

BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan

Received: September 29, 2019; Reviewed: October 15, 2019; Accepted: November 5, 2019.

To cite this article: Arnanto, A, Mei, ETW, Hizbaron, DR, 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.

DOI: 10.31292/jb.v5i2.377

Copyright: ©2019 Ardhi Arnanto, Estuning Tyas Wulan Mei, Dyah Rahmawati Hizbaron, Westi Utami. All articles published in Jurnal Bhumi are licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

---

## PESAWAT UDARA NIRAWAK (UAV) UNTUK PENYEDIAAN DATA SPASIAL BIDANG TANAH DI KAWASAN RAWAN BENCANA

### UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV) FOR LAND PARCEL SPATIAL DATA SUPPLY IN DISASTER PRONE AREA

**Ardhi Arnanto<sup>1</sup>, Estuning Tyas Wulan Mei<sup>2</sup>, Dyah Rahmawati Hizbaron<sup>3</sup>, Westi Utami<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, <sup>4</sup>Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional

Email: ardhi.arnanto@atrbpn.go.id

**Abstract:** The increased disaster events in the last ten years warns all stakeholders about potential hazards. Potential risk to land assets due to disaster affects the needs of fast and accurate land data that only 65% mapped. This study aims to establish an interpretation method and mapping of paddy field using unmanned aerial vehicle (UAV). The research uses interpretation method by evidence convergence approach. The result shows that the value of accuracy above the tolerance value, 93.13% for landuse interpretation and 84.21% for land parcel booundary interpretation. It means that the small format aerial photography derived from drone can be used to provide quick and accurate spatial data on paddy field land parcel identification

**Keywords:** Interpretation, UAV, Paddyfield, Land Parcel

**Intisari:** Peningkatan bencana dalam sepuluh tahun terakhir memberikan peringatan kepada semua pemangku kepentingan akan potensi bahaya. Potensi risiko terhadap aset-aset lahan yang disebabkan oleh dampak bencana membutuhkan ketersediaan data spasial lahan yang cepat dan akurat yang hingga saat ini baru terpetakan seluas 65%. Penelitian ini bertujuan membangun metode interpretasi dan memetakan bidang tanah sawah menggunakan *unmanned aerial vehicle* (UAV). Penelitian ini menggunakan metode interpretasi visual dengan pendekatan konvergensi bukti. Hasil interpretasi menunjukkan nilai akurasi diatas nilai toleransi, 93,13% untuk interpretasi penggunaan lahan dan 84,21% untuk interpretasi batas bidang tanah. Hal ini berarti bahwa fotoudara format kecil yang dihasilkan dari pemotretan drone dapat digunakan untuk menghasilkan data spasial bidang tanah sawah secara cepat dan akurat.

**Kata Kunci:** Interpretasi, UAV, Sawah, Bidang Tanah

#### A. Pendahuluan

Potensi ancaman bencana alam di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2018) menunjukkan tren peningkatan yang cukup signifikan dalam satu dekade terakhir. Pada kurun waktu tersebut Indonesia dilanda 11.274 kejadian bencana yang telah

menelan korban jiwa sebanyak 193.240 orang dan mengakibatkan total kerugian sekurang-kurangnya Rp 420 triliun (BNPB, 2018). Kejadian bencana tersebut antara lain gempabumi dan tsunami Aceh-Nias, gempabumi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah, gempabumi Sumatera Barat, banjir Jakarta, gempabumi Bengkulu, gempabumi Sumatera Barat, tsunami Mentawai,

banjir bandang Wasior, erupsi Gunungapi Merapi, banjir lahar Gunungapi Merapi, letusan Gunungapi Sinabung, gempa bumi NTB, gempa bumi dan tsunami Palu, serta tsunami Selat Banten.

Kejadian bencana yang terjadi di berbagai wilayah di Indonesia tersebut tentunya berkaitan erat dengan luas dan jumlah bidang tanah yang terdampak, kaitannya: untuk menghitung seberapa besar tingkat kerusakan/kerugian/kehilangan yang terjadi akibat bencana; berkaitan dengan rencana pengelolaan lahan kaitannya dengan bidang tanah yang tidak memungkinkan untuk dibangun kembali dan kebutuhan bidang tanah untuk relokasi; berkaitan dengan perencanaan penggunaan tanah untuk upaya mitigasi bencana dan upaya penataan kembali wilayah yang terdampak bencana. Dalam konteks ini maka data aset tanah yang terletak di daerah rawan bencana menjadi sangat penting untuk diinventarisasi mengingat besarnya ancaman potensi bencana. Kejadian bencana longsorlahan tahun 2017–2018 menunjukkan sebanyak 1.116 kejadian yang menyebabkan kerugian mencapai 2,6 triliun yang dapat dilihat pada tabel 1 (BNPB, 2018).

Tabel 1. Kejadian Bencana di Indonesia Tahun 2017 – 2018

Jenis Bencana	Jumlah kejadian	Sawah (Ha)	Kebun (Ha)	Kerugian (Milyar)
Banjir	1.353	68.245	1.008	16.083
Tanah longsor	1.116	890	34	2.615
Gelombang pasang/abrasi	22	250	0	0
Puting beliung	1.320	496	2	1.549
Kekeringan	20	0	0	0
Kebakaran hutan dan lahan	134	0	0	0
Gempa bumi	30	0	0	0
Letusan gunungapi	11	0	0	0
<b>Jumlah</b>	<b>4.006</b>	<b>69.881</b>	<b>1.043</b>	<b>20.247</b>

Sumber : BNPB, 2018

Tabel 1 menunjukkan bahwa kejadian bencana berupa banjir, tanah longsor, gelombang pasang/abrasi, dan bencana angin puting beliung sebagian besar terjadi pada penggunaan tanah berupa sawah yang berimplikasi terhadap kerugian, kerusakan dan gagal panen yang dialami para petani.

Kendala ketersediaan data aset tanah berbasis bidang yang sangat terbatas menyebabkan inventarisasi aset menjadi tidak maksimal. Jumlah bidang tanah di Indonesia diperkirakan 126 juta bidang dan yang belum terpetakan (tidak bersertifikat) sebanyak 82 juta bidang (BPN, 2018). Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat sekitar 65% aset tanah yang ada di Indonesia belum terpetakan secara detail. 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 dan biaya yang sangat besar.

Perkembangan teknologi pesawat udara nir awak, atau sering dikenal sebagai *unmanned aerial vehicle* (UAV) untuk pemetaan menjadi salah satu solusi untuk menyediakan data bidang tanah yang belum terpetakan secara cepat. Penyediaan data UAV yang lebih cepat dan terbaru merupakan keunggulan teknologi ini jika dibandingkan dengan data citra satelit resolusi tinggi. Hasil pemetaan bidang-bidang tanah menggunakan UAV yang digunakan sebagai peta dasar untuk program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) mempunyai ketelitian hingga 95% (Hartono dan Darmawan, 2018). Selain itu teknologi UAV memiliki beberapa keunggulan apabila dibandingkan dengan cara perolehan data spasial lainnya yakni biaya operasional yang relatif lebih murah, tingkat risikonya sangat rendah karena tidak ada pilot yang menerbangkan pesawat, dapat dilakukan secara fleksibel serta proses pelaksanaan dan perencanaan dapat dilakukan secara cepat, hasil perekaman tidak terganggu oleh adanya tutupan awan, memiliki resolusi spasial dan temporal lebih tinggi dan detail gambar yang dihasilkan lebih halus (Ozdemir 2014, 371-393; Lopez-Granados 2011; Pajares 2015). Pemanfaatan UAV saat ini dapat digunakan untuk berbagai kepentingan tidak hanya untuk memetakan bidang tanah skala besar, untuk memetakan potensi sumber daya alam namun juga dapat dimanfaatkan untuk monitoring, evaluasi dan mitigasi bencana (Eker 2018).

Kajian ini dilakukan untuk memetakan bidang-bidang tanah sawah di Sub DAS Bompon Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan teknologi UAV yakni jenis DJI Phantom 4 Standar dengan model FC300X. Pada kajian ini pemotretan dengan UAV yang menghasilkan Foto Udara Format Kecil/FUFK tidak hanya digunakan untuk menginterpretasi kenampakan tutupan tanah terhadap obyek yang direkam yakni sawah, akan tetapi analisis yang dilakukan termasuk mengenali batas bidang-bidang tanah sawah, sehingga hasil kajian dan analisis yang ditargetkan berupa penggunaan tanah sawah beserta jumlah bidang sawah. Di dalam kajian ini peneliti melakukan perancangan jalur terbang, perekaman dan pemetaan dimulai dari awal yakni proses perancangan dan penerbangan UAV, proses pengolahan citra digital berupa proses koreksi radiometri dan geometri serta melakukan interpretasi citra satelit hingga melakukan uji akurasi terhadap kajian penggunaan citra UAV untuk identifikasi bidang tanah sawah.

## B. Pengumpulan Data, Interpretasi dan Uji Ketelitian

Penelitian ini dilakukan di Sub DAS Bompon Kabupaten Magelang yang terletak di 3 desa, yaitu Desa Margoyoso, Desa Wonogiri, dan Desa Kwaderan. Tiga desa tersebut yang berada pada Sub DAS Bompon merupakan wilayah yang memiliki ancaman bencana longsor dan bencana erosi di sekitar aliran sungai (Pamungkas 2017; Malik 2017). Kajian yang dilakukan oleh Pamungkas (2017) menunjukkan bahwa di SUB DAS Bompon pernah terjadi 34 kali longsor lahan. Sub DAS Bompon mempunyai luasan  $\pm 300$  Ha sehingga sangat cocok untuk penelitian pemetaan skala besar. Penelitian dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu pengumpulan data, interpretasi foto udara format kecil, dan uji ketelitian interpretasi. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam kajian ini meliputi:

### a. Pengumpulan Data

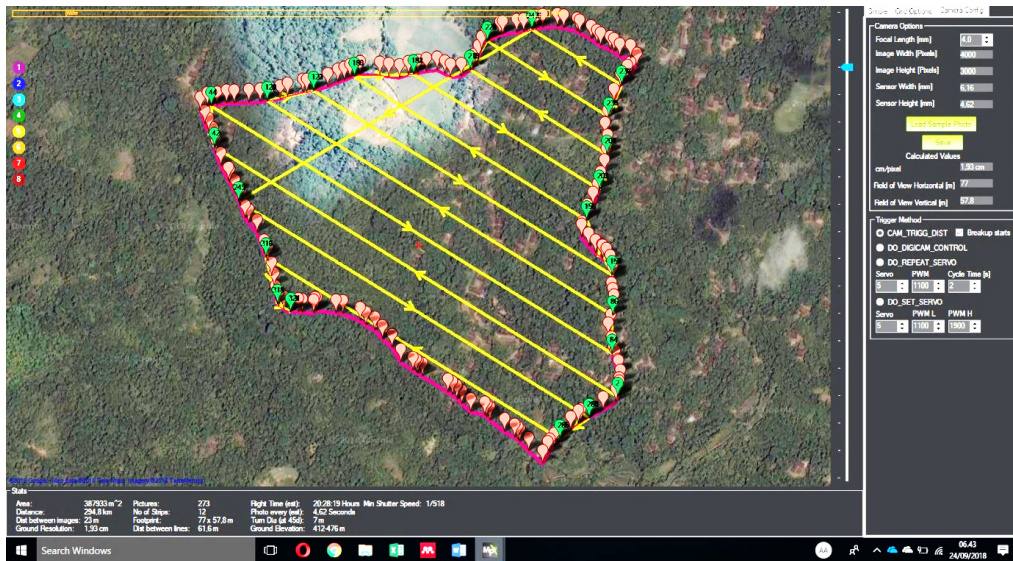
Foto udara format kecil (FUFK) adalah salah satu alternatif data penginderaan jauh dengan

resolusi spasial tinggi untuk pemetaan dengan biaya yang efisien tetapi cukup akurat. Foto udara yang diambil dengan kamera non-metrik ini tentu saja tidak dapat langsung digunakan begitu saja sebelum distorsi yang ada terkoreksi dan diolah dengan metode fotogrametri yang benar, sehingga menghasilkan hasil pengukuran dengan akurasi tinggi (Purwanto, 2017).

Tahapan untuk mereduksi distorsi adalah dengan melakukan tahapan orientasi absolut (*absolute orientation*) yang bertujuan untuk mengikat model spasial yang terbentuk pada sistem referensi spasial tertentu. Tahapan *absolute orientation* ini menggunakan *Ground Control Points* (GCPs) dengan jumlah minimal 3 dengan komposisi minimal 2 titik memiliki nilai pada komponen horisontal (X,Y) (Purwanto, 2017). Koordinat dari GCP didapatkan dari pengukuran menggunakan alat ukur seperti GPS Geodetik yang diolah secara *post processing*. Semakin teliti GCP maka semakin baik pula ketelitian geometris output pengolahan foto udara seperti orthophoto, DSM (*Digital Surface Model*) dan DTM (*Digital Terrain Model*).

Pemotretan menggunakan DJI Phantom 4 Standar yang digunakan sebagai wahana untuk melakukan pemotretan udara ini membawa sensor dengan model FC300X yang merupakan kamera digital non-metrik. FC300X menggunakan sensor CMOS dengan dimensi 6,16 x 4,62 mm yang mampu menghasilkan image dengan dimensi piksel sebesar 4000 x 3000 piksel. Jadi dalam satu frame foto akan terdapat 12.000.000 piksel. Dibandingkan dengan kamera metrik, tentu saja kamera non-metrik akan menghasilkan foto dengan distorsi yang jauh lebih besar, terutama distorsi lensa, baik distorsi radial maupun distorsi tangensial, sehingga kalibrasi kamera merupakan tahap mendasar yang sangat perlu dilakukan dalam hal ini. Kalibrasi kamera pada dasarnya ditujukan untuk mengetahui berbagai konstanta distorsi atau yang sering disebut sebagai parameter kalibrasi kamera.

Perencanaan jalur terbang dengan tampalan bawah sebesar 80% dan tampalan samping sebesar 60%, bentuk dan luasan jalur menyesuaikan



Gambar 1. Jalur Terbang Sesi Dusun Kalisari. Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019

dengan daerah yang dikaji yaitu seluas ± 300 ha. Tinggi terbang direncanakan 250 meter dari permukaan tanah untuk mendapatkan resolusi spasial foto udara kurang dari 1 meter (Purwanto, 2016). Pemotretan dilakukan pada tanggal 28-30 Januari 2019. Salah satu sesi jalur terbang dapat dilihat pada gambar 1 di atas.

**b. Interpretasi Foto udara Format Kecil**

Interpretasi citra merupakan proses mengamobil informasi citra (*image*) menjadi informasi yang dibutuhkan, dalam hal penelitian ini, informasi yang dibutuhkan adalah bidang tanah sawah. Pengenalan obyek bidang tanah didasarkan pada ciri objek yang disebut dengan unsur interpretasi (*element of key*). Pengenalan objek yang terekam pada citra foto udara format kecil (FUFK) dapat dilakukan dengan tiga cara (Sutanto, 2016):

- 1) Kovergensi bukti (*convergence of evidence*)  
 Pengenalan objek pada citra FUFK dengan menggunakan asas konvergensi bukti dilakukan dengan menggunakan unsur interpretasi citra yang terdiri dari rona, bentuk, ukuran, tekstur, pola, bayangan, situs, dan asosiasi. Proses pengenalan obyek tidak harus menggunakan 8 unsur interpretasi seluruhnya, tetapi semakin banyak unsur yang teridentifikasi akan memudahkan dalam menyimpulkan tentang informasi obyek yang akan diinterpretasi. Pengetahuan interpreter ten-

tang informasi obyek dapat diperoleh melalui pengalaman yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan. Hal ini akan memudahkan interpreter untuk mengenali unsur-unsur interpretasi di citra FUFK yang dijadikan dasar untuk mengenali objek.

Penelitian ini membangun cara pengenalan objek yang tidak tampak, yaitu batas bidang tanah sawah (*land tenure boundary*) dengan pendekatan konvergensi bukti dari kenampakan pada citra FUFK. Batas kepemilikan tanah sawah sangat terkait dengan kenampakan umur tanaman padi yang seragam dan ukuran pematang sawah. Kedua informasi tersebut merupakan informasi yang dapat dikenali secara visual dari citra FUFK.

- 2) Tumpang susun (*overlay*)  
 Tumpang susun data, baik fisik atau non fisik sangat bermanfaat untuk mengetahui hubungan antara pola yang tampak dengan pola yang tidak tampak (Aronoff, 2005). Misalnya, pengenalan pola tanah (tidak tampak) dengan citra FUFK dapat didekati dengan menumpang-susunkan data tutupan vegetasi, data lereng, dan data pola aliran (tampak).
- 3) Wilayah fotomorfik  
 Pendekatan wilayah fotomorfik pada umumnya digunakan untuk citra-citra dengan resolusi spasial kecil, dimana piksel-piksel penyusunan citra mempunyai ukuran yang kasar.



Resolusi spasial kecil mengakibatkan obyek secara individu tidak mampu tersajikan secara visual dalam citra foto udara. Obyek-objek yang sama akan tampak seragam dalam satu kesatuan wilayah, inilah yang disebut dengan wilayah fotomorfik (Aronoff, 2005). Wilayah fotomorfik selain dipengaruhi oleh tutupan lahan, juga dipengaruhi oleh iluminasi, musim, dan lain-lain.

### c. Uji Ketelitian Interpretasi

Uji ketelitian interpretasi digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil interpretasi dengan nilai yang dianggap benar. Nilai tersebut dijadikan acuan bagi kelayakan informasi hasil interpretasi, semakin sesuai hasil interpretasi dengan nilai rujukan (sampel lapangan) maka data hasil interpretasi tersebut makin layak untuk digunakan. Penelitian ini hanya melakukan uji ketelitian interpretasi untuk menilai isi klasifikasi hasil interpretasi citra FUFK.

Uji ketelitian isi berlaku sama bagi data hasil rekaman fotografik maupun hasil rekaman digital. Uji ketelitian dihitung berdasarkan jumlah bidang tanah hasil interpretasi dibandingkan dengan sampel cek lapangan untuk mendapatkan prosentase nilai benar hasil interpretasi. Perhitungan prosentase uji ketelitian menggunakan matrik kesalahan pada tabel 2.

Tabel 2. Matrik uji ketelitian

		HASIL INTERPRETASI				
		Objek	Bidang Sawah Umur A	Bidang Sawah Umur B	Bidang Sawah Umur C	Jumlah
HASIL CEK LAPANGAN	Bidang Sawah Umur A	185	10	7	202	
	Bidang Sawah Umur B	12	930	9	951	
	Bidang Sawah Umur C	20	23	460	503	
	Jumlah	217	963	476	1656	

Sumber : Sutanto, 2016

### C. Identifikasi Bidang Tanah Sawah

Pemotretan dengan UAV dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 sesi pemotretan, yaitu sesi blok bagian atas, blok bagian tengah, dan blok bagian bawah. Pemotretan dilakukan mulai sekitar pukul

10.00 hingga 14.00 dengan tinggi terbang 250 meter. Pemotretan menghasilkan sebuah citra FUFK yang belum terkoreksi radiometrik dan geometrik. Koreksi citra merupakan proses operasi pengkondisian yang bertujuan agar citra yang digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat baik secara geometris maupun radiometris (Danoedoro 1996). Proses koreksi radiometrik dilakukan agar citra foto udara mempunyai kenampakan yang lebih tajam dan kontras untuk memudahkan interpretasi visual. Koreksi radiometrik diperlukan dalam analisis citra digital yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan/ nilai spektral pixel yang sebenarnya (Danoedoro 2012). Koreksi dilakukan dengan melakukan penajaman nilai piksel citra menjadi nilai piksel baru yang lebih kontras.

Koreksi geometrik dilakukan untuk mengoreksi posisi piksel akibat lensa kamera dan ketinggian objek, proses koreksi geometrik foto udara sering disebut dengan orthorektifikasi. Proses orthorektifikasi membutuhkan informasi titik-titik acuan yang disebut dengan *ground control point* (GCP) untuk koreksi koordinat x, y, dan z. Koreksi perpindahan posisi objek yang diakibatkan oleh ketinggian objek (*replace displacement*) dikoreksi menggunakan data DSM yang dihasilkan dari foto udara yang bertampalan.

GCP yang digunakan untuk proses ortorektifikasi sebanyak 5 titik yang dipasang pada patok-patok BM yang telah tersebar di wilayah Sub Das Bompon. Pengukuran koordinat titik GCP dilakukan dengan GPS geodetik dengan metode diferensial secara *post processing*, lihat gambar 2. Seluruh tahapan pengolahan citra FUFK, mulai dari proses koreksi citra, penyusunan mozaik, pembuatan *digital surface model* (DSM), dan ortorektifikasi dilakukan dengan perangkat lunak Agisoft.



Gambar 2. Proses Pengukuran GCP  
Sumber : Survei Lapangan, 2019

Citra FUFK merupakan citra foto udara yang direkam dengan menggunakan kamera non metrik yang bekerja pada spektrum gelombang tampak yakni menggunakan panjang gelombang *red, gree, blue/RGB*. Dalam kajian yang dilakukan oleh López-Granados (2016) menunjukkan bahwa penggunaan spektrum tampak pada UAV menghasilkan *image/foto* udara dengan hasil resolusi spasial lebih tinggi. Penggunaan gelombang tampak berarti seluruh ekspresi kenampakan objek sama seperti ekspresi yang tampak pada mata manusia. Warna objek yang tergambar dalam citra menjadi salah satu unsur identifikasi yang paling mudah dalam membedakan objek. Objek tutupan lahan vegetasi akan tampak dengan warna hijau muda hingga tua tergantung pada kerapatan tutupan tajuknya serta umur tanaman, semakin rapat tajuk/vegetasi dan semakin tua maka warna akan semakin hijau tua sementara semakin jarang tutupan kerapatan vegetasi dan masih berumur muda maka warnanya menjadi hijau muda dan beberapa bercampur dengan warna pantulan tanah (Andini 2018). Warna objek tanah akan tampak sesuai dengan warna mineral penyusun tanahnya, apabila mineral penyusunnya berwarna cokelat maka warna tanah akan tampak kecoklatan dalam citra FUFK.

Proses interpretasi penggunaan tanah selalu diawali dengan proses identifikasi objek tutupan lahan terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena

penggunaan tanah tidak tampak secara langsung di dalam citra satelit, tetapi selalu berasosiasi dengan tutupan lahan, demikian pula penggunaan tanah sawah yang ada di Sub DAS Bompon yang selalu berasosiasi dengan tutupan lahan berupa tanaman padi. Tanaman padi merupakan tanaman jenis semak yang memiliki daun jarum, dimana pada citra FUFK akan tampak dengan warna hijau dan tekstur yang halus. Hal ini berbeda dengan tanaman berbatang kayu yang tampak dengan warna hijau dan tekstur kasar, lihat gambar 4.

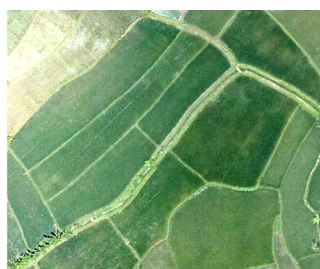
Unsur interpretasi citra berupa warna dan tekstur tidak cukup menjadikan dasar untuk mengklasifikasikan kenampakan tersebut sebagai tanaman padi. Ekspresi warna tanaman padi pada citra FUFK sangat dipengaruhi oleh umur dari tanaman tersebut, pada umur lebih 1 bulan hingga beberapa minggu sebelum panen, tanaman padi akan sangat mudah untuk diidentifikasi karena mempunyai kenampakan dengan warna hijau tua dan tekstur yang halus. Tanaman padi dengan umur kurang dari 1 bulan mempunyai kenampakan yang hampir sama dengan semak belukar sehingga dibutuhkan unsur interpretasi lain untuk memperkuat pengambilan kesimpulan identifikasi dari objek, unsur interpretasi tersebut adalah bentuk objek.

Hasil interpretasi akan semakin akurat jika mempertimbangkan semakin banyak unsur interpretasi. Kenampakan semak belukar yang berada di sekitar penggunaan tanah sawah dapat dibedakan dengan bentuknya yang tidak teratur, berbeda dengan kenampakan sawah yang merupakan hasil budidaya manusia akan memiliki bentuk yang teratur. Bentuk sawah yang khas untuk wilayah Asia Tenggara, khususnya Indonesia yang berbentuk petak-petak dengan ukuran relatif kecil merupakan kunci utama dalam interpretasi penggunaan tanah sawah. Bentuk petak-petak sawah yang kecil sangat dipengaruhi oleh kepemilikan sawah oleh petani di Indonesia yang relatif kecil.

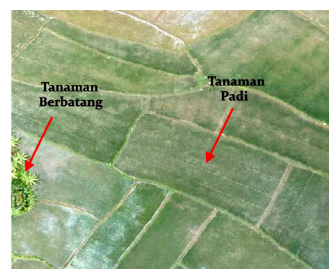
Pemotretan yang dilakukan pada tanggal 28 Januari 2019 menghasilkan 4 kenampakan berbeda pada penggunaan tanah sawah yang ada di

wilayah Sub Das Bompon. Perbedaan ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor umur tanaman dan jenis tanaman. Mayoritas penggunaan tanah sawah di wilayah ini ditanami komoditas padi, sebagian kecil cabe dan beberapa tempat ditanami ketela. Penggunaan tanah sawah dapat dibedakan menjadi 4 kenampakan, yaitu (1) kenampakan dengan warna hijau tua dan tekstur halus, (2) kenampakan dengan warna muda dan tekstur kasar, (3) kenampakan dengan warna kecoklatan dan tekstur halus, dan (4) kenampakan dengan warna putih hijau, tekstur kasar, dan pola garis-garis, lihat gambar 3, 4, 5, dan 6.

Kenampakan sawah dengan warna hijau tua dan tekstur halus hanya ditemui di wilayah Sub Das Bompon bagian bawah, yaitu di Dusun Kalisari, Dusun Tubansari, dan Dusun Tuanan. Hasil sampel cek lapangan menunjukkan bawah sawah dengan kenampakan tersebut mempunyai tanaman padi dengan umur 1-2 bulan. Tanaman padi dengan kisaran usia 1-2 bulan telah mempunyai tinggi lebih dari 30 cm dan tajuk yang rapat. Kerapatan tajuk inilah yang menyebabkan kenampakan hijau tua dengan tekstur yang halus pada citra FUFK. Kenampakan hijau muda dengan tekstur yang kasar merupakan kenampakan padi dengan umur 0,5-1 bulan. Padi dengan umur 0,5-1 bulan belum mempunyai tingkat kerapatan tajuk yang rapat. Daun-daun pada tanaman padi belum menutup secara sempurna kenampakan tanah yang ada dibawahnya sehingga di beberapa bagian warna tanah masih terlihat dari citra FUFK. Hal ini yang menyebabkan warna padi dengan usia 0,5-1 bulan tampak dengan warna hijau muda dan tekstur yang kasar akibat tajuk yang tidak terlalu rapat. Padi dengan umur 0-0,5 bulan masih mempunyai daun yang sangat tipis sehingga yang menonjol dalam citra adalah warna tanah. Kenampakan putih yang ada di beberapa bagian merupakan kenampakan yang dihasilkan dari pantulan cahaya oleh air yang ada di sawah. Sawah yang ditanami komoditas selain padi, pada umumnya berupa tanaman cabe. Tanaman ini tampak jelas dengan pola garis-garis lurus yang disebabkan oleh pemasangan plastik mulsa untuk tanaman cabe, lihat gambar 6.



Gambar 3. Kenampakan Sawah dengan Umur Padi 1-2 Bulan



Gambar 4. Kenampakan Sawah Umur dengan Umur Padi 0,5-1 Bulan



Gambar 5. Kenampakan Sawah dengan Umur Padi 0-0,5 Bulan



Gambar 6. Kenampakan Sawah Non Padi (Cabe)

Sumber: Hasil Pemotretan Drone, 2019)

Batas bidang tanah merupakan informasi yang tidak tampak dari citra FUFK. Hal ini bukan berarti informasi tersebut tidak dapat diekstrak dari foto udara. Proses orientasi medan sebelum melakukan interpretasi citra sangat membantu interpretasi citra untuk informasi yang tidak tampak secara langsung dari citra FUFK. Hasil survei pendahuluan dan orientasi medan menunjukkan bahwa pematang sawah berfungsi sebagai jalan/transportasi dan berfungsi sebagai batas areal tanam saja. Beberapa sampel menunjukkan bahwa pematang-pematang sawah yang difungsikan sebagai jalan mayoritas adalah batas bidang tanah sawah. Hal ini yang dijadikan dasar untuk membangun unsur interpretasi dalam mengidentifikasi batas bidang tanah. Asumsi yang digunakan adalah informasi batas bidang tanah berasosiasi dengan pematang yang digunakan untuk fungsi jalan/transportasi. Perbedaan pematang yang berfungsi untuk jalan dan yang tidak terletak pada ukuran pematang. Pematang yang berfungsi untuk jalan mempunyai ukuran lebar pematang yang lebih besar daripada pematang yang hanya berfungsi untuk batas areal tanam.

Pematang-pematang sawah yang berfungsi untuk jalan akan mempunyai kenampakan garis-garis batas petak yang tegas, sedangkan pematang yang tidak berfungsi untuk jalan mempunyai kenampakan yang tidak tegas pada citra. Kedua



objek tersebut dapat dibedakan dengan jelas dari citra FUFK, lihat gambar 7. Selain berasosiasi dengan ukuran pematang sawah, batas bidang tanah sawah juga berasosiasi dengan umur tanaman padi. Bidang tanah yang dimiliki oleh orang yang sama pada umumnya akan ditanami padi secara bersamaan, hal ini berarti umur padi pada bidang tanah yang dimiliki oleh orang yang sama akan berumur sama, lihat gambar 8. Kedua unsur asosiasi ini yang dijadikan sebagai kunci interpretasi untuk mengidentifikasi batas bidang tanah sawah.

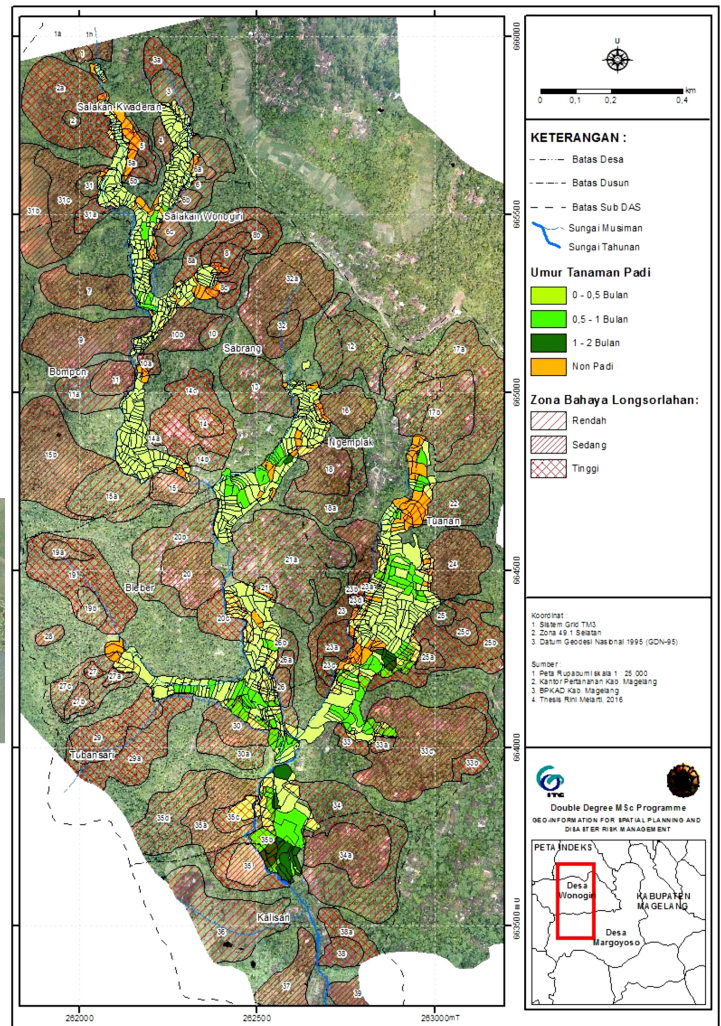


Gambar 7. Kenampakan Ukuran Pematang Sawah

Gambar 8. Kenampakan Tanaman dengan Umur yang Sama

Sumber: Hasil Pemotretan UAV, 2019

Hasil interpretasi citra harus diuji tingkat ketelitian interpretasinya untuk mengetahui sebesar besar nilai akurasi informasi yang diekstrak dari citra FUFK. Uji ketelitian interpretasi citra foto udara dapat dibagi menjadi 2, yaitu uji ketelitian akurasi posisi dan uji ketelitian akurasi klasifikasi. Penelitian ini hanya membahas uji ketelitian akurasi klasifikasi penggunaan lahan sawah. Interpretasi citra dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan informasi umur komoditas padi dan batas bidang tanah sawah. Hasil interpretasi citra FUFK mengklasifikasikan sejumlah 947 bidang tanah yang digunakan sebagai penggunaan lahan sawah, lihat gambar 9. Hasil interpretasi ini yang dijadikan dasar untuk analisis uji ketelitian interpretasi. Uji ketelitian interpretasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil interpretasi dengan cek lapangan dalam tabel silang. Sampel cek lapangan yang diambil sebanyak 131 bidang tanah, hal ini didasarkan pada perhitungan jumlah sampel sebesar minimal 10 % untuk populasi 101–1000 bidang tanah (Yount, 1999 dalam Sugiyono).



Gambar 9. Peta Penggunaan Tanah Sawah di Kawasan Rawan Bencana Longsor Lahan.

Sumber: Analisis Data, 2019

Kenampakan bidang tanah sawah didalam citra FUFK secara umum dapat diklasifikasikan menjadi 4, yaitu sawah dengan padi umur 0–0,5 bulan, 0,5–1 bulan, 1–2 bulan, dan non padi. Nilai akurasi interpretasi penggunaan lahan sawah yang didapatkan untuk seluruh klasifikasi adalah 93,13%, lihat tabel 3. Batas toleransi nilai akurasi yang dapat diterima adalah 80%, hal ini berarti hasil interpretasi penggunaan tanah dengan citra FUFK mempunyai nilai akurasi yang cukup tinggi (Jensen, 2006). Nilai akurasi paling kecil terdapat pada penggunaan lahan sawah dengan komoditas padi umur 0,5 – 1 bulan yang hanya sebesar 46,15%. Hal ini berarti lebih dari setengah jumlah sampel yang diambil bernilai salah interpretasi. Perbedaan kenampakan warna dan tekstur yang sangat



kecil dengan padi yang berumur 0–0,5 bulan menyebabkan banyak salah interpretasi. Percampuran warna hijau muda dari daun padi, tanah, dan air yang menggenangi sawah membuat citra percampuran warna ketiganya menjadi samar untuk dibedakan.

Tabel 3. Matrik Uji Ketelitian Interpretasi Penggunaan Lahan Sawah

		HASIL INTERPRETASI					
		Objek	Bidang Sawah Umur 0-0,5 Bln	Bidang Sawah Umur 0,5-1 Bln	Bidang Sawah Umur 1-2 Bln	Bidang Sawah Non Padi	Jumlah
HASIL CEK LAPANGAN	Bidang Sawah Umur 0-0,5 Bln		101	5			106
	Bidang Sawah Umur 0,5-1 Bln			6			6
	Bidang Sawah Umur 1-2 Bln		1		6		7
	Bidang Sawah Non Padi		1	2		9	12
	Jumlah		103	13	6	9	131

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019

Informasi batas bidang tanah sawah merupakan informasi yang tidak tampak secara langsung dari citra FUFK. Pendekatan interpretasi dengan asas konvergensi bukti akan sangat membantu dalam menyimpulkan informasi yang tidak tampak berdasarkan informasi-informasi yang tampak dalam citra. Hasil analisis uji ketelitian interpretasi menunjukkan nilai akurasi interpretasi bidang tanah secara keseluruhan sebesar 83,21%, lihat tabel 4. Nilai akurasi masih masuk dalam toleransi yang dapat digunakan. Namun, jika kita bandingkan dengan nilai akurasi interpretasi penggunaan tanah mempunyai nilai yang lebih besar adalah hal yang logis. Hal ini disebabkan oleh informasi penggunaan tanah secara visual tergambar dalam citra foto udara melalui tutupan lahannya. Berbeda dengan informasi batas bidang yang tidak tergambar dalam citra foto udara sehingga membutuhkan berbagai sumber informasi untuk mengidentifikasinya.

Tabel 4. Matrik Uji Ketelitian Interpretasi Batas Bidang Tanah Sawah

		HASIL INTERPRETASI					
		Objek	Bidang Sawah Umur 0-0,5 Bln	Bidang Sawah Umur 0,5-1 Bln	Bidang Sawah Umur 1-2 Bln	Bidang Sawah Non Padi	Jumlah
HASIL CEK LAPANGAN	Batas Bidang Benar		89	6	5	9	109
	Batas Bidang Salah		17		2	3	22
	Jumlah		106	6	7	12	131

Sumber: Pengolahan data, 2019

Berdasarkan hasil kajian ini maka pemanfaatan UAV untuk merekam obyek tutupan lahan berupa sawah dan batas bidang sawah memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi. Pekerjaan perencanaan jalur terbang, pelaksanaan dengan waktu hanya 3 hari dengan hasil cakupan mencapai 947 bidang serta kemudahan dalam melakukan analisis FUFK merupakan cara efektif dan efisien untuk mendapatkan informasi jumlah bidang tanah sawah. Mekanisme ini dapat digunakan dan dimanfaatkan pada lokasi lain khususnya pada lokasi rawan bencana sehingga ketersediaan data setiap bidang tanah dapat disajikan guna analisis lebih lanjut.

## A. Kesimpulan

1. Identifikasi penggunaan tanah sawah dari citra FUFK dengan pendekatan asas konvergensi bukti membutuhkan minimal 3 unsur interpretasi, yaitu warna, tekstur, dan bentuk. Pada kasus penggunaan tanah sawah yang ditanami komoditas non padi ditambahkan unsur interpretasi pola. Keempat unsur interpretasi tersebut digunakan secara bersamaan untuk menyimpulkan penggunaan tanah sawah dan umur komoditas padi yang ditanam.
2. Informasi batas bidang tanah merupakan informasi yang tidak tampak secara langsung dari citra FUFK. Proses identifikasi membutuhkan orientasi medan untuk mengenali beberapa objek yang tampak pada citra dan terkait dengan penandaan batas bidang tanah. Identifikasi batas bidang tanah menggunakan informasi lebar pematang dan keseragaman tanaman sebagai unsur utama interpretasi.

3. Hasil uji ketelitian interpretasi penggunaan tanah sawah menunjukkan nilai sebesar 93,13% dan batas bidang tanah sebesar 83,21%. Hal ini berarti bahwa fotoudara format kecil yang dihasilkan dari pemotretan drone dapat digunakan untuk menghasilkan data spasial bidang tanah sawah secara cepat dan akurat.

### Daftar Pustaka

- Alimohammadlou, Y., Najafi, A., & Yalcin, A 2013, *Landslide process and impacts: a proposed classification method*, Catena.
- Andini, SW, Prasetyo, Y, Sukmono, A 2018, 'Analisis sebaran vegetasi dengan citra satelit sentinel menggunakan metode ndvi dan segmentasi (studi kasus: Kabupaten Demak)', *Jurnal Geodesi UNDIP*, vol 7, no.1.
- Arronof, S, 2005, *Remote sensing for GIS managers*, ESRI Press, New York.
- Crovelli, R. A, 2000, 'Probability models for estimation of number and costs of landslides', *US Geological Survey Open-File Report*, 249, hlm. 1-18.
- Danoedoro, P 1996, *Pengolahan citra digital (teori dan aplikasinya dalam bidang penginderaan jauh)*, Fakultas Geografi UGM.
- \_\_\_\_\_, 2012, *Pengantar penginderaan jauh digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- De Capua, C., Fabbiano, L., Morello, R., Lamonaca, F., & Lugarà, M, 2014, 'Risk model for landslide hazard assessment', *IET Science, Measurement & Technology*, vol. 8 no.3, hlm. 129-134.
- Dutta, D., Herath, S., Musiake, K., 2003, 'A mathematical model for flood loss estimation', *Journal of Hydrology*, hlm. 277, 26.
- Eker R, Aydın, A, Hübl, J, 2018, 'Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-based monitoring of a landslide: Gallenzerkogel landslide (Ybbs-Lower Austria) case study', *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 190, no. 1.
- ECLAC, 2003, *Handbook for estimating the socio-economics and environmental effects of disasters*, 357, United Nations, ECLAC & International Bank for Reconstruction & Development.
- 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, hlm. 37-44.
- Hasanuddin Z. Abidin, Irwan Meilanoo, Erna Heryani, Agung Budiwibowo, Samsul Bachri, Erwin Rommel, B. A. Y, 2005, 'Rekonstruksi batas persil tanah di Aceh pasca tsunami/ : beberapa aspek dan permasalahannya', *Jurnal Infrastruktur Dan Lingkungan Binaan*, vol. I no. 2, hlm. 1-10.
- Hartono, D., & Darmawan, S, 2019, 'Pemanfaatan unmanned aerial vehicle (UAV) jenis quadcopter untuk percepatan pemetaan bidang tanah (studi kasus: desa Solokan Jeruk Kabupaten Bandung)', *Reka Geomatika*, vol. 2018 no. 1, hlm. 30-40.
- Jensen, J.R., 2006, *Introductory Digital Image Processing*, Prentice Hall, NJ USA
- Klimeš, J., & Blahůt, J, 2012, 'Landslide risk analysis and its application in regional planning: An example from the highlands of the Outer Western Carpathians, Czech Republic', *Natural Hazards*, vol. 64, no.2, hlm. 1779-1803.
- Klose, M., Maurischat, P., & Damm, B, 2016, 'Landslide impacts in Germany: A historical and socioeconomic perspective', *Landslides*, vol. 13 no. 1, hlm. 183-199.
- Lopez-Granados, F 2011, 'Weed detection for site-specific weed management: mapping and real-time approaches', *Weed Res*, vol. 1 51, hlm. 1-11.
- Lopez-Granados, F, Torres-Sánchez, J, De-Castro, AI, Serrano-Pérez, A, Mesas-Carrascosa, FJ, Peña, JM, 2016, 'Object-based early monitoring of a grass weed in a grass crop using high resolution UAV imagery', *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 36 no. 4 hlm. 36-67.
- Malik, RF, Sartohadi, J, 2017, 'Pemetaan geomorfologi detail menggunakan teknik *step-wise-grid* di daerah aliran sungai (DAS) Bompon Kabupaten Magelang, Jawa Tengah', *Jurnal Bumi Indonesia*, vol 6, no. 2.

- Mallingreau & Rosalia, 1992, 'Land Use/ Land cover Classification in Indonesia', *Indonesian Journal of Geography* vol. 3 no. 2, hlm. 23-29.
- Masruroh, 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, hlm. 169-181.
- Masruroh, H 2016, 'Membangun Metode Identifikasi Longsor Berbasis Foto Udara Format Kecil di DAS Bompon Magelang Jawa Tengah', Tesis pada Universitas Gadjah Mada.
- Meiarti, R 2016, 'Penentuan Zonasi Detail Bahaya Longsor Menggunakan Data UAV di Sub DAS Bompon Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah', Tesis pada Universitas Gadjah Mada.
- Ozdemir, U, Aktas, YO, Dereli, Y, Tarhan, AF, Demirbag, AE, Kalaycioglu, GD, Ozkol I, Inalhan, G, 2014, 'Design of a commercial hybrid VTOL UAV system', *Journal of Intellegent & Robotic System*, vol. 74 no. 1, hlm. 371-39.
- Pamungkas, Z, Sartohadi, J, 2017, 'Kajian stabilitas lereng kawasan longsor di Sub-Das Bompon Kabupaten Magelang', *Jurnal Bhumi Indonesia*, vol. 6 no. 2.
- Pajares, G, 2015, 'Overview and current status of remote sensing applications based on unmanned aerial vehicles (UAVs)', *Photogrametric Eninering and Remote Sensing*, vol. 81, hlm. 281-330.
- Priyanto, A. M 2018, '468 Rumah dan Kerugian Ditaksir 7 Miliar Akibat Bencana Alam yang Melanda Brebes', <http://www.tribunnews.com/regional/2018/03/08/468-rumah-dan-kerugian-ditaksir-7-miliar-akibat-bencana-alam-yang-melanda-brebes>.
- Purwanto, T. H, 2017, 'Pemanfaatan foto udara format kecil untuk ekstraksi digital elevation model dengan metode stereoplotting', *Majalah Geografi Indonesia*, vol. 31 no. 1, hlm. 73-89.
- Sugiyono, 2016, *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Sutanto, 2016, *Metode Penelitian Penginderaan Jauh*, Penerbit Ombak, Yogyakarta.
- Wisner, B., Gaillard, J. C., & Kelman, I, 2016, 'Framing disaster: theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk', *Disaster Prevention*, hlm. 44-62.
- Yunus, H. S, 2010, *Metodologi penelitian wilayah kontemporer*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.