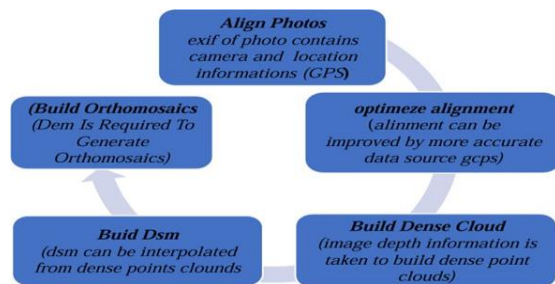
penelitian ini, terdapat dua jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder, yang selanjutnya dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian.



**Gambar.4.1.**PetaAreaPenelitian (sumber: pengolahan data)

### PengolahanDataFotoUdara

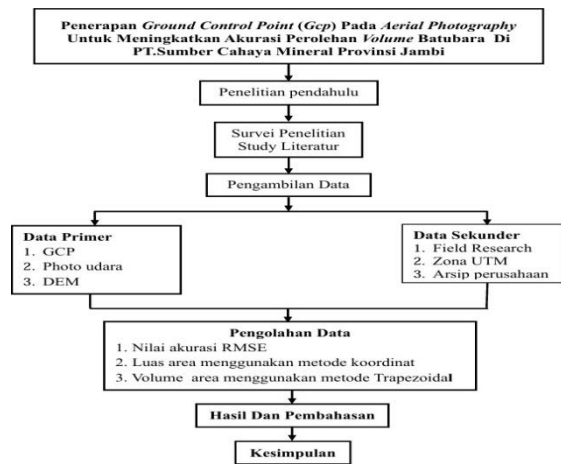
Foto udara yang telah diperoleh kemudian Data diproses menggunakan perangkat lunak **Agisoft Metashape Student Version**. Perangkat lunak ini dimanfaatkan untuk menghasilkan **Digital Elevation Model (DEM)** beresolusi tinggi dari citra udara yang direkam menggunakan **Unmanned Aerial Vehicles (UAV)** atau drone. Dalam studi ini, metode yang digunakan disesuaikan dengan tujuan penelitian. digunakan dalam pemrosesan citra udara ialah metode fotogrametri. Proses ekstraksi foto udara mencakup beberapa tahapan, diantaranya:



**Gambar.4.2**Alurpengolahandataadiagisoft (Prayogoetal.,2020)

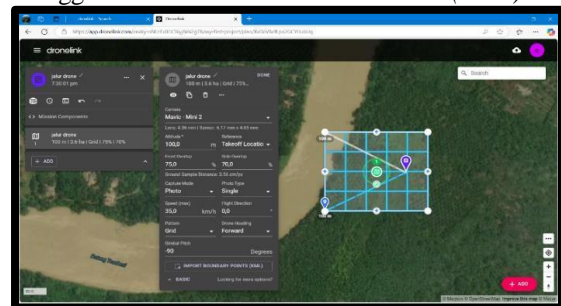
### KerangkaPikirPenelitian

Pada tahap ini penulis melakukan pembuatan bagan kerangka pikir sebelum melakukan penelitian tugas akhir agar dalam pembuatan laporan nanti saya *terstruktur* dengan baik.



### Hasil

Sejumlah prosedur harus di ikuti untuk menghitung volume dengan pendekatan fotogrametri menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*.



**Gambar.5.1.**JalurRencanaTerbang

(Sumber: Pengolahan Data)

Gambar 5.1 secara jelas menunjukkan jalur penerbangan drone yang telah direncanakan secara cermat untuk keperluan pengambilan data. Jalur penerbangan ini dirancang dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti luas area yang akan dipetakan, ketinggian penerbangan, serta sudut pengambilan citra, guna memastikan seluruh area penelitian dapat terliput secara optimal oleh drone. Adapun parameter perencanaan penerbangan adalah sebagai berikut:

1. **Side overlap** dan **forward overlap** ditetapkan sebesar **70%**. Hal ini dikarenakan kawasan PT Sumber Cahaya Mineral memiliki tingkat vegetasi yang cukup tinggi, sehingga diperlukan persentase overlap yang relatif besar untuk memperoleh kualitas citra yang baik.
2. Penyesuaian ketinggian penerbangan dilakukan berdasarkan spesifikasi kamera yang terpasang pada perangkat drone. Meskipun **Drone DJI Mavic Air 2S** mampu

menjangkau ketinggian antara 300 hingga 400 meter, pada pelaksanaan pemetaan ini dipilih ketinggian terbang sekitar  $\pm 100$  meter.

- Proses perekaman citra dijadwalkan pada pukul **10.00 WIB**, karena pada waktu tersebut kondisi cuaca umumnya cerah sehingga memungkinkan pencahayaan alami yang optimal.

### Koordinat GCP Hasil Pengukuran Lapangan

ngan Tabel. 5.1. koordinat gcp lapangan

Label	Easting	Northing	Altitude
GCP_1	279334,592	9800501,473	35,075
GCP_2	279308,921	9800523,236	36,459
GCP_3	279339,975	9800532,191	34,956
GCP_4	279324,046	9800517,484	36,749

Tabel.5.2 Uji Ketelitian Horizontal

Nama Titik	X GCP	X Orto	Dx	Dx <sup>2</sup>	Y GCP	Y Orto	Dy	Dy <sup>2</sup>	Dx <sup>2</sup> + Dy <sup>2</sup>
GCP_1	279334.592	279334.6027	0.010685	0.000114169	9800501.473	9800501.477	0.00428001	1.8357E-05	0.000132556
GCP_2	279308.921	279308.9157	-0.005275	2.78256E-05	9800523.236	9800523.236	0.000238001	5.66446E-08	2.788E-05
GCP_3	279339.975	279339.9777	0.002654	7.04372E-06	9800532.191	9800532.178	0.012807999	0.000164045	0.000171089
GCP_4	279324.046	279324.0379	-0.008065	6.50442E-05	9800517.484	9800517.492	0.008282	6.85915E-05	0.000133636
									Totol
									Rata-Rata
									RMSE
									Akurasi

Merujuk pada hasil perhitungan yang disajikan dalam Tabel 5.2, didapat nilai RMSEr sebesar 0,010 meter. Mengacu pada standar akurasi peta nasional atau *National Map Accuracy Standards* (NMAS), maka Akurasi *Horizontal NMAS* =  $CE90 = 1,5175 \times RMSEr$  (0,010)

Tabel.5.3 Uji Ketelitian Vertikal

Nama Titik	Z Gcp	Z Orto	Dz	Dz <sup>2</sup>
GCP 1	35.08	35.068138	-0.006862	4.7087E-05
GCP 2	36.46	36.451826	-0.007174	5.14663E-05
GCP 3	34.96	34.952405	-0.003595	1.2924E-05
GCP 4	36.75	36.766631	0.017631	0.000310852
			Rata	0.000105582
			Rmse	0.010275329
			Akurasi	0.016953265

Nilai RMSEz adalah 0,010 meter berdasarkan perhitungan pada tabel 5.3 di atas. Berikut standar akurasi seperti yang dinyatakan oleh Standar Akurasi Peta Nasional, atau NMAS:  $RMSEz(0,010) \times Akurasi Vertikal NMAS = LE90$

=1,0,016 meter. Pengujian terhadap temuan ini selanjutnya dilakukan, seperti yang diperlihatkan pada tabel 5.5 di bawah:

Tabel.5.4 Uji CE90 untuk ketelitian Petaskal a 1:1000

Ketelitian	Hasil Uji CE 90 (Dalam M)	Ketelitian Peta Skala 1:1000		
		Kelas 1 (Dalam M)	Kelas 2 (Dalam M)	Kelas 3 (Dalam M)
Horizontal	0.01636	0.2	0.3	0.5

Hasil penilaian ketelitian koordinat hasil pemetaan dari udara menghasilkan nilai CE90 0,016 m, yang mengindikasikan ketelitian horizontal peta masuk dalam kelas orde I (sangat baik) dengan ketelitian maksimum 0,3 m, memenuhi persyaratan untuk skala 1:1000. Ukuran ketelitian *geo metric horizontal* yang disebut *Circular Error 90% (CE90)* adalah jari-jari lingkaran yang merepresentasikan 90% ketidaksesuaian atau kesalahan antara posisi horizontal suatu objek pada peta dengan posisi aktualnya yang diasumsikan tidak melebihi jari-jari tersebut.

Tabel.5.5 Uji LE90 untuk ketelitian Peta Skala 1:1000

Ketelitian	Hasil Uji	Ketelitian Peta Skala 1:1000		
		Kelas 1 (Dalam M)	Kelas 2 (Dalam M)	Kelas 3 (Dalam M)
Vertikal	0.01695	0.2	0.3	0.5

Uji ketelitian vertikal ketelitian peta terpenuhi dengan skala 1:1000 yang termasuk dalam urutan kelas 1 (baik) dengan ketelitian maksimum 0,2 m, sesuai hasil uji ketelitian pemetaan foto udara, dimana nilai LE90 0,016 m.

### Deskripsi Data

#### Area Orthomosaic



Gambar. 5.2. Tanpa gcp (Sumber: Pengolahan Data)

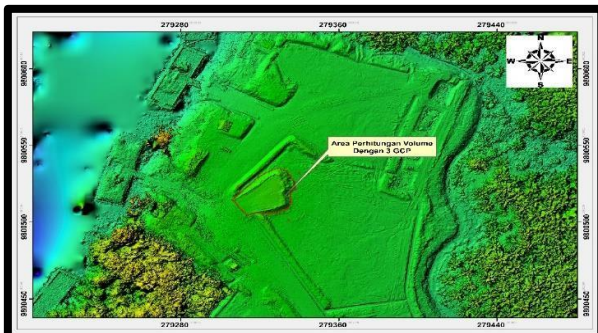


**Gambar.5.3** Dengan 3 GCP (Sumber: Pengolahan Data)



**Gambar.5.4** Dengan 4 GCP (Sumber: Pengolahan Data)

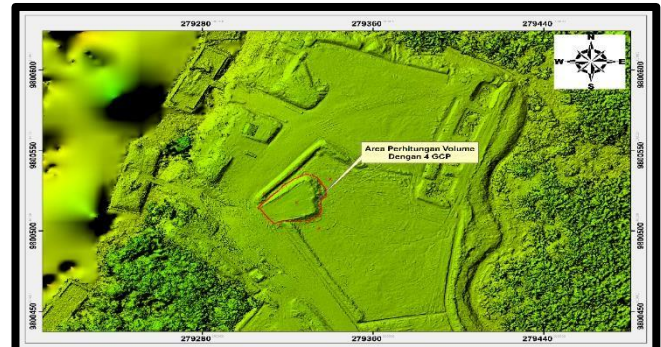
### Area DEM



**Gambar.5.5** Demtan pagcp (Sumber: Pengolahan Data)



**Gambar.5.6** Dem dengan 3 gcp (Sumber: Pengolahan Data)



**Gambar.5.7** Dem dengan 4 GCP (Sumber: Pengolahan Data)

### Perhitungan Volume Area Stockroom

Dengan menggunakan persamaan 3. Maka diperoleh volume area sebagai berikut:

$$V = \frac{h}{3} \sum \left\{ \frac{1}{2} (A_1 + A_2) \right\}$$

$$= \frac{1,45}{3} \frac{1}{2} (363,031 + 633,093)$$

$$V = 723.926 \text{ m}^3$$

### Tabel Hasil Pengolahan

Hasil volume pengolahan data drone menggunakan gcp dengan tidak menggunakan gcp pada area tumpukan stockroom dapat di lihat dibawah ini.

GCP	VOLUME (m <sup>3</sup> )	AREA (m <sup>2</sup> )	RMSEr (m)	RMSEz (m)	Uji akurasi CE90 r (m)	Uji akurasi LE90 z (m)
With out	358,278	339,765	4,07152	5,52693	6,17853	9,11888
With 3	716,6738	633,031	0,00635	0,00031	0,00965	0,00052
With 4	723,926	633,093	0,01078	0,01027	0,01636	0,01695

### 3. Pembahasan

Merujuk pada hasil penelitian yang diperoleh, distribusi Ground Control Point (GCP) menghasilkan variasi nilai akurasi planimetrik. Akurasi planimetrik tertinggi diperoleh pada distribusi **tiga GCP** dengan nilai **0,006 m**. Namun, ketika jumlah GCP ditingkatkan, akurasi planimetrik yang dihasilkan justru mengalami penurunan, seperti yang terjadi pada distribusi **empat GCP** dengan nilai akurasi **0,016 m**. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah GCP



tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan akurasi. Kualitas GCP pada saat proses registrasi terhadap citra juga berpengaruh signifikan, karena setiap proses pengukuran memiliki potensi kesalahan yang dapat menyebar ke titik-titik lain dan berdampak terhadap akurasi keseluruhan hasil pemetaan (Karim, 2016). Dalam laporan ini, berbagai gambar yang disajikan memberikan gambaran komprehensif mengenai proses pemetaan menggunakan drone dan metode fotogrametri. Setiap visual tidak hanya berfungsi sebagai ilustrasi, tetapi juga sebagai alat bantu dalam memahami pentingnya setiap tahapan dalam proses pemetaan. Salah satu aspek yang paling menonjol adalah penggunaan **Ground Control Points (GCP)**, yang terbukti sangat krusial dalam meningkatkan akurasi dan keandalan data yang dihasilkan. Sebagaimana dinyatakan oleh Santoso (2020), *“Tanpa GCP, data geospasial dapat mengalami kesalahan posisi yang signifikan, yang dapat menyebabkan interpretasi yang keliru terhadap bentuk dan ukuran objek yang sebenarnya.”* Pernyataan ini menegaskan bahwa GCP bukan sekadar elemen tambahan, melainkan komponen fundamental dalam menjamin kualitas data geospasial. Penggunaan GCP dalam pemetaan geospasial berfungsi sebagai titik referensi untuk menentukan posisi dan ukuran objek secara lebih tepat. Hal ini terlihat pada hasil pemetaan tanpa GCP, di mana garis batas area pengamatan yang ditandai tidak mencerminkan bentuk asli area tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanpa GCP, kesalahan pengukuran dapat terjadi dan mengakibatkan distorsi serta kesalahan interpretasi data geospasial. Kesalahan tersebut berpotensi memengaruhi pengambilan keputusan berbasis data, sehingga semakin menegaskan pentingnya penerapan GCP pada setiap tahapan pemetaan. Sejalan dengan hal tersebut, Prabowo (2021) menyatakan bahwa,

*“Akurasi dalam pemetaan sangat bergantung pada penggunaan GCP yang tepat, yang mampu mengurangi kesalahan sistematik dalam data.”*

#### 4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh nilai **Root Mean Square Error (RMSE)** yang berbeda pada setiap variasi distribusi Ground Control Point (GCP). Nilai uji akurasi dengan **tiga GCP** sebesar **0,00965 m**, sedangkan dengan **empat GCP** diperoleh nilai **0,01636 m**. Sementara itu, pada pemetaan **tanpa GCP** diperoleh nilai uji akurasi sebesar **6,17853 m**. Berdasarkan nilai akurasi tersebut, skala peta

yang dihasilkan dengan penggunaan GCP adalah **1:1.000**, sedangkan pada percobaan tanpa GCP hanya diperoleh skala peta sebesar **1:25.000**.

2. Luas area yang diperoleh dengan penggunaan **empat GCP** adalah **633,093 m<sup>2</sup>**, sedangkan dengan **tiga GCP** diperoleh luas sebesar **633,031 m<sup>2</sup>**. Pada pemetaan tanpa GCP, luas area yang dihasilkan hanya **339,765 m<sup>2</sup>**. Perbedaan hasil luas tersebut menunjukkan adanya pergeseran poligon yang signifikan antara penggunaan tiga GCP, empat GCP, dan tanpa GCP, sehingga posisi poligon tidak merepresentasikan kondisi sebenarnya.
3. Nilai volume tumpukan batubara pada area stockroom juga menunjukkan perbedaan akibat variasi pola sebaran GCP. Dengan penggunaan **tiga GCP**, diperoleh volume sebesar **716,6738 m<sup>3</sup>**, sedangkan dengan **empat GCP** diperoleh volume **723,926 m<sup>3</sup>**. Sementara itu, pemetaan tanpa GCP menghasilkan volume yang jauh lebih kecil, yaitu **358,278 m<sup>3</sup>**. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan GCP sangat berpengaruh terhadap ketelitian perhitungan volume.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arafat, R., & Yunaf, A. S. (2021). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Dan Kerapatan Vegetasi Di Kawasan Pertambangan Rantau Pandan Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. 2(September).
- [2] Firmansyah, I., Yuwono, & Budisusanto, Y. (2023). Analisis Perbandingan Volume Metode Penampang Rata-Rata, Composite Volume, Dan Prismoidal Untuk Jalan Berkelok. M(1), 29–40.
- [3] Heriyanto, Wijaya, R., & Putra, G. A. (2019). Manajemen Pemetaan Sistem Informasi Geografis Distribusi Lahan Terbuka Pasca Bencana Gempa Bumi Kab. Padang Pariaman. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI), November, 314–319.
- [4] Karim, R. W. T. (2016). Analisis Pengaruh Distribusi Titik Kontrol Tanah Terhadap Hasil Triangulasi Udara (Studi Kasus: Kota Bandung). 1–8. <https://medium.com/@Arifwicaksanaa/Pengertian-Use-Case-A7e576e1b6bf>
- [5] Oktavia, M., Rianto, D. J., Novratrilova, L., Heriyanto, H., & Aswana, A. (2024). Fungsi Penggunaan Add Placemark Dan Add Polygon Dalam Pembuatan Peta Situasi Menggunakan Google Earth Pro. Madaniya, 5(1), 252–263. <https://doi.org/10.53696/27214834.751>
- [6] Oswara, R. M., Fathira, R. L., Permana, I. S., Renjani, M. S., Heriyanto, D., & Wijaya, S. (2025). AL-INAYAH 3. 6(1), 968–972.
- [7] Prayogo, I. P. H., Manoppo, F. J., Lefrandt, L. I. R., & Dasar, P. (2020). Pemanfaatan Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Quadcopter Dalam





- Pemetaan Digital ( Fotogrametri )  
Menggunakan Kerangka Ground Control Point ( Gcp ).  
10(1).
- [8] Seandy, R., Pradana, N., Riani, D., Silitonga, S.P., Teknik, F., & Raya, U. P. (2023). Pembuatan Digital Elevation Model Universitas Palangka Raya Menggunakan Drone Dan GPS Geodetik. 1(1), 33-40.
- [9] Syafique, M., Luwyk, H., & Usup, D. (N.D.). Perbandingan Volume Overburden Removal Menggunakan Foto Udara Dji Phantom 4 Dan Hasil Survey Total Station Trimble C5 Pada Pit Cap Pt . Insani Baraperkasa. 84-88.
- [10] Wahyudi, D. P., Riyanto, A., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2023). Akurasi Perhitungan 3D Volume Galian Proyek Pembangunan Jalan. <https://doi.org/10.30737/Jurmateks.V6i1.4734> 6.
- [11] Wahyuningrum. (2022). Dasar Dasar Teknik Geospasial (Rifqi Risnadyatul Hudha. Putri F. Wijayanti (Ed.)).
- [12] Walijatun Djoko. (2003). Dasar Dasar Pengukuran tanah (endra s (ed.); ketujuh). pt.gelora aksara pratama.
- [13] Widodo, S., Farida, A., Maysyurah, A., & Widiyanto, A. (2023). Pemanfaatan Teknologi Drone Dalam Pemetaan Digital ( Fotogrametri ) Menggunakan Kerangka Ground Control Point (GCP) di Daerah Irigasi Waibu Distrik Salawati Tengah.
- [14] Wulan, S., Auningsih, N., Rohmaeni, D., Megasukma, Y., & Zahar, W. (2021). Pemodelan Stockpile Menggunakan Metode Fotogrametri Dengan Wahana Uav (Unmanned Aerial Vehicle) Di PT Triaryani. 9, 141-149.