



## Perbandingan Perhitungan Volume Batubara *Stock Rom* Menggunakan Hasil Pengukuran *Total Station* dan *Unmanned Aerial Vehicle* di PT Victor Dua Tiga

Adit Ajie Nugraha<sup>1\*</sup>, Lucia Litha Respati<sup>2</sup>, Windhu Nugroho<sup>3</sup>, Henny Magdalena<sup>4</sup>, Agus Winarno<sup>5</sup>

<sup>1-2</sup>Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman, Indonesia

Email : [aditajienugraha881@gmail.com](mailto:aditajienugraha881@gmail.com)<sup>1</sup>, [lucia.respati@gmail.com](mailto:lucia.respati@gmail.com)<sup>2</sup>

\*Penulis Korespondensi : [aditajienugraha881@gmail.com](mailto:aditajienugraha881@gmail.com)

**Abstract.** *Measuring coal volume in the Stock ROM area played an important role in production control and mining evaluation. This research was conducted in the Stock ROM area at PT. Victor Dua Tiga Mega, where volume measurements were generally carried out using Total Station (TS) as the main method, however the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) has begun to be implemented as a more efficient alternative. This study aims to compare the results of Stock ROM coal volume calculations using the Total Station and UAV methods. The research method was carried out by collecting data in the field, processing the digital Elevation Model (DEM), and calculating the volume using the Cut and Fill method. The results of the study the difference in volume between the two methods, where the UAV measurement results tend to be greater than those of the Total Station. The difference in Fine Coal volume was 724,15 m<sup>3</sup> or 16,74% and Raw Coal volume of 9.335,98 m<sup>3</sup> or 8,03%. Based on a comparison with weighing data, measurements using the Total Station provided results that were closer to the actual conditions in the field.*

**Keywords:** *Coal Volume; Stock ROM; Topographic Survey; Total Station; Unmanned Aerial Vehicle.*

**Abstrak.** Pengukuran volume batubara pada area *Stock ROM* memiliki peran penting dalam pengendalian produksi dan evaluasi hasil penambangan. Penelitian ini dilakukan di area *Stock ROM* PT. Victor Dua Tiga Mega, pengukuran volume umumnya dilakukan menggunakan *Total Station* (TS), sebagai metode utama, sementara penggunaan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) mulai diterapkan sebagai alternatif yang lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan volume batubara *Stock ROM* menggunakan metode *Total Station* dan UAV. Metode penelitian dilakukan dengan pengambilan data dilapangan, Pengolahan *Digital Elevation Model* (DEM), dan perhitungan volume menggunakan metode *Cut and Fill*. Hasil penelitian menunjukkan adanya Perbedaan volume antara kedua metode, dimana hasil pengukuran UAV cenderung lebih besar dibandingkan *Total Station* dengan selisih volume *Fine Coal* sebesar 724,15 m<sup>3</sup> atau 16,74% dan Volume *Raw Coal* sebesar 9.335,98 m<sup>3</sup> atau 8,03%. Berdasarkan perbandingan dengan data timbangan pengukuran menggunakan *Total Station* memberikan hasil yang lebih mendekati kondisi aktual dilapangan.

**Kata kunci:** Batubara ROM; Survei Topografi; Total Station; Volume Batubara; Wahana Udara Tanpa Awak.

### 1. LATAR BELAKANG

Pertambangan batubara merupakan industri yang sangat penting dalam perekonomian global. Dalam operasionalnya, pemantauan kemajuan volume tambang menjadi penting untuk mengoptimalkan produksi dan mengelola sumber daya dengan efisien. Penggunaan teknologi terkini seperti *Total Station* (TS) dan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) telah menjadi perhatian dalam pemantauan volume tambang batubara.

Pada PT Victor Dua Tiga Mega, *Total Station* telah menjadi alat utama yang digunakan untuk pengukuran volume batubara khususnya di area *Stock ROM*. Akurasi tinggi dan kemampuan TS untuk mengambil data dengan langsung bersentuhan dengan objek sebagai

standar yang di andalkan oleh perusahaan, hasil pengukuran TS dijadikan sebagai acuan utama dalam evaluasi dan pengambilan keputusan terkait produksi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini hasil pengukuran *Total Station* dianggap sebagai referensi yang valid untuk membandingkan keakuratan dengan metode lain, seperti *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Sehingga memperoleh data volume batubara pada *Stock ROM* dan mengetahui sejauh mana hasil pengukuran UAV dapat mendekati hasil pengukuran TS, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berbasis data mengenai metode Survey yang paling sesuai untuk digunakan di lokasi tersebut.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### *Stock ROM* Batubara

Menurut (Hardianti, 2023), *Stock ROM* batubara merupakan tempat pengumpulan Batubara yang baru ditimbang dari Pit sebelum menuju ke mesin *Crusher* dan dipindahkan menuju *Stockpile*, Batubara yang ada di *Stock ROM* umumnya memiliki ukuran yang masih besar dan berbentuk bongkahan.

### *Survey*

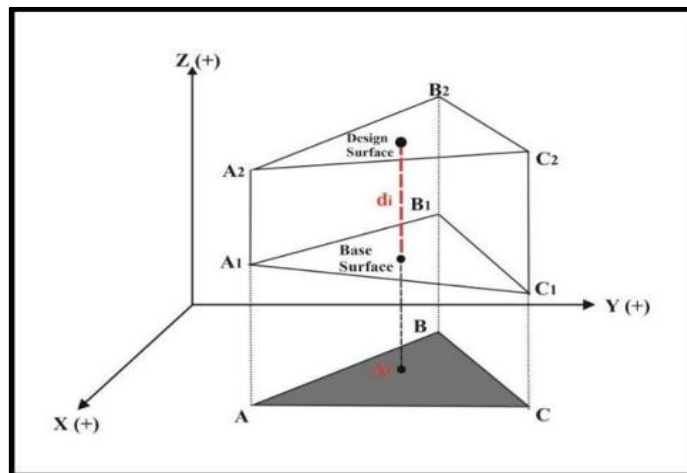
Survey tambang (*Mine Surveying*) adalah ilmu yang mencakup teknik-teknik khusus yang diperlukan untuk menentukan posisi-posisi dan gambaran proyeksi obyek, baik dibawah tanah (tambang bawah tanah) maupun di permukaan bumi (tambang terbuka), *Survey original* adalah *survey* yang digunakan sebagai acuan untuk perhitungan volume progress. *Survey progress* yaitu survey yang dilakukan setiap bulan dengan tujuan untuk menghitung volume *overburden* (lapisan tanah penutup) dan batubara yang telah diambil. Dari hasil *survey progress* ini akan diketahui berapa BCM (*Bank Cubic Meter*) lapisan *overburden* yang telah diambil dan dipindahkan serta berapa ton batubara yang telah diambil dari lokasi tersebut (Hadi dan Rizani, 2023).

### Volume

Volume adalah jumlah ruang yang ditempati oleh material, dimana material yang dimaksud dapat berupa material padat, cair, maupun gas. Satuan Internasional (SI) untuk volume adalah meter kubik ( $m^3$ ), yang merupakan volume yang ditempati oleh sebuah kubus yang berukuran 1 m di setiap sisi. Satuan lain yang banyak dipakai adalah liter ( $l = dm^3$ ) dan mili liter ( $ml = cc$ ) (Maulidin, 2016).

### Metode *Cut and Fill*

Menurut (Maulidin, 2016), metode *cut and fill* merupakan metode perhitungan volume ini digunakan untuk data *point* dari pengukuran. Perhitungan volume metode *cut and fill* divisualisasikan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 1.** Ilustrasi perhitungan volume *Cut and Fill*.

Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa volume total dari area dihitung dari penjumlahan volume semua prisma. Volume prisma dihitung dengan mengalikan luas bidang permukaan proyeksi ( $A_i$ ) dengan jarak antara pusat massa dari dua segitiga yaitu *design surface dan base surface* ( $d_i$ ). Rumus penghitungan volume untuk TIN dapat dilihat pada persamaan dibawah ini (Maulidin, 2016).

$$V_i = A_i \times d_i$$

Keterangan:

$V_i$  = Volume prisma ( $m^3$ )

$A_i$  = Luas bidang permukaan proyeksi ( $m^2$ )

$d_i$  = Jarak antara pusat massa dua segitiga *surface* desain dan *base* desain (m)

Menurut (Kartika, 2025) Untuk mendapatkan hasil selisih pengukuran volume menggunakan hasil data *Total Station* dan UAV dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$(V\%) = \frac{(Vol(UAV)) - Vol(TS)}{Vol(UAV)} \times 100\%$$

Keterangan:

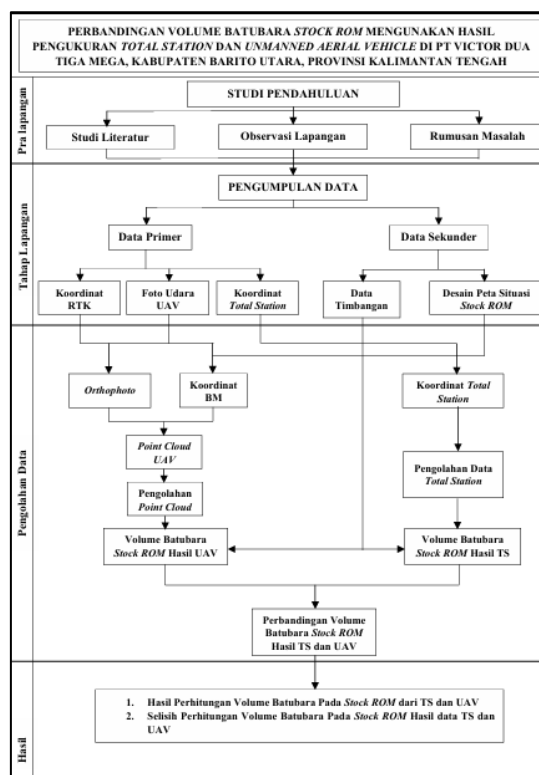
$V\%$  : Persentase Perbedaan Volume (%)

$Vol(UAV)$ : Volume hasil perhitungan UAV ( $M^3$ )

$Vol(TS)$  : Volume hasil perhitungan TS ( $M^3$ )

### 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini kuantitatif. Pada pelaksanaannya terdapat beberapa tahapan yaitu tahap pra lapangan, tahap lapangan dan tahap pasca lapangan. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi alat pelindung diri, alat tulis, *handphone*, laptop, statif, *pole stik*, *Total Station sokkia IM-50*, *DJI Mavic3 Enterprise*, *Agisoft Metashape Professional* dan *Minescape 5.7*. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder yang diperoleh dari Perusahaan PT Victor Dua Tiga Mega seperti Desain peta situasi *Stock ROM* dan data timbangan, Serta data primer yang dilakukan dilapangan seperti koordinat berdiri alat GPS RTK, foto udara UAV, dan data koordinat hasil penembakan *total station*.



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian.

Adapun pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

- Koordinat GPS RTK merupakan data koordinat yang digunakan sebagai titik ikat (*Bench Mark*) untuk mengikat kordinat hasil dari pengambilan foto udara menggunakan UAV dan Sebagai titik ikat dari *Total Station* sehingga dapat meminimalisir pergeseran kordinat antara kordinat progres dan kordinat yang berada di lapangan.
- Pengolahan data koordinat *Total Station*, pada tahap ini data *Point Total Station* diolah menggunakan *Software Minescape* sehingga diperoleh data berupa *Digital Elevation Model* (DEM) yang akan digunakan untuk menghitung volume batubara pada *Stock ROM*. Untuk

menghitung volume batubara hasil *Total Station* maka diperlukan data DEM dari hasil pengolahan data *Total Station* yang nantinya akan diolah pada *Software Minescape 5.7* dengan menggunakan metode *Cut and Fill* sehingga didapatkan volume batubara *Stock ROM*.

- c. Setelah data dikumpulkan, *Software* khusus seperti *Agisoft Metashape Professional*, digunakan untuk menggabungkan foto-foto tersebut melalui proses yang disebut *photogrammetry*. Ini menciptakan peta, model 3D, atau *Orthophoto*. Pada tahap ini data *Point Cloud* hasil foto udara diolah menggunakan *Software Minescape* sehingga diperoleh data berupa *Digital Elevation Model (DEM)* yang akan digunakan untuk menghitung volume batubara pada *Stock ROM*. Untuk menghitung volume batubara hasil UAV maka diperlukan data DEM dari hasil pengolahan foto udara yang nantinya akan diolah pada *Software Minescape 5.7* dengan menggunakan metode *Cut and Fill* sehingga didapatkan volume Batubara *Stock ROM*.
- d. Selisih dari volume batubara menggunakan TS dan UAV akan di dapatkan setelah adanya hasil data volume dari kedua data tersebut, untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran UAV dapat mendekati hasil pengukuran TS. Oleh karena itu penulis menghitung selisih antara hasil perhitungan TS dan UAV.

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 1 Oktober 2025 s/d 8 November 2025 di PT Victor Dua Tiga Mega, Desa Luwe Hulu, Kecamatan Lahei Barat, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah.

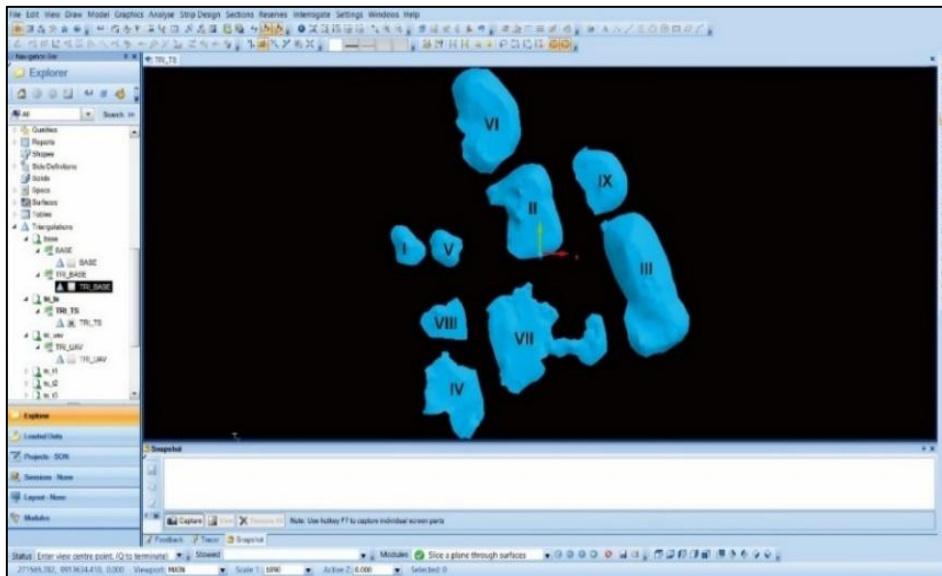
#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Data GPS RTK**

*Real Time Kinematic (RTK)* merupakan metode penentuan posisi secara langsung (*real-time*) dengan pendekatan diferensial yang memanfaatkan data fase. Dalam menyediakan informasi posisi secara langsung, data *pseudorange* dari stasiun referensi perlu dikirimkan kepada pengguna melalui saluran komunikasi data secara *real-time*, agar proses transmisi berjalan optimal, stasiun referensi maupun penerima perlu dilengkapi sistem pemancar sekaligus penerima data yang berfungsi dengan baik. Tingkat akurasi sistem RTK berkisar antara 1 hingga 5 cm, selama ambiguitas fase dapat ditentukan secara tepat, penelitian ini GPS RTK digunakan sebagai Titik Ikat (*BenchMark*) yang akan digunakan sebagai acuan titik ikat pada alat *Total Station* dan UAV.

### Perhitungan Volume Hasil *Total Station*

Data koordinat yang dihasilkan dari pengukuran *Total Station* harus di *export* terlebih dahulu agar bisa diolah pada *software* pengolahan, dimana data yang dihasilkan *Total Station* berformat SDR, dimana hasil *export* dari SDR ini harus diubah lagi kedalam data CSV (*Comma Separated Value*) yang nantinya akan di *Import* kedalam *Software Minescape 5.7* yang digunakan untuk menghitung volume. Hasil dari *minescape* kemudian diolah menjadi data *triangle* yang nantinya diperlukan untuk perhitungan volume, berikut hasil *triangle* dari *Total Station* yang di olah pada *software minescape*.



**Gambar 3.** Desain *Triangle* Data *Total Station*.

Dari data *triangle* menggunakan *Total Station* selanjutnya di hitung dengan *base* data yang sudah ada menggunakan metode *cut and fill* pada *reserves triangle cut and fill*. didapatkan hasil perhitungan *fill* volume *Total Station* sebagai berikut.

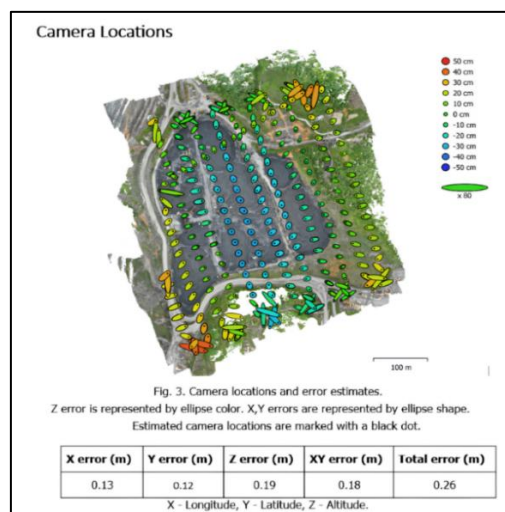
Dari Tabel 1. dibawah dapat diketahui hasil perhitungan volume menggunakan data *Total Station* didapatkan volume untuk *Fine Coal Seam E* sebesar  $1.919,26 \text{ m}^3$ , *Raw Coal Seam E* memiliki volume sebesar  $17.317,92 \text{ m}^3$ , *Raw Coal Seam FG1* memiliki volume sebesar  $43.317,13 \text{ m}^3$ , *Raw Coal Seam FG2* memiliki volume sebesar  $9.080,50 \text{ m}^3$ , *Fine Coal Seam HJN* memiliki volume sebesar  $1.682,14 \text{ m}^3$ , *Raw Coal Seam HJN1* memiliki volume sebesar  $21.856,72 \text{ m}^3$ , *Raw Coal Seam HJN2* memiliki volume sebesar  $8.029,41 \text{ m}^3$ , *Raw Coal Seam HJN3* memiliki volume sebesar  $511,78 \text{ m}^3$ , dan *Raw Coal* pada *Seam KL* didapatkan volume sebesar  $6.844,87 \text{ m}^3$ , sehingga volume untuk *Fine Coal* sebesar  $3.601,40 \text{ m}^3$ , dan volume *Raw Coal* sebesar  $106.958,33 \text{ m}^3$  yang jika di total memiliki volume sebesar  $110.559,73 \text{ m}^3$ .

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Volume Menggunakan Data *Total Station*.

<b>Tumpukan</b>	<b>Seam</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
I	E <i>Fine</i>	1.919,26
II	E <i>Raw</i>	17.317,92
III	FG1 <i>Raw</i>	43.317,13
IV	FG2 <i>Raw</i>	9.080,50
V	HJN <i>Fine</i>	1.682,14
VI	HJN1 <i>Raw</i>	21.856,72
VII	HJN2 <i>Raw</i>	8.029,41
VIII	HJN3 <i>Raw</i>	511,78
IX	KL <i>Raw</i>	6.844,87
<b>Total Fine Coal</b>		<b>3.601,40</b>
<b>Total Raw Coal</b>		<b>106.958,33</b>
<b>Total Keseluruhan</b>		<b>110.559,73</b>

### Uji Ketelitian Geometrik UAV

Uji ketelitian geometrik adalah salah satu tahap penting dalam pemrosesan data fotogrametri, terutama dalam aplikasi pemetaan menggunakan UAV. Uji ini bertujuan untuk mengukur akurasi posisi yang digunakan dalam pemetaan foto udara, berdasarkan pengolahan foto udara yang telah dilakukan sehingga didapatkan hasil *Root Mean Square Error* Seperti di bawah ini.

**Gambar 4.** Hasil Uji RMSE *Software Agisoft*.

Berdasarkan hasil pengolahan RMSE pada *Software Agisoft Professional* sehingga didapatkan RMSE horizontal sebesar 0,18 m dan untuk RMSE vertikal didapatkan sebesar 0,19 m yang kemudian data tersebut dapat dihitung untuk mendapatkan CE90 dan LE90, seperti pada tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 1.** Perhitungan CE90 dan LE90.

	$1,5175 \times RMSEr$		$1,6499 \times RMSEz$
CE90	$1,5175 \times 0,18$	LE90	$1,6499 \times 0,19$
	0,27315		0,313481

Berdasarkan hasil perhitungan CE90 dan LE90 didapatkan untuk CE90 sebesar 0,27 m dan untuk LE90 didapatkan sebesar 0,31 m, dengan skala ketelitian 1:1000 dengan interval kontur 0,4 m.

#### Data Hasil *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)

Pengambilan Data menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* pada penelitian ini dilakukan sebanyak 1 kali yaitu pada tanggal 31 oktober 2025 dengan menggunakan *Drone* berjenis *DJI Mavic 3 Enterprise* yang dilengkapi dengan RTK Modul yang dihubungkan dengan BM dengan melalui GPS RTK, pengambilan data dilakukan pada area *Stock ROM* PT Victor Dua Tiga Mega, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah, dimana pengukuran dilakukan dengan membuat misi penerbangan seperti pada tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 2.** Misi Penerbangan UAV.

Misi Penerbangan					
Tanggal	jumlah foto	Front Lap %	Side Lap %	Jenis Foto	Tinggi Terbang (m)
31-Okt-25	269	65	70	Vertikal 90°	70

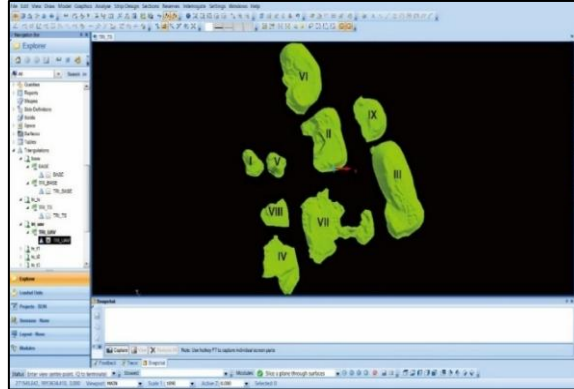
Berdasarkan Tabel 3 diatas menunjukkan misi penerbangan UAV untuk pengambilan foto udara dilakukan pada tanggal 31 Oktober 2025 pada ketinggian 70 meter dengan *Front Lap* 65% dan *Side Lap* 70%, menggunakan jenis foto vertikal 90° sehingga menghasilkan 269 foto secara berurutan. *Overlap* yang tinggi memastikan akurasi dalam pembuatan model 3D melalui Fotogrametri, kecepatan dan ketinggian berpengaruh juga terhadap hasil fotogrametri yang dihasilkan, dimana pada gambar 5 disajikan gambar *Orthophoto* hasil UAV.



**Gambar 5.** *Orthophoto* Stock ROM.

### Perhitungan Volume hasil *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

Data *point cloud* telah di siapkan maka selanjutnya diolah data tersebut menggunakan *software minescape 5.7* untuk mendapatkan volume dari timbunan yang kita hitung dengan menggunakan metode *Cut and Fill*.



**Gambar 6.** *Triangle Data UAV.*

Dari data *triangle* pada gambar 6 selanjutnya di hitung dengan *base data* yang sudah ada menggunakan metode *cut and fill* pada *reserves triangle cut and fill*. didapatkan hasil perhitungan *fill volume* UAV pada tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 3.** Perhitungan Volume Menggunakan Data UAV.

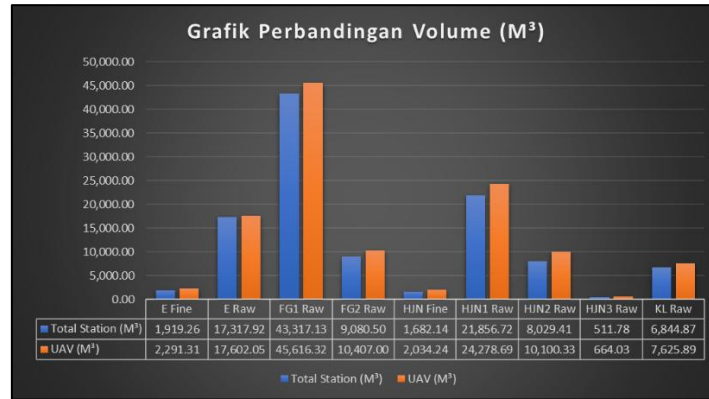
Tumpukan	Seam	Volume (m <sup>3</sup> )
I	E Fine	2.291,31
II	E Raw	17.602,05
III	FG1 Raw	45.616,32
IV	FG2 Raw	10.407,00
V	HJN Fine	2.034,24
VI	HJN1 Raw	24.278,69
VII	HJN2 Raw	10.100,33
VIII	HJN3 Raw	664,03
IX	KL Raw	7.625,89
<b>Total Fine Coal</b>		<b>4.325,55</b>
<b>Total Raw Coal</b>		<b>116.294,31</b>
<b>Total Keseluruhan</b>		<b>120.619,86</b>

Berdasarkan Tabel 4. di atas dapat diketahui hasil perhitungan volume menggunakan data UAV didapatkan volume untuk *Fine Coal Seam E* sebesar 2.291,31 m<sup>3</sup>, *Raw Coal Seam E* memiliki volume sebesar 17.602,05 m<sup>3</sup>, *Raw Coal Seam FG1* memiliki volume sebesar 45.616,32 m<sup>3</sup>, *Raw Coal Seam FG2* memiliki volume sebesar 10.407,00 m<sup>3</sup>, *Fine Coal Seam HJN* memiliki volume sebesar 2.034,24 m<sup>3</sup>, *Raw Coal Seam HJN1* memiliki volume sebesar 24.278,69 m<sup>3</sup>, *Raw Coal Seam HJN2* memiliki volume sebesar 10.100,33 m<sup>3</sup>, *Raw Coal Seam HJN3* memiliki volume sebesar 664,03 m<sup>3</sup>, dan *Raw Coal pada Seam KL* didapatkan volume

sebesar 7.625,89 m<sup>3</sup>, sehingga volume untuk *Fine Coal* sebesar 4.325,55 m<sup>3</sup>, dan Volume *Raw Coal* sebesar 116.294,31 m<sup>3</sup> yang jika di total memiliki volume sebesar 120.619,86 m<sup>3</sup>.

### Grafik Perbandingan Volume Batubara Hasil TS dan UAV

Berikut grafik perbandingan volume Batubara hasil TS dan UAV yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan.



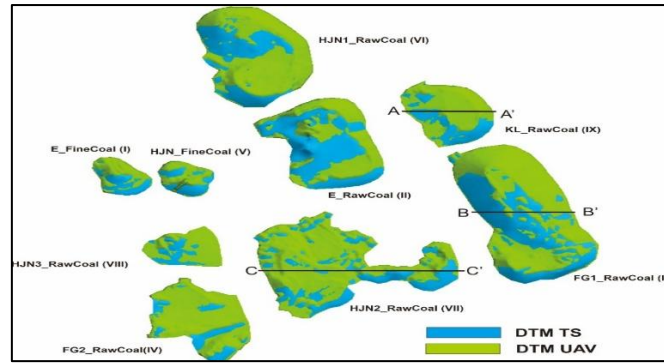
**Gambar 7.** Grafik Selisih Volume batubara TS dan UAV.

Dari grafik pada Gambar 7 pada perhitungan volume yang dihasilkan menunjukkan bahwa volume hasil perhitungan UAV lebih besar dibandingkan hasil perhitungan TS.

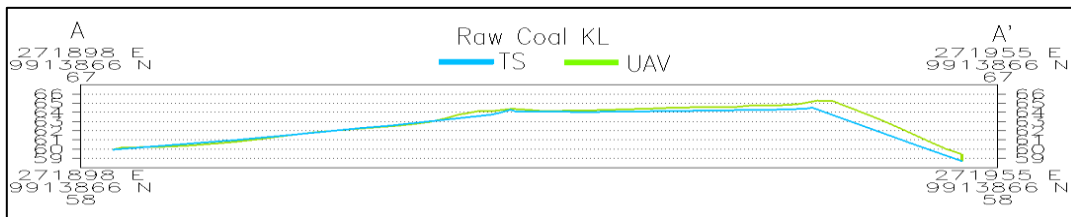
### Cross-Section

*Cross-Section* pada *Survey* bertujuan untuk membuat potongan ataupun sayatan melintang dari tumpukan Batubara, *Cross-Section* biasanya digunakan untuk melihat perbedaan permukaan (*Surface*) dari suatu tumpukan yang dihasilkan dengan menggunakan 2 alat ukur yang berbeda. Dalam pengambilan data dibuat sayatan pada masing-masing tumpukan yaitu sayatan A-A', B-B', dan sayatan C-C'.

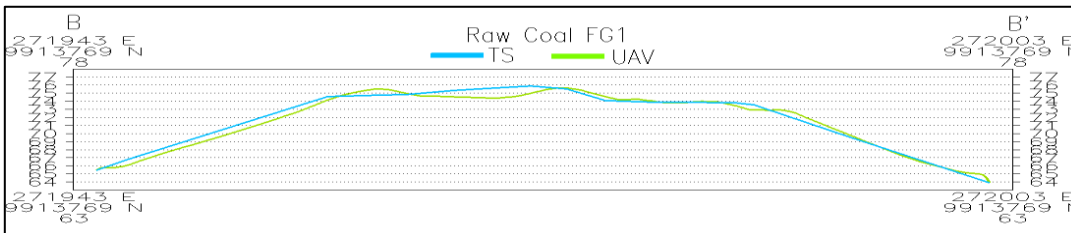
Pada Gambar 8 dibawah terdapat 3 sayatan pada setiap tumpukan *Stock* Batubara yang diambil dimana terlampir sayatan A-A' sampai C-C'. Sayatan A-A' memiliki panjang 56 meter, sayatan B-B' dengan panjang 60 meter, sayatan C-C' dengan panjang 73 meter. Dengan adanya sayatan ini, maka perbedaan permukaan dari data DTM yang diambil menggunakan alat TS dan UAV lebih bisa dilihat, penjelasan mengenai sayatan A-A' sampai C-C' akan dijelaskan sebagaimana terlampir pada gambar 9 sampai 11.



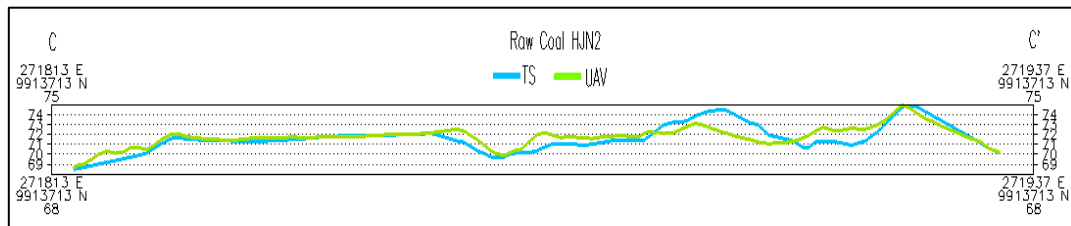
**Gambar 8.** Sayatan Pada Setiap Tumpukan.



**Gambar 9.** Cross-Section A-A'.



**Gambar 10.** Cross-Section B-B'.



**Gambar 11.** Cross-Section C-C'.

Cross-Section yang ditampilkan merupakan salah satu gambaran mengenai perbedaan elevasi permukaan DTM yang dihasilkan dari hasil pengambilan data menggunakan *Total Station* dan UAV, pada *Cross-Section* menampilkan 2 perbandingan permukaan dengan DTM hasil *Total Station* berwarna biru dan permukaan DTM UAV berwarna hijau.

Berdasarkan gambar 8 dan sayatan yang telah dibuat diketahui bahwa permukaan DTM yang dihasilkan UAV relatif lebih tinggi daripada permukaan DTM hasil TS dimana hasil ini yang dapat menyebabkan perbedaan volume yang cukup besar, dimana volume hasil

pengukuran menggunakan UAV cenderung lebih besar dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan TS. Hal ini disebabkan oleh perbedaan metode akuisisi data yang digunakan oleh kedua alat tersebut. UAV menghasilkan data permukaan dengan kepadatan titik yang tinggi dan merata sehingga mampu merepresentasikan bentuk aktual permukaan *Stock ROM* secara lebih detail. Sebaliknya, pengukuran menggunakan TS dilakukan dengan pengambilan titik secara acak pada jarak tertentu. Kondisi ini menyebabkan sebagian detail permukaan, terutama pada puncak dan lereng *Stock* batubara tidak sepenuhnya terwakili.

### Selisih Volume Antara Data *Total Station* dan UAV

**Tabel 4.** Selisih Volume TS dan UAV.

Perhitungan Selisih Volume <i>Total Station</i> dan UAV				
<i>SEAM</i>	TS (m <sup>3</sup> )	UAV (m <sup>3</sup> )	Selisih (m <sup>3</sup> )	Selisih (%)
E <i>Fine</i>	1.919,26	2.291,31	372,05	16,24
E <i>Raw</i>	17.317,92	17.602,05	284,13	1,61
FG1 <i>Raw</i>	43.317,13	45.616,32	2.299,19	5,04
FG2 <i>Raw</i>	9.080,50	10.407,00	1.326,50	12,75
HJN <i>Fine</i>	1.682,14	2.034,24	352,10	17,31
HJN1 <i>Raw</i>	21.856,72	24.278,69	2.421,97	9,98
HJN2 <i>Raw</i>	8.029,41	10.100,33	2.070,92	20,50
HJN3 <i>Raw</i>	511,78	664,03	152,25	22,93
KL <i>Raw</i>	6.844,87	7.625,89	781,02	10,24
selisih <i>Fine</i> dan <i>Raw Coal</i>				
<i>Fine Coal</i>	3.601,40	4.325,55	724,15	16,74
<i>Raw Coal</i>	106.958,33	116.294,31	9.335,98	8,03
<b>Total</b>	<b>110.559,73</b>	<b>120.619,86</b>	<b>10.060,13</b>	<b>8,34</b>

Pada hasil pengukuran volume menggunakan TS dan UAV didapatkan selisih pada *Fine Coal Seam E* sebesar 372,05 m<sup>3</sup> atau 16,24%, *Raw Coal Seam E* didapatkan sebesar 284,13 m<sup>3</sup> atau 1,61%, *Raw Coal Seam FG1* memiliki selisih sebesar 2.299,19 m<sup>3</sup> atau 5,04%, *Raw Coal Seam FG2* memiliki selisih sebesar 1.326,50 m<sup>3</sup> atau 12,75%, *Fine Coal Seam HJN* memiliki selisih 352,10 m<sup>3</sup> atau 17,31%, *Raw Coal Seam HJN1* memiliki selisih 2.421,97 m<sup>3</sup> atau 9,98%, *Raw Coal Seam HJN2* memiliki selisih 2.070,92 m<sup>3</sup> atau 20,50%, *Raw Coal Seam HJN3* memiliki selisih 152,25 m<sup>3</sup> atau 22,93%, dan *Raw Coal* pada *Seam KL* didapatkan selisih sebesar 781,02 m<sup>3</sup> atau 10,24%, sehingga selisih untuk *Fine Coal* sebesar 724,15 m<sup>3</sup> atau 16,74%, dan selisih volume *Raw Coal* sebesar 9.335,98 m<sup>3</sup> atau 8,03% yang jika di total memiliki selisih sebesar 10.060,13 m<sup>3</sup> atau 8,34%.

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa volume yang dihasilkan oleh UAV lebih besar daripada volume yang dihasilkan dengan menggunakan *Total Station*. Dikarenakan UAV menghasilkan *Point cloud* yang rapat dan kontinu sehingga seluruh permukaan tumpukan

batubara termasuk bagian puncak dan tumpukan kecil terekam, sehingga volume terhitung lebih besar.

### Perbandingan Volume TS dan UAV Terhadap Timbangan

Perhitungan volume timbangan didapatkan dari perhitungan yang berasal dari jembatan timbangan yang bertujuan untuk melihat seberapa besar selisih hasil pengukuran volume dengan volume aktual.

#### *Selisih Volume Antara Data Total Station dan Timbangan*

**Tabel 5.** Selisih Volume TS dan Timbangan.

<b>Perhitungan Selisih Volume <i>Total Station</i> dan Timbangan</b>				
<b><i>SEAM</i></b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Timbangan (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Selisih (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Selisih (%)</b>
<i>E Fine</i>	1.919,26	1.869,18	50,08	2,61
<i>HJN Fine</i>	1.682,14	1.662,11	20,03	1,19
<i>E Raw</i>	17.317,92	17.226,69	91,23	0,53
<i>FG Raw</i>	52.397,63	51.858,43	539,20	1,03
<i>HJN Raw</i>	30.397,91	29.976,81	421,10	1,39
<i>KL Raw</i>	6.844,87	6.540,70	304,17	4,44

Hasil pengukuran volume menggunakan alat *Total Station* yang dibandingkan dengan Data Timbangan didapatkan selisih pada *Fine Coal Seam E* sebesar 50,08 m<sup>3</sup> atau 2,61%, *Fine Coal Seam HJN* sebesar 20,03 m<sup>3</sup> atau 1,19%, *Raw Coal Seam E* sebesar 91,23 m<sup>3</sup> atau 0,53%, *Raw Coal Seam FG* memiliki selisih sebesar 539,20 m<sup>3</sup> atau 1,03%, *Raw Coal Seam HJN* memiliki selisih sebesar 421,10 m<sup>3</sup> atau 1,39%, *Raw Coal Seam KL* memiliki selisih 304,17 m<sup>3</sup> atau 4,44%.

#### *Selisih Volume Antara Data UAV dan Timbangan*

**Tabel 6.** Selisih Volume UAV dan Timbangan.

<b>Perhitungan Selisih Volume UAV dan Timbangan</b>				
<b><i>SEAM</i></b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Timbangan (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Selisih (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Selisih (%)</b>
<i>E Fine</i>	2.291,31	1.869,18	422,13	18,42
<i>HJN Fine</i>	2.034,24	1.662,11	372,13	18,29
<i>E Raw</i>	17.602,05	17.226,69	375,36	2,13
<i>FG Raw</i>	56.023,32	51.858,43	4.164,89	7,43
<i>HJN Raw</i>	35.043,05	29.976,81	5.066,24	14,46
<i>KL Raw</i>	7.625,89	6.540,70	1.085,19	14,23

Hasil pengukuran volume menggunakan alat UAV yang dibandingkan dengan Data Timbangan didapatkan selisih pada *Fine Coal Seam E* sebesar 422,13 m<sup>3</sup> atau 18,42%, *Fine Coal Seam HJN* sebesar 372,13 m<sup>3</sup> atau 18,29%, *Raw Coal Seam E* sebesar 375,36 m<sup>3</sup> atau 2,13%, *Raw Coal Seam FG* memiliki selisih sebesar 4.164,89 m<sup>3</sup> atau 7,43%, *Raw Coal Seam*

HJN memiliki selisih sebesar 5.066,24 m<sup>3</sup> atau 14,46%, *Raw Coal Seam* KL memiliki selisih 1.085,19 m<sup>3</sup> atau 14,23%.

Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 dapat diketahui bahwa pengukuran volume batubara menggunakan *Total Station* (TS) menunjukkan selisih yang lebih kecil terhadap data timbangan dibandingkan metode *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan data elevasi (Z) yang disebabkan oleh berbedanya tingkat ketelitian, sehingga mempengaruhi perhitungan volume. *Total Station* memiliki ketelitian vertikal yang lebih stabil karena tidak bergantung pada proses interpolasi permukaan seperti pada data UAV. Sebaliknya, UAV menghasilkan DEM dari hasil fotogrametri yang masih mengandung *error* elevasi akibat resolusi citra, filtering DSM ke DTM, serta pengaruh sudut kamera dan kerapatan *point cloud*.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sehingga didapatkan volume batubara *Stock ROM* yang diukur menggunakan *Total Station* didapatkan volume tumpukan *Fine Coal* sebesar 3.601,40 m<sup>3</sup> dan volume tumpukan *Raw Coal* sebesar 106.958,33 m<sup>3</sup>, dengan menggunakan UAV didapatkan volume tumpukan *Fine Coal* sebesar 4.325,55 m<sup>3</sup> dan volume tumpukan *Raw Coal* sebesar 116.294,31 m<sup>3</sup> dan diketahui selisih *fine Coal* sebesar 724,15 m<sup>3</sup> atau 16.74 %, dan *Raw Coal* sebesar 9,335.98 m<sup>3</sup> atau 8.03 %. Sehingga diketahui bahwa pengukuran menggunakan TS lebih dekat dengan perhitungan data timbangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada kedua orang tua yang telah memberikan semangat dan dukungan, Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing, mengarahkan serta memberi saran kepada penulis dalam penyusunan jurnal ini serta kepada PT Victor Dua Tiga Mega yang telah mewadahi penulis selama melaksanakan penelitian.

## DAFTAR REFERENSI

- APDI. (2023). Indonesia remote pilot handbook learning. APDI.
- Auningsih. (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. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/269446/perka-big-no-15-tahun-2014>

- Fadli, F. (2016). Desain pit penambangan batubara Blok C pada PT Intibuana Indah Selaras Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Geomine*, 1(1), 55-63. <https://doi.org/10.33536/jg.v1i1.10>
- Hadi, S., & Rizani, A. (2023). Perbandingan volume overburden berdasarkan hasil pengukuran metode cut and fill dengan metode truck count. *Poros Teknik*, 15(1), 1-8. <https://doi.org/10.31961/porosteknik.v15i1.1647>
- Hardianti, S. (2023). Desain stock ROM Pit 6 PT Baturona Adimulya, Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 14(1), 4-13. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v14i01.186>
- Hasim, Z. A., & Abdul Basyid, M. (2021). Kajian perbandingan digital elevation model (DEM) UAV dengan digital elevation model (DEM) topografi (studi kasus: PT Torganda Kawasan Industri Lubuk Gaung Tanjung Penyembal-Sungai Sembilan Kota Dumai). *FTSP Series 2: Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir*, 594-604.
- Kartika. (2025). Comparison of coal volume in stockroom 4 based on terrestrial survey and photogrammetry methods at PT Jambi Prima Coal. I, 1(1), 73-79.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik. Kementerian ESDM.
- Li, Z., Zhu, Q., & Gold, C. (2004). *Digital terrain modeling: Principles and methodology*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203357132>
- Maulidin, R. F. (2016). Studi penentuan volume dengan total station dan terrestrial laser scanner (Tugas akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2021 tentang pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara. (2021).
- Prayogo, I. P. H. (2020). Pemanfaatan teknologi unmanned aerial vehicle (UAV) quadcopter dalam pemetaan digital fotogrametri menggunakan kerangka ground control point (GCP). *Fotogrametrija*, 10(1). <https://doi.org/10.3846/987-s>
- Purwohardjo, U. U. (1986). *Pengukuran topografi*. Jurusan Teknik Geodesi ITB.
- Rachma, Y. (2018). Analisis akurasi ketelitian vertikal menggunakan foto udara hasil pemotretan pesawat tanpa awak untuk pembentukan digital terrain model (DTM). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 244-253.
- Rahmadany. (2022). Penggunaan DTM presisi dari fotogrametri UAV untuk analisa bencana longsor menggunakan sistem informasi geografis. *Jambura Geoscience Review*, 4(2), 86-101. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i2.12908>
- Sobatnu, F. (2017). *Survei terestris*. POLIBAN Press.
- Sunu, H. A., & Yuwono. (2019). Analisis ketelitian DSM Kota Semarang dengan metode InSAR menggunakan citra Sentinel-1. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(3), 17-26.
- Supriatna, S., & Rustandi, E. (1995). *Peta geologi lembar Samarinda, Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Wolf, P. R. (1993). *Elemen fotogrametri dengan interpretasi foto udara dan penginderaan jauh*.