

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Titik *Ground Control Point* (GCP)

Pada penelitian ini, terdapat empat titik *Ground Control Point* (GCP) yang diambil dari *Stockpile*. Titik-titik koordinat ini digunakan untuk mengoreksi hasil foto udara yang diambil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keempat titik GCP (lokasi Titik *GCP* bisa dilihat pada lampiran 1) yang diikat pada satu benchmark milik Badan Informasi Geospasial (BIG) dapat efektif digunakan untuk mengoreksi foto udara yang dihasilkan oleh UAV. Dengan demikian, peta yang dihasilkan memenuhi standar pemetaan dan memiliki referensi koordinat global.

Tabel 2. Titik koordinat *GCP*

No <i>GCP</i>	X	Y	Z
1	264588.424	9769112.338	42.130
2	264608.867	9769064.270	47.105
3	264557.196	9769049.065	41.944
4	264640.373	9769036.335	40.213

### 4.2 Hasil Pengukuran

#### 4.2.1 Hasil Perhitungan *UAV DRONE DJI AIR 2S*

Pengolahan data hasil pengukuran menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menghasilkan data berupa model 3D, Digital Elevation Model (DEM), dan ortofoto. Proses pengolahan data tersebut meliputi: Mengimpor gambar ke dalam software pengolahan seperti Agisoft Metashape atau Surpac, dan melakukan perhitungan volume. Perhitungan volume menggunakan model DEM dan ortofoto dengan format *TIFF* atau *Tagged Image File Format* yang dihasilkan dari software Agisoft Metashape, untuk menghitung volume *Stockpile* dengan memanfaatkan fitur analisis volume di *software Surpac*, maka didapatkan hasil dengan volume 23.574,733 M<sup>3</sup>. Berikut ini pada Gambar 23 disajikan berupa hasil pengolahan data *Stockpile* dengan format *dense cloud* dan *DEM* berdasarkan pengukuran menggunakan wahana UAV .

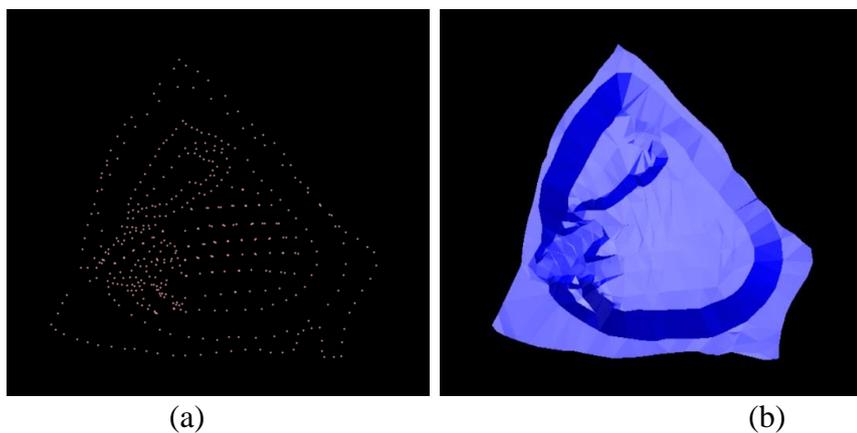


Gambar 23. Dense cloud *Stockpile*

#### 4.2.2 Hasil Perhitungan *GPS Geodetic*

Pengolahan data hasil pengukuran menggunakan alat ukur *GPS Geodetic* menggunakan perangkat lunak *Surpac 6.3* menghasilkan data *Surface Terrain (STR)* yaitu format data yang berupa garis atau string dan *Digital Terrain Model (DTM)* yaitu format data 3D hasil representasi dari *string* atau garis . Selanjutnya melakukan perhitungan volume menggunakan metode *Cut and Fill*, Setelah semua data di input dan *boundary* ditentukan, proses perhitungan volume dapat dilakukan dan hasil volumenya yaitu 24.213,56 M<sup>3</sup>

Di bawah ini pada Gambar 24 disajikan berupa gambar hasil pengolahan data *Stockpile* dalam format *STR* dan *DTM* yang diambil dengan menggunakan alat ukur *GPS Geodetic*.



Gambar 24. Data pengukuran *Stockpile RTK* (a) Format *STR*, (b) Format *DTM*

### 4.3 Analisis Hasil Perhitungan Volume *Stockpile* Pengukuran UAV Dan RTK GNSS

#### 4.3.1 Analisis Perhitungan Perbandingan Volume *Stockpile*

Analisis dilakukan untuk menentukan metode pengukuran mana yang paling akurat dalam menghitung volume *Stockpile*. Berdasarkan hasil perhitungan volume yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dan *Real-Time Kinematic (RTK)*, terdapat selisih sebesar 665,827 m<sup>3</sup>. Jika dikonversikan ke dalam berat dengan menggunakan massa jenis batubara, selisih tersebut setara dengan 753,815 ton, berdasarkan nilai densitas batubara 1 m<sup>3</sup> = 1,180 ton. Perhitungan volume dari pengukuran UAV menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran menggunakan *GPS Geodetic*, dengan selisih sebesar 2,6%. Selisih ini masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu < 3%.

#### 4.3.2 Analisis Perhitungan RMSE

Perhitungan RMSE (Root Mean Square Error) dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan data yang dihasilkan oleh UAV *DJI Air 2s* dengan membandingkannya terhadap data referensi yang lebih akurat, yaitu *GPS Geodetic*. Proses ini melibatkan penghitungan selisih antara nilai koordinat dari kedua sumber data, di mana akar kuadrat dari selisih tersebut diambil untuk mendapatkan nilai RMSE. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk memastikan keakuratan data UAV *DJI Air 2s* dalam berbagai aplikasi seperti pemetaan dan penginderaan jauh. Dengan mengetahui nilai RMSE, informasi yang akurat dan dapat diandalkan mengenai kualitas data yang dihasilkan oleh UAV dapat diperoleh.

Berikut pada Tabel 4 hasil perhitungan RMSE Horizontal dan RMSE Vertikal :

Tabel 3. Hasil perhitungan RMSE

RMSE	Error_(m)	X_error	Y_error	r_Error	Z_error
	0.01667	0.020299	0.026143	0.0165492	0.001997

Berdasarkan tabel hasil perhitungan tersebut, bahwa ketelitian horizontal maupun vertikal yang dihasilkan UAV DJI Air 2 s pada elevasi 100 meter memiliki ketelitian yang baik dan mendapatkan tingkat RMSE dibawah 1<.

### 4.3.3 Analisis Faktor Penyebab Selisih Volume

#### 1. Pengaruh Cuaca dan Kondisi Lingkungan



Gambar 25. Cuaca buruk

Cuaca buruk, seperti hujan atau angin kencang, dapat mempengaruhi stabilitas penerbangan drone dan kualitas gambar yang diambil, yang akan mempengaruhi akurasi pengukuran (Gambar 25).

#### 2. Akurasi *GPS* dan Sistem Navigasi

*DJI Air 2s* menggunakan *GPS* standar, yang mungkin memiliki ketelitian terbatas pada beberapa meter. Akurasi *GPS* yang rendah dapat menyebabkan kesalahan dalam penentuan posisi drone selama pemetaan, yang akan mempengaruhi akurasi volume yang dihitung.

#### 3. penggunaan aplikasi penerbangan

pada akuisisi data foto udara digunakan aplikasi penerbangan yaitu *Drone link*. jadi penggunaan aplikasi yang digunakan tidak sesuai dengan rekomendasi yang diberikan dalam buku panduan pengguna *DJI Air 2s*, ini bisa menyebabkan kurang optimalnya dalam pengambilan data dan berdampak pada hasil pengukuran.

### 4.4 Upaya Tindakan Perbaikan

#### 1. Pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan

- Lakukan pemetaan hanya dalam cuaca yang cerah dan stabil.
- Pilih waktu penerbangan yang tepat dan pastikan cuaca tidak mengganggu kinerja drone

#### 2. akurasi dan sistem navigasi

Menurut penelitian (Czyza, S Dkk.2023) membuktikan bahwasanya, menggunakan sistem *RTK (Real-Time Kinematic)* atau *PPK (Post-*

*Processed Kinematic*) untuk meningkatkan akurasi posisi hingga beberapa sentimeter pada drone.

### 3. penggunaan aplikasi penerbangan

Panduan Pengguna DJI Air 2S	
Suhu Pengisian Daya	41° hingga 104° F (5° hingga 40° C)
Daya Pengisian Maks	38 W
Aplikasi	
Aplikasi	DJI Fly

Gambar 26. Rekomendasi penggunaan aplikasi penerbangan

Menurut panduan penggunaan *DJI Air 2s* rekomendasi penggunaan aplikasi penerbangan Drone *DJI Air 2s* Yaitu aplikasi DJI Fly (Gambar 26).

Dengan memperhatikan faktor-faktor di atas dan menerapkan langkah-langkah perbaikan, pengukuran volume *Stockpile* menggunakan drone *DJI Air 2s* dapat menjadi lebih akurat.