

PEMANFAATAN FOTO UDARA FORMAT KECIL UNTUK PEMETAAN BIDANG TANAH DI SUB DAS BOMPON

TRIDA RIDHO FARIZ^{1*}, RETNADI HERU JATMIKO², ESTUNING TYAS WULAN MEI²,
ARDHI ARNANTO³, RAMLAH², MUHAMMAD FAUZAN RAMADHAN²

¹Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada.

²Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

³Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional

Email corresponding: trfariz@gmail.com

Dikirimkan: 12-05-2020	Diterima: 24-06-2020	Diterbitkan: 27-07-2020
---------------------------	-------------------------	----------------------------

Abstract

Remote sensing technology such as small format aerial photography (SFAP) from unmanned aerial vehicle (UAV) or drone can be a solution in accelerating the land parcel mapping in Indonesia. This study aims to determine the level of geometric and planimetric accuracy of SFAP data output in land parcel mapping and describe the step of data processing. The results showed that in land parcel mapping, the main SFAP output data is orthophoto. Therefore, the processing should not need to do the dense cloud process, the orthophoto build process can use DEM from sparse cloud for time efficiency and reduce the relief displacement effect. The orthophoto geometry accuracy is CE90 of 0.44, so it is very well used for mapping 1: 2500 scale, while DSM has a LE90 value of 2.80. Planimetry accuracy of the land parcel distance has met the tolerance standard, while planimetry accuracy of the land parcel area there is 1 parcel that does not meet the tolerance standard. However, in general, SFAP can be used as a basis for land parcel mapping in slightly hilly areas such as Bompon watershed.

Keywords: *Small format aerial photo, land parcel, geometric accuracy, planimetric accuracy*

Abstrak

Teknologi penginderaan jauh seperti foto udara format kecil (FUFK) dari pesawat nir awak bisa menjadi solusi dalam percepatan pemetaan bidang tanah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat ketelitian geometrik dan planimetrik data keluaran FUFK dalam pemetaan bidang tanah serta mendeskripsikan tahapan-tahapan pengolahan datanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam pemetaan bidang tanah, data keluaran FUFK yang utama adalah ortofoto. Oleh karena itu sebaiknya proses pengolahan tidak perlu melakukan proses dense cloud, proses build orthophoto bisa menggunakan DEM dari sparse cloud untuk efisiensi waktu serta mengurangi efek relief displacement. Ketelitian geometri ortofoto yaitu CE90 sebesar 0,44, sehingga sangat baik digunakan untuk pemetaan skala 1:2500, sedangkan DSM memiliki nilai LE90 sebesar 2,80. Ketelitian planimetrik terhadap jarak bidang tanah telah memenuhi standar toleransi, sedangkan ketelitian planimetrik terhadap luas bidang tanah terdapat 1 bidang yang tidak memenuhi standar toleransi. Walaupun begitu, secara umum FUFK bisa digunakan sebagai dasar pemetaan bidang tanah di wilayah yang sedikit berbukit seperti Sub DAS Bompon.

Kata Kunci: *Foto udara format kecil, bidang tanah, ketelitian geometrik, ketelitian planimetrik.*

PENDAHULUAN

Percepatan pengukuran dan pemetaan bidang tanah merupakan hal yang penting dikarenakan berfungsi sebagai aset serta mempermudah proses pemanfaatan dan penataan ruang. Walaupun informasi bidang tanah bersifat penting tetapi sebanyak 65% aset tanah yang ada di Indonesia belum terpetakan secara detail (Arnanto, 2019). Luas wilayah dan kondisi morfologi di Indonesia yang beragam menjadi kendala tersendiri jika pemetaan data bidang tanah dilakukan secara terestris. Kondisi inilah yang menjadi salah satu faktor pemetaan bidang tanah secara lengkap akan membutuhkan waktu yang lama serta biaya yang sangat besar.

Produk teknologi penginderaan jauh skala detail seperti citra satelit resolusi tinggi (CSRT) dan data keluaran foto udara format kecil (FUFK) menawarkan resolusi spasial yang detail sehingga informasi bidang tanah dapat diidentifikasi melalui interpretasi visual. Kajian pemetaan bidang tanah menggunakan data penginderaan jauh tersebut sudah banyak dilakukan di Indonesia seperti Muryamto dkk (2016), Rokhmatuloh *et al* (2019), Wardani dkk (2016), Arnanto dkk (2019) dan Wardana dkk (2019). Limitasi dari penelitian Muryamto dkk (2016) dan Arnanto dkk (2019) adalah belum dilakukan pengujian akurasi atas data keluaran FUFK yang digunakan, sedangkan Wardani dkk (2016) sudah melakukan uji akurasi tetapi data yang digunakan masih berupa CSRT.

Penggunaan data penginderaan jauh seperti FUFK dalam pemetaan bidang tanah bisa dikatakan lebih efektif dan efisien ketimbang pengukuran konvensional. Bentuk bidang tanah hasil interpretasi dari ortofoto tidak memiliki banyak perbedaan dengan hasil pengukuran lapangan, apalagi prosesnya jauh lebih cepat (Putra dkk, 2016).

Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan FUFK untuk pemetaan bidang tanah. Perbedaan kajian ini dengan kajian sebelumnya adalah, kajian ini tak hanya melakukan proses akuisisi data dan menguji ketelitian data keluaran FUFK yaitu ortofoto dan DEM (*Digital Elevation Model*) tetapi juga menjelaskan tahap pengolahannya. Adapun wilayah yang menjadi lokasi penelitian adalah Sub DAS Bompon di Kabupaten Magelang. Wilayah seluas 292.69 Ha ini berada Desa Wonogiri dan Desa Kuaderan di Kecamatan Kajoran serta di Desa Margoyoso pada Kecamatan Salaman, tetapi bidang yang

sudah terpetakan hanya bidang tanah yang berada di Desa Margoyoso saja (Arnanto dkk, 2019).

Sub DAS Bompon memiliki topografi yang berbukit-bukit. Sekitar 50% bentuklahan di Sub DAS Bompon didominasi oleh lereng tengah perbukitan (Malik & Sartohadi, 2017). Ali & Ahmed (2013) menyatakan bahwa identifikasi bidang tanah berdasarkan data penginderaan jauh akan terasa lebih sulit jika area berupa perbukitan ketimbang dataran. Sehingga kondisi lokasi penelitian menjadi tantangan tersendiri dalam kajian ini.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Sub DAS Bompon di Kabupaten Magelang yang secara geomorfologi berada dilereng kaki Gunung Sumbing (Gambar 1A). Penelitian ini akan membahas tahapan pengolahan foto udara yang efektif dan efisien untuk pemetaan bidang tanah serta menyampaikan akurasi dari data keluaran FUFK yang dihasilkan. Tahapan pengolahan dan analisis data terdiri dari:

1. Pengambilan data foto udara

Proses pengambilan foto udara menggunakan UAV *quadcopter* DJI Phantom 4 Pro. Tahapan dalam bagian ini antara lain adalah pengambilan titik control (CP) yang dibagi menjadi *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Control Point* (ICP) menggunakan GNSS (*Global Navigation Satellite System*), dan penentuan jalur terbang. Berdasarkan Purwanto (2017), jumlah GCP yang digunakan untuk mengikat keluaran dari foto udara pada datum tertentu diperlukan minimal 3 buah GCP. Sedangkan berdasarkan Tahar (2013), secara umum jumlah GCP dari 4 sampai 9 buah memiliki akurasi horizontal sebesar diatas 97%. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan 9 buah GCP, dengan ditambah 4 buah ICP. Selain itu, foto udara diambil dengan tinggi terbang 250m dan *overlap* sebesar 80%.

2. Pengolahan data foto udara

Proses pengolahan foto udara bertujuan untuk membangun DEM dan ortofoto. DEM yang dihasilkan berupa DSM (*Digital Surface Model*) yang menunjukkan informasi ketinggian permukaan tutupan lahan. Beberapa tahapan tersebut antara lain: penyusunan (*alignment*) foto, pembangunan *point*

cloud, pembangunan DEM dan pembangunan ortofoto. Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan data FUFK adalah Agisoft Metashape Professional (trial 30 hari).

3. Uji ketelitian geometrik dan planimetrik

Uji ketelitian data keluaran FUFK dalam penelitian ini adalah uji ketelitian geometrik dan planimetrik. Berdasarkan BIG (2014), ketelitian geometrik adalah nilai yang merepresentasikan ketidakpastian koordinat posisi suatu objek pada peta terhadap koordinat yang dianggap posisi sebenarnya. Uji ketelitian mengacu pada Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar dari BIG (2014). Pada pemetaan bidang tanah, data yang dibutuhkan hanyalah ortofoto. Pada penelitian ini uji ketelitian geometrik juga dilakukan pada DEM. Uji ketelitian geometrik horizontal dilakukan pada ortofoto dengan perhitungan CE90, sedangkan uji ketelitian geometrik vertical dilakukan pada DEM dengan perhitungan LE90.

Uji planimetrik adalah pengujian dengan menghitung selisih dari sampel jarak maupun luas antara digitasi ortofoto dengan data pengukuran terestris. Data pengukuran terestris untuk sampel bidang tanah diukur dengan meteran gulung. Uji ketelitian planimetrik ini mengacu pada Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran dari BPN (1997) dan pernah dilakukan oleh Adi dkk (2017). Uji ketelitian planimetrik ini terdiri dari uji ketelitian jarak dan luas bidang tanah, dengan membandingkan hasil pengukuran dilapangan dengan difoto berdasarkan nilai toleransi yang didapat dari rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Toleransi kesalahan jarak} &= \text{RMSE jarak} \leq 0,3 \text{ mm skala peta} \\ \text{Toleransi kesalahan luas} &= \pm 0,5 \sqrt{\text{Luas hasil pengukuran}} \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi dan penyuntingan foto udara

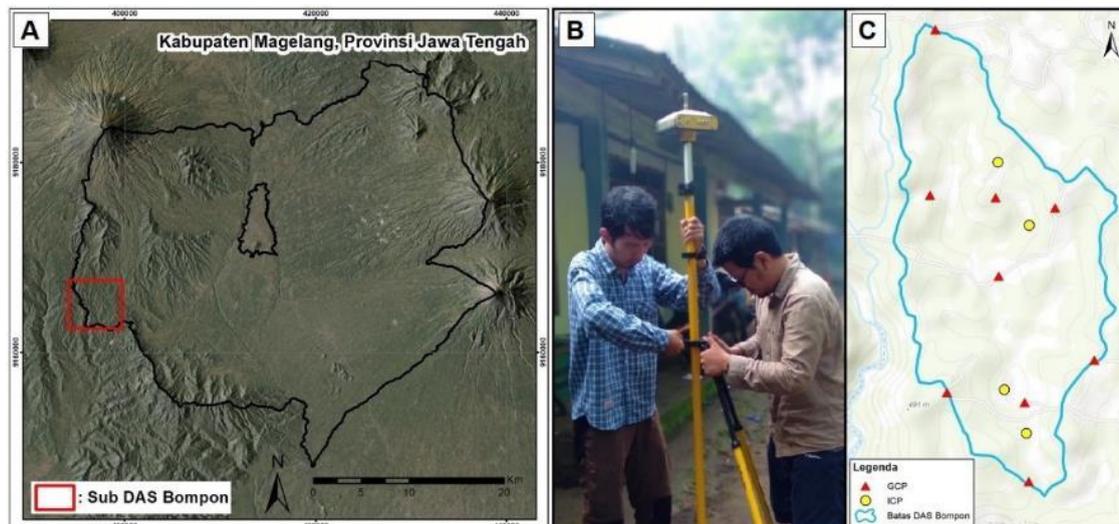
Sebelum proses akuisisi data FUFK dilakukan pengumpulan data titik titik kontrol menggunakan GNSS (Gambar 1B). Jumlah titik yang diukur adalah sebanyak 13 titik yang mana akan dibagi menjadi GCP sebanyak 9 titik dan ICP sebanyak 4 titik (Gambar 1C).

Proses pemotretan menggunakan jalur terbang *single grid* untuk pemetaan 2D, karena

output utama penelitian ini adalah ortofoto. Waktu akuisisi foto dilakukan pada tanggal 28 Januari 2019 pada jam 09.00 sampai 14.00. Jumlah foto yang diambil dengan tinggi terbang 250 m dan *overlap* 80% adalah sebanyak 2340 foto. Semua foto tersebut tidak semuanya diproses sehingga dilakukan proses pemilahan. Pemilahan bertujuan untuk menghapus foto-foto yang memotret area yang sama akibat dari foto terpotret saat wahana pindah jalur, pertemuan antar jalur dan saat *take-off* serta *landing*. Selain itu, foto yang berada diluar batas area kajian yaitu Sub DAS Bompon juga dihapus dalam rangka meringankan proses pengolahan foto. Proses pemilahan foto dilakukan menggunakan aplikasi QGIS, dengan mengeksport koordinat foto menjadi titik berformat .shp menggunakan plug-in *import foto*. Foto yang berbentuk vektor .shp lebih mudah dipilah jika berdasarkan batas area kajian dan jalur terbang.

Foto yang sudah dipilah kemudian masuk diproses penyuntingan foto. Penyuntingan foto bertujuan untuk menyamakan warna dan rona foto. Perbedaan waktu akuisisi foto menyebabkan foto memiliki tingkat kecerahan warna dan rona yang berbeda-beda. Tingkat kecerahan tersebut semakin jelas terlihat apabila memotret obyek yang memantulkan cahaya seperti tubuh air maupun lahan terbuka.

Proses penyuntingan menggunakan aplikasi Windows Photo Viewer. Proses penyuntingan hanya mengatur tingkat intensitas warna dan cahaya saja seperti Gambar 2 A1 dan B1. Tetapi jika kondisi foto terkesan kebiruan maupun kekuningan maka proses penyuntingan bisa dilakukan dengan mengatur temperatur foto. Foto yang kekuningan, kebiruan dan kemerahan bisa dilihat dari warna tanahnya, karena jika hanya dilihat berdasarkan vegetasi saja, ada kemungkinan efek warna tersebut adalah murni dari warna jenis vegetasi tersebut. Pengaturan temperatur foto bisa secara manual maupun menggunakan filter. Jika foto terkesan kekuningan maka penyuntingan menggunakan filter *arctic* (Gambar 2 A2 dan B2), foto yang terkesan kebiruan disunting menggunakan filter *sahara* (Gambar 2 A3 dan B3) dan untuk foto yang terkesan kemerahan disunting menggunakan filter *neo* (Gambar 2 A4 dan B4).



Gambar 1. (A) Lokasi penelitian, (B) Proses pengambilan data titik kontrol, (C) Sebaran CP



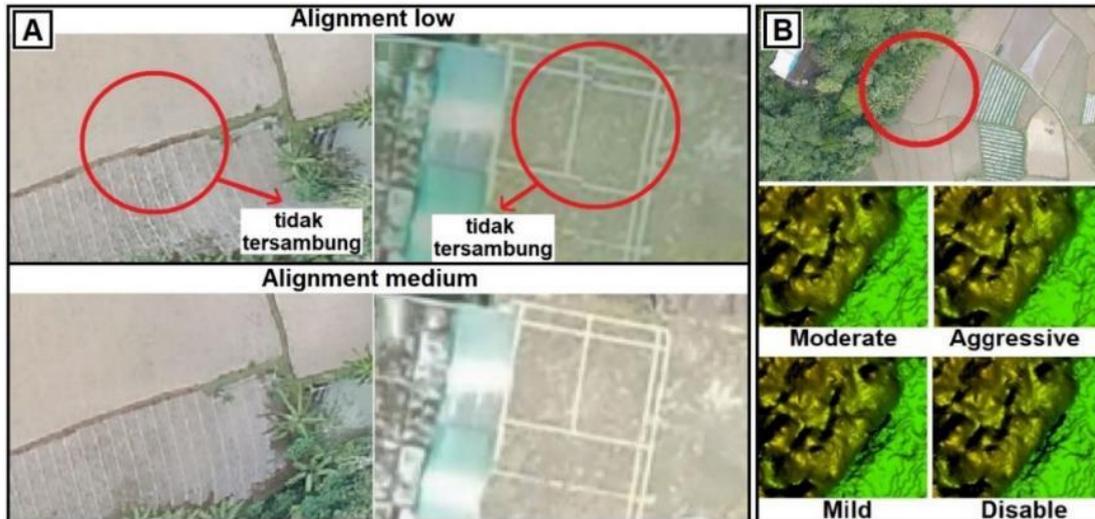
Gambar 2. (Urutan A) Foto sebelum proses penyuntingan (Urutan B) Foto setelah proses penyuntingan

Tahapan Pengolahan Data FUFK

Foto yang telah dilakukan proses penyuntingan selanjutnya dilakukan pengolahan untuk mendapatkan data DEM dan ortofoto. Tahapan ini dimulai dengan proses *alignment photo* atau penyusunan foto. Berdasarkan Agisoft (2019), proses *alignment photo* pada perangkat lunak Agisoft Metashape Pro terdapat konfigurasi *accuracy* (tingkat akurasi) dan *pair selection*. Tingkatan akurasi memiliki beberapa opsi yaitu *highest*, *high*, *medium*, *low* dan *lowest*. Pengaturan akurasi *highest* menghasilkan perkiraan posisi foto yang lebih akurat, sedangkan *lowest* hasil perkiraan posisi foto terbilang kasar walaupun waktu pemrosesannya singkat. *Pair selection* adalah metode pencocokan foto, terdapat tiga opsi yaitu *generic*, *reference* dan *disable*. *Generic* adalah pendekatan pencocokan antar foto berdasarkan kesamaan konfigurasi foto dan

reference berdasarkan koordinat foto. Pendekatan *generic* dan *reference* bisa diterapkan untuk pengolahan foto udara, sedangkan *disable* lebih cocok diterapkan untuk pengolahan foto 3D seperti bangunan dan patung. Jika dilihat dari waktu pemrosesan, opsi *disable* memakan waktu yang lebih lama dari opsi *generic* dan *reference*.

Mempertimbangkan jumlah foto dan lokasi akuisisi foto yang berpindah-pindah yang mana mengakibatkan terjadi perbedaan ketinggian foto pada setiap jalur terbang maka penelitian ini menggunakan opsi *medium* pada *accuracy* dan opsi *disable* pada *pair selection*. Pemilihan opsi *medium* pada *accuracy* merupakan jalan tengah dari pernyataan Benjamin *et al* (2017), bahwa memilih opsi *highest* pada *accuracy* hanya meningkatkan waktu pemrosesan data FUFK tetapi tidak signifikan menambah tingkat akurasi spasial data keluaran FUFK.



Gambar 3. (A) Kenampakan ortofoto hasil *alignment* dengan *accuracy low* dan *medium*,
 (B) Kenampakan DEM hasil berbagai opsi *deep filtering*

Hasil dari *alignment* dengan *accuracy medium* secara visual sudah memiliki hasil yang lebih baik dari opsi *low* apalagi *lowest*. Pada Gambar 3A, terlihat bahwa pada *accuracy* opsi *medium* tidak ada efek patah pada jalan dan pematang. Opsi *medium* akan menghemat waktu pemrosesan ketimbang opsi *high* dan *highest*, selain itu akurasi sudah cukup baik sehingga tidak perlu dilakukan *seemlines editing*.

Tahapan setelah *alignment photo* adalah pembuatan Point Cloud. Point Cloud adalah

sekumpulan data titik dalam sistem ruang tertentu yang terbentuk dari proses *dense image matching (dense cloud)* dari foto udara yang dilengkapi dengan EO hasil triangulasi udara (BIG, 2020). Pada proses *dense cloud*, terdapat opsi *quality* dan *deep filtering*. Opsi kualitas terkait dengan tingkat kerapatan *point cloud*. Berdasarkan Agisoft (2019), opsi *ultra high* pada *quality* berarti output *point cloud* memiliki resolusi yang sama dengan GSD foto, semakin rendah opsi yang dipilih maka semakin berkurang tingkat kerapatannya yaitu sekitar $\frac{1}{2}$ atau 50% dari GSD.

Tabel 1. Opsi pada *quality* pada *dense cloud* beserta resolusi outputnya

Opsi pada <i>quality</i>	Resolusi <i>point cloud</i>
Ultra High	1 x GSD
High	$\frac{1}{2}$ x GSD
Medium	$\frac{1}{4}$ x GSD
Low	$\frac{1}{8}$ x GSD
Lowest	$\frac{1}{16}$ GSD

Sumber: Hasil penelitian, 2020

Opsi *deep filtering* berfungsi sebagai filter dalam proses menghitung *deep maps* dari setiap foto. Filter ini berfungsi sebagai pemilah obyek yang kurang jelas akibat *noisy* dan foto yang kurang fokus. Berdasarkan Agisoft (2019), opsi *deep filtering* antara lain:

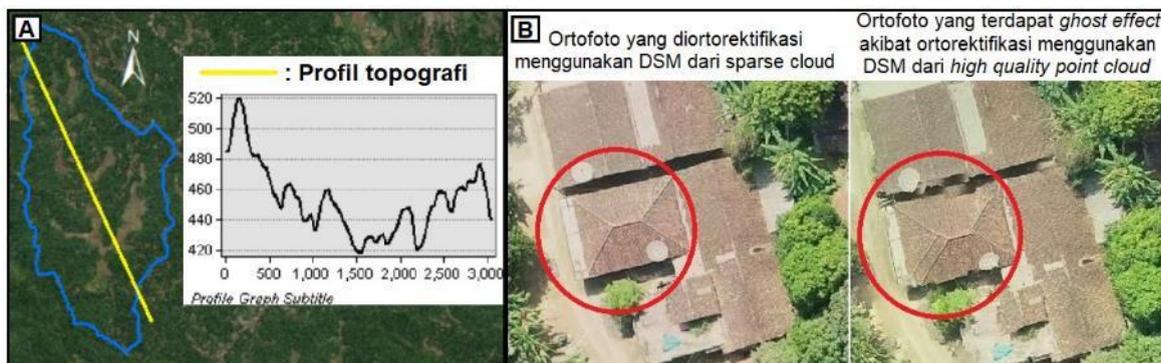
1. *Mild*, yaitu filter yang tidak ada pemilahan fitur yang detail
2. *Aggressive* yaitu filter yang ada pemilahan fitur yang detail
3. *Moderate* yang ada pemilahan fitur detail, tetapi tidak sedetil *aggressive*
4. *Disable*, yaitu tidak melakukan proses filter sama sekali dan tidak direkomendasikan untuk foto yang terdapat banyak *noise*.

Proses *dense cloud* pada penelitian menggunakan opsi *low* pada *quality* dan opsi *aggressive* pada *deep filtering*. Hal ini bertujuan untuk menghemat waktu pemrosesan juga pendekatan *aggressive* dinilai lebih tepat digunakan di lokasi penelitian. Hal ini terlihat pada Gambar 3B yang menunjukkan bahwa kenampakan janur pohon kelapa yang dianggap tidak penting akan terpilah pada opsi *aggressive* pada *deep filtering*.

Point cloud hasil dari *dense cloud* selanjutnya digunakan sebagai sumber pembangunan DEM. DEM hasil proses ini umumnya langsung digunakan untuk

ortorektifikasi pada proses pembangunan ortofoto seperti Meiarti dkk (2019) dan Gularso dkk (2015). Berdasarkan profil topografi (Gambar 4A), relief Sub DAS Bompon yang beragam membuat hasil ortofoto rentan terdapat *relief displacement*

apalagi jika foto diakuisisi dengan jalur *single grid*. *Relief displacement* adalah kenampakan obyek yang menceng dan terduplikasi (*double mapping* atau *ghost effect*) terutama obyek yang memiliki ketinggian seperti rumah dan pohon (Gambar 4B).



Gambar 4. (A) Profil topografi lokasi penelitian, (B) Ortofoto yang diortorektifikasi menggunakan DSM yang berbeda

Kualitas ortofoto sebetulnya tergantung dari data input berupa foto, *interior orientation* (IO), *exterior orientation* (EO) dan *Digital Terrain Model* (DTM) (Barazzetti *et al.*, 2008). Sehingga solusi untuk mengkoreksi distorsi ini adalah menggunakan DTM untuk proses ortorektifikasi (Oliveira *et al.*, 2015). Proses membangun DTM dinilai peneliti sangat sulit dilakukan di Sub DAS Bompon, mengingat kondisi relief yang beragam dan berteras-teras serta memiliki vegetasi yang heterogen, sehingga salah satu solusi untuk meminimalisirnya adalah menggunakan DSM yang dibangun dengan *point cloud* berkualitas sangat rendah (*lowest*) maupun *sparse cloud*.

Kondisi penutup lahan di Sub DAS Bompon didominasi oleh kebun campuran dan lahan pertanian serta permukiman desa (Masruroh dkk, 2016). Kondisi penutup lahan ini sudah cukup relevan sebagai dasar untuk tidak perlu membangun *true-orthophoto* sebagai dasar pemetaan bidang tanah di Sub DAS Bompon. *True-orthophoto* berguna untuk mengkoreksi *ghost effect* pada bangunan tinggi yaitu dengan melibatkan model ketinggian dalam proses ortorektifikasi (Juniati & Harintaka, 2018). Model ketinggian disini dibangun dari pemisahan antara DSM dengan DTM yang mana proses akuisisi juga menggunakan jalur *double grid*, sehingga peneliti berasumsi ini sangat tidak efisien jika diterapkan untuk pemetaan bidang tanah di perdesaan seperti Sub DAS Bompon.

Tahapan pengolahan data FUFK dalam penelitian ini tersaji pada Gambar 5A. Dimana proses *build orthophoto* (pembangunan ortofoto) tidak menggunakan DEM yang dibangun dari *point cloud* hasil proses *dense cloud*, tetapi menggunakan *sparse cloud*. Setelah proses pembuatan DEM dari *point cloud* sudah selesai dan diekspor, tahapan selanjutnya adalah kembali membangun DEM tetapi dari *sparse cloud* untuk digunakan sebagai sumber data dalam proses *build orthophoto*.

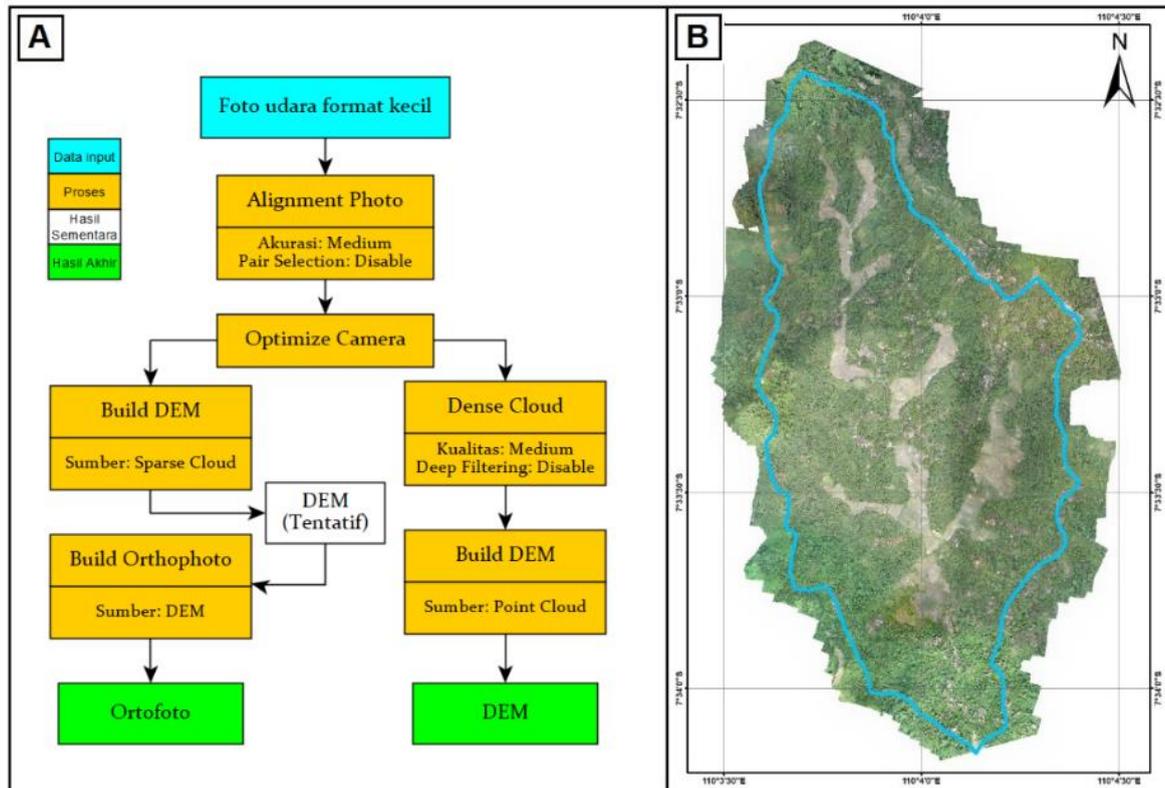
Tahapan pengolahan data FUFK ini dalam rangka pemetaan bidang tanah, dimana hanya berfokus pada hasil berupa ortofoto saja. Akuisisi data dilakukan dengan jalur *single grid* dengan beberapa kelemahan yang mungkin terjadi saat akuisisi foto untuk pemetaan bidang tanah, yaitu proses akuisisi berpindah tempat yang mana akan terjadi perbedaan ketinggian foto antar penerbangan serta perbedaan rona foto akibat *over exposure* dan *under exposure*.

Uji ketelitian geometrik data keluaran pengolahan FUFK

Data keluaran pengolahan FUFK yang digunakan dalam pemetaan bidang tanah adalah ortofoto, tetapi dalam penelitian ini uji ketelitian geometrik juga dilakukan pada DEM. Kualitas hasil data FUFK dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor yang mempengaruhi ketelitian geometrik data keluaran FUFK adalah jumlah dan distribusi GCP (Atak & Altan, 2006). Hasil olahan FUFK akan memiliki

akurasi geometrik yang tinggi jika GCP yang digunakan terdistribusi secara merata ketimbang berpusat disuatu lokasi (tidak merata) maupun mengelompok (Villanueva & Blanco, 2019). Hal lain seperti faktor jarak antar GCP juga merupakan hal yang mempengaruhi akurasi produk FUFK karena akurasi produk FUFK seperti DSM akan meningkat jika memiliki kepadatan tertentu, namun jika kepadatan GCP ditingkatkan

dimana jarak antar GCP semakin dekat justru akan mengurangi akurasi DSM (Gindraux *et al.*, 2017). Tetapi jarak antar GCP tergantung pada skala pemetaannya, jika keluaran FUFK digunakan untuk pemetaan skala 1:250 (pada wilayah cenderung datar) maka sebaiknya jarak antar GCP tak melebihi 1,3 km dan untuk skala 1:5000 maka sebaiknya jarak tak lebih dari 5,2 km (Pamungkasari dkk, 2019).



Gambar 5. (A) Alur pengolahan foto udara di Sub DAS Bompon untuk pemetaan cepat bidang tanah, (B) Ortofoto Sub DAS Bompon dari hasil pengolahan

Ortofoto hasil penelitian ini tersaji pada Gambar 5B. Ortofoto hasil pengolahan terlihat masih berbeda warna akibat perbedaan waktu akuisisi walaupun beberapa foto sudah disunting di *windows photo viewer*. Untuk kedepannya, jumlah foto yang disunting diperbanyak agar menghasilkan ortofoto dengan rona dan warna yang merata. Ortofoto dalam penelitian ini memiliki resolusi spasial atau GSD sebesar 10 cm atau 0,1 m. Secara umum ukuran terkecil piksel di asumsikan sebesar 0,05-0,1mm (Alkan & Jacobsen, 2015), sehingga ortofoto dengan GSD 0,1m idealnya dapat digunakan sebagai sumber pemetaan skala 1:1000-1:2000. Sebelum memutuskan skala pemetaan dari data keluaran FUFK sebaiknya melakukan perhitungan akurasi geometriknya terlebih dahulu.

Proses perhitungan akurasi data keluaran FUFK diketahui bahwa ortofoto pada Sub DAS Bompon memiliki HRMSE sebesar 0,40 dan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% sebesar 0,60, untuk DSM memiliki VRMSE sebesar 1,70 dan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% sebesar 2,80.

Berdasarkan BIG (2014), nilai ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% pada horizontal (CE90) dan pada vertikal (LE90) dapat digunakan untuk mengetahui skala optimum dari data penginderaan jauh sebagai sumber data pemetaan. Berdasarkan penelitian ini, ortofoto memiliki CE90 sebesar 0,44, sehingga sangat baik digunakan sebagai dasar pemetaan skala 1:2500 sedangkan DSM memiliki LE90 2,80, sehingga cukup baik digunakan sebagai dasar pemetaan skala

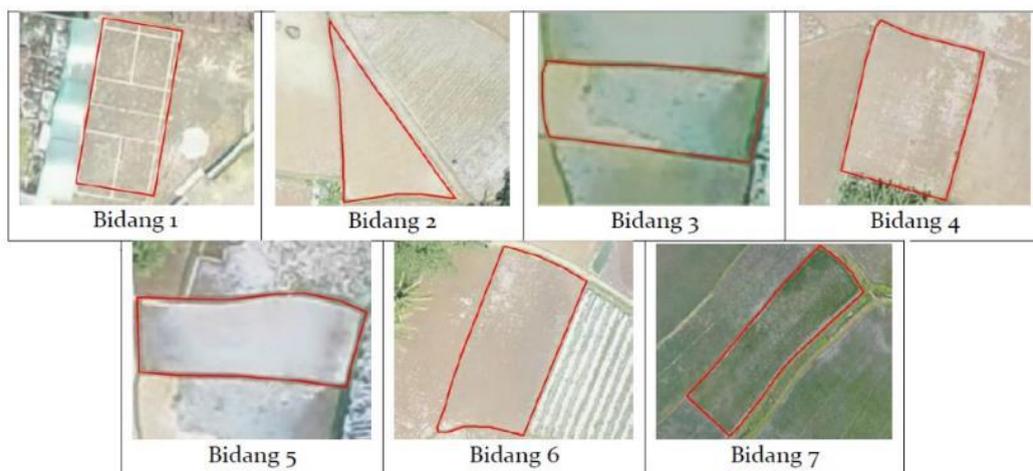
1:10000. Jika mengacu pada Petunjuk Teknis Pemetaan Bidang Tanah (Kementerian ATR, 2016), ortofoto ini bisa digunakan sebagai peta dasar maksimal skala 1:2500 untuk wilayah permukiman dan skala 1:1000 untuk non permukiman.

Akurasi Data FUFK Dalam Pemetaan Bidang Sawah

Pengujian ketelitian planimetrik dilakukan dengan menghitung selisih dari sampel jarak maupun luas antara digitasi orthofoto dengan data pengukuran terestris. Banyaknya sampel bidang pada penelitian ini adalah 7 sampel bidang (Gambar 6). Hasil uji ketelitian

planimetrik jarak bidang tanah di Sub DAS Bompon rata-rata memiliki RMSE sebesar 0,36 m, dengan RMSE tertinggi sebesar 0,09 dan terendah sebesar 0,58 m (Tabel 2).

Hasil uji ketelitian planimetrik luas bidang tanah juga tersaji di Tabel 2. Hampir semua sampel bidang tanah masuk dalam kriteria memenuhi karena memiliki selisih terhadap luas bidang tanah hasil pengukuran dibawah nilai toleransi. Hanya bidang nomor 6 saja yang memiliki ketelitian planimetrik yang tidak memenuhi. Bidang 6 merupakan lahan pertanian yang memiliki jarak 210,69m dari GCP terdekat.



Gambar 6. Kenampakan sampel bidang tanah

Tabel 2. Hasil uji planimetrik bidang tanah

Bidang	Uji planimetrik jarak			Uji planimetrik luas			Jarak GCP terdekat (m)
	RMSE Jarak (m)	Toleransi ($\pm m^2$)	Keterangan	Selisih luas di lapangan dengan di foto	Toleransi ($\pm m^2$)	Keterangan	
Bidang 1	0.09	0.75	Memenuhi	-1.11	4.17	Memenuhi	6.2
Bidang 2	0.24	0.75	Memenuhi	-1.8	6.5	Memenuhi	240.94
Bidang 3	0.49	0.75	Memenuhi	3.58	4.48	Memenuhi	166.6
Bidang 4	0.27	0.75	Memenuhi	-5.72	6.95	Memenuhi	204.33
Bidang 5	0.48	0.75	Memenuhi	3.04	4.55	Memenuhi	169.51
Bidang 6	0.58	0.75	Memenuhi	11.41	9.8	Tidak Memenuhi	210.29
Bidang 7	0.35	0.75	Memenuhi	-2.01	7.77	Memenuhi	112.25

Sumber: Hasil penelitian, 2020

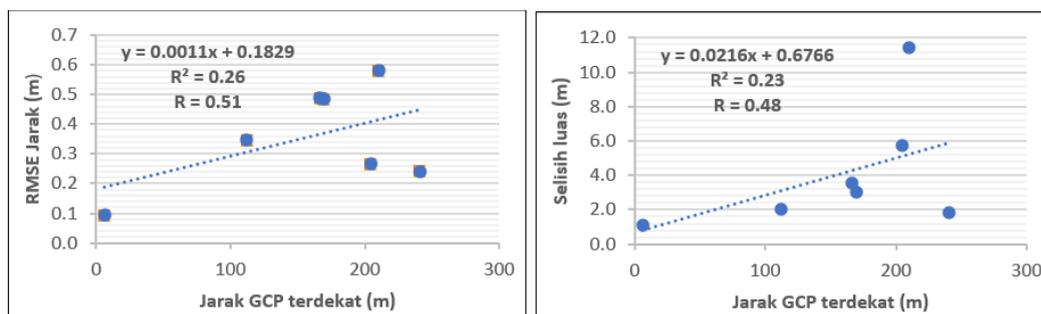
Penelitian ini juga melakukan analisis statistik regresi linier sederhana untuk melihat hubungan antara ketelitian planimetrik dengan jarak sampel bidang tanah terhadap GCP terdekat seperti yang dilakukan Putra dkk (2016) untuk melihat hubungan tinggi terbang UAV dengan resolusi spasial. Ketelitian planimetrik jarak diwakilkan oleh nilai RMSE

jarak, sedangkan ketelitian planimetrik luas diwakilkan oleh selisih luas bidang tanah hasil pengukuran dengan di foto. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup antara ketelitian planimetrik jarak dengan jarak bidang tanah terhadap GCP terdekat, begitu juga dengan ketelitian planimetrik luas (Gambar 7).

Nilai korelasi (R) dan koefisien determinasi (R^2) yang cukup rendah dianggap peneliti belum merepresentasikan pernyataan bahwa ketelitian planimetrik berhubungan dan dipengaruhi oleh jarak GCP terdekat. Perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam seperti menguji ketelitian geometrik dan planimetrik data olahan FUFK berdasarkan konfigurasi GCP seperti (Meiarti dkk, 2019; Pamungkasari dkk, 2019).

Hasil uji ketelitian geometrik dan planimetrik menunjukkan bahwa FUFK bisa

digunakan untuk membantu proses pemetaan bidang tanah di Sub DAS Bompon. Bidang tanah yang dimaksud masih sebatas bidang tanah yang memiliki batas yang terlihat jelas dilapangan seperti petak sawah maupun lapangan. Efisiensi proses pemetaan bidang tanah akan berlanjut pada kepastian hukum atas kepemilikan tanah di Sub DAS Bompon. Karena fakta dilapangan menunjukkan bahwa di Sub DAS Bompon ada bidang tanah yang belum terpetakan terutama pada Desa Wonogiri dan Desa Kuaderan (Arnanto, 2019).



Gambar 7. Diagram pencar hasil analisis regresi linier

Kepemilikan lahan pertanian sangat penting dalam menghasilkan pendapatan dan untuk mempermudah akses ke pinjaman, selain itu juga bisa dijual saat krisis melanda seperti bencana alam (Chagutah, 2013). Apalagi wilayah Sub DAS Bompon merupakan wilayah yang memiliki kerawanan bencana longsor dan kekeringan (Masruroh dkk, 2016; Hanafi dkk, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Esensi utama dari pemetaan bidang tanah menggunakan FUFK adalah mendapatkan informasi bidang tanah dengan efektif dan efisien. Jika area pemetaan merupakan perdesaan dengan dominasi lahan pertanian proses akuisisi data cukup menggunakan *single grid*, selain itu pada proses pengolahan data sebaiknya tidak perlu melakukan proses *build dense cloud*. Proses ortorektifikasi pada build ortophoto cukup menggunakan DEM yang dibangun dari sparse cloud untuk mempercepat waktu pemrosesan dan meminimalisir *relief displacement*.

Hasil uji ketelitian menunjukkan ortofoto memiliki CE90 sebesar 0,44, sehingga sangat baik digunakan sebagai dasar pemetaan skala 1:2500 sedangkan DSM memiliki LE90 2,80, sehingga cukup baik digunakan sebagai dasar

pemetaan skala 1:10000. Ortofoto ini bisa digunakan sebagai peta dasar maksimal skala 1:2500 untuk wilayah permukiman dan skala 1:1000 untuk non permukiman. Sedangkan uji ketelitian planimetrik menunjukkan bahwa sampel bidang tanah memenuhi toleransi untuk ketelitian planimetrik jarak.

Penelitian ini masih perlu dikembangkan terutama teknik untuk mendapatkan ortofoto dengan ketelitian yang bagus tetapi proses akuisisi dan pengolahannya cepat. Beberapa kajian yang perlu dilakukan di lokasi penelitian yaitu Sub DAS Bompon antara lain:

1. Pengujian kualitas dan efektifitas kompresi foto terhadap hasil ortofoto.
2. Pengujian kualitas dan ketelitian ortofoto berdasarkan tinggi terbang yang beragam.
3. Pengujian ketelitian ortofoto tanpa GCP dan menggunakan GCP dengan jumlah dan konfigurasi GCP yang berbeda-beda.
4. Pengujian ketelitian planimetrik dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih banyak dan per sampel berisi bidang tanah yang lebih dari 1 serta mewakili kondisi morfologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian kecil dari penelitian “Penilaian Kerentanan Fisik Rumah Terhadap Longsor Berdasarkan Interpretasi Foto Udara Format Kecil di Sub DAS Bompon, Kabupaten Magelang”. Ucapan terima kasih ditujukan pada Prof. Dr. Junun Sartohadi, M.Sc, Dr. Taufik Hery Purwanto, M.Si, Dr.rer.nat Muhammad Anggri Setiawan, M.Si, Alvince Patanduk, M.Sc dan Muhammad Taufik Ismu, S.Pd.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, A. P. Prasetyo, Y. Yuwono, B. D. (2017). *Pengujian akurasi dan ketelitian planimetrik pada pemetaan bidang tanah pemukiman skala besar menggunakan wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Jurnal Geodesi Undip, 6(1), 208-217.
- Agisoft. (2019). *Agisoft Metashape User Manual Professional Edition, Version 1.5'* Agisoft LCC dilihat pada 12 Maret 2020, https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_en.pdf
- Ali, Z. Ahmed, S. (2013). *Extracting Parcel Boundaries from Satellite Imagery for a Land Information System*. 6th International conference on recent advances in space technologies (RAST) (pp. 79-81). IEEE.
- Alkan, M. Jacobsen, K. (2015). *Information Content Capabilities of Very High Resolution Optical Space Imagery for Updating GIS Database*. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 9481 (2015), 94810K
- Arnanto, A. (2019). *Analisis Penilaian Potensi Kerugian Lahan Sawah Berbasis Bidang Lahan di Wilayah Rawan Longsorlahan Sub DAS Bompon Kabupaten Magelang*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Arnanto, A. Mei, E.T.W. Hizbaron, D.R. Utami, W. (2019). *Pesawat udara nir awak (UAV) untuk penyediaan data spasial bidang tanah di kawasan rawan bencana*. Bhumi, Jurnal Agraria dan Pertanahan, vol. 5, no. 2, hlm. 271-281
- Atak, V. O. Altan, M. O. (2006). *Geometric accuracy and feature compilation assessment of high resolution satellite images*. Proceedings of the ISPRS Commission IV Symposium on Geospatial Databases for Sustainable Development. Vol. 36. 2006.
- Barazzetti, L. Brovelli, M. Scaioni, M. (2008). *Generation of true-orthophotos with LiDAR high resolution digital surface models*. Photogrammetric Journal of Finland, 21(1).
- BIG (Badan Informasi Geospasial). (2014). *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial
- BIG (Badan Informasi Geospasial). (2020) *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial
- BPN (Badan Pertanahan Nasional). (1997). *Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran*. Jakarta: Badan Pertanahan Nasional
- Benjamin, A. O'Brien, D. Barnes, G. Wilkinson, B. Volkmann, W. (2017). *Assessment Of Structure From Motion (SfM) Processing Parameters On Processing Time, Spatial Accuracy, And Geometric Quality Of Unmanned Aerial System Derived Mapping Products*. Journal of Unmanned Aerial System, Volume 3, Issue 1
- Chagutah, T. (2013). *Land tenure insecurity, vulnerability to climate-induced disaster and opportunities for redress in southern Africa*. Jambá: Journal of Disaster Risk Studies, 5(2), 1-8.
- Gindraux, S. Boesch, R. Farinotti, D. (2017). *Accuracy Assessment of Digital Surface Models from Unmanned Aerial Vehicles Imagery on Glaciers*. Remote Sens. 2017, 9, 186
- Gularso, H. Rianasari, H. Silalahi, F.E.S. (2015). *Penggunaan Foto Udara Format Kecil Menggunakan Wahana Udara Nir-Awak Dalam Pemetaan Skala Besar*. Jurnal Ilmiah Geomatika Vol 21 No. 1 Agustus 2015: 37-44
- Hanafi, F. Juhadi. Iryanthony, S.B. Hakeem, A.R. Rahmadewi, D.R. Fitriyani. (2019). *Strategi Pengelolaan Kekeringan Masyarakat Sub DAS Bompon di Lereng Kaki Vulkanik Pegunungan Sumbing*. Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian, 16(1).
- Juniati, E. Harintaka. (2018). *Perbandingan ragam input model ketinggian untuk pembentukan true orthophoto di wilayah urban*. Geomatika, 24(2), 49-60.
- Kementrian ATR (Agraria dan Tata Ruang). (2016). *Petunjuk teknis pengukuran dan*

- pemetaan bidang tanah sistemik lengkap Nomor : 01/JUKNIS-300/2016*. Jakarta: Kementrian ATR/BPN.
- Malik, R.F. Sartohadi, J. (2017). *Pemetaan geomorfologi detail menggunakan teknik step-wise-grid di daerah aliran sungai (DAS) Bompon Kabupaten Magelang, Jawa Tengah*. Jurnal Bumi Indonesia, 6 (2).
- Masuroh, H. Sartohadi, J. Setiawan, A. (2016), *Membangun metode identifikasi longsor berbasis foto udara format kecil di DAS Bompon, Magelang, Jawa Tengah*. Majalah Geografi Indonesia Vol 30, No 2 (2016)
- Meiarti, R. Seto, T. Sartohadi, J. (2019). *Uji akurasi hasil teknologi pesawat udara tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicle) dalam aplikasi pemetaan kebencanaan kepesisiran*. Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL), 3(1), 1-17.
- Muryanto, R. Waljianto. Rahardjo, U. Riyadi, G. Andaru, R. Taftazani, I. Marta, W. Farida, A. (2016). *Pembuatan peta dan sistem informasi geospasial lahan pertanian di Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta*. Indonesian Journal of Community Engagement Vol. 01, No. 02, Maret 2016
- Oliveira, H.C. Habib, A. F. Dal Poz, A.P. Galo, M. (2015). *Height gradient approach for occlusion detection In UAV imagery*. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-1/W4, p. 263-268.
- Pamungkasari, F.L. Prasetyo, Y. Sukmono, A. (2019). *Analisis konfigurasi optimum kerangka GCP untuk survey pemetaan luasan besar menggunakan unmanned aerial vehicle (UAV)*. Jurnal Geodesi Undip, 8 (1)
- Purwanto, T.H. (2017). *Pemanfaatan Foto Udara Format Kecil untuk Ekstraksi Digital Elevation Model dengan Metode Stereoplotting*. Majalah Geografi Indonesia Vol. 31, No.1, Maret 2017 (73 - 89)
- Putra, A.P. Tanzil, M. Andika, W. Aswandono, B. (2016). *Efektifitas dan Peluang Penggunaan UAV Berbiaya Rendah dalam Percepatan Penyediaan Peta Tunggal Pendaftaran Tanah di Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Prosiding Seminar Nasional 3rd CGISE dan FIT ISI 2016
- Putra, A. S. Ambarwulan, W. Maulana, E. Wulan, T. R. Maulia, N. Putra, M. D. Wahyuningsih, D. S. Ibrahim, T. Raharjo, T. (2016). *Kajian korelasi antara tinggi terbang dan resolusi foto udara hasil akuisisi dengan UAV di kawasan pesisir*. Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016
- Rokhmatuloh. Supriatna. Pin, T.G., Hernina, R. Ardianto, R. Ash Shidiq, IP. Wibowo, A. (2019). *Paddy field mapping using UAV multi-spectral imagery*. International Journal of GEOMATE, Sept., 2019 Vol.17, Issue 61, pp.242-247
- Wardana, K.P.W. Subiyanto, S. Hani'ah. (2019). *Analisis tingkat tanaman padi menggunakan model 3D hasil pemotretan UAV dengan pengukuran lapangan*. Jurnal Geodesi Undip Vol 8, No 1 (2019)
- Wardani, A. K. Cahyono, A. B. & Martono, D. B. (2016). *Analisis Metode Delineasi Bidang Tanah Pada Citra Resolusi Tinggi Dalam Pembuatan Kadaster Lengkap*. Jurnal Teknik ITS, 5(2), A380-A384.
- Tahar, K.N. (2013). *An Evaluation On Different Number Of Ground Control Points In Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetric Block*. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-2/W2, ISPRS 8th 3DGeoInfo Conference & WG II/2*
- Villanueva, J.K.S. Blanco, A.C. (2019). *Optimization Of Ground Control Point (GCP) Configuration For Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Survey Using Structure From Motion (SFM)*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W12, 201.

