

# FOTO UDARA MENGGUNAKAN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) UNTUK PEMODELAN 3D JALAN RAYA

Martinus Edwin Tjahjadi<sup>1</sup>, Muhammad Rifaan<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: [Fanmonggonao@gmail.com](mailto:Fanmonggonao@gmail.com)

## ABSTRAK

Pemodelan 3D sudah menjadi suatu kegiatan yang di butuhkan oleh banyak bidang baik untuk penelitian, pemetaan, visualisasi, inventarisasi dan pemeliharaan. Pemodelan dengan menggunakan data foto ini mampu menghasilkan model 3D yang mirip dengan bentuk aslinya. Selain itu pemodelan representasi 3D (tiga dimensi) juga di anggap lebih menarik dalam menampilkan visualisasi dari sebuah informasi terutama terletak pada estetika buntut objeknya. Pada kesempatan ini akan dibahas tentang pemanfaatan foto udara untuk pemodelan 3D jalan. Adapun lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kelurahan Tasikmadu Jalan Golf Kampus ITN 2 Malang, Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Penelitian ini akan membahas tentang pemanfaatan foto udara untuk pemodelan 3D jalan. Penelitian ini menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) yang didapatkan dari pemotretan foto udara. Dari data DEM dilakukan filtering untuk mendapatkan data Digital Terrain Model (DTM), kemudian membuat kontur dari data DTM yang digunakan sebagai pemodelan 3D jalan. Setelah selesai kemudian barulah model 3 dimensi jalan bisa dibuat atau di tampilkan. Lokasi penelitian ini berada di Kelurahan Tasikmadu Jalan Golf Kampus ITN 2 Malang, Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Dari penelitian ini dihasilkan pemodelan 3D jalan raya, dengan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) yang di peroleh dari pemotretan foto udara dan hasil perhitungan ketelitian dari penelitian ini untuk nilai RMSEz 0,409 meter dan nilai standar deviasi 0,184 meter.

Kata kunci : DEM, Foto udara, Pemodelan 3D, Visualisasi 3D.

## ABSTRACT

*3D modeling has become an activity that is needed by many fields both for research, mapping, visualization, inventory and maintenance. Modeling using photo data is capable of producing 3D models that are similar to their original shape. In addition 3D modeling representation (three dimensions) is also considered more interesting in displaying the visualization of information, especially located in the aesthetics of the object. On this occasion will be discussed about the use of aerial photography for 3D modeling of the road. The location used in this research is Tasikmadu Urban Village Golf Course ITN 2 Malang, Lowokwaru District of Malang. This research will discuss about the use of aerial photography for 3D modeling of roads. This study uses Digital Elevation Model (DEM) data obtained from aerial photo shoots. From the DEM data filtering is done to get the Digital Terrain Model (DTM) data, then create contours from the DTM data used as 3D road modeling. After completion, then a 3-dimensional model of the road can be created or displayed. The location of this research is in Tasikmadu Village, Jalan Golf ITN 2 Malang, Lowokwaru District of Malang City. From this research, 3D road modeling is generated, using Digital Elevation Model (DEM) data obtained from aerial photo shoots and the results of accuracy calculations from research This is for RMSEz value of 0.409 meters and standard deviation value of 0.184 meters.*

*Keywords: DEM, Aerial Photography, 3D Modeling, 3D Visualization.*

## PENDAHULUAN

Foto udara adalah peta foto didapat dari survei udara dengan melakukan pemotretan lewat udara pada daerah tertentu dengan aturan fotogrametris tertentu. Sebagai gambaran pada foto dikenal ada 3 (tiga) jenis yaitu foto tegak, foto miring dan foto sangat miring. Yang dimaksud dengan foto tegak adalah foto yang pada saat pengambilan objeknya sumbu kamera udara sejajar dengan gravitasi, sedangkan yang disebut foto sangat miring apabila pada foto tersebut horisontal terlihat. Untuk foto miring, batasannya adalah antara kedua jenis foto tersebut. Secara foto yang digunakan untuk peta adalah foto tegak (Yudhistira, 2018 ).

Pembuatan model 3D dapat memanfaatkan teknologi fotogrametri, yaitu dengan menggunakan tekni pesawat UAV, serta menggunakan perangkat lunak untuk memproses data hasil pemotretan. Pemanfaatan teknologi ini dapat membuktikan bahwa pemodelan 3D dapat dilakukan dengan menggunakan data foto, selain itu biaya yang dikeluarkan juga tidak terlalu besar. Pemodelan dengan menggunakan data foto ini mampu menghasilkan model 3D yang mirip dengan bentuk aslinya. Selain itu pemodelan representasi 3D (tiga dimensi) juga di anggap lebih menarik dalam menampilkan visualisasi dari sebuah informasi terutama terletak pada estetika buntut objeknya. Dengan adanya perangkat lunak yang digunakan didalam pemodelan 3D, waktu yang diperlukan

dalam memproses data juga tidak terlalu lama (Arifin, 2015).

Teknologi fotogrametri semakin berkembang dengan adanya berbagai software-software pendukung dan metode khususnya agar mempermudah pembuatan pemodelan 3D (tiga dimensi) jalan dari data foto udara digunakan untuk mendukung dan diolah lebih lanjut untuk keperluan dibidang dunia survei pemetaan era digital, secara efektif dan efisien dengan menggunakan foto udara. Urain di atas yang melatar belakangi penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Pemodelan 3D Jalan Raya”

### Rumusan Masalah

Dari latar belakang dalam penelitian ini akan membahas rumusan masalah, yaitu bagaimana menghasilkan pemodelan 3D Jalan menggunakan data digital terrain model (DTM) hasil foto udara menggunakan wahana UAV.

### Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan data digital terrain model (DTM) dari foto udara menggunakan wahana UAV dan menghasilkan visualisasi 3D jalan.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan menjadikan solusi alternatif pemetaan dan pemodelan jalan 3D dalam mendukung bidang survey pengawasan jalan secara efektif dan efisien dengan menggunakan foto udara

## LANDASAN TEORI

### Fotogrametri

*American society of photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS)* mendefinisikan fotogrametri sebagai seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik pada pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam. Berdasarkan definisi tersebut, fotogrametri dapat mencakup dua bidang yaitu fotogrametri metrik dan fotogrametri interpretative (Aries, 2018).

#### a. Fotogrametri Metrik,

Fotogrametri Metrik atau metrik fotogrametri bertujuan untuk memperoleh data kuantitatif seperti jarak, sudut, luas dan posisi dari suatu objek. Untuk memperoleh data tersebut diperlukan alat-alat khusus serta pengetahuan dan keterampilan tertentu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan matematis antara sistem foto udara dengan sistem tanah, sehingga ukuran-ukuran di foto dapat dipindahkan ke sistem tanah atau sebaliknya.

#### b. Fotogrametri Interpretatif,

Fotogrametri Interpretatif bertujuan untuk memperoleh data kualitatif dengan cara pengenalan, identifikasi dan interpretasi foto udara.

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

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* biasa disebut sebagai pesawat tanpa awak. Perkembangan terbaru mengenai UAV fotogrametri adalah bahwa UAV fotogrametri merupakan *platform* untuk pengukuran fotogrametri yang operasinya dikendalikan dari jarak jauh secara semi-otomatis ataupun secara otomatis tanpa pilot yang berada di *platform* tersebut (Salsabila, 2017).

Kelebihan 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 (Subakti, 2017).

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

*Ground Control Point (GCP)* atau yang biasa disebut dengan titik kontrol adalah titik-titik yang berada di lapangan yang dapat digunakan untuk mentransformasikan sistem koordinat udara dengan sistem koordinat tanah suatu objek yang dipetakan. Titik kontrol ini nantinya akan digunakan pada saat pengolahan foto udara tahap triangulasi udara (Husna et al., 2016).



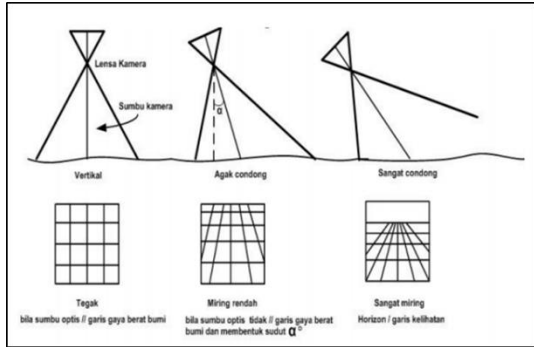
Gambar 1 Titik retro GCP

### **Foto Udara**

Foto udara dibagi menjadi dua jenis, yaitu foto udara metrik dan foto udara non metrik. Foto udara metrik merupakan foto udara yang datanya diperoleh dari kamera udara. Kamera udara adalah kamera metrik yang fokusnya sudah tertentu. Kamera udara ini berbeda dengan kamera biasa yang non metrik dengan fokus yang dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan (Syauqani et al., 2017).

Berdasarkan jenis tegaknya, 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.



Gambar 2 Jenis foto udara

### Model Tiga Dimensi

Pemodelan adalah membentuk suatu benda atau objek. Sesuai dengan objek dan basisnya, proses ini secara keseluruhan dikerjakan dikomputer melalui konsep dan proses desain. Kesalahan objek bisa diperlihatkan secara 3D, sehingga banyak yang menyebutkan hasil ini sebagai pemodelan 3D. Ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan bila membangun objek, kesemuanya memberikan kontribusi pada kualitas hasil akhir. Hal ini meliputi metode untuk mendapatkan atau membuat data yang mendeskripsikan objek. Proses pemodelan 3D membutuhkan perencanaan yang di bagi dengan beberapa tahapan untuk pembentukannya. Seperti objek yang ingin dibentuk objek dasar, metode pemodelan 3D, pencahayaannya dan animasi objek sesuai dengan proses yang dilakukan (Yudhistira, 2018).

### Digital Elevation Model (DEM)

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 (Martiana et al, 2017). Beberapa kegunaan digital elevation model yang lain (Desilva, 2014) yaitu :

1. Untuk mengidentifikasi struktur geologi pada topografi.
2. Sebagai sumber informasi topografi dan garis kontur untuk peta.

Penggunaan data DEM dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti pembuatan peta DAS (Daerah Aliran Sungai), peta RBI (kontur) yang memang membutuhkan informasi ketinggian di atas permukaan tanah. Aplikasi khusus dari penggunaan data DEM digunakan untuk menggambarkan relief medan. Relief medan yang digambarkan menyerupai bentuk sebenarnya di dunia nyata (real world) kemudian divisualisasikan dengan bantuan teknologi informasi grafis (SIG) dan teknologi virtual reality dalam bentuk 3D (X, Y, dan Z). Berikut ini adalah beberapa contoh aplikasi-aplikasi yang menggunakan data DEM (Hidayat et al, 2016).

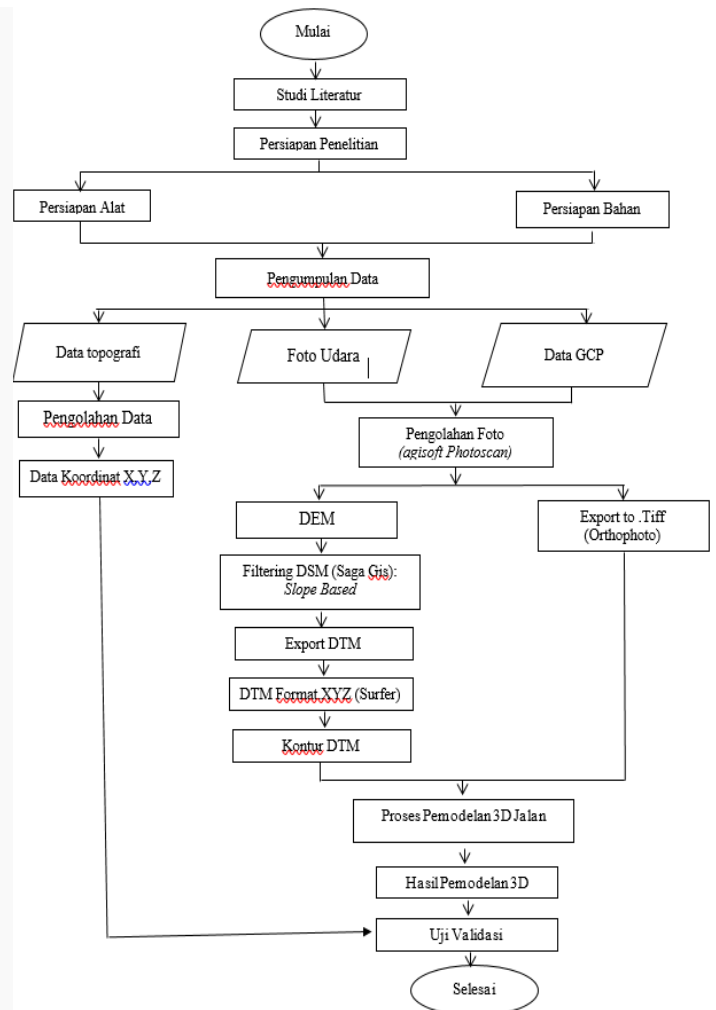
### METODE

#### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Jalan Golf Kampus ITN 2 Malang, Kelurahan Tasikmadu Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.

#### Tahapan Penelitian

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



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran GPS Geodetik

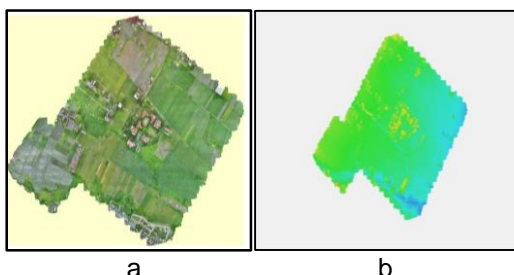
Data hasil Pengukuran GPS geodetik dengan metode statik untuk *Ground Control Point* (GCP) berupa koordinat X, Y dan Z yang diperlukan dalam proses orthorektifikasi. Hasil pengukuran titik GCP yang didapat dari GPS *Geodetik* metode pengukuran Statik dapat dilihat pada tab 1

**Tabel 1** Titik GCP yang digunakan, pada sistem koordiat Geografis dan UTM Zone 49S datum WGS84.

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 Pengolahan Data Foto

Hasil pengolahan data foto berupa DEM dan orthophoto dimana pengolahan data foto menggunakan 8 titik GCP dengan. Hasil orthophoto dari pengolahan *software Agisoft Photoscan* sudah terekstifikasi, secara visual terlihat bagus karena objek yang terlihat pada orthophoto sudah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan seperti jalan, bangunan atau objek lain. Hasil dari pengolahan data foto bisa dilihat pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 3** Hasil orthophoto (a) dan hasil DEM (b).

### Hasil Ketelitian Geometri (RMSE) GCP

Hasil dari ketelitian geometri (RMSE) ini diperoleh dengan menggunakan 8 titik GCP. Dimana sebelum melakukan proses orthofoto dan DEM perlu adanya analisa titik kontrol (GCP) agar hasil orthofoto dan DEM dihasilkan benar-benar terkontrol dan berada pada posisi yang

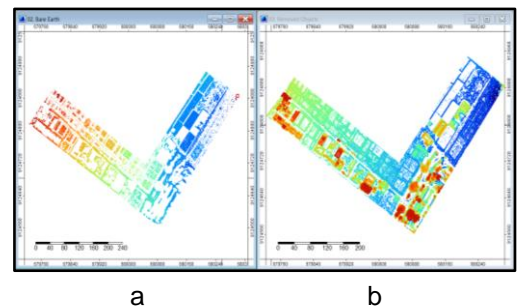
sebenarnya. Hasil dari analisa ketelitian *geometri* GCP dapat dilihat pada Tab 2 dibawah ini.

**Tabel 2** Hasil nilai RMSE GCP dari *Agisoft Photoscan*

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	error (pix)
GCP1	0.000	0.000	0.000	10	0.056
GCP2	0.001	0.000	0.001	10	0.021
GCP3	0.001	0.000	0.001	8	0.03
GCP4	0.002	0.001	0.002	18	0.043
GCP5	0.003	0.000	0.003	10	0.034
GCP6	0.001	-0.001	0.001	11	0.024
GCP7	0.001	0.000	0.001	12	0.02
GCP8	0.001	0.000	0.001	18	0.07
Total	0.001	0.000	0.001		0.044

### Hasil Proses Filtering DSM Slope Based

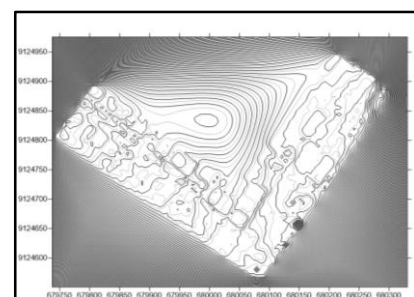
Proses filtering *DSM Slope Based* ini menghasilkan 2 buah file yaitu file *Bare Earth* dan file *Removed Object*. *Bare Earth* adalah berupa objek atau permukaan DSM yang tersisa akibat proses Filtering sedangkan *Removed Object* adalah objek DSM yang telah terfilter.



**Gambar 4** Hasil *bare earth* (a) dan *removed object* (b)

### Hasil Proses DTM Surfer

Hasil kontur yang diperoleh *software surfer* ini melalui data DTM format x,y,z yang sudah melalui proses filterisasi. Sebagai berikut:

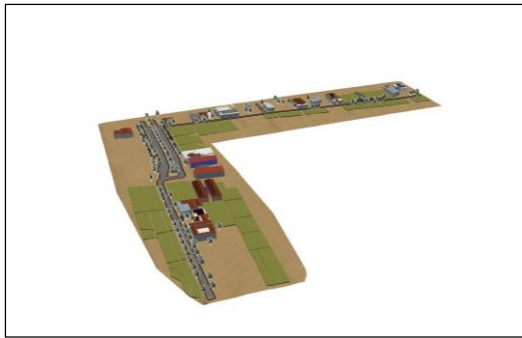


**Gambar 5** Hasil kontur

### Hasil Proses Pemodelan 3D

Hasil proses 3D jalan dengan menggunakan data kontur, data kontur sebagai acuan pembentukan 3d jalan. Untuk mendesain 3D objek

disini menggunakan *software sketchup*. Result visualisasi 3Dnya sebagai berikut:



**Gambar 6** Tampilan hasil 3D

### Hasil Uji Validasi

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar selisih elevasi data DTM dengan pengukuran langsung menggunakan TS (Total Station). Dalam Penelitian ini menggunakan 174 titik referensi yang dihasilkan dengan pengukuran TS (Total Station). Berikut tabel hasil topografi dan DTM beserta uji validasinya:

**Tabel 3** Hasil koordinat topografi.

No	Titik koordinat			Code
	X	Y	Z	
1	679935.254	9124777.291	493.716	GCP5
2	679813.895	9124833.91	495.396	Jalan
3	679813.044	9124832.582	495.434	Jalan
4	679811.798	9124831.193	495.4	Jalan
5	679798.366	9124813.583	495.23	Detail
6	679791.574	9124803.779	495.22	Detail
7	679787.478	9124798.058	495.811	Bangunan
8	679800.44	9124793.699	495.489	Detail
9	679800.823	9124794.195	495.256	Detail
10	679800.823	9124794.195	495.257	Detail
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
174	680255.409	9124917.259	489.576	Detail

**Tabel 4** Hasil export DTM.

No	Titik koordinat		
	X	Y	Z
1	679935.254	9124777.317	493.618
2	679957.135	9124794.042	493.901
3	679813.895	9124833.91	495.529
4	679813.044	9124832.582	495.524
5	679811.798	9124831.193	495.552
6	679798.366	9124813.583	495.84
7	679791.574	9124803.779	495.747
8	679787.478	9124798.058	495.961
9	679800.44	9124793.699	495.571
10	679800.823	9124794.195	495.537
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
174	680262.953	9124911.547	488.784

**Tabel 4** Hasil selisih elevasi dan *RMSEz* DTM.

Selisih elevasi rata-rata (m)	Standar deviasi (m)	<i>RMSEz</i> (m)
0.167	0.184	0.409

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa hasil perhitungan uji validasi dari penelitian ini untuk nilai selisih rata-rata elevasi sebesar 0,167 m sedangkan nilai standar deviasi 0,184 m, dan nilai *RMSEz* 0,409 m.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. (2018). Kajian Akurasi Peta Ortofoto Dari Data Wahana Udara Tanpa Awak (WUTA). Yogyakarta: Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Arifin, H. N. (2015). Pembuatan Model 3D untuk Visualisasi Lereng Batubara Dengan menggunakan Software Visual Structure From Motion. Kota Malang: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Desilva, M. (2014). Teknik Penyingkapan Data Model Permukaan Digital Pada Area Vedetasi Dan Area Pemukiman. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Hidayat, P. I., Subiyanto, S., & Sasmito, B. (2016). Analisis Kualitas dem dengan Membandingkan Metode Orthorektifikasi Memakai Citra Resolusi Tinggi. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 22-31.
- Husna, S. N., Subiyanto, S., & Hani'ah. (2016). Penggunaan Parameter Orientasi Eksternal (EO) Untuk Optimalisasi Digital Triangulasi Fotogrametri. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4).
- Ippolito, A. (2017). Handbook of Researcher on Emerging Technologies for Architectural and Archaeical Heritage. New York: IGI GLOBAL.
- Kaukabi, G. (2018). 3D City Model Objek Wisata Tomok, Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatra Utara Menggunakan Data Terrestrial Laser Scenner Dan Foto Udara UAV. Yogyakarta: Program Studi Sarjana Teknik Geodesi Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Martiana, D. N., Prasetyo, Y., & Wijaya, P. A. (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), 293-302.
- Putri, K. M., Subianto, S., & Suprayogi, A. (2017). Pembuatan Peta Wisata Digital 3 Dimensi Obyek Wisata Brown Canyon Secara Interaktif Dengan Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 85-92.
- Rahman, K. (2016). Analisis Perbandingan Ketelitian Antara Ortofoto Yang Diolah Menggunakan Software Agisoft Dengan Software PCI Geomatika Untuk Pemetaan Kadaster. Malang: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Rassarandi, F. D. (2016). Pemetaan Situasi dengan Metode Koordinat Kutub di Desa Banyuripan,

- Kecamatan Bayet, Kabupaten Klaten. *Jurnal Integrasi*, 08, 50-55.
- Salsabila, R. (2017). Perbandingan Perhitungan Volume Stockpile Batu Bara Menggunakan Data Terrestrial Laser Scanner (TLS) dan Data Foto Udara Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Program Studi Sarjana Teknik Geodesi Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Subakti, B. (2017). Pemanfaatan Foto Udara UAV Untuk Pemodelan Bangunan 3D Dengan Metode Otomatis. *ITN Malang*, 15(30), 15 - 30.
- Suharsana. 1999. *Fotogrametri Dasar*. Yogyakarta: Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- 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).
- Uktoro, A. I. (2017). Analisis Citra Drone Untuk Monitoring Kesehatan Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal Agroteknose*, VIII(II), 8-15.
- Yuanda, M. S. (2016). Klasifikasi Data Titik Tanah dan Non Tanah Dari Point Cloud Hasil Stereo Image Matching. Program Studi Sarjana Teknik Geodesi Departemen Teknik Geodesi Universitas Gadjah Mada.
- Yudhistira, R. (2018). Pemodelan 3D Existing Jalan Raya dengan Pemotretan Foto Udara (UAV). Kota Malang: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.