

PEMANFAATAN WAHANA DRONE TIPE QUADCOTER DJI PHANTOM 3 ADVANCE UNTUK PEMETAAN AREAL KAMPUS POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI SAMARINDA

THE UTILIZATION OF DRONE TYPE QUADCOPTER DJI PHANTOM 3 ADVANCE FOR MAPPING OF SAMARINDA STATE AGRICULTURAL POLYTECHNIC CAMPUS

Musa Kun Firdausy^{*1}, Dyah Widyasasi¹

¹ Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kampus Gunung Panjang, Jl. Samratulangi, Samarinda, Indonesia
widysh1@gmail.com

ABSTRACT

This research is motivated because currently remote sensing technology continues to develop, both in terms of data collection and processing. This is indicated by the existence of data collection techniques using unmanned aircraft for mapping aerial photographs. The advantage of using this technology is that it is effective and efficient in terms of both time and human resources for mapping in areas that are not too large. Another advantage is that it can produce clearer photos, because the plane's flying height is below 400 meters above ground level so that the shooting process does not experience cloud disturbances.

The purpose of this research is to make an aerial photo map at the State Agricultural Polytechnic of Samarinda, to validate objects in aerial photographs and in the field, and to provide information about the area, boundaries, and topography in the area of the Samarinda State Agricultural Polytechnic campus. The implementation of activities and research objects is the area of the Samarinda State Agricultural Polytechnic campus. In this study, a small format aerial photo mapping method with a Quadcopter was used, making it easier to determine the place to start flying (take off) and landing (landing). With Quadcopter rides, runway problems are no longer an obstacle.

The results showed that the shooting carried out with a Quadcopter vehicle at an altitude of 200 m above the ground resulted in an area of 28.17 ha and a spatial resolution of 8.40 cm / pixel. The results of validation in aerial photographs and in the field using drones have a small difference between 0-4 cm with an average of 1.625 cm / photo. From the results of digitizing campus objects, there are 30 objects on campus with a total area of 2.67 hectares. As for the topography results in the campus area, the highest point is 107.5 meters above sea level and the lowest point is 60 meters above sea level.

Keywords: Area, Quadcopter, Validation

PENDAHULUAN

Penginderaan Jauh menurut para ahli adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, gejala, dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau gejala yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Sedangkan menurut Avery (1985) penginderaan jauh merupakan upaya untuk memperoleh, mengidentifikasi dan menganalisis objek dengan sensor pada posisi pengamatan daerah kajian. Dari

beberapa pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa penginderaan jauh ialah upaya memperoleh informasi tentang objek dengan menggunakan alat yang disebut "sensor", tanpa kontak langsung dengan objek.

Penginderaan jauh dengan menggunakan tenaga matahari dinamakan penginderaan jauh sistem pasif. Penginderaan jauh sistem pasif menggunakan pancaran cahaya, sehingga hanya dapat beroperasi pada siang hari saat cuaca cerah. Adapun Penginderaan jauh sistem aktif yang menggunakan tenaga

pancaran tenaga *thermal*, dapat beroperasi pada siang maupun malam hari.. Kelemahan penginderaan jauh sistem pasif adalah resolusi spasialnya semakin kasar karena panjang gelombangnya semakin besar, dan kelemahan lainnya adalah hasil citra tertutup dengan awan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi dalam hal penginderaan jauh. alat atau wahana yang digunakan untuk penginderaan jauh pun ikut berkembang. Salah satu alat tersebut adalah *Drone*. *Drone* merupakan pesawat tanpa pilot atau biasa disebut UAV (*unmanned aerial vehicle*). *Drone* dapat terbang dibawah awan dengan tinggi terbang 100-400 meter di atas permukaan tanah. Sehingga hasil citra foto lebih jelas tanpa ada tutupan awan. *Drone* dikendalikan secara otomatis melalui program komputer yang dirancang, atau melalui kendali jarak jauh dari pilot yang berada di suatu tempat atau di kendaraan lainnya. Salah satu wahana yang saat ini sering digunakan untuk pemetaan secara *aerial* diantaranya adalah *Drone* dengan tipe *Multicopter* yang banyak kita jumpai di pasaran. Biaya peralatan yang cukup murah dan waktu yang lebih cepat dan hasil yang diperoleh lebih *up to date* menjadikan pemetaan menggunakan wahana *drone quadcopter* cukup diminati akhir-akhir ini. Secara resolusi spasial ketelitian menggunakan wahana ini bisa mencapai 2-4 cm tergantung cakupan area dan tinggi terbangnya. Tentu saja jenis kamera *drone multicopter* yang digunakan juga berpengaruh terhadap hasilnya (Anonim, 2016).

Politeknik Pertanian Negeri Samarinda (Politani Samarinda) adalah salah satu perguruan tinggi negeri yang ada di kota Samarinda di bawah naungan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Politani Samarinda memiliki luas areal 28,1 Ha (Anonim, 2016). Kawasan Politani Samarinda masih banyak ditumbuhi pepohonan dan semak belukar yang sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk pembangunan gedung-gedung baru atau sarana dan prasarana lainnya.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemanfaatan wahana *drone* untuk foto udara format kecil.
2. Pemetaan areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dengan pemanfaatan foto dari *drone* sebagai dasarnya.

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuannya maka penulis menetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Hanya melakukan pemetaan areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
2. Topografi berupa *Digital Terrain Model* (DTM)

Adapun tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan peta foto udara di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
2. Validasi Obyek foto dan di lapangan
3. Memberikan informasi tentang luas, batas, dan topografi di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

Dengan dilakukannya kegiatan penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil sebagai berikut:

1. Diperoleh informasi mengenai luasan dan batas kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
2. Diperoleh informasi mengenai topografi di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
3. Diperoleh data validasi obyek di foto dan di lapangan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda sebagai obyek yang dikaji. Sedangkan data lapangan diolah di Lab Inderaja dan SIG Program Studi Geoinformatika Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Penelitian ini membutuhkan waktu selama 7 bulan dari bulan **Januari-Juli** meliputi penyusunan proposal,

pengambilan data di lapangan, pengolahan data dan penyusunan laporan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kegiatan adalah sebagai berikut:

- Drone Quadcopter DJI Phantom 3 Advance*, sebagai alat pengambil data.
- CPU dengan *processor Intel (R) Core (TM) i3-3220 CPU, 3.00 GHz, RAM 2 GB, 64-bit Operating System*, digunakan untuk pengolahan data.
- Handphone Android*, digunakan untuk mengaplikasikan *Pix4D*.
- Software* yang digunakan
 - Agisoft Photoscan Professional*, digunakan untuk memproses menjadi foto udara 2 dimensi.
 - Global Mapper*, digunakan sebagai penampil data *DSM*.
 - ArcGis 10.3*, digunakan sebagai pembuat *layout*.
 - Pix4D di handphone android* yang digunakan untuk menentukan jalur terbang

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Terpal ukuran 1 meter x 25 cm sebanyak 40 lembar, digunakan untuk *Premark* titik GCP.

Metode Pengumpulan Data

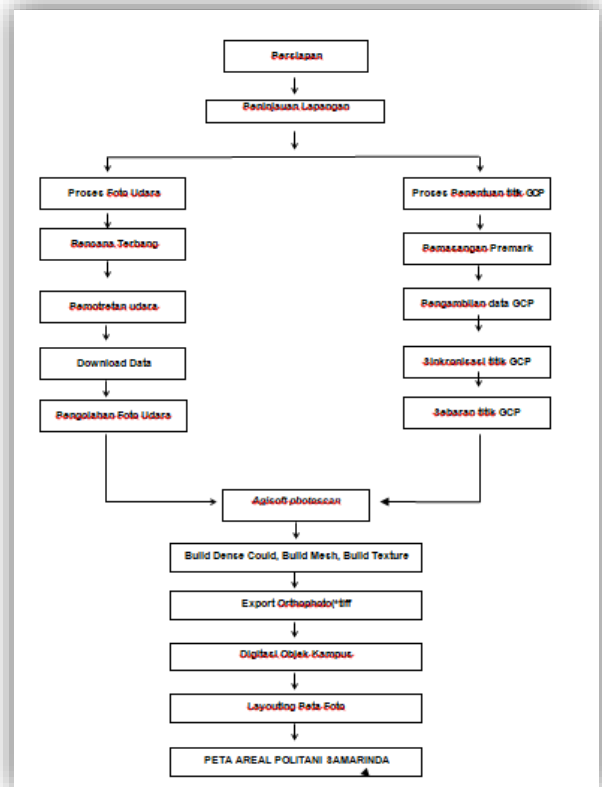
Dalam penelitian ini menggunakan 2 (dua) macam metode pengumpulan data, yaitu :

- Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, seperti :
 - Hasil potret udara dengan wahana *drone DJI Phantom 3 Advance*
 - Hasil dijitasi objek kampus berdasarkan hasil potret udara, seperti gedung kuliah.
- Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari beberapa sumber, antara lain :
 - Batas kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dari hasil praktikum mahasiswa Geoinformatika.

- Titik Koordinat GCP dari hasil praktikum mahasiswa Geoinformatika
- Peta administrasi kecamatan Samarinda Seberang dan Kecamatan Loa Janan Ilir.
- Studi kepustakaan terhadap berbagai referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
- Foto digital dari arsip pribadi.

Prosedur Kerja

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas empat tahapan utama, yaitu meliputi persiapan, peninjauan lapangan, pemrosesan data, dan penyajian data. Ketiga tahapan utama tersebut diuraikan secara detail pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Pemotretan Foto Udara

Bedasarkan hasil Pemotretan yang dilakukan pada waktu sore hari pukul 16.14 WITA (4 Juni 2017) dengan menggunakan drone tipe *Quadcopter DJI Phantom 3 Advance* dalam satu hari berturut-turut diperoleh foto udara areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Hasil dari pemotretan udara dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pemotretan Udara

No.	Jumlah Foto	Foto untuk Mozaik	Foto Rusak
1.	289	250	39

Dari tabel di atas diketahui bahwa total pengambilan foto udara yang dilakukan menghasilkan 289 lembar foto. Sebanyak 250 lembar foto (86,5%) adalah foto yang dapat digunakan untuk mosaik areal tersebut, sedangkan 39 foto dianggap rusak dan tidak dapat digunakan untuk mosaik karena berbayang ataupun tidak fokus.

Berikut foto tegak hasil pemotretan menggunakan wahana *Drone* di kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Hasil Pemotretan Udara Vertikal

Dari hasil pengolahan citra foto udara dengan menggunakan *software Agisoft*

Photoscan diperoleh resolusi spasial kampus hasil foto udara adalah 8,40 cm/piksel, menunjukkan resolusi spasial yang dihasilkan sangat tinggi.

Foto udara yang dimosaik adalah foto yang saling bertampalan satu dengan lainnya dengan pertampalan 80% yaitu antara foto dengan yang liannya memotret sebagian foto sebelumnya. Ini bertujuan agar dalam proses pengolahan foto yang dimosaik bisa maksimal.






2. Pemilihan Sampel dan Hasil Pengukuran Obyek Untuk Validasi

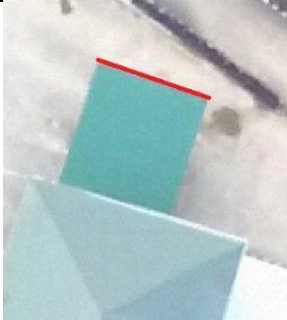


Setelah didapatkan hasil *orthophoto* areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda selanjutnya adalah melakukan pemilihan sampel pada obyek yang terdapat pada foto dengan menggunakan metode *purposive sampling* yang kemudian akan dilakukan validasi hasil lapangan. Proses validasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil kondisi di lapangan dengan hasil obyek pada sampel. Berikut adalah hasil pemilihan obyek yang dijadikan sampel dapat dilihat pada Tabel. 2.

Berdasarkan tabel validasi hasil lapangan di atas, diketahui bahwa masing-masing foto memiliki selisih sebesar 0 cm hingga 4 cm atau rata-rata 1,625 cm. Besarnya selisih ini untuk memberikan keyakinan dan kepastian serta keakurasian suatu gambar. Proses validasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil kondisi gambar obyek di lapangan dengan hasil obyek pada model. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa panjang pada model dan lapangan, memiliki jumlah selisih yang kecil dengan jumlah rata-rata 1,625 cm, dengan rata-rata 1,625 cm tiap satu fotonya, sehingga secara umum mendekati valid.

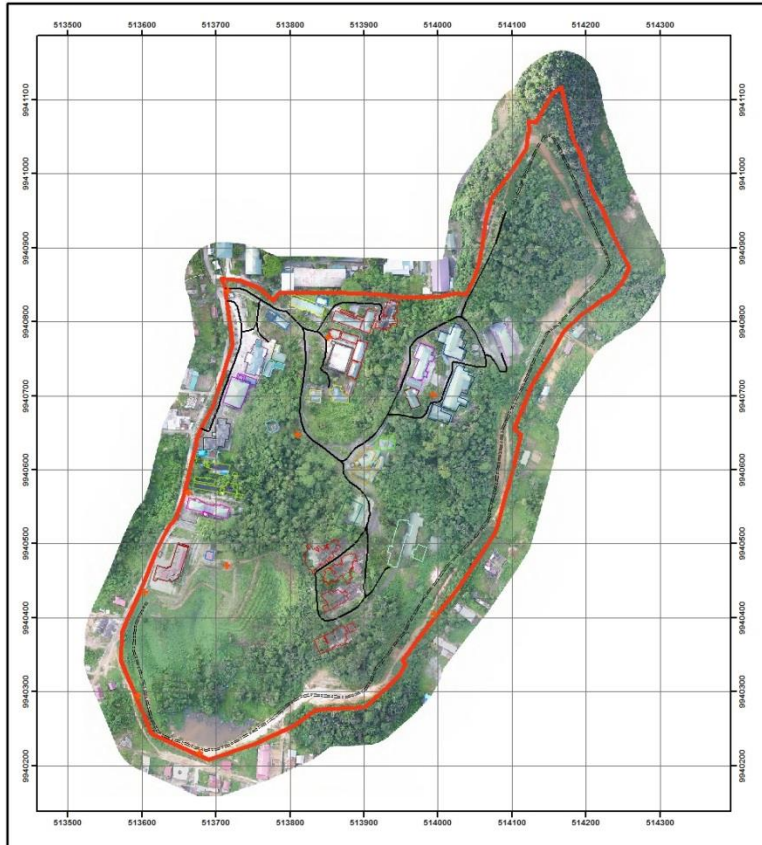
3. Pemetaan Obyek Areal Kampus

Hasil dijitasi foto udara di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda menggunakan *software Arcgis 10.3* dapat dilihat pada Gambar 3

No	Citra foto	Obyek	Hasil interpretasi	Hasil lapangan	Selisih
1		Lab. Komputer	5 m 50 cm	5 m 50 cm	0 cm
2		Gazebo	5 m 49 cm	5 m 50 cm	1 cm
3		Jalan 1	4 m 02 cm	4 m 00 cm	2 cm
4		Jalan 2	6 m 09 cm	6 m 10 cm	1 cm
5		Jalan 3	3 m 77 cm	3 m 80 cm	3 cm

No	Citra foto	Obyek	Hasil interpretasi	Hasil lapangan	Selisih
6		Tempat Parkir	7 m 19 cm	7 m 20 cm	1 cm
7		Pos Satpam	7 m 56 cm	7 m 60 cm	4 cm
8		Masjid	12 m 31 cm	12 m 30 cm	1 cm

Gambar 3 Peta Dijitasi Obyek Kampus.



**PETA OBJEK KAMPUS
POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI SAMARINDA**



1:4,000

0 20 40 80 120 160 200 240 280
Meter

Legenda :

● Titik GCP	Lab. Komputer	Qazabo
--- Rencana Jalan Baru	Lab. BTP	Direktorat Lama
— Jalan Kampus	Lab Bahasa	Direktorat Baru
— Batas Kampus	Kantin	Auditorium
□ Tower Air	Gudang Perlengkapan	Astram Putra
□ Sekretariat BEM	Gedung T P H P	Astram Putra
□ Pos Satpam	Gedung THH	
□ Pompa Air	Gedung PH	
□ Perumahan Dosen	Gedung MI	
□ Penjembaran	Gedung Kuliah	
□ Perpustakaan	Gedung GI & ML	
□ Masjid	Gedung BTP & M P	
□ Lapangan Basket	Gedung Abu-abu	

Koordinat Sistem : UTM
Datum : WGS 1984
Zona : 50 S
Satuan : Meter

Sumber Peta
 1. Foto Udara Format Kecil Dengan Wahana Drone Tipe Quadcopter DJI Phantom 3 Advance Tanggal 14 Juli 2017
 2. Data Administrasi Batas Kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Dibuat,
 Musa Kun Firdausy
 NIM. 14050024



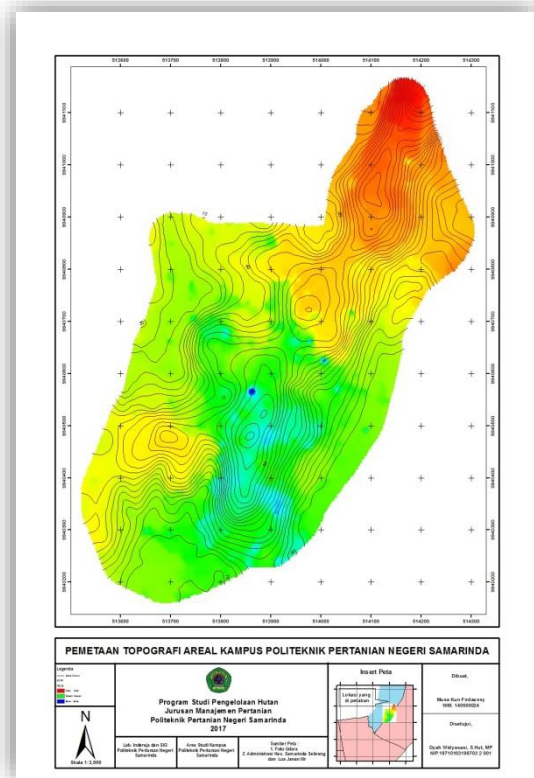
Program Studi Pengelolaan Hutan
 Jurusan Manajemen Pertanian
 Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
 2017

Berdasarkan hasil dijitasi obyek kampus, diketahui terdapat 30 obyek kampus dengan luas 2,675 Ha yang telah didijitasi dari luas areal kampus yaitu 28,17 Ha.

3. Topografi Areal Kampus

Setelah didapatkan hasil *Digital Elevation Model* (DEM) areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, selanjutnya dibuat peta topografi. Hasil peta topografi dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 di atas diketahui bahwa titik tertinggi di areal kampus adalah Perumahan Dosen yaitu 107.5 meter d atas permukaan laut (dpl) dan titik terendah adalah di bawah Asrama Putra di batas kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yaitu 60 meter dpl dan rata-rata ketinggian areal kampus adalah 83.2 meter dpl



Gambar 4. Peta Topografi

Pembahasan

1. Pemotretan Foto Udara

Dari hasil pemotretan foto udara di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda terdapat foto yang tidak fokus dan berbayang yang disebabkan oleh kamera yang digunakan sangat rentan terhadap getaran angin dan kurang peka terhadap obyek yang bergerak sehingga foto yang dihasilkan cenderung berbayang atau kabur.

Kemudian faktor lain yaitu tinggi terbang. Tinggi terbang sangat mempengaruhi kualitas dari foto udara, Kualitas dan resolusi citra yang dihasilkan *drone* tergantung pada ketinggian terbang, dan jenis serta karakteristik sensor. Sebagai contoh, *Drone* yang terbang pada 215 m di atas tanah, dilengkapi dengan kamera digital yang umum digunakan oleh masyarakat, dapat memperoleh citra beresolusi piksel sekitar 6 cm (Shofiyanti, 2011).

Faktor lain selanjutnya adalah cuaca pada saat melakukan pemotretan adalah saat cuaca cerah dan tidak berawan karena sumber tenaga utama untuk

penginderaan jauh pasif adalah tenaga alam yaitu matahari. Matahari membantu hasil foto lebih baik (Lillesand dan Kiefer, 1990).

2. Validasi Obyek di Foto dan di Lapangan

Besarnya tingkat selisih pemotretan dengan rata-rata 1,625 cm ini disebabkan adanya beberapa faktor antara lain yaitu keadaan pesawat saat berbelok sehingga menyebabkan foto miring dan terjadi kesalahan, kondisi sensor kamera yang sangat peka terhadap cahaya sehingga menyebabkan kesalahan pemotretan, kondisi pemotretan dengan ketinggian terbang terlalu rendah (kurang dari 90 meter) atau terlalu tinggi (lebih dari 100 meter), dan dapat disebabkan oleh pesawat model yang terbang terlalu cepat (15 m/s) (Akbar, 2014).

3. Pemetaan Obyek Areal Kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Berdasarkan peta pada Gambar 3 di atas, luas areal kampus yang sudah digunakan untuk gedung, lapangan, masjid,

auditorium dan lain-lain adalah 2,675 Ha. Ini menunjukkan bahwa masih banyak areal kampus yang terbuka yang bisa dimanfaatkan pihak kampus sebagai tempat praktikum yang berbeda sesuai program studi yang ada, contohnya : hutan alam, hutan tanaman, berbagai macam kebun seperti kebun sawit, kopi, coklat, lada, dan lain-lain.

Dengan topografi kampus yang sangat beragam, areal kampus dapat dimanfaatkan sebagai areal wisata edukasi bagi masyarakat Samarinda dan sekitarnya dengan dijadikannya areal tersebut untuk obyek praktikum berbagai contoh hutan dan perkebunan maupun area *out bond*.

4. Pemetaan Topografi Areal Kampus

Berdasarkan peta pada Gambar 4 menunjukkan bahwa titik ketinggian paling tinggi di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda adalah 107,5 meter dpl yang terletak di Perumahan Dosen. Sedangkan titik terendah adalah 60 meter dpl yang terletak di bawah Asrama Putra tepat di batas kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, dan menggunakan interval 10 meter.

Peta topografi tersebut menggunakan interval 10 meter agar data memiliki ketelitian yang detail sehingga memudahkan dalam pembacaan garis kontur pada peta tersebut. Data-data di atas merupakan hasil pengolahan foto udara dengan aplikasi *Agisoft Photoscan Professional*.

Berdasarkan hasil pengolahan foto udara telah diperoleh data poligon batas dan obyek kampus dan DEM dengan beda tinggi yang berbeda-beda. Ketinggian yang sama akan membentuk garis kontur dengan interval 10 meter sehingga memperoleh peta topografi seperti Gambar 6 di atas.

Peta topografi ini bisa dijadikan sebagai informasi kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yang berfungsi sebagai bahan pembelajaran dan arsip kampus, dan juga bisa sebagai acuan pihak kampus dalam merencanakan pembangunan kampus kedepannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Peta foto udara areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda dihasilkan dari 250 lembar (86,5%) mosaik foto udara dari total 289 lembar foto.
2. Hasil validasi obyek di foto udara dan di lapangan, diperoleh selisih rata-rata sebesar 1,625 cm dengan kisaran selisih foto antara 0 - 4 cm.
3. Pada pemetaan obyek di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda diperoleh 30 obyek yang telah didigitasi dengan total luas 2,675 Ha dan areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda memiliki luas sebesar 28,17 Ha.
4. Titik tertinggi di areal kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda adalah 107,5 meter dpl terletak di Perumahan Dosen, Sedangkan titik terendah adalah 60 meter dpl yang terletak di batas kampus Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika. 2009. Makalah Peta. [Http://www.scribd.com/doc/23426194/makalah-peta-edit](http://www.scribd.com/doc/23426194/makalah-peta-edit), (diunduh pada tanggal 5 Januari 2017)
- Anonim. 2016. *Drone Multicopter* Salah Satu Alternatif Pemetaan Yang Ringkas dan Cepat. <http://www.Jasakurtanah.com/>.html. (diunduh pada tanggal 5 Januari 2017.)
- Anonim. 2016. Pengenalan Drone Untuk Pemetaan. <http://buatwebgis.blogspot.co.id/2016/05/> . (diunduh pada tanggal 5 Januari 2017).
- Anonim. 2012. <http://jurnal.ugm.ac.id/pjlm/article/download/10613/7997>. (diunduh pada tanggal 20 Desember 2016).
- Anonim. 2016. <http://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/index.php/JAKK/article/view/315>. (diunduh pada tanggal 10 Desember 2016).

- Anonim. 2016. Selayang Pandang. <http://politisanamarinda.ac.id/profil/> (diunduh pada tanggal 24 Januari 2017).
- Anonim. 2011. *Agisoft Photoscane User Manual*, (<http://www.agisoft.ru/products/photoscan/standard/>, diakses tanggal 2 Februari 2017).
- Aristya, 2012. Tentang Peta <https://Aristyakristina.wordpress.com/2012/09/16/proyeksi-peta/> (Diunduh pada tanggal 24 Januari 2017)
- Avery. T.E., 1985, *Interpretation of Aerial Photographs*, Graydon Lennis Berlin, Germany.
- Basuki. 2006. Ilmu Ukur Tanah (IUT), Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Berteska T., dan Ruzgiene B. 2013. *Photogrammetric mapping based on UAV imagery. Geodesy and Cartograph.* 39(4), 158-163.
- Diki. 2009. Peta. http://id.wikipedia.org/wiki/Peta_tematik. (diunduh pada tanggal 14 November 2016).
- Hartono. 2010. Peta Umum. http://id.wikipedia.org/wiki/Peta_Umum. (diunduh pada tanggal 14 November 2016).
- Harmeydi Akbar. 2014. Pembuatan Peta Foto Dengan Foto Udara Format Kecil Di Kompleks Candi Prambanan Dengan Wahana Pesawat Quadcopter, Jurnal Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang
- Hidayat Andi. 2010. Jenis-jenis Peta. <http://andimarwo.wordpress.com/2010/06/03/jenis-jenispeta.html>, (diunduh pada tanggal 25 Januari 2017)
- Kusnedi. 2010. Pengertian Peta. <http://rahmatkusnedi6.blogspot.com/2010/07/pengertian-peta.html>, (diunduh pada tanggal 24 Januari 2017)
- Lee S., dan Choi Y. 2016. *Comparison of Topographic Surveying Result Using a Fixed-Wing and a Popular Rotary-Wing Unmanned Aerial Vehicle (Drone)*. *Journal Tunnel and Underground Space.* 16(1), 23-31.
- Lillesand T. M. dan Kieffer R. W. 1990. Pengindraan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Philpson P. 2012. *Remote Sensing Fundamentals Photogrammetry*. Cornell University.
- Ramadhani. 2015. Pemetaan Pulau Kecil dengan Pendekatan Berbasis Objek Menggunakan Data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Studi Kasus di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmiah Globe*, 17(2), 125-134.
- Sulistyo. 2010. Peta. <http://id.wikipedia.org/wiki/Peta>. (diunduh pada tanggal 14 November 2016).
- Shofiyanti R. 2011. Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan dan Pemantauan Tanaman dan Lahan Pertanian. (*Informatika Pertanian*) p 20-62
- Taufik. 2015. <http://indoatlas.net/index.php/2015/06/24/Perbedaan-DEM-DTM-dan-DSM>, (diakses pada tanggal 25 Juni 2017)