



## KAJIAN PEMANFAATAN METODE FOTOGRAMETRI DENGAN UAV *LOW COST* UNTUK PEKERJAAN CUT AND FILL PADA PEMBANGUNAN BANDARA DHOHO KABUPATEN KEDIRI

Muhammad Fikri Musoffa<sup>1</sup>, Abdi Sukmono<sup>1</sup>, Zainul Ulum<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275  
Telp : (024) 7465403, e-mail: [fikrimusoffa@students.undip.ac.id](mailto:fikrimusoffa@students.undip.ac.id)

<sup>2</sup>PT Surbana Jurong Indonesia, Kediri Project Management Consultancy

### ABSTRAK

Di zaman yang serba modern ini, teknologi telah berkembang pesat di berbagai bidang. Mulai dari bidang informasi, transportasi, dan pemetaan. Dalam bidang pemetaan, salah satu ilmu yang berkembang adalah fotogrametri. Fotogrametri dapat digunakan untuk menentukan volume *cut and fill*. Perhitungan volume *cut and fill* ini diperlukan untuk mengetahui ketercapaian target pekerjaan *cut and fill* yang telah dikerjakan. Perhitungan volume *cut and fill* ini digunakan untuk membantu proyek pembangunan Bandara Doho Kediri yang dilaksanakan oleh PT. Surbana Jurong Indonesia. Proses pengolahan *cut and fill* ini menggunakan beberapa data, seperti foto udara dan DTM zona A bulan Juli Bandara Doho Kediri. Dalam proses pengolahan fotogrametri akan menghasilkan DEM atau (*Digital Elevation Model*) dan Orthomosaic. DEM selanjutnya diekstraksi menjadi kontur dan diolah menjadi penampang melintang. Proses pengolahan penampang melintang memakai 2 permukaan yaitu DEM hasil foto udara, dan DTM zona A. Hasil penampang melintang dipakai untuk melakukan perhitungan volume *cut and fill*. Hasil pengolahan DEM adalah berdasarkan *dense cloud* klasifikasi sebagai ground point tanpa menampilkan objek-objek yang berada di atas tanah seperti pepohonan maupun kendaraan. Berdasarkan hasil uji ketelitian geometri peta, DEM dibuat dalam peta berskala 1:2500 kelas 1 dan 1:5000 kelas 1. Untuk perhitungan volume *cut and fill* yang dihasilkan adalah 23449,2 m<sup>3</sup> untuk *cut* dan 32155,05 m<sup>3</sup> untuk *fill* yang telah dikerjakan. Validasi data tidak bisa dilakukan karena dalam penilitan ini tidak mendapatkan data volume dari pengukuran terestris. Oleh karena itu, sebagai pembanding dipakai data perhitungan volume tanpa menggunakan penampang melintang. Jika memanganggap volume tanpa penampang melintang adalah nilai benar, maka perbandingan dari 2 volume tersebut adalah menghasilkan persentase kesalahan perhitungan volume *cut* sebesar 3,25% dan 4,09% untuk volume *fill*.

**Kata kunci :** *Cut and Fill, DEM, Fotogrametri, Penampang Melintang*

### ABSTRACT

*In this modern era, technology has developed rapidly in various fields. Starting from the field of information, transportation, and mapping. In the field of mapping, one of the sciences that is developing is photogrammetry. Photogrammetry can be used to determine cut and fill volumes. The calculation of the cut and fill volume is needed to determine the achievement of the cut and fill work targets that have been done. This cut and fill volume calculation is used to assist the construction project of the Doho Kediri Airport carried out by PT. Indonesian Jurong Surban. This cut and fill processing uses several data, such as aerial photos and DTM zone A in July at Doho Kediri Airport. In the photogrammetric processing, it will produce DEM or (Digital Elevation Model) and Orthomosaic. The DEM is then extracted into contours and processed into cross sections. The cross-section processing process uses 2 surfaces, namely DEM from aerial photos, and DTM zone A. The results of the cross section are used to calculate the cut and fill volume. The results of DEM processing are based on dense cloud classification as ground points without displaying objects that are above the ground such as trees or vehicles. Based on the results of the map geometry accuracy test, the DEM was made on a 1:2500 class 1 and 1: 5000 class 1 scale map. For the calculation of the resulting cut and fill volume, the resulting cut and fill volume was 23449.2 m<sup>3</sup> for cut and 32155.05 m<sup>3</sup> for the completed fill. Data validation could not be carried out because in this research we did not get volume data from terrestrial measurements. Therefore, as a comparison used volume calculation data without using a cross section. If we assume that the volume without cross-section is the correct value, then the comparison of the 2 volumes is to produce a percentage error in calculating the volume cut of 3.25% and 4.09% for the fill volume.*

**Keywords :** *Cross Section, Cut and Fill, DEM, Photogrammetry*



## 1. PENDAHULUAN

Di era modern ini, teknologi sudah sangat berkembang secara pesat di berbagai bidang. Mulai dari informasi, transportasi, dan juga bidang pemetaan. Dalam bidang pemetaan, salah satu ilmu yang berkembang adalah fotogrametri. Perkumpulan fotogrametriawan Amerika mendefinisikan fotogrametri sebagai seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam. (Wolf, 1974)

Menurut (Nursanto, Jamal, & Amri, 2019) pemanfaatan metode fotogrametri dapat digunakan untuk untuk mengetahui ketercapaian target volume produksi di sebuah pertambangan. Oleh karena itu pemanfaatan fotogrametri dapat digunakan untuk mengetahui volume dari sebuah objek yang diinginkan. Pemanfaatan fotogrametri dapat digunakan untuk menyelesaikan keperluan lainnya. Salah satu keperluannya adalah untuk membantu proyek pembangunan Bandara Dhoho Kediri. Dalam proyek ini fotogrametri digunakan untuk menghitung volume *cut and fill*. Perhitungan volume *cut and fill* ini diperlukan untuk mengetahui ketercapaian target pekerjaan galian atau timbunan yang telah dikerjakan oleh pihak kontraktor. Perhitungan *cut and fill* sendiri menggunakan hasil pengolahan data foto udara dalam bentuk DEM (*Digital Elevation Model*).

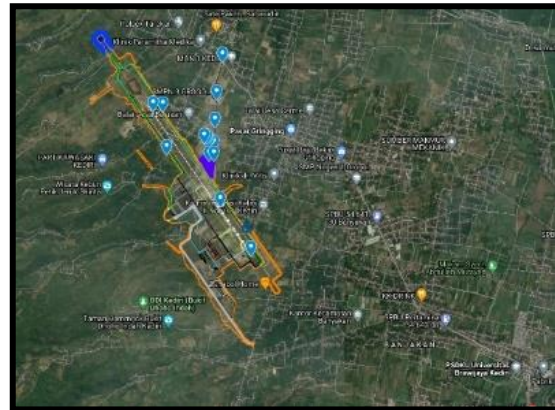
Saat ini teknologi UAV Low Cost sudah banyak beredar di masyarakat. Ini menjadi salah satu peluang untuk memanfaatkan teknologi ini dalam pekerjaan fotogrametri, terutama dalam bidang konstruksi. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pemanfaatan metode fotogrametri dengan UAS *low cost* untuk perhitungan *cut and fill*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian ini yaitu pada pekerjaan Bandara Dhoho Kediri, Desa Grogol, Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Lokasi dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pekerjaan Bandara Dhoho merupakan salah satu pekerjaan infrastruktur nasional untuk menunjang pembangunan di wilayah Jawa Timur bagian Selatan.

Daerah kajian memiliki topografi yang cukup variatif sehingga cukup memadai untuk mengkaji kemampuan metode fotogrametri dengan menggunakan UAV *Low Cost*



**Gambar 1.** Lokasi Pekerjaan Bandara Dhoho Kediri yang berada di Desa Grogol, Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri.

### 2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

Perangkat Keras

1. D-RTK 2 Mobile Station Combo.
2. DJI Phantom 4 RTK.
3. Kronos C3
4. Asus ROG GL503Ge

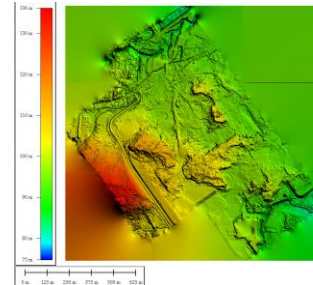
Perangkat Lunak

1. Agisoft Metashape.
2. Global Mapper.
3. AutoCAD Civil 3D.
4. DJI GO

### 2.3 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pengolahan kegiatan ini adalah:

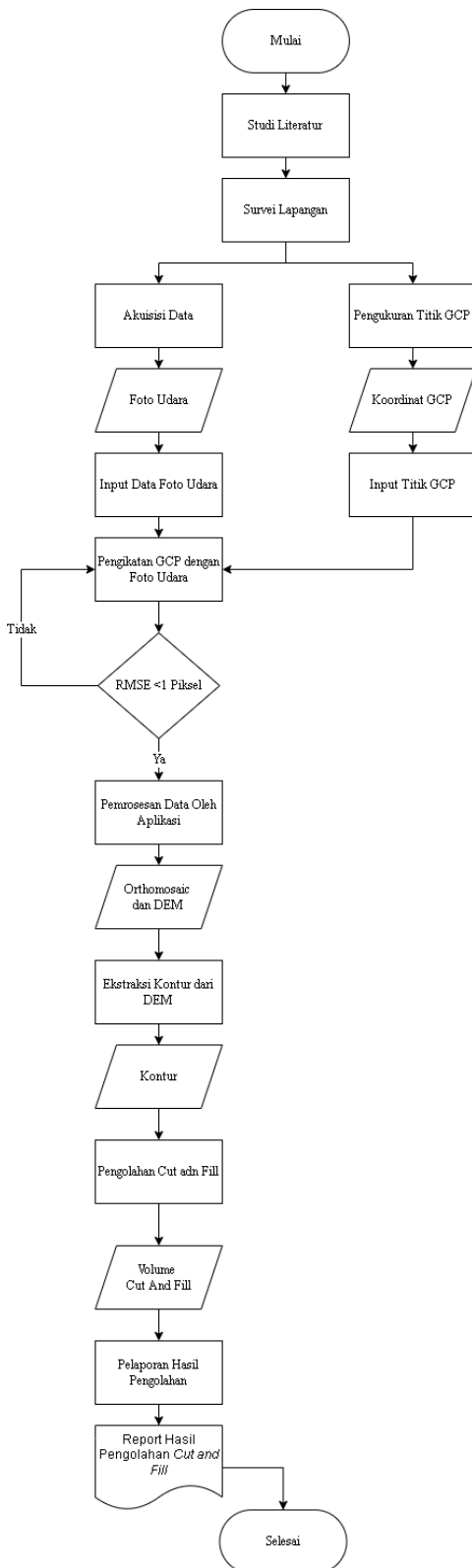
1. Foto udara menggunakan wahana UAV DJI Phantom 4 RTK.
2. DTM zona A bulan Juli di Bandara Dhoho Kediri.



**Gambar 2.** DTM

### 2.4 Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan

Sesuai dengan diagram alir penelitian, tahapan dari penelitian ini dibagi menjadi 12 tahap kegiatan, yaitu:

**2.4.1 Persiapan**

Persiapan merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai. Semakin baik dalam melaksanakan persiapan maka pelaksanaan pekerjaan akan berjalan sesuai dengan rencana pelaksanaan pekerjaan.

**2.4.2 Studi Literatur**

Studi literatur merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempelajari kegiatan – kegiatan terdahulu yang serupa dan sangat terkait dengan materi pada kegiatan ini.

**2.4.3 Survey Lapangan**

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui kondisi dan lingkungan sekitar lapangan. Nantinya informasi mengenai kondisi lapangan dapat digunakan sebagai referensi perencanaan titik GCP

**2.4.4 GCP**

Titik kontrol lapangan (GCP) merupakan suatu titik-titik yang letaknya pada suatu posisi piksel suatu citra yang koordinat petanya (referensinya) diketahui. GCP terdiri atas sepasang koordinat x dan y, yang terdiri atas koordinat sumber dan koordinat referensi. Koordinat-koordinat tersebut tidak dibatasi oleh adanya koordinat peta (Albab, Kahar, & Wijaya, 2014). Koordinat GCP didapatkan dari pengukuran GCP menggunakan perangkat keras GNSS.

**2.4.5 Foto Udara**

Foto Udara adalah suatu rekaman detail permukaan bumi yang dipengaruhi oleh panjang fokus lensa kamera, ketinggian terbang pesawat, waktu pemotretan, jenis film dan filter yang dipakai saat pemotretan. Foto udara dapat juga didefinisikan sebagai gabungan dari gambar atau citra foto yang dibuat untuk mengenal unsur-unsur dalam penafsiran atau interpretasi. Foto udara pada dasarnya merupakan foto perspektif yang secara geometri berhubungan dengan jenis kamera yang dipakai dalam pemotretan (Noor, 2012). Foto udara didapatkan dari pelaksanaan akuisis foto udara menggunakan perangkat keras berupa drone, dan selanjutnya akan dilaksanakan tahap pengolahan foto udara.

**2.4.6 Pengikatan GCP dengan Foto Udara**

Foto udara selanjutnya akan diolah menggunakan software Agisoft Metashape. Dalam pengolahan foto udara terdapat tahap pengikatan titik kontrol (GCP) dengan foto udara. Ketelitian foto udara berdasarkan titik GCP merupakan ketelitian proses transformasi koordinat foto ke koordinat lapangan. Jadi koordinat yang foto diikatkan dengan koordinat GCP yang sudah sesuai

dengan koordinat lapangan. Ketelitian foto udara berdasarkan titik GCP dapat didasari oleh ukuran piksel produk. Menurut (Rachma, 2018) toleransi RMSE ketelitian pengikatan foto udara dengan GCP tidak lebih dari 1 piksel. Oleh karena itu, standar RMSE pengikatan GCP dalam penelitian ini adalah kurang dari 1 piksel.

#### 2.4.7 Pengolahan Foto Udara menjadi DEM

Produk primer dari kerja fotogrametri digital adalah model elevasi digital (DEM), citra terekstifikasi-orto atau citra orto (*orthoimages*) dan fitur-fitur terekstaksi (vektor). Produk yang paling populer adalah DEM. DEM adalah file digital yang berisi elevasi medan yang sesuai dengan posisinya di lapangan secara tetap menempati interval horizontal (Hadi, 2007). Selanjutnya hasil pengolahan foto udara yang berupa DEM akan diekstrak menjadi kontur. Hasil DEM juga nantinya akan dibuat menjadi peta. Oleh, karena itu perlu dilakukan uji ketelitian geometri sesuai dengan standar yang dianut.

#### 2.4.8 Ekstraksi DEM menjadi Kontur

Garis kontur adalah garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang memiliki elevasi atau ketinggian yang sama. Menurut (Kusnadi, 2013), peta kontur merupakan peta yang menggambarkan sebagian bentuk-bentuk permukaan bumi yang bersifat alami dengan menggunakan garis-garis kontur. Garis kontur didefinisikan sebagai garis yang menghubungkan tempat-tempat atau titik-titik yang memiliki elevasi atau ketinggian yang sama di atas atau di bawah suatu datum (bidang level). (Mandala, 2012). Kontur dapat dihasilkan dari data DEM yang sudah dibuat. Hasil kontur selanjutnya akan diolah untuk keperluan perhitungan volume *cut and fill*.

#### 2.4.9 *Cut and Fill*

Galian dan timbunan (*cut and fill*) merupakan proses pengerjaan tanah dengan cara menggali sejumlah massa tanah untuk kemudian ditimbun di tempat lain. Pada suatu proyek konstruksi, pekerjaan galian dan timbunan tanah (*cut and fill*) hampir tidak pernah dapat dihindarkan. Hal tersebut diakibatkan adanya perbedaan letak permukaan tanah asli dan permukaan tanah rencana yang disebabkan topografi daerah yang berbeda-beda. Kedua proses galian dan timbunan (*cut and fill*) dilakukan di satu lokasi yang menjadi target pengerjaan. Pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) memerlukan perencanaan sehingga jumlah tanah yang dibuang atau diambil di tempat lain tidak kurang atau lebih sehingga mengurangi biaya transportasi. Perencanaan pekerjaan galian dan timbunan (*cut and fill*) biasanya dilakukan setelah dilakukan pengukuran pada lahan sehingga diperoleh peta situasi yang dilengkapi dengan garis-

garis kontur atau diperoleh langsung dari lapangan melalui pengukuran sipat datar profil melintang sepanjang koridor jalur proyek atau bangunan (Majid, 2020).

#### 2.4.10 Perhitungan *Cut and Fill* dengan metode *Cross Section*

Ada beberapa metode dalam menghitung volume tanah. Salah satunya adalah metode potongan melintang rata-rata. Metode potongan melintang rata-rata sering disebut juga metode cross section, merupakan teknik perhitungan yang berbeda dibandingkan dengan metode grid maupun metode depth area, teknik ini tidak menghitung volume dari atas ke bawah melainkan menghitung volume dengan cara irisan vertikal dipotong secara teratur dengan interval tertentu, volume merupakan hasil perkalian dari jarak atau interval terhadap rata-rata luasan area hasil potongan (Majid, 2020).

$$V = D \times ((A1+A2)/2) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

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

A = Luas Hasil Potongan (m<sup>2</sup>)

#### 2.4.11 Uji Persebaran Titik Kontrol

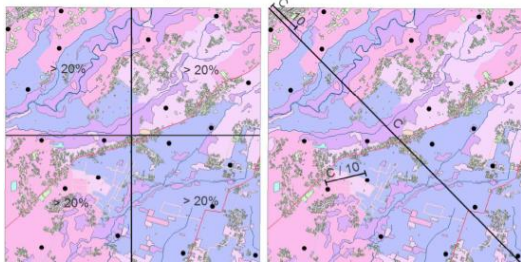
Dalam Peraturan BIG No 1 tahun 2020 tentang standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar skala besar, titik kontrol tanah terdiri atas ground control point (GCP) dan independent check point (ICP). GCP direncanakan terletak pada pojok, perimeter dan tengah dari blok area pekerjaan. Jumlah GCP disesuaikan dengan bentuk dan luas blok pekerjaan. ICP disebar secara merata pada area pekerjaan. Jumlah ICP disesuaikan dengan ketentuan dalam SNI 8202 tentang ketelitian peta dasar. Titik kontrol tanah ditempatkan di tempat terbuka dan diyakini dapat terlihat di sebanyak mungkin foto udara. Apabila blok pekerjaan dibagi menjadi beberapa subblok, harus terdapat titik kontrol tanah pada area pertampalan subblok. (BIG, 2020)

Sesuai dengan SNI 8202 tentang ketelitian peta dasar memiliki ketentuan sebagai berikut:

1. Area yang akan dibagi menjadi 4 kuadran dengan distribusi ideal titik uji di setiap kuadran setidaknya sejumlah 20% dari keseluruhan jumlah titik uji.
2. Jarak antar titik uji dengan interval minimal 10% dari jarak diagonal C kumpulan data.

Adapun ilustrasi distribusi dan jarak ideal antar titik uji sesuai dengan SNI 8202 dapat dilihat pada

#### Gambar 4.



**Gambar 4.** Distribusi dan Jarak Ideal titik kontrol

**2.4.12 Uji Ketelitian Geometri**

Menurut (Tarmizi, 2019) Dalam usaha mengetahui hasil analisis pemetaan menggunakan wahana UAV pada area luas tergolong dalam skala peta tertentu dan pada kelas tertentu, maka digunakan acuan ketelitian peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang dikeluarkan melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 tentang ketelitian peta RBI, sebagaimana diuraikan pada Kelas Ketelitian Peta Rupa Bumi oleh BIG. Namun peraturan tersebut sudah berubah dengan diterbitkannya Peraturan Badan Informasi Geospasial (BIG) No 6 Tahun 2018 tentang perubahan atas peraturan kepala badan informasi geospasial nomor 15 tahun 2014 tentang pedoman teknis ketelitian peta dasar. Nilai klasifikasi ketelitian geometri peta dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Klasifikasi Ketelitian Geometri Peta

No	Skala	Ketelitian Peta RBI					
		Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
		Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 Dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	300	200	600	300	900,0	400
2	1:500.000	150	100	300	150	450,0	200
3	1:250.000	75	50	150	75	225,0	100
4	1:100.000	30	20	60	30	90,0	40
5	1:50.000	15	10	30	15	45,0	20
6	1:25.000	7,5	5	15	7,5	22,5	10
7	1:10.000	3	2	6	3	9,0	4
8	1:5.000	1,5	1	3	1,5	4,5	2
9	1:2.500	0,75	0,5	1,5	0,75	2,3	1
10	1:1.000	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9	0,4

Pengujian ketelitian geometri peta dilakukan dengan cara menghitung nilai CE90 dan LE90 terlebih dahulu. Nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai-berikut US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut:

$$CE90 = 1.5175 \times RMSEr \dots\dots\dots (2)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \dots\dots\dots (3)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Hasil dan Pembahasa DEM**

Hasil pengolahan DEM akan dilakukan uji persebaran ketelitian titik kontrol sesuai dengan SNI 8202. Hasil uji persebaran ketelitian titik kontrol dapat dilihat melalui **Tabel 2**. dan **Tabel 3**.

**Tabel 2.** Persentase Titik Kontrol

Kuadran	Jumlah titik	Persentase (%)
1	2	28.57
2	1	14.29
3	2	28.57
4	2	28.57

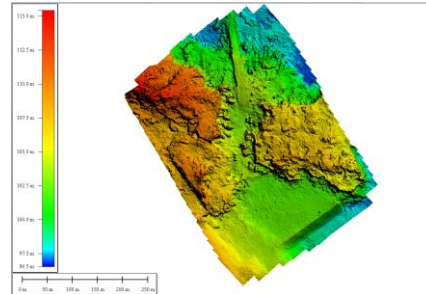
**Tabel 3.** Jarak Antar Titik Kontrol

No	Titik 1	Titik 2	Jarak antar titik (Dalam m)
1	62	100	324
2	62	101	288
3	62	102	205
4	62	107	107
5	62	108	260
6	62	110	158
7	100	62	324
8	100	101	51
9	100	102	120
10	100	107	225

Melihat hasil Tabel V-1, terdapat 1 kuadran yang memiliki jumlah persentase persebaran kurang dari 20% yaitu kuadran 2 dengan persentase 14,29%. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan jarak interval tiap titik kontrol.

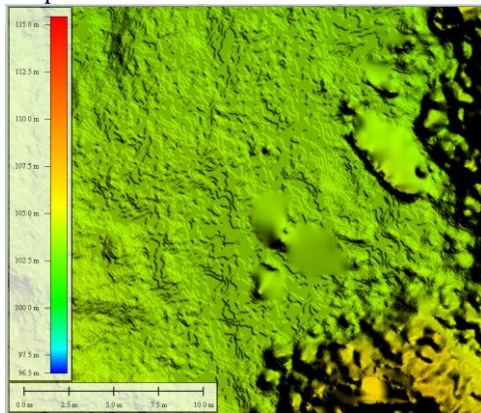
Nilai C/10 adalah 52,6 m. Melihat **Tabel 3**. terdapat 2 titik kontrol yang memiliki jarak kurang dari C/10 yaitu titik 100 dan titik 101. Kedua titik kontrol tersebut memiliki jarak interval 51 m yang mana jarak tersebut masih kurang dari nilai C/10 yaitu 52,6 m. Dari uji persebaran titik kontrol telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa persebaran titik kontrol tersebut belum sesuai dengan standar yang dianut. Kesalahan ini bisa terjadi karena dalam pengukuran titik kontrol berada di wilayah yang sedang mengalami pembangunan atau terkena pekerjaan tanah. Jadi harus menghindari pekerjaan tanah tersebut.

Pengolahan DEM dilakukan menggunakan software pengolahan Agisoft Metashape Professional. Hasil pengolaha DEM dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** DEM

Sebelum melakukan *Build DEM*. Data *dense cloud* terlebih dahulu diklasifikasikan secara keseluruhan. Kemudian untuk menghasilkan DEM yang menampilkan permukaan tanah, data *dense cloud* sebelumnya hanya perlu menampilkan klasifikasi sebagai *ground point*. Jadi klasifikasi seperti bangunan, kendaraan, pohon dan objek-objek yang mengganggu di atasnya tidak ditampilkan. Jika tidak hasil pengolahan DEM akan menghasilkan DSM (Digital Surface Model). DEM yang dihasilkan akan terlihat ada beberapa objek yang hilang dan diratakan dikarenakan terklasifikasi bukan *ground point*. Objek yang hilang tersebut akan tidak terinterpolasi dengan sempurna dan menghasilkan permukaan yang halus. Adapun penampakan objek yang hilang pada DEM dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Penampakan Objek Yang Hilang

Hasil pengolahan DEM selanjutnya akan dibuat menjadi peta. Sebelum membuat peta, dilakukan uji ketelitian geometri berdasarkan PerBIG No 6 Tahun 2018 dengan cara menghitung CE90 dan LE90. Adapun perhitungan nilai CE90 dan LE90 dapat dilihat pada tabel. **Tabel 4.** dan **Tabel 5.**

**Tabel 4.** Perhitungan CE90

Nama Titik	(D X)	(D X)^2	(D Y)	(D Y)^2	(D X)^2 + (D Y)^2
62	-0.006	0.00004	-0.0027	0.00001	0.00005
100	-0.015	0.00023	-0.0074	0.00005	0.00029
101	0.0014	0.00000	-0.0025	0.00001	0.00001
102	0.0383	0.00147	0.02463	0.00061	0.00207
107	-0.01	0.00009	0.00017	0.00000	0.00009
108	-0.013	0.00017	0.01249	0.00016	0.00033
110	0.0045	0.00002	-0.0249	0.00062	0.00064
Jumlah					0.00347
Rata-rata					0.000496
RMSEr					0.022271
Akurasi CE90					<b>0.0337962</b>

**Tabel 5.** Perhitungan LE90

Nomor Titik	Nama titik	(D Z)	(D Z)^2
1	62	0.000249	0.000000062
2	100	0.003269	0.000010686
3	101	-0.001504	0.000002262
4	102	-0.00233	0.000005429
5	107	-0.003064	0.000009388
6	108	0.003079	0.000009480
7	110	-0.000118	0.000000014
Jumlah			0.000037322
Rata-rata			0.000005332
RMSEz			0.002309036
Akurasi LE90			<b>0.00380968</b>

Menghitung uji akurasi horizontal (CE90):

$$CE90 = 1,5175 \times RMSr$$

$$CE90 = 1,5175 \times 0,022271$$

$$CE90 = 0,0337962 \text{ m}$$

Menghitung uji akurasi vertikal (LE90):

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz$$

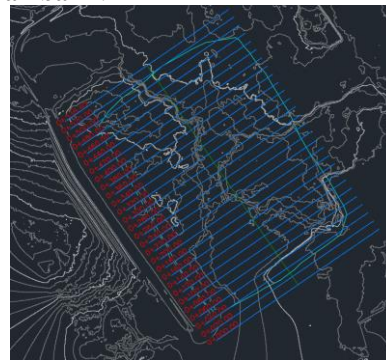
$$LE90 = 1,6499 \times 0,002309036$$

$$LE90 = 0,00380968 \text{ m}$$

Melihat nilai perhitungan CE90 dan LE90 didapatkan uji ketelitian geometri sesuai dengan standar yang berlaku. Ketelitian yang didapatkan adalah peta skala 1:2500 kelas 1 dan pada peta skala 5000 kelas 1. Namun hasil ini masih kurang maksimal. Ini dikarenakan perhitungan CE90 dan LE90 memakai hasil RMSE pengikatan GCP. Dalam menguji ketelitian peta seharusnya menggunakan titik ICP.

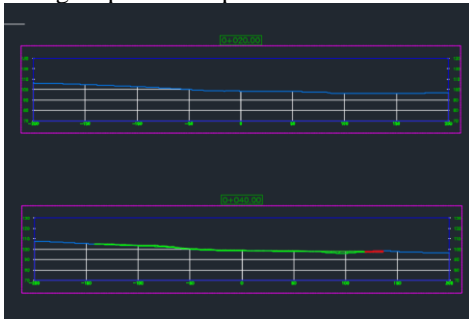
### 3.2 Hasil dan Pembahasan Volume Cut and Fill

Pengolahan cut and fill dilakukan dengan metode cross section. Jadi data hasil pengolahan DEM sebelumnya diolah menjadi penampang melintang. Setelah mendapatkan hasil pengolahan penampang melintang bisa dilanjutkan untuk menghitung volume cut and fill dari penampang melintang tersebut. Penampang melintang dibuat berdasarkan garis sampel yang didapatkan secara otomatis pada software AutoCAD Civil 3D. Ilustrasi garis sampel yang telah dibuat dapat dilihat pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Garis Sampel untuk Penampang Melintang

Adapun contoh hasil pembuatan penampang melintang dapat dilihat pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Contoh Penampang Melintang

Hasil penampang melintang atau cross section yang telah dibuat akan dipakai untuk perhitungan volume *cut and fill*. Hasil perhitungan *cut and fill* menggunakan metode *cross section* atau penampang melintang dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Volume total

Station	Total Volume Table			
	Fill Volume (M3)	Cut Volume (M3)	Cumulative Fill Vol (M3)	Cumulative Cut Vol (M3)
0+000	0	0	0	0
0+020	0	0	0	0
0+040	1509.5	185.8	1509.53	185.8
0+060	2910.08	931.89	4419.61	1117.7
0+080	2686.37	1061.32	7105.99	2179.02
0+100	2677.83	490.82	9783.81	2669.84
0+120	2559.48	741.58	12343.29	3411.42
0+140	2102.63	987.19	14445.92	4398.61
0+160	1600.96	1380.39	16046.89	5779
0+180	1429.69	1646.42	17476.58	7425.42
0+200	1343.13	1099.49	18819.71	8524.92
0+220	1236.3	781.61	20056.01	9306.52
0+240	1255.31	622.48	21311.32	9929
0+260	1240.53	597.75	22551.85	10526.75
0+280	1162.63	1145.29	23714.48	11672.04
0+300	970.95	876.94	24685.43	12548.98
0+320	997.18	645.74	25682.61	13194.72
0+340	987.41	1262.28	26670.02	14457.01
0+360	814.86	1386.14	27484.89	15843.14
0+380	563	1387.87	28047.88	17231.02
0+400	579.71	1031	28627.59	18262.02
0+420	610.49	522.56	29238.08	18784.58
0+440	465.64	568.88	29703.72	19353.46
0+460	692.97	799.57	30396.69	20153.03
0+480	803.58	1159.16	31200.27	21312.19
0+500	655.65	1421.56	31855.92	22733.75
0+520	299.13	698.08	32155.05	23431.82
0+538.4	0	17.37	32155.05	23449.2

Metode yang digunakan dalam menghitung volume *cut and fill* adalah *cross section* atau penampang melintang. Kedua *surface* atau permukaan yang telah dikerjakan selanjutnya dibuat penampang melintangnya. Dari penampang melintang tersebut dapat dihitung luas area arsiran untuk *cut* maupun *fill*. Selanjutnya untuk menghitung volume *cut and fill* memakai 2 penampang melintang yang telah diketahui luas *cut* dan juga luas *fill*. Karena terdapat 2 penampang melintang jadi terdapat 2 luas *cut* dan luas *fill* yang berbeda, maka luas yang dipakai adalah luas rata-rata. Sesuai dengan **Tabel 6**., maka dalam

pengolahan volume *cut and fill* untuk *cut* yang telah dilakukan sebesar 23449,2 m<sup>3</sup> dan untuk *fill* sebesar 32155,05 m<sup>3</sup>.

Dalam melakukan pengujian volume *cut and fill* dari hasil pengukuran fotogramteri seharusnya bisa dibandingkan dengan menggunakan hasil volume dari pengukuran terestris. Namun dalam Laporan ini tidak bisa dilakukan, karena hasil foto udara yang dipakai untuk menghitung volume *cut and fill* adalah foto udara zona A untuk area pasca menggunakan teknik ledakan (*blasting*). Pada saat pasca *blasting* area zona A belum dilakukan pemerataan *cut and fill* jadi hasil pengukuran terestris belum dilakukan. Selanjutnya foto udara yang dipakai hanya mengambil sebagian wilayah dari zona A. Oleh karena itu dalam tidak bisa dilakukan validasi hasil volume *cut and fill* menggunakan data pengukuran terestris. Tetapi sebagai perbandingan bisa menggunakan hasil perhitungan volume *cut and fill* tanpa menggunakan *cross section*. Jadi hasil perhitungan volume menggunakan pertampalan 2 DEM yang akan dihitung otomatis menggunakan software AutoCAD Civil 3D. Perhitungan volume *cut and fill* secara otomatis tanpa menggunakan penampang melintang menghasilkan nilai volume *cut* sebesar 23410,16 m<sup>3</sup> dan untuk volume *fill* sebesar 31358,73 m<sup>3</sup>. Jika menganggap hasil perhitungan volume tanpa metode *cross section* adalah nilai benar, selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara 2 hasil perhitungan volume. Untuk perhitungan volume *cut* terdapat selisih 796,32 m<sup>3</sup>, hasilnya pengukuran volume *cut* lebih besar pada metode *cross section*. Namun untuk perhitungan volume *fill* terdapat selisih 1283,04 m<sup>3</sup>, dengan hasil perhitungan volume *fill* lebih kecil pada metode *cross section*. Persentase kesalahan perhitungan volume *cut and fill* berdasarkan selisih sebelumnya adalah 3,25% untuk volume *cut*, dan 4,09% untuk volume *fill*. Melihat hasil persentase kesalahan perhitungan volume dapat disimpulkan bahwa hasil volume *cut and fill* dengan metode *cross section* tidak jauh berbeda dengan perhitungan volume secara otomatis. Namun karena data validasi yang dipakai belum terjamin kebenarannya maka lebih baik menggunakan data validasi yang lebih terjamin kebenarannya, misalnya menggunakan data pengukuran terestris.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

**4.1 Kesimpulan**

Dari kegiatan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Data DEM yang dibuat telah dilaksanakan dengan konsep pembuatan DEM dari data klasifikasi dense cloud kelas ground points. Oleh karena itu, hasil pembuatan DEM tidak

menjadi data DSM. Yang mana data DSM menampilkan seluruh kelas termasuk bangunan, pohon, kendaraan dan objek-objek di permukaan bumi lainnya. DEM hanya menampilkan kelas ground points. Hasil pengolahan DEM akan dibuat pada peta berskala :2500 dan 1:5000. Namun sebelum membuat peta akan dilakukan pengujian ketelitian peta sesuai dengan PerBIG No 6 Tahun 2018. Uji ketelitian peta yang didapatkan untuk peta hasil pengolahan DEM adalah berskala 1: 2500 kelas 1 dan 1:5000 kelas 1.

2. Berdasarkan hasil pengolahan *cut and fill* yang dilakukan didapatkan hasil *cut* dengan volume sebesar 23449,2 m<sup>3</sup> dan *fill* dengan volume sebesar 32155,05 m<sup>3</sup>. Hasil pengolahan *cut and fill* tidak menghasilkan luasan area *cut and fill* secara horizontal. Validasi data tidak bisa dilakukan karena tidak ada volume galian timbunan dengan pengukuran terestrial. Sebagai perbandingan dilakukan perhitungan volume secara otomatis tanpa memakai penampang melintang. Hasilnya terdapat selisih 796,32 m<sup>3</sup> untuk *cut* yang mana hasil *cut* dari metode *cross section* lebih besar. Namun untuk *fill* terdapat selisih 1283,04 m<sup>3</sup> yang mana hasil *fill* lebih kecil pada metode *cross section*. Persentase kesalahan perhitungan volume *cut* adalah 3,25% dan 4,09% untuk volume *fill*. Melihat dari persentase kesalahan perhitungan volume dapat disimpulkan bahwa hasilnya tidak jauh berbeda diantara kedua perhitungan volume.

#### 4.2 Saran

Dari kegiatan yang dilakukan yang dimulai dari persiapan, akuisisi data, pengolahan data, hingga penyusunan laporan kerja praktik ini, maka penulis dapat memberikan saran:

1. Memerlukan studi literatur lebih mendalam mengenai topik yang akan dibahas dalam Laporan.
2. Mengetahui sedari awal bahan kegiatan apa yang ingin dikembangkan selama pelaksanaan kerja praktek, sehingga hasil kegiatan menjadi lebih terarah dan bertambah kualitasnya.
3. Menggunakan perangkat-perangkat yang memadai dalam pengolahan data.
4. Pemahaman mengenai penggunaan aplikasi pengolahan harus lebih mendalam atau mahir sebelum melakukan perhitungan.
5. Menggunakan ICP sebagai hasil uji ketelitian geometri peta.

6. Menggunakan volume hasil pengukuran terestrial sebagai validasi untuk perhitung volume menggunakan fotogrametri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Albab, M. U., Kahar, S., & Wijaya, A. P. (2014). *KAJIAN CITRA QUICKBIRD UNTUK PELACAKAN BATAS WILAYAH SECARA KARTOMETRIK*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- BIG. (2020). PERATURAN BADAN INFORMASI GEOSPASIAL REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1 TAHUN 2020 TENTANG STANDAR PENGUMPULAN DATA GEOSPASIAL DASAR UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR SKALA BESAR.
- Hadi, B. S. (2007). *Dasar-dasar Fotogrametri*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ekonomi, UNY.
- Majid, A. H. (2020). *Perhitungan Volume Galian Timbunan dan Estimasi Biaya Universitas Jember Kampus Bondowoso Sisi Barat*. Jember: Universitas Jember.
- Mandala, A. (2012). *Belajar Surfer dan Peta Kontur*. Surabaya: Graha Ilmu.
- Noor, D. (2012). *Geologi Foto*.
- Nursanto, E., Jamal, F. I., & Amri, N. A. (2019). Analisis Produksi Pada Kemajuan Tambang Menggunakan Metode Fotogrametri UAV (Unmanned Aerial Vehicle) di Kuari Batu Gamping PT Semen Indonesia (Persero) Pabrik Tuban Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, Vol. 4 No. 2.
- Rachma, Y. S. (2018). ANALISIS AKURASI KETELITIAN VERTIKAL MENGGUNAKAN FOTO UDARA HASIL PEMOTRETAN PESAWAT TANPA AWAK UNTUK PEMBENTUKAN DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM). *Jurnal Geodesi Undip*, Volume 7, Nomor 4.
- Tarmizi, A. F. (2019). UJI AKURASI KETELITIAN PETA ORTHOFOTO MENGGUNAKAN PESAWAT UAV UNTUK TATA GUNA LAHAN (Studi Kasus : Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah). *Eprints ITN Malang*.
- Wolf, P. R. (1974). *Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh*. Madison.