

# MODELING 3 DIMENSI SUNGAI DARI FOTO UDARA

## Studi Kasus : Sungai Mewek di Jl.ikan Tombro Barat tunjung sekar Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang

**Martinus Edwin Tjahjadi<sup>1</sup>, Tantrie Djauhari<sup>2</sup>**

Dosen Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang<sup>1</sup>  
Mahasiswa Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang<sup>2</sup>  
Malang, Indonesia

E-mail: [tantriedjauhari96@gmail.com](mailto:tantriedjauhari96@gmail.com)

### ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi dalam bidang pemetaan fotogrametri sangat berkembang, dengan diciptakannya metode dan berbagai software pendukung. Khususnya untuk pembuatan pemodelan 3D dari data foto udara, secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan foto udara wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Dalam penelitian ini sungai adalah objek yang di gunakan sebagai target pemodelan 3D. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah mencoba mengembangkan data dari hasil foto udara dengan memanfaatkan data Digital Surface Model (DSM) yang di olah menjadi Digital Terrain Model (DTM), dimana data DSM masih berupa data ketinggian bangunan, pohon dan lain-lain, sehingga untuk menghasilkan Digital Terrain Model (DTM) diperlukan proses filtering menggunakan *software* Saga Gis untuk menghilangkan ketinggian pohon, bangunan, dan lain-lain, Data DTM tersebut dijadikan dasar untuk pemodelan 3D sungai yang berlokasi di Jl.ikan Tombro Barat tunjung sekar Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Hasil filtering DTM di *software* Saga Gis masih belum sesuai dengan kondisi topografi sebenarnya di karenakan 46% dari total panjang keseluruhan lokasi penelitian tertutup oleh pepohonan dan hasil uji akurasi dari penelitian ini di dapatkan kesalahan rata-rata sebesar 1,062 meter.

**Kata Kunci** : foto udara, pemodelan 3D, DSM, DTM

### ABSTRACT

*The use of technology in the field of photogrammetric mapping is highly developed, with the creation of methods and various supporting software. Especially for making 3D modeling of aerial photo data, effectively and efficiently by utilizing aerial photographs of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) vehicles. In this study the river is an object that is used as a 3D modeling target. The method used in this study is to try to develop data from aerial photographs using Digital Surface Model (DSM) data which is processed into a Digital Terrain Model (DTM), where DSM data is still in the form of height of buildings, trees and others, so as to produce a Digital Terrain Model (DTM) a filtering process is needed using Saga Gis software to remove the height of trees, buildings, etc. The DTM data is used as a basis for 3D river modeling located on Jl .ikan Tombro Barat tunjung sekar Lowokwaru District, Malang city. The results of DTM filtering in Saga Gis software are still not in accordance with the actual topographical conditions because 46% of the total length of the entire study site is covered by trees and the results of the accuracy test of this study get an average error of 1,062 meters.*

*Keywords: aerial photography, 3D modeling, DSM, DTM*

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi dalam bidang pemetaan fotogrametri sangat berkembang. Hal tersebut ditunjukkan dengan pemanfaatan UAV dalam melakukan pemetaan untuk area skala kecil atau besar, dengan memanfaatkan teknologi tersebut diharapkan dapat membantu dalam melakukan akuisisi data dengan mudah, waktu yang lebih cepat, personil lebih sedikit dan hasil yang akurat. Teknik pemetaan dengan teknologi fotogrametri, kini juga didukung dengan adanya teknik representasi penggambaran (plotting) dari berbagai software, yang pada awalnya hanya bisa mempresentasikan berupa peta tampilan dua dimensi (2D), saat ini berkembang sampai visualisasi tiga dimensi (3D) (Subakti, 2017).

Seiring dengan perkembangan selanjutnya diciptakan peta digital pemodelan tiga dimensi, yaitu sebuah inovasi representasi dari peta konvensional yang dibuat dengan tujuan memberikan kenampakan muka bumi beserta fitur yang ada di atasnya seperti bentuk bangunan, bentuk surface yang secara lebih nyata dan mampu memberikan sudut pandang yang lebih luas. Teknologi fotogrametri kian semakin berkembang dengan diciptakannya metode dan berbagai software pendukung. Khususnya untuk pembuatan pemodelan 3D secara otomatis dari data foto udara, secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan foto udara wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) (Subakti, 2017).

Data yang dihasilkan dari UAV berupa foto udara yang kemudian akan diolah menjadi point

cloud, DSM (Digital Surface Model) dan DTM (Digital Terrain Model). Data DTM (Digital Terrain Model) digunakan dalam pembuatan kontur. Hasil akhir yaitu pembuatan model 3D dari kontur yang diperoleh dari DTM (Isnasatrianto, Prasetyo, & Sudarsono, 2018).

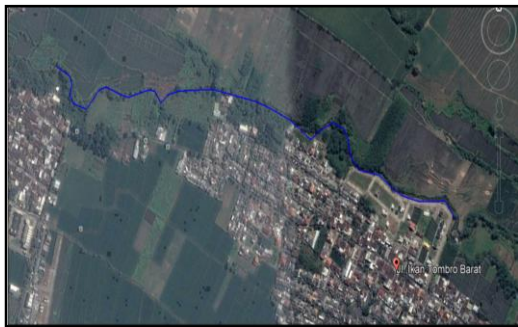
Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana membuat permodelan 3 Dimensi sungai dari data foto udara.

Sementara tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menampilkan bentuk model 3D Sungai dari data foto udara.

## METODE

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Jl.ikan Tombro Barat, tunjung sekar sampai Jl.Simpang K.H. Yusuf, Tasikmadu Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Panjang sungai yang akan di gunakan dalam penelitian ini  $\pm 700m$ .



Gambar 1. Original foto kiri

### Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri dari:

- Data foto udara dengan pesawat UAV dalam format *JPEG Image* (JPG).
- Data *ground control point* menggunakan data pengukuran GPS.
- Data DEM hasil pengolahan foto udara.
- Data pengukuran topografi menggunakan *Total Station*.

Peralatan penelitian yang akan digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan antara lain:

- Drone DJI Phantom 4 Pro*.
- GPS Geodetic Comnav T300.
- GPS Navigasi (*Handheld*) Garmin.
- Premark* dan Patok.
- Total station Topcon ES 65.
- PC dengan OS 64 bit.

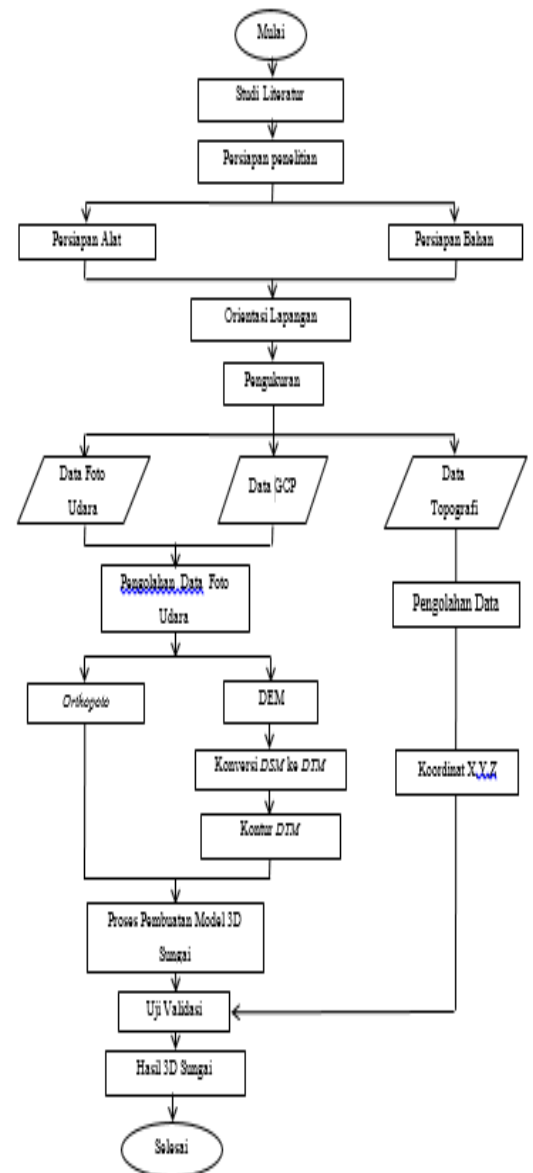
Sedangkan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan adalah:

- Microsoft office word 2010*.
- Autocad LD 2009*.
- Agisoft PhotoScan*.
- Software Topcon Tools*.

- Saga GIS*.
- Software ArcMap dan ArcScene*.
- Software Surfer 2013*.
- Global Mapper*.

## Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan penting dalam penelitian dapat dilihat pada gambar diagram alir berikut ini:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

## Fotogrametri

Fotogrametri adalah suatu seni, pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh informasi yang dapat dipercaya tentang suatu obyek fisik dan keadaan di sekitarnya melalui proses perekaman, pengamatan atau pengukuran dan interpretasi citra

fotografis atau rekaman gambar gelombang elektromagnetik. Seiring berkembangnya ilmu dan teknologi, teknik fotogrametri terus berkembang. Mulai dari fotogrametri analog, fotogrametri analitik hingga fotogrametri digital (Softcopy Photogrammetry) (Santoso, 2001 dalam Syauqani, Subiyanto, & Suprayogi, 2017).

Dari beberapa pengertian tersebut, terdapat dua aspek penting, yakni ukuran objek (kuantitatif) dan jenis objek (kualitatif). Kedua aspek tersebut yang kemudian berkembang menjadi cabang fotogrametri, yakni fotogrametri metrik dan fotogrametri interpretatif.

#### 1. Fotogrametri metrik

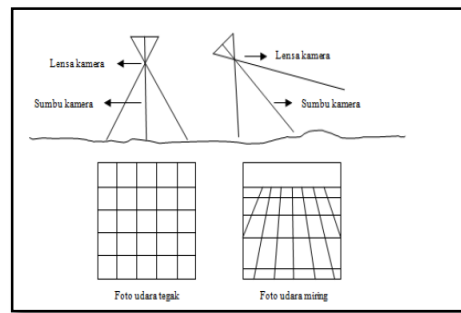
Fotogrametri metrik terdiri dari pengukuran cermat berdasarkan foto dan sumber informasi lain yang pada umumnya digunakan untuk menentukan lokasi relatif titik-titik. Dengan demikian dimungkinkan untuk memperoleh ukuran jarak, sudut, luas, volume, elevasi, ukuran dan bentuk objek. Pemanfaatan fotogrametri metrik yang paling banyak digunakan adalah untuk menyusun peta planimetrik dan peta topografi, disamping untuk pemetaan geologi, kehutanan, pertanian, keteknikan, pertanahan, dan lain-lain (Hadi, 2007).

#### 2. Fotogrametri interpretatif

Fotogrametri interpretatif mempelajari pengenalan dan identifikasi obyek serta menilai arti pentingnya obyek tersebut melalui suatu analisis sistematis dan cermat. Fotogrametri interpretatif meliputi cabang ilmu interpretasi foto udara dan penginderaan jauh (Hadi, 2007).

### Foto Udara

Foto udara merupakan citra yang direkam dari udara untuk memperoleh gambaran dari sebagian permukaan bumi dengan menggunakan wahana pesawat terbang dengan ketinggian tertentu dan menggunakan kamera tertentu. Berdasarkan jenisnya, foto udara dibedakan atas dua jenis, yaitu foto tegak dan foto miring. Foto udara tegak merupakan foto yang dihasilkan dari hasil pengambilan foto di mana pada saat pengambilan foto tersebut sumbu kamera berada dalam posisi tegak lurus dengan permukaan bumi. Sedangkan foto miring merupakan foto yang dihasilkan dari hasil pengambilan foto di mana pada saat pengambilan foto tersebut sumbu kamera berada dalam posisi miring. Jenis foto udara yang digunakan untuk keperluan pemetaan adalah foto udara tegak (Putri, Subiyanto, & Suprayogi, 2016).



**Gambar 3.** Jenis Foto Udara (Putri, Subiyanto, & Suprayogi, 2016)

### UAV (unmanned aerial vehicle)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan sistem tanpa awak (Unmanned System), yaitu sistem berbasis elektro-mekanik yang dapat melakukan misi-misi terprogram, dengan karakteristik: tanpa awak pesawat, beroperasi pada mode mandiri (autopilot) baik secara penuh atau sebagian. Sistem ini dirancang untuk dapat dipergunakan secara berulang (Wikantika, 2009 dalam Mukhlas, 2014). Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau drone adalah Penerbangan tanpa awak (pesawat terbang) yang dikendalikan dari jarak jauh tanpa adanya pilot di dalam pesawat. Drone yang bisa digunakan pemetaan memiliki kriteria sebagai berikut :

1. Kamera  
Sebagai "mata" untuk membantu navigasi pilot saat menerbangkan drone. Dan saat mengambil data yang dibutuhkan
2. Remote Control  
Berfungsi membantu pilot mengendalikan gerak drone selama terbang selain kamera
3. Ground Station  
Gadget yang berfungsi untuk melihat secara actual yang ditangkap oleh kamera bisa berbentuk pad/ tablet/ ponsel pintar, dan mampu menjalankan perangkat lunak perencanaan jalur terbang.
4. Autopilot system  
Sebuah fitur perangkat lunak membantu untuk merencanakan jalur terbang saat pemetaan.
5. Perangkat Lunak Pemetaan  
Berfungsi untuk mengolah hasil pemetaan yang di dapat dari drone, menjadi hasil karya 2 dimensi
6. GPS  
Sensor GPS berfungsi untuk mengetahui posisi drone saat terbang baik secara autopilot maupun manual remotely. (Rizqi, 2018)



**Gambar 4.** DJI Phantom 4 Pro Multirotor (Rizqi, 2018)

Kelebihan utama dari UAV dibandingkan dengan pesawat berawak adalah bahwa UAV dapat digunakan pada situasi dengan resiko tinggi tanpa perlu membahayakan nyawa manusia, pada area yang tidak dapat diakses dan terbang pada ketinggian rendah dibawah awan sehingga foto yang dihasilkan terbebas dari awan. Selain itu, salah satu faktor kelebihan UAV adalah biaya. Harga perangkat UAV dan biaya operasionalnya jauh lebih murah jika dibandingkan dengan pesawat berawak. Dengan diimplementasikannya perangkat GPS/INS unit navigasi maupun stabilisasi memungkinkan kegiatan penerbangan yang presisi (sesuai dengan rencana terbang) sekaligus menjamin terpenuhinya cakupan area dan overlap foto yang diinginkan (Subakti, 2017).

**GCP (Ground control point)**

Ground control point atau titik kontrol tanah adalah titik yang terdapat di lapangan dan dapat diidentifikasi pada foto dan mempunyai koordinat di kedua sistem, yaitu sistem koordinat tanah dan sistem koordinat foto. GCP diperlukan untuk kegiatan transformasi koordinat dari sistem koordinat tertentu ke sistem koordinat tanah. Titik kontrol ini terdapat pada kedua sistem koordinat yang mempunyai posisi relatif pada obyek yang sama. Pada pengkoreksian suatu citra diperlukan GCP, sehingga ada keterkaitan antara sistem citra foto dengan sistem tanah (Subakti, 2017).

Titik kontrol tanah ini dapat ditentukan dengan berbagai cara. Untuk penentuan koordinat planimetrisnya (X,Y) dapat digunakan metode triangulasi, trilaterasi, poligon dan GPS. Sedangkan untuk penentuan tinggi titiknya (Z) dapat digunakan metode sipat datar atau trigonometris. Data pengukuran disini adalah pengukuran titik kontrol horisontal dan tinggi. Hasil dari pengukuran titik kontrol ini adalah daftar koordinat tanah X, Y, Z pada masing-masing titik kontrol tanah yang dilalui jalur pengukuran (Subakti, 2017).

Dalam pemotretan udara, titik kontrol tanah ini diperlukan untuk triangulasi udara. Triangulasi udara adalah cara penentuan koordinat titik kontrol minor secara fotogrametris. Titik kontrol minor adalah titik kontrol tanah perapatan yang mengacu pada titik kontrol tanah hasil premarking. Titik kontrol minor ini sering disebut dengan postmark,

karena ditentukan setelah pemotretan (Subakti, 2017).



**Gambar 5.** Ground Control Point (Subakti, 2017)

**Mosaik Foto**

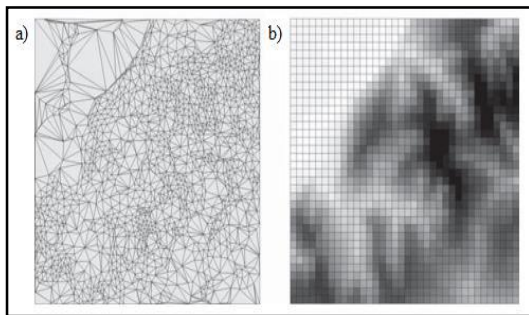
Mozaik foto udara merupakan gabungan dari dua atau lebih foto udara yang saling bertampalan sehingga terbentuk paduan gambar yang berkesinambungan dan menampilkan daerah yang lebih luas. Penggabungan dilakukan dengan memotong dan menyambungkan bagian-bagian foto yang overlap atau sidalap besar (Putri, Subiyanto, & Suprayogi, 2016 ).

Dalam beberapa kasus, pada proses pengolahan foto udara menjadi model ortofoto, performa perangkat keras komputer sangat berpengaruh pada keberhasilan pemrosesan. Jumlah foto udara hasil pemotretan menggunakan UAV dapat mencapai ratusan, bahkan ribuan lembar foto udara digital. Setiap lembar foto udara digital memiliki file size berkisar 4-8 MB sehingga sering membebani kinerja perangkat komputer. Biasanya, pengolahan foto udara menjadi model ortofoto dilakukan secara bertahap bagian per bagian. Dari bagian-bagian tersebut kemudian digabungkan menjadi satu model mosaik ortofoto. Jumlah foto udara yang akan diolah harus disesuaikan dengan spesifikasi dan kemampuan komputer meskipun dalam penentuan jumlah tersebut hanya sebatas estimasi. Semakin banyak input foto udara maka proses pengolahan menjadi model ortofoto akan semakin lama dan berat (Sondang, 2017).

**DEM (Digital Elevation Model)**

Digital Elevation Model (DEM) merupakan model permukaan bumi yang merepresentasikan permukaan topografi yang mempunyai data ketinggian permukaan tanah. DEM terbentuk dari kumpulan array titik-titik tinggi ground point dari point clouds. Definisi lain, menyatakan bahwa DEM merupakan suatu file atau database yang menampung titik-titik ketinggian dari suatu permukaan (Jensen, 2007 dalam Martiana, Prasetyo, & Wijaya, 2017).

DEM yang paling sering digunakan adalah grid biasa, jaringan tidak teratur segitiga (TIN) dan model garis kontur. Representasi permukaan medan ini memiliki kekuatan dan kelemahan khusus karena asumsi yang berbeda. Keuntungan utama dari TIN adalah kemungkinan untuk menghadirkan area pegunungan, relief yang tinggi dan permukaan yang kasar sangat tepat (Gambar 2.7.a). Poin yang menyimpan nilai elevasi ditriangulasi menggunakan kriteria Delaunay dan membentuk jaringan segitiga yang tidak beraturan. Karena ketidakteraturannya, algoritma perangkat lunak lebih menuntut dan memakan waktu. Sebagai perbandingan, model grid karena struktur sederhana mudah direkonstruksi dan unit dasarnya adalah sel (Gambar 2.7). Namun, kekurangannya yang signifikan adalah menyederhanakan kompleksitas permukaan bumi. Meskipun dataset TIN dianggap sebagai representasi yang paling akurat, sebagian besar DEM standar telah dihasilkan menggunakan grid karena merupakan pendekatan paling sederhana dan paling efektif dalam hal penyimpanan dan manipulasi data (Liu, 2008 dalam Zietara, 2017).



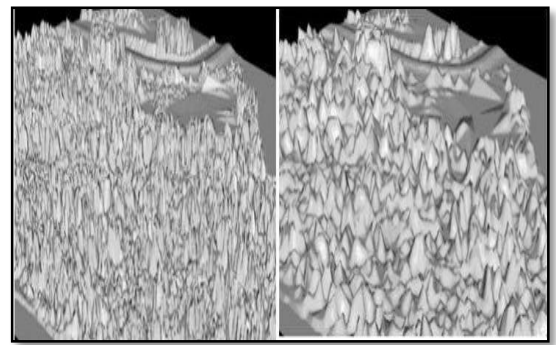
**Gambar 6.** Sebelah Kiri: TIN model, Sebelah kanan: grid model. Source: (Hengl & Evans, 2009 dalam Zietara, 2017)

### DSM (Digital surface model)

DSM merupakan representasi permukaan bumi yang memuat lebih banyak informasi ketinggian termasuk semua objek yang berada di atas permukaan bumi seperti vegetasi, gedung, dan fitur lainnya. Perolehan data DSM bisa melalui data dari peta, image matching, ekstraksi dari data LiDAR, maupun pengukuran secara langsung di lapangan. Dalam penelitian ini data digital surface model diperoleh dari foto udara. Karena DSM memberikan pengetahuan penting tentang benda-benda alam dan buatan di bumi, ini biasanya digunakan dalam pemodelan 3D (Jensen, 2007 dalam Martiana, Prasetyo, & Wijaya, 2017).

Pada proses pembuatan data digital surface model dengan fotogrametri, semua objek yang ada pada permukaan bumi baik objek alami dan objek buatan manusia dianggap sebagai permukaan tanah. Pohon, bangunan dan objek apa saja yang ada pada permukaan bumi pada saat melakukan foto udara akan dimodelkan sebagai data digital surface model. Contoh tampilan data digital

surface model dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Pfeifer, 2008).



**Gambar 7.** Tampilan data digital surface model (Pfeifer, 2008)

### DTM (Digital terrain model)

DTM merupakan model medan digital yang hanya memuat informasi ketinggian permukaan tanah (bare earth surface) tanpa terpengaruh oleh vegetasi atau fitur buatan manusia lainnya. DTM disertai fitur-fitur tambahan yang memberikan representasi permukaan topografi yang lebih baik, contohnya breakline dari punggung bukit atau aliran air dan sungai. DTM mampu memodelkan relief secara lebih realistis atau sesuai dengan kenyataan (Jensen, 2007 dalam Martiana, Prasetyo, & Wijaya, 2017).

Untuk menghasilkan DTM diperlukan data ketinggian ground yang diperoleh dari hasil penyaringan data DSM (digital surface model). Data foto udara merekam semua fitur yang berada di atas permukaan bumi termasuk bangunan dan tumbuhan. Untuk itu, perlu dilakukan klasifikasi untuk membedakan antara objek bangunan, tanah (ground), serta vegetasi. Objek-objek tersebut dikelompokkan menjadi beberapa kelas yang berbeda. Pengolahan yang dilakukan berupa pengklasifikasian terhadap data ground dan non ground point (bangunan dan vegetasi). Sehingga menghasilkan data DTM yang hanya memiliki informasi ketinggian tanah (ground) (Martiana, Prasetyo, & Wijaya, 2017).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hasil dan pembahasan dari setiap proses yang dilakukan meliputi proses pengumpulan data di lapangan hingga pemodelan 3 dimensi sungai. Berikut akan dijelaskan beberapa hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

### Hasil Pengolahan Data GPS

Data hasil pengukuran GPS yang berupa koordinat X, Y dan Z digunakan sebagai titik GCP yang diperlukan dalam proses orthorektifikasi. Titik GCP tersebut diukur pada titik BM (Bench Mark) yang digunakan sebagai titik kontrol pada penelitian ini. Pengolahan data survei GPS dari tiap pada titik pengamatan dilakukan

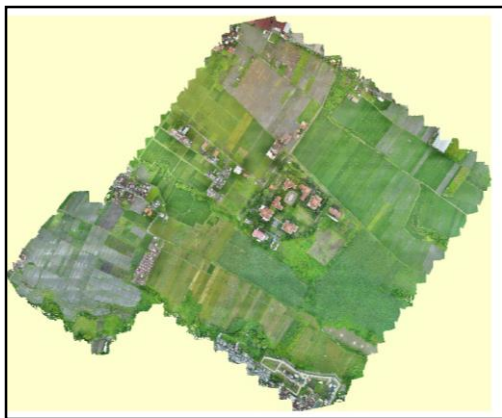
menggunakan Software Topcon Tools v.8.2.3. Metode pengolahan baseline yang dilakukan adalah metode radial. Pada pengolahan data ini, titik stasiun referensi yang digunakan sebagai titik kontrol adalah titik BM.

**Tabel 1.** Koordinat GCP WGS 1984 UTM Zone 49

Name	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Elevation (m)	Code
GCP1	680766.449	9124643.946	479.774	GCP
GCP2	680460.187	9124896.518	487.33	GCP
GCP3	680007.191	9125189.162	497.937	GCP
GCP4	680269.743	9124299.486	485.831	GCP
GCP5	679935.254	9124777.317	493.735	GCP
GCP6	679888.184	9124360.443	490.701	GCP
GCP7	679411.344	9124270.966	496.281	GCP
GCP8	680276.364	9123949.76	476.421	GCP

### Hasil Proses Orthophoto

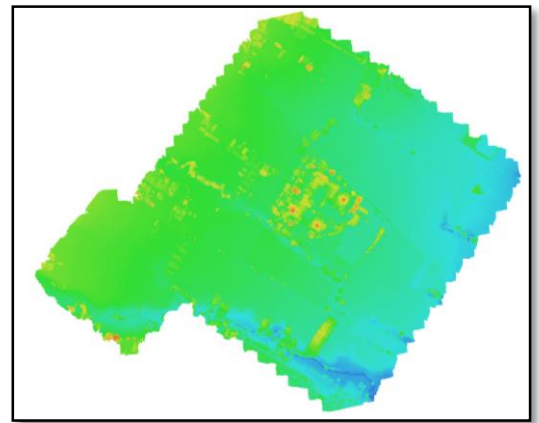
Hasil pembuatan orthofoto dibuat menggunakan Software Agisoft Photoscan V.1.2.4 dengan kualitas texture tinggi/ high. Data foto sebanyak 2372 foto dengan tinggi terbang 70 m dengan 8 titik control point GCP. Hasil keseluruhan luasan yang terhitung sekitar 100 ha.



**Gambar 8.** Hasil perhitungan elemen rotasi Rn pada foto kiri

### Hasil Export DEM

Data DEM pada penelitian ini merupakan data terkontrol yang di dapatkan dari hasil penelitian lapangan yang kemudian diolah dengan Software Agisoft Photoscan V.1.2.4, yang digunakan sebagai data untuk pembuatan pemodelan 3D sungai.

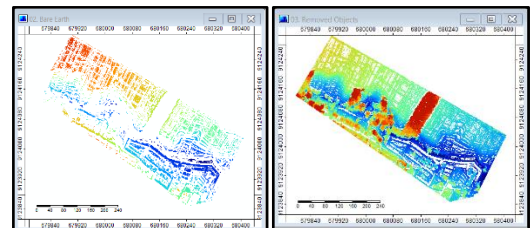


**Gambar 9.** Hasil DEM

### Hasil Proses Filtering DSM menjadi DTM

#### a. Hasil Proses Filtering DSM Slope Based dengan Software SAGA GIS

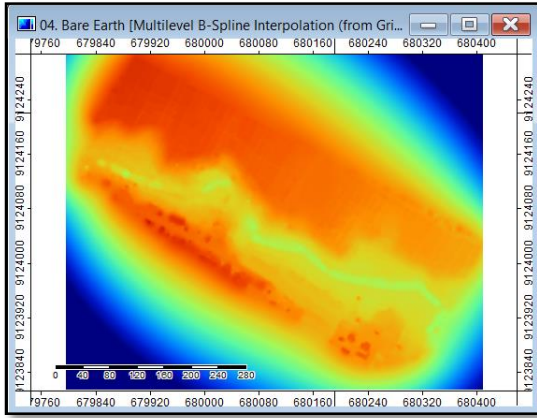
Proses filtering DSM Slope Based ini menghasilkan 2 buah file yaitu file Bare Earth dan file Removed Object. Bare Earth adalah berupa objek atau permukaan DSM yang tersisa akibat proses filtering sedangkan Removed Object adalah objek DSM yang terfilter.



**Gambar 10.** Tampilan Bare Earth dan Removed Objects

#### b. Hasil Proses Interpolasi (Gridding)

Proses interpolasi ini dimaksudkan untuk mengisi area kosong pada Bare Earth akibat dilakukannya proses filtering, proses interpolasinya menggunakan metode Multilevel B-Spline Interpolation (From Grid) dengan nilai Threshold error 0.0001 dan Maximum level 11.



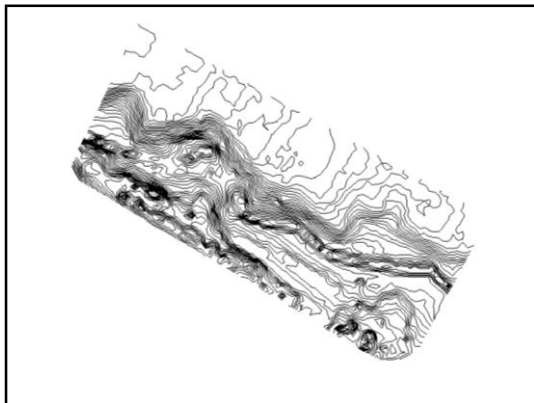
**Gambar 11.** Hasil proses interpolasi

Konversi data DSM menjadi data DTM yang meliputi proses filtering DTM slope based yang dilakukan untuk menghilangkan obyek pada permukaan DSM. Proses gridding (interpolasi) menggunakan metode Multilevel B- Spline Interpolation (from grid) untuk mengisi permukaan DSM yang hilang akibat proses filtering dan proses smoothing permukaan DTM menggunakan metode Multi Direction Lee Filter menghasilkan data DTM yang belum sesuai dengan kondisi topografi sebenarnya di karenakan lokasi penelitian yang tertutup oleh pepohonan. Dari total panjang penelitian yaitu 700 meter daerah yang tertutup pepohonan yaitu sepanjang 322 meter atau sekitar 46 % dari panjang sungai keseluruhan.

**Hasil Penelitian**

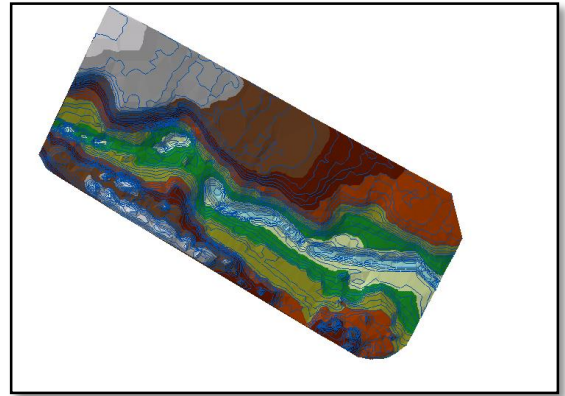
Hasil dari penelitian ini adalah berupa pemodelan 3 dimensi Sungai yang diperoleh dari pengolahan foto udara yang menghasilkan DSM kemudian di konversi menjadi DTM dimana data DTM tersebut di jadikan kontur dalam bentuk TIN yang menjadi acuan visualisasi model permukaan digital dan obyek 3D. Pengolahan 3 dimensi menggunakan Software ArcScene.

a. Hasil Pembentukan Kontur DTM



**Gambar 12.** Hasil kontur DTM

b. Hasil Pembuatan TIN

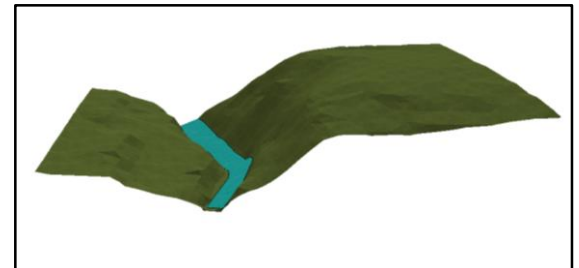


**Gambar 13.** Hasil Create TIN

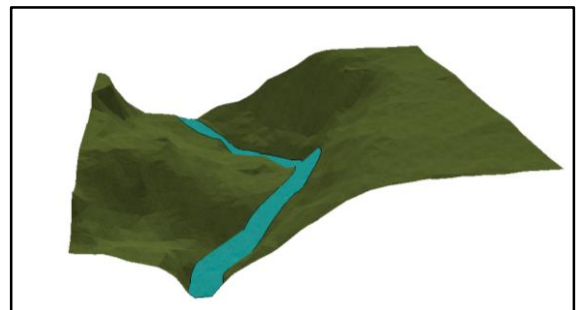
c. Hasil Pemodelan 3D sungai  
Berikut adalah gambar hasil penelitian yang di potong menjadi 4 bagian:



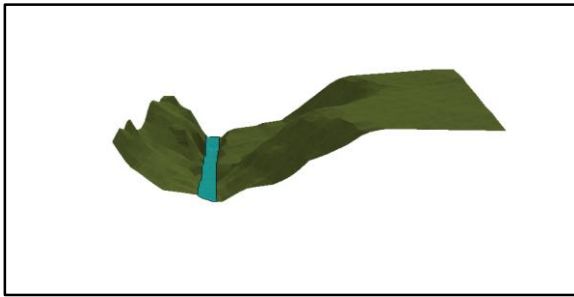
**Gambar 14.** Hasil 3D Sungai potongan 1



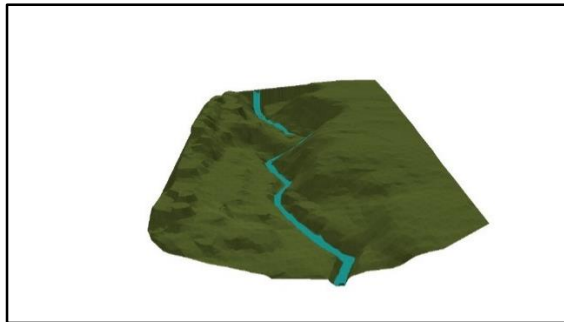
**Gambar 15.** Hasil 3D Sungai potongan 2



**Gambar 16.** Hasil 3D Sungai potongan 3



Gambar 17. Hasil 3D Sungai potongan 3



Gambar 18. Hasil 3D Sungai potongan 3

### Hasil Pengolahan data topografi

Data topografi ini di dapatkan dari hasil pengukuran lapangan menggunakan Total Station, menghasilkan 180 titik koordinat. Koordinat topografi ini nantinya akan dijadikan acuan yang benar untuk uji validasi dengan data DTM hasil pengolahan SAGA GIS.

Tabel 2. Hasil Koordinat Topografi

No	Titik Koordinat Topografi			Code
	E	N	Z	
1	680276.364	9123949.76	476.421	GCP8
2	680307.54	9123956.963	477.735	P0
3	680324.128	9123936.272	476.025	J
4	680328.71	9123941.325	475.878	J
5	680336.355	9123932.903	475.942	J
6	680320.339	9123950.21	475.86	J
7	680315.243	9123945.399	475.95	J
8	680308.371	9123956.412	475.878	J
9	680304.934	9123950.098	475.883	J
10	680255.459	9123960.605	476.084	J
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
180	679878.42	9124133.913	476.073	S

### Hasil Uji Validasi

Proses ini dilakukan dengan overlay elevasi permukaan DTM dengan koordinat topografi pada titik yang sama, kemudian nilai elevasi tersebut dihitung selisih, standar deviasi dan RMSE nya.

Tabel 4. Perhitungan Selisih Elevasi

No	Titik Koordinat DTM			Elevasi Topografi	Nilai Selisih Elevasi DTM	
	E	N	Z			
1	680276.364	9123949.76	476.403	476.421	-0.018	
2	680307.54	9123956.963	476.191	477.735	1.544	
3	680324.128	9123936.272	476.113	476.025	0.088	
4	680328.71	9123941.325	475.902	475.878	0.024	
5	680336.355	9123932.903	476.051	475.942	0.109	
6	680320.339	9123950.21	475.431	475.86	0.429	
7	680315.243	9123945.399	476.075	475.95	0.125	
8	680308.371	9123956.412	476.104	475.878	0.226	
9	680304.934	9123950.098	476.104	475.883	0.221	
10	680255.459	9123960.605	475.897	476.084	0.187	
-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	
180	679878.42	9124133.913	475.085	476.073	0.988	
Nilai selisih elevasi rata-rata dalam meter =						0.414
Nilai standar deviasi dalam meter =						1.238
Nilai RMSEz dalam meter =						0.643
Nilai Akurasi RMSEz (akurasi vertical) tingkat kepercayaan 90% dalam meter =						1.062

hasil uji akurasi dari penelitian ini di dapatkan kesalahan rata-rata sebesar 1,062 meter.

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian "Modeling 3 dimensi sungai dari foto udara uav" adalah nilai akurasi RMSEz DTM didapatkan sebesar 1,062 m.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan Kepada bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geo.Sc., Ph.D dan bapak Ir. Jasmani, M.Kom yang secara khusus telah membimbing serta tidak henti-hentinya memberikan saran, sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini. Dan juga kepada seluruh dosen geodesi yang telah memberikan perkuliahan, semoga ilmu yang saya peroleh dapat bermanfaat sehingga dapat di aplikasikan dengan baik dalam kehidupan bermasyarakat dan dalam perkembangan bangsa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bayuaji, R. A., Suprayogi, A., & Sasmito, B. 2015. Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat Untuk Pemodelan 3d Gereja Blenduk Semarang. Jurnal Geodesi Undip, 4(2), 176-184.
- Hadi, B. S, 2007. Dasar-Dasar Fotogrametri. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi.



- Hutagalung, A. P., Prasetyo, Y., & Sasmito, B. 2016. Analisis Ketelitian Data Pemodelan 3 Dimensi Dengan Metode Traverse dan Metode Cloud to Cloud Menggunakan Terrestrial Laser Scanner. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4).
- Huzairin, M. D. 2012. Rekonstruksi Situs Komplek Makam Sultan Suriansyah (Tahun 1550) di Banjarmasin Dengan Model 3 Dimensi Menggunakan Program Grafis 3D Autocad. *LANTING Journal of Architecture*, 1(1), 40-56.
- Isnasatrianto, A., Prasetyo, Y., & Sudarsono, B. 2018. Fotogrametri Untuk Perencanaan Pengembangan Jalur Transmisi SUTET 500 Kv (Studi Kasus : Kec. Ambarawa, Kab. Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1).
- Julzarika, A. 2009. Perbandingan Teknik Orthorektifikasi Citra Satelit Spot5 Wilayah Semarang Dengan Metode Digital Mono Plotting (dmp) dan Metode Rational Polynomial Coefficients (RPCs). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 6, 11-21.
- Martiana, D. N., Prasetyo, Y., & Wijaya, A. P. 2017. Analisis Akurasi DTM Terhadap Penggunaan Data Point Clouds Dari Foto Udara dan LAS LIDAR Berbasis Metode Penapisan Slope Based Filtering dan Algoritma Macro Terrasolid. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1).
- Mukhlis, 2014. Pembuatan Digital Surface Model (DSM) dari citra foto Unmanned Aerial Vehicle (UAV) menggunakan software Agisoft. Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- Prasetyo, D. A. (2012). Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat Untuk Pemodelan 3D Candi Gedong Songo. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pfiefer, N. (2008). Digital surface model and digital terrain model filtering. Austria: Institute of Photogrammetry and Remote Sensing Vienna University of Technology.
- Polat, N., & Uysal, M. 2017. Dtm Generation With UAV Based Photogrammetric Point Cloud. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII(4).
- Purwanto, T. H. 2017. Pemanfaatan Foto Udara Format Kecil untuk Ekstraksi Digital Elevation Model dengan. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1), 73 - 89.
- Putri, K. M., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. 2016. Pembuatan Peta Wisata Digital 3 Dimensi Obyek Wisata Brown Canyon Secara Interaktif Dengan Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1).
- Rizqi, M. 2018. Perencanaan Jalur Terbang Tanpa Pilot Pada Proses Pengumpulan Data Untuk Pemetaan Dengan Penerbangan Tanpa Awak. *JURNAL LINK*, 27(1), 3-13.
- Setiaji, D., & Nashiha, M. 2016. Kajian tingkat akurasi koreksi geometrik Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi dengan Metode Orthorektifikasi Secara Parsial. *GEOtangkas*, 1(2).
- Sondang, V. A. 2017. Pembuatan Model Ortofoto Hasil Perkaman Dengan Wahana uav Menggunakan Perangkat Lunak Fotogrametri. *Jurnal Tekno Global*, 6(2).
- Subakti, B. 2017. Pemanfaatan Foto Udara UAV untuk Pemodelan Bangunan 3D metode Otomatis. ITN Malang: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Syauqani, A., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. 2017. Pengaruh Variasi Tinggi Terbang Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Dji Phantom 3 Pro Pada Pembuatan Peta Orthofoto. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1).
- Zietara, A. M. 2017. Creating Digital Elevation Model (DEM) based on ground points extracted from classified aerial images obtained from Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Norwegian University of Science and Technology Department of Civil and Environmental Engineering.