

PEMETAAN PERKEBUNAN SAWIT RAKYAT DARI FOTO UDARA NON METRIK MENGGUNAKAN ANALISIS BERBASIS OBJEK

(*Smallholder Oil Palm Plantation Mapping from Non-metric Aerial Photography using Object-based Analysis*)

Agung Syetiawan dan Muhammad Haidar

Badan Informasi Geospasial

Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong 16911, Indonesia

E-mail: agung.syetiawan@big.go.id

Diterima: 1 Februari 2019; Direvisi: 21 Maret 2019; Disetujui untuk Dipublikasikan: 25 April 2019

ABSTRAK

Beberapa tahapan penerbitan Surat Tanda Daftar Usaha Perkebunan untuk Budidaya (STD-B) yang digunakan dalam kegiatan perkebunan sawit dengan luas kurang dari 25 ha yaitu pemeriksaan lapangan dan pemetaan. Penerbitan STD-B harus melampirkan peta sebagai persyaratan dalam pendaftaran STD-B, yaitu peta yang memiliki skala 1:2.000. Untuk itu diperlukan teknologi pemetaan yang mumpuni guna memenuhi kebutuhan pemetaan tersebut. Tujuan penelitian adalah mengkaji kemampuan pemetaan udara menggunakan kamera non-metrik untuk pembuatan peta sawit rakyat. Proses akuisisi pemetaan sawit rakyat dilakukan di daerah Labanan Makmur Kalimantan Timur. Proses pemetaan udara menggunakan wahana tanpa awak (WTA) *fixed wing* dengan ketinggian terbang 420 meter di atas permukaan tanah menghasilkan 186 foto dengan *sidelap* dan *overlap* foto sebesar 70% dan 80%. Proses identifikasi tanaman kelapa sawit rakyat menggunakan pendekatan *Object Based Image Analysis* (OBIA). Output akhir yaitu menghasilkan foto udara dengan nilai GSD (*Ground Sampling Distance*) sebesar 13 cm/pix. Proses pengolahan foto udara dilakukan dengan memasukkan GCP dan tanpa menggunakan GCP. Hasil evaluasi geometrik nilai akurasi horisontal dengan menggunakan GCP diperoleh akurasi sebesar 0,250 meter sementara tanpa menggunakan GCP diperoleh akurasi sebesar 4,222 meter. Dari hasil evaluasi geometrik tersebut maka foto udara dengan menggunakan GCP memenuhi ketelitian geometri untuk pembuatan peta pada skala 1: 1.000, sementara foto udara tanpa menggunakan GCP memenuhi pada skala 1: 25.000. Hasil identifikasi sawit rakyat mendapatkan nilai akurasi objek 57,74% untuk wilayah blok 1 dan 69,54% wilayah blok 2. Proses pemetaan foto udara menggunakan kamera non-metrik ditambahkan dengan pengukuran GCP bisa digunakan sebagai acuan yang digunakan untuk membuat peta lampiran pendaftaran STD-B.

Kata kunci: STD-B, pemetaan udara, kamera non metrik, sawit rakyat, OBIA, GCP

ABSTRACT

Several phases in the issuance of register for plantation cultivation used for smallholder oil palm plantation with an area of less than 25 ha are field inspection and mapping. Issuance of register for plantation cultivation must attach the map as required in scale of 1:2,000. Thus, it requires robust mapping technology to meet certain standards. The aim of the study is to examine the ability of aerial photo using non-metric cameras to map smallholder oil palm plantation. The acquisition of oil palm plantation mapping is carried out in Labanan Makmur, East Kalimantan. Aerial photos acquisition used fixed-wing UAV with flight altitude of 420 meters above ground and produced 186 photos with sidelap and overlap of 70% and 80%. Process of identifying smallholder oil palm plantation used the OBIA approach. The final output is to produce aerial photos with a value of GSD of 13 cm/pixel. Aerial photo processing is performed either by using GCP and without GCP. The results of geometric evaluation of horizontal accuracy value using GCP is 0.250 meters while without using GCP is 4.222 meters. The results of the geometric evaluation showed that aerial photo using GCP meet the accuracy requirement for map in scale of 1:1,000; whilst aerial photo not using GCP could be utilized for mapping in scale of 1:25,000. Accuracy oil palm object 57.74% for block 1 and 69.54% for block 2. Aerial photo using non-metric camera combined with GCP measurements can be used as data source used to produces the smallholder oil palm plantation map.

Keyword: STD-B, aerial photo, non-metric camera, smallholder oil palm, OBIA, GCP

PENDAHULUAN

Sampai dengan tahun 2017 areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 16 juta hektar dimana luas perkebunan rakyat telah mencapai 53 persen dari total keseluruhan yang ada (PASPI, 2017). Artinya perkebunan kelapa sawit rakyat

berkembang sangat pesat, bahkan mengalahkan dominasi perkebunan swasta yang sudah ada. Perkembangan perkebunan kelapa sawit menjadi isu strategis untuk peningkatan kesejahteraan rakyat, mendorong ekonomi nasional menjadikan Indonesia penghasil minyak sawit terbesar dunia, dan meningkatkan lapangan kerja serta

kesempatan usaha di sektor perkebunan. Dengan perkembangan ini, tidaklah heran jika industri kelapa sawit Indonesia menjadi topik yang menarik perhatian masyarakat dunia.

Pekebun atau orang perseorangan warga negara Indonesia yang melakukan usaha perkebunan dengan skala usaha tidak mencapai skala tertentu wajib memiliki Surat Tanda Daftar Usaha Perkebunan untuk Budidaya (STD-B). Pekebun yang dimaksud adalah pekebun yang memiliki lahan perkebunan maksimal 25 hektar. Penerbitan STD-B bermanfaat untuk mempercepat inventarisasi data pekebun, selain itu STD-B bisa dijadikan acuan bagi petani untuk mendapatkan dana bantuan sosial. STD-B sangat penting sebagai dokumen legal tanda daftar, sehingga pekebun mendapatkan kepastian hukum atas perkebunan yang dikelolanya.

Salah satu tahapan penerbitan STD-B yaitu pemeriksaan lapangan dan pemetaan yang dilakukan oleh tim verifikasi lintas sektoral. Penerbitan STD-B harus melampirkan peta sebagai persyaratan dalam pendaftaran STD-B, kemudian STD-B disahkan oleh Bupati/Walikota daerah setempat. Berdasarkan Pedoman Penerbitan Surat Tanda Daftar Usaha Perkebunan untuk Budidaya/STD-B (2018), peta yang digunakan sebagai lampiran penerbitan STD-B memiliki skala 1:2.000. Untuk itu diperlukan teknologi pemetaan yang mumpuni guna memenuhi kebutuhan pemetaan skala besar tersebut.

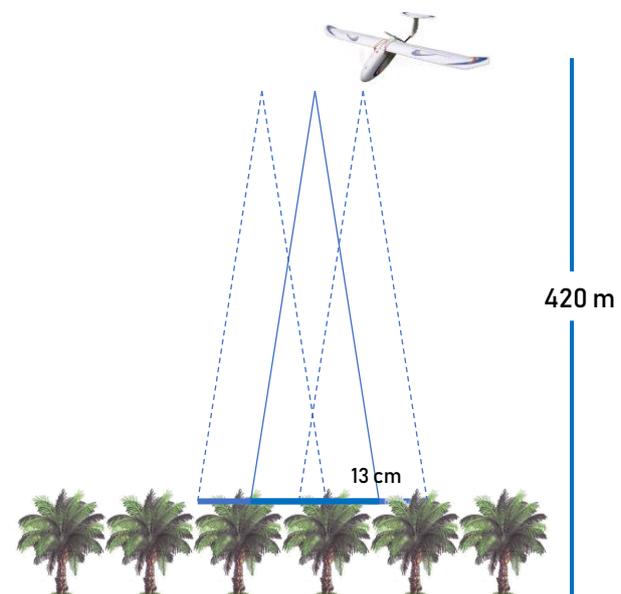
Wahana Tanpa Awak (WTA) atau sering disebut *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan jenis pesawat terbang yang dikendalikan alat sistem kendali jarak jauh lewat gelombang radio. UAV merupakan sistem berbasis elektro mekanik yang dapat melakukan misi terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya sendiri (Saroinsong, Poekoel, & Manembu, 2018). Penggunaan Wahana Tanpa Awak menjadi semakin populer seiring dengan semakin berkembangnya teknologi WTA dan kamera. WTA bisa dimanfaatkan untuk keperluan estimasi tutupan vegetasi (Breckenridge & Dakins, 2011), monitoring rehabilitasi hutan (Hird et al., 2017), kebakaran hutan (Ambrosia et al., 2003) dan monitoring kesehatan hutan (Dash, Watt, Pearse, Heaphy, & Dungey, 2017). Keunggulan menggunakan sistem wahana udara tak berawak ini adalah Wahana Tanpa Awak dan kamera non metrik dapat menghasilkan tampilan permukaan bumi secara lebih detail dengan resolusi sangat bagus (Syetiawan & Gularso, 2018). Teknologi UAV sangat potensial digunakan untuk keperluan pemetaan teliti di bidang pertanian (Rokhmana, 2014; Tahar, 2012; G. Yang et al., 2017). Penggunaan wahana tanpa awak dan kamera non metrik sangat menguntungkan dari segi ekonomis dan waktu untuk membantu mempercepat pembuatan peta sawit rakyat. Tampilan foto udara

dengan resolusi tinggi akan mempermudah untuk proses identifikasi pohon sawit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan pemetaan udara menggunakan kamera non metrik untuk pembuatan peta sawit rakyat. Proses perhitungan pohon sawit rakyat sebagai lampiran peta menggunakan analisis berbasis objek. Harapannya dengan memanfaatkan teknologi pemetaan udara menggunakan kamera non metrik dapat digunakan sebagai salah satu alternatif penyediaan Data Geospasial (DG) yang selanjutnya dapat diekstrak menjadi Informasi Geospasial (IG) dalam bentuk peta sawit rakyat. Hasil proses pemetaan dapat digunakan untuk acuan penerbitan STD-B. Tentunya kegiatan pemetaan harus dilakukan sesuai dengan standar pemetaan yang berlaku saat ini. Proses inventarisasi dan verifikasi perkebunan sawit rakyat akan lebih mudah sehingga dapat mengurangi terjadinya tumpang tindih dengan penggunaan lahan lainnya.

METODE

Proses akuisisi pemetaan sawit rakyat dilakukan di Desa Labanan Makmur, Kecamatan Teluk Bayur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Desa Labanan Makmur merupakan desa transmigrasi dimana masyarakatnya kebanyakan bekerja pada sektor pertanian dan perkebunan. Wilayah Labanan Makmur dipilih karena wilayah ini banyak terdapat perkebunan kelapa sawit rakyat. Proses pengambilan foto udara pada ketinggian terbang rata-rata 420 meter di atas permukaan tanah dengan total keseluruhan area yang dipetakan adalah kurang lebih 500 hektar. Penentuan *sidelap* dan *overlap* foto sebesar 70% dan 80% menghasilkan foto sebanyak 186 foto dengan lama durasi terbang selama kurang lebih 60 menit. Ilustrasi tinggi terbang WTA dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tinggi terbang Wahana Tanpa Awak.

Spesifikasi wahana dan sensor

Proses pengumpulan data foto udara menggunakan Wahana Tanpa Awak (WTA) tipe *fixed wing*. Keunggulan menggunakan tipe *fixed wing* adalah pesawat lebih aerodinamis sehingga wahana dapat terbang lebih lama dengan kecepatan tinggi dibandingkan dengan menggunakan tipe *multi rotor*. WTA tipe *fixed wing* dapat memetakan area survei dengan cakupan area yang lebih luas dalam sekali penerbangan. Wahana yang digunakan adalah *skywalker wingspan* 1.880 mm dengan spesifikasi wahana bisa dilihat pada **Tabel 1**. Wahana Tanpa Awak menggunakan baterai 4 *cell* sehingga mampu terbang hingga durasi 60 menit pada tinggi jelajah yang optimal. WTA dilengkapi dengan perangkat antenna GPS (*Global Positioning System*) teliti. Dengan bantuan GPS, setiap frame foto akan mempunyai koordinat, meskipun koordinat yang dihasilkan masih merupakan koordinat absolut berasal dari satelit. Pada misi terbang pemetaan sawit rakyat ini, WTA menggunakan kamera Sony ILCE-Q1 tipe CMOS dengan resolusi 20,1 *Mega Pixel*. Jenis lensa yang digunakan adalah lensa kamera *mirrorless*, spesifikasi lengkap kamera yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Proses pemetaan sawit rakyat menggunakan WTA dan kamera non metrik dapat dilihat pada **Gambar 2**. Tahapan awal adalah menentukan rencana terbang daerah sawit rakyat yang akan dipetakan, kemudian tahap selanjutnya adalah melakukan akuisisi foto udara dan pengukuran titik kontrol ikat serta titik uji. Tahapan selanjutnya adalah proses pengolahan foto udara, dimulai dengan proses *alignment* setiap foto. *Alignment* foto merupakan proses untuk melakukan identifikasi titik sekutu secara otomatis, kalibrasi kamera untuk menentukan orientasi dalam dan orientasi luar kamera. Hasil dari proses *alignment* diantaranya adalah parameter kalibrasi kamera atau *internal orientation* (IO), bentuk kumpulan *tie point* terdeteksi dalam model 3D, dan posisi kamera saat pemotretan atau *external orientation* (EO) yang melibatkan hitungan *bundle adjustment*.

Tahap berikutnya adalah penentuan titik kontrol dan kemudian dilakukan proses optimalisasi posisi kamera, kegunaannya adalah untuk meletakkan posisi kamera pada posisi yang sebenarnya pada saat terbang sehingga akan didapatkan posisi foto udara sesuai dengan kondisi di lapangan. Proses identifikasi titik GCP dilakukan dengan mencocokkan foto-foto yang terdapat tanda *premark* didalamnya. Selanjutnya hasil dari proses identifikasi GCP dilanjutkan ke proses pembuatan model permukaan 3 dimensi dari hasil proses *build point cloud*, dan tahapan terakhir dari pengolahan foto adalah terbentuk ortho mosaik foto udara. Hasil foto mosaik digunakan untuk mengidentifikasi perkebunan sawit rakyat menggunakan pendekatan *Object Based Image Analysis* (OBIA).

Tabel 1. Spesifikasi Wahana Tanpa Awak

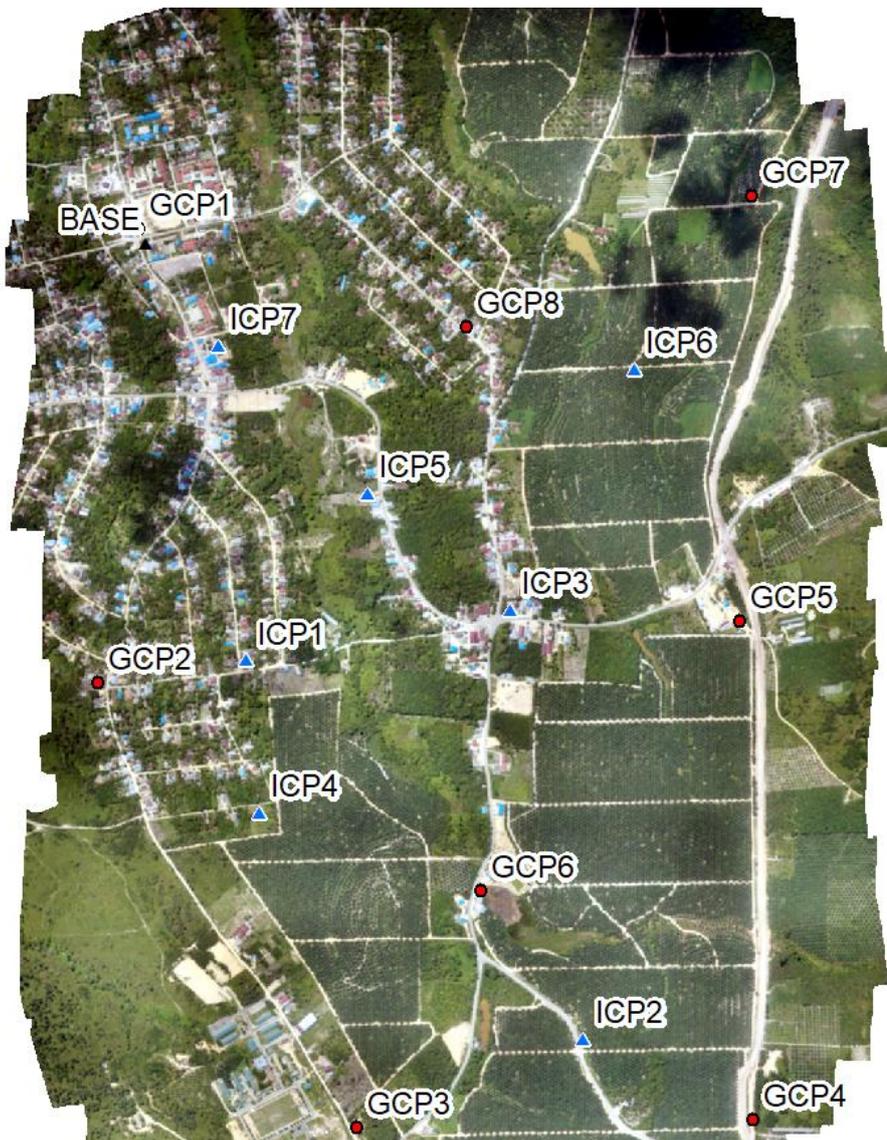
SkyWalker 1900 V2.0	
<i>Airframe:</i>	SW 2014 (<i>Wingspan</i> 1.880 mm)
<i>Flight Controller:</i>	3DR Pixhawk Cube 2.1
GPS + Compass:	3DR ublox M8N
<i>Radio controller:</i>	2,4 Ghz 16 channels 866-915 Mhz 100 mw-1000 mw (Adjustable)
<i>Radio Telemetry:</i>	
Servo:	Digital Servo 2.7 kg/0.13 sec
<i>Motor:</i>	930 Kv Brushless Motor
<i>Sensor:</i>	Digital Airspeed sensor
<i>Battery:</i>	Li-ion 4s5p-4s6p

Tabel 2. Spesifikasi Kamera yang Digunakan.

Sony ILCE-QX1	
Lensa	E-mount Sony 16 mm fixed, F2.8 ~
Pixel	20.1 MP
Pencahayaan	Sensor CMOS Exmor
Dimensi	74x69,5x52,5 mm
Tipe	Mirrorless
Tipe Sensor	
Optical	APS-C type (23.2 x 15.4 mm)
Shutter speed	1/4000 to 30 sec



Gambar 2. Diagram alir pembuatan peta sawit rakyat.



Gambar 3. Sebaran titik GCP dan ICP wilayah Labanan Makmur.

Pengukuran *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP) menggunakan perangkat GPS Geodetik dual frekuensi. Di sekitar lokasi akuisisi WTA tidak terdapat Jaring Kontrol Horizontal. Oleh karena itu, titik acuan pengukuran menggunakan titik base lokal yang diamati selama 12 jam kemudian diikatkan pada stasiun CORS terdekat milik Badan Informasi Geospasial, stasiun tetap CORS Berau (CRAU). Konfigurasi sebaran titik GCP dan ICP dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Pengukuran GCP dan ICP menggunakan *premarking*, tanda di lapangan dipasang sebelum proses pemotretan foto udara. Jumlah titik GCP adalah delapan titik berada pada perimeter area pemotretan udara, sementara total titik ICP yang diukur berjumlah tujuh titik. Metode pengukuran GCP dan ICP adalah metode penentuan posisi statik singkat. Jarak antar titik GCP dan ICP dibuat kurang dari satu kilometer tersebar secara merata dengan komposisi yang optimal mengikuti area sawit rakyat yang dipetakan. Beberapa titik ICP ditempatkan di sekitar lokasi perkebunan sawit rakyat. Parameter pengolahan data satelit dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Parameter *Processing Data*.

Parameter	Keterangan
Titik Ikat	Stasiun Tetap CORS Berau (CRAU)
Frequency used	Dual Frequency (L1, L2)
Ephemeris	Broadcast
Interval data	1 second
Satellite Segment	GPS dan GLONASS
Datum	WGS 1984
Zone	50 North
Geoid	EGM 2008 1'

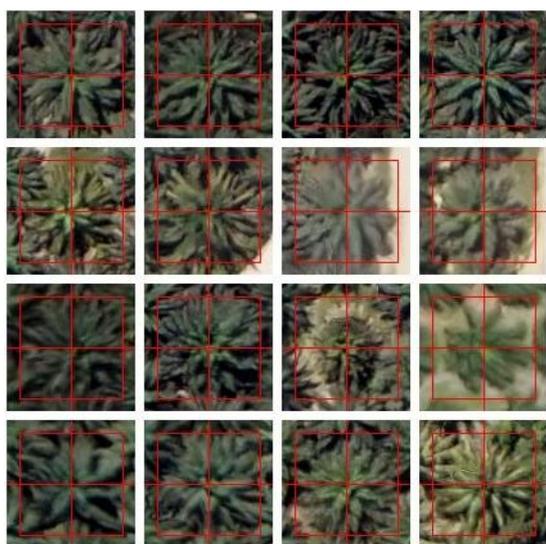
Analisis Foto Berbasis Objek

Sebagai lampiran dalam pembuatan peta STD-B diperlukan informasi sebaran sawit rakyat yang dipetakan. Proses identifikasi tanaman kelapa sawit rakyat menggunakan pendekatan *Object Based Image Analysis* (OBIA). OBIA sudah banyak digunakan karena kemampuannya untuk mengidentifikasi informasi tambahan seperti

ukuran, bentuk, tekstur dan kedekatan objek (Korom, Phua, Hirata, & Matsuura, 2014).

Hasil mosaik foto udara resolusi tinggi kemudian dianalisis untuk mendapatkan sebaran sawit rakyat. Algoritma *template matching* merupakan teknik populer yang digunakan untuk mendeteksi objek dari gambar menggunakan *boundary* objek sebagai kriteria (Z. Yang, 2010). Analisis berbasis objek diterapkan dimana batas objek didefinisikan melalui segmentasi.

Langkah awal yaitu menentukan objek-objek yang digunakan sebagai *sample*, kemudian membangun *template* berdasarkan layer warna yang tersedia di foto. *Template* yang dibangun akan menghasilkan koefisien korelasi (R^2). Algoritma akan mencari gambar untuk menemukan area dalam foto yang cocok dengan gambar *template* berdasarkan pada korelasi *sample* yang ditentukan. Pengulangan pembuatan *template* dilakukan untuk mencari nilai koefisien korelasi terbaik. *Threshold* korelasi yang digunakan saat proses identifikasi objek bernilai **0,25**. Hasil dari proses *template matching* adalah titik *centroid* yang merepresentasikan mahkota pohon sawit. **Gambar 4** menunjukkan *sample* sawit yang digunakan pada proses pembuatan *template matching*.



Gambar 4. Beberapa Sampel Sawit yang Digunakan untuk Pembuatan *Template Matching*.

Evaluasi ketelitian geometrik mosaik foto udara

Ketelitian geometri adalah nilai yang menggambarkan tingkat ketidakpastian koordinat posisi suatu objek pada foto tegak dibandingkan dengan koordinat posisi objek yang dianggap posisi sebenarnya. Ketelitian geometri yang diuji hanya pada akurasi horisontal saja. Evaluasi hasil mosaik foto udara dilakukan dengan cara membandingkan koordinat foto udara dengan koordinat hasil pengolahan data GPS.

Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X, Y) antara titik uji pada gambar atau citra tegak dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan *root mean square error* (RMSE) dan *circular error*. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan *random* dan sistematis. Nilai RMSE dapat dilihat pada **Persamaan 1**.

$$RMSE_{horizontal} = \sqrt{\frac{\sum[(x_{data}-x_{cek})^2+(y_{data}-y_{cek})^2]}{n}} \dots (1)$$

Keterangan:

n = Jumlah total pengecekan pada peta

x = nilai koordinat pada sumbu - X

y = nilai koordinat pada sumbu - Y

Nilai ketelitian posisi citra tegak adalah nilai CE90 untuk ketelitian horisontal, yang berarti bahwa kesalahan posisi pada citra tegak tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%. Perhitungan nilai CE90 dapat dilihat pada **Persamaan 2**.

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \dots (2)$$

Keterangan:

$RMSE_r$ = *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

Ketentuan ketelitian geometri berdasarkan Peraturan Kepala BIG no. 15 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar (2014). Ketelitian geometri peta RBI yang dihasilkan tertera pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Ketelitian Geometri Peta Rupa Bumi Indonesia.

No	Skala	Interval kontur (m)	Ketelitian Peta RBI (m)					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90)	Vertikal (LE90)	Horizontal (CE90)	Vertikal (LE90)	Horizontal (CE90)	Vertikal (LE90)
1.	1:1.000.000	400	200	200	300	300	500	500
2.	1:500.000	200	100	100	150	150	250	250
3.	1:250.000	100	50	50	75	75	125	125
4.	1:100.000	40	20	20	30	30	50	50
5.	1:50.000	20	10	10	15	15	25	25
6.	1:25.000	10	5	5	7,5	7,5	12,5	12,5
7.	1:10.000	4	2	2	3	3	5	5
8.	1:5.000	2	1	1	1,5	1,5	2,5	2,5
9.	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10.	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan titik GCP dan ICP dapat dilihat pada **Tabel 5**. Solusi ambiguitas fase pengolahan data titik kontrol adalah FIXED. Setelah proses pengumpulan data dilakukan dan proses pengolahan foto selesai diterapkan untuk seluruh foto, terbentuklah foto mosaik sawit rakyat yang dipetakan. Output akhir yaitu menghasilkan foto udara dengan nilai GSD (*Ground Sampling Distance*) sebesar 13 cm/pix. GSD merupakan resolusi spasial digunakan untuk menentukan kualitas dari foto udara yang dihasilkan. GSD 13 cm/pixel artinya adalah objek terkecil yang bisa dikenali adalah 13 centimeter. Nilai GSD ini sangat mumpuni untuk proses interpretasi pemetaan sawit rakyat. Mahkota pohon sawit mudah dikenali pada foto udara dengan resolusi tinggi (Korom et al., 2014). Dengan resolusi spasial sedetil ini dapat juga digunakan untuk menentukan umur dan kesehatan pohon sawit. Umur pohon sawit sangat vital diketahui berkaitan dengan tingkat kematangan pohon untuk menghasilkan buah (Rizeei, Shafri, Mohamoud, Pradhan, & Kalantar, 2018).

Selain resolusi spasial, hal lain yang tidak kalah penting adalah akurasi geometri foto udara yang dihasilkan. Proses pengolahan foto udara

dilakukan dengan memasukkan GCP dan tanpa menggunakan GCP. Evaluasi ketelitian geometri mosaik foto udara menggunakan GCP dapat dilihat pada **Tabel 6**, sementara ketelitian geometri tanpa menggunakan GCP bisa dilihat pada **Tabel 7**. Pada **Tabel 7** seluruh titik ikat baik GCP dan ICP digunakan sebagai titik uji untuk menghitung ketelitian geometrik hasil foto udara tanpa menggunakan titik GCP pada saat proses pengolahan foto udara.

Dari hasil evaluasi geometrik nilai akurasi horisontal dengan menggunakan GCP diperoleh akurasi sebesar 0,250 meter. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai ambang batas terendah yakni 0,30 meter sehingga mengacu pada **Tabel 4**, maka nilai tersebut memenuhi ketelitian geometri dan dapat digunakan untuk pembuatan peta pada skala 1: 1.000 **kelas 2**. Hasil lain tanpa menggunakan GCP mendapatkan akurasi sebesar 4,222 meter. Sesuai dengan **Tabel 4**, maka nilai tersebut memenuhi ketelitian geometri dan dapat digunakan untuk pembuatan peta pada skala 1: 25.000 **kelas 1**. Pemetaan foto udara menggunakan WTA dan kamera non metrik dengan pengolahan GCP di dalamnya menghasilkan peta skala besar, sementara tanpa menggunakan GCP menghasilkan peta pada skala menengah.

Tabel 5. Titik GCP dan ICP hasil pengolahan.

ID	Eastings (Meter)	Northing (Meter)	Elevation (Meter)	Solusi Ambiguitas fase
BASE	533.762,501	228.374,531	89,013	
GCP1	533.748,632	228.409,031	86,069	FIXED
GCP2	533.650,606	227.307,508	114,847	FIXED
GCP3	534.272,562	226.226,754	111,439	FIXED
GCP4	535.222,913	226.248,154	108,927	FIXED
GCP5	535.191,240	227.455,540	106,088	FIXED
GCP6	534.568,758	226.803,967	87,692	FIXED
GCP7	535.220,203	228.488,989	77,081	FIXED
GCP8	534.533,906	228.169,760	101,182	FIXED
ICP1	534.004,713	227.363,597	107,662	FIXED
ICP2	534.816,249	226.443,425	103,874	FIXED
ICP3	534.640,251	227.485,995	110,288	FIXED
ICP4	534.036,015	226.993,856	106,879	FIXED
ICP5	534.296,253	227.769,242	97,061	FIXED
ICP6	534.937,804	228.069,337	97,406	FIXED
ICP7	533.938,597	228.126,545	91,339	FIXED

Tabel 6. Hasil uji akurasi horisontal dengan menggunakan titik GCP.

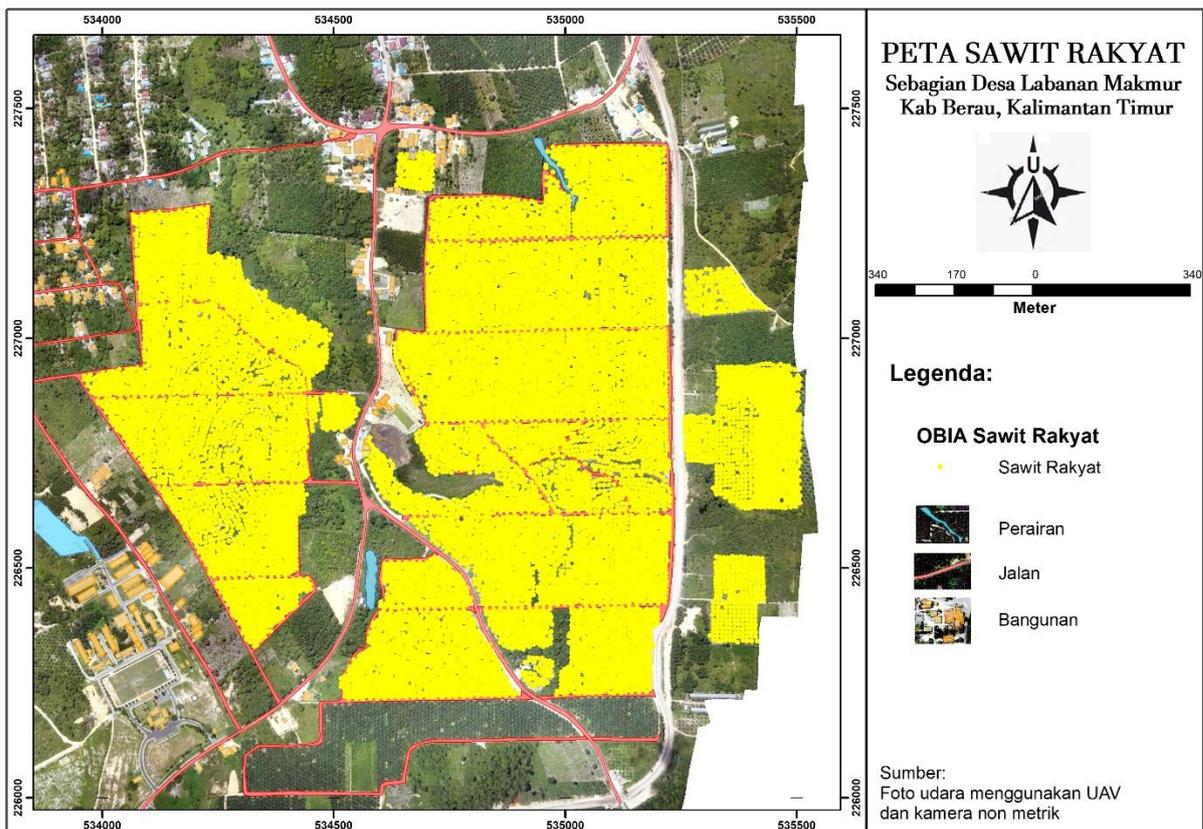
NO Titik	Hasil Ortho		Hasil Pengukuran		DX Meters	DY Meters	DX ²	DY ²	DX ² + DY ²
	X Orto	Y Orto	X Pengukuran	Y Pengukuran					
ICP1	534004,513	227363,575	534004,713	227363,597	0,200	0,022	0,04006	0,00050	0,04056
ICP2	534816,148	226443,593	534816,249	226443,425	0,101	-0,168	0,01013	0,02808	0,03821
ICP3	534640,117	227485,993	534640,251	227485,995	0,134	0,002	0,01804	0,00001	0,01804
ICP4	534035,909	226993,827	534036,015	226993,856	0,106	0,029	0,01119	0,00082	0,01201
ICP5	534296,054	227769,201	534296,253	227769,242	0,199	0,041	0,03946	0,00172	0,04119
ICP6	534937,667	228069,383	534937,804	228069,337	0,137	-0,046	0,01886	0,00214	0,02099
ICP7	533938,515	228126,433	533938,597	228126,545	0,082	0,112	0,00672	0,01247	0,01919
Jumlah									0,190
Variance									0,027
STD									0,165
Akurasi									0,250

Tabel 7. Hasil uji akurasi horisontal tanpa menggunakan titik GCP.

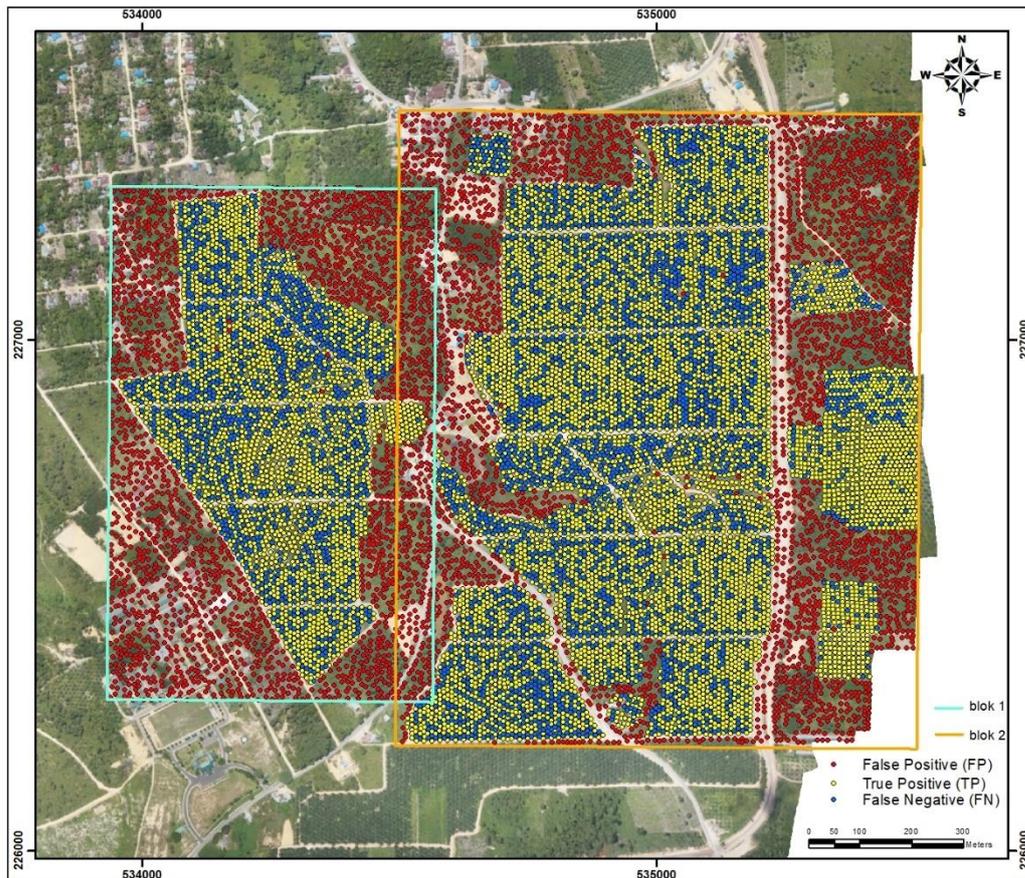
NO Titik	Hasil Ortho		Hasil Pengukuran		DX Meters	DY Meters	DX ²	DY ²	DX ² +DY ²
	X ORTO	Y ORTO	X Pengukuran	Y Pengukuran					
GCP1	533748,362	228412,703	533748,632	228409,031	0,270	-3,672	0,073	13,484	13,557
GCP2	533650,282	227310,404	533650,606	227307,508	0,324	-2,896	0,105	8,385	8,490
GCP3	534272,927	226228,094	534272,562	226226,754	-0,365	-1,340	0,133	1,796	1,929
GCP4	535223,996	226249,533	535222,913	226248,154	-1,083	-1,379	1,173	1,902	3,075
GCP5	535192,245	227458,025	535191,240	227455,54	-1,005	-2,485	1,011	6,176	7,187
GCP6	534569,289	226805,948	534568,758	226803,967	-0,531	-1,981	0,282	3,924	4,206
GCP7	535220,740	228492,681	535220,203	228488,989	-0,537	-3,692	0,289	13,628	13,917
GCP8	534534,160	228173,032	534533,906	228169,76	-0,254	-3,272	0,065	10,706	10,770
ICP1	534004,553	227366,241	534004,713	227363,597	0,160	-2,644	0,026	6,990	7,015
ICP2	534816,924	226445,151	534816,249	226443,425	-0,675	-1,726	0,455	2,979	3,434
ICP3	534640,696	227488,654	534640,251	227485,995	-0,445	-2,659	0,198	7,073	7,271
ICP4	534035,935	226996,110	534036,015	226993,856	0,080	-2,254	0,006	5,082	5,088
ICP5	534296,295	227772,188	534296,253	227769,242	-0,042	-2,946	0,002	8,679	8,681
ICP6	534938,349	228072,561	534937,804	228069,337	-0,545	-3,224	0,298	10,392	10,689
ICP7	533938,374	228129,827	533938,597	228126,545	0,223	-3,282	0,050	10,770	10,820
Jumlah									116,130
Variance									7,742
STD									2,782
Akurasi									4,222

Pedoman Penerbitan Surat Tanda Daftar Usaha Perkebunan untuk Budidaya/STD-B (2018) menyebutkan bahwa peta yang digunakan sebagai lampiran penerbitan STD-B memiliki skala 1:2.000. Untuk itu, berdasarkan hasil uji akurasi tersebut maka foto udara hasil akuisisi menggunakan WTA dan kamera non metrik dengan ditambahkan koreksi GCP bisa digunakan sebagai Data Geospasial untuk membuat peta sawit rakyat. Tampilan peta sawit rakyat bisa dilihat pada

Gambar 5. Foto udara dengan menggunakan WTA dan kamera non metrik bisa digunakan sebagai alternatif pemenuhan Data Geospasial tematik dengan syarat ketelitian akurasi yang dibutuhkan sesuai dengan peraturan ketelitian peta yang berlaku. Terlihat ada beberapa blok sawit rakyat yang dimiliki oleh penduduk sekitar. Proses inventarisasi sawit lebih mudah menggunakan Data Geospasial resolusi tinggi.



Gambar 5. Peta Sawit Rakyat Desa Labanan Makmur.



Gambar 6. Identifikasi Pohon Sawit Menggunakan Analisis Berbasis Objek.

Identifikasi Lahan Sawit

Identifikasi sawit diperlukan untuk menentukan jumlah dan area sebaran pohon sawit rakyat sebagai peta lampiran penerbitan STD-B. Identifikasi pohon sawit menggunakan analisis berbasis objek dapat dilihat pada **Gambar 6**. Wilayah identifikasi sawit rakyat dibagi menjadi dua blok untuk mempermudah proses identifikasi. Salah satu hasil dari proses OBIA adalah layer tematik berupa titik *centroid* yang merepresentasikan mahkota pohon sawit. Titik *centroid* kemudian dikonversi ke dalam format GIS (*Geographic Information System*) untuk mempermudah proses analisis.

Proses evaluasi akurasi perhitungan pohon sawit dengan cara membandingkan hasil ekstraksi otomatis dengan nilai *Ground Truth* menggunakan metode *Precision/Recall* (Nyland, Kenefic, Bohn, & Stout, 2016). *Precision/recall* merupakan salah satu metode penilaian yang sering digunakan. Rumus perhitungan metode tersebut dapat dilihat pada **Persamaan 3** sampai **Persamaan 5**.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \dots\dots\dots (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \dots\dots\dots (4)$$

$$F-measure = \frac{(1+\alpha) \times precision \times recall}{\alpha \times precision + recall} \dots\dots\dots (5)$$

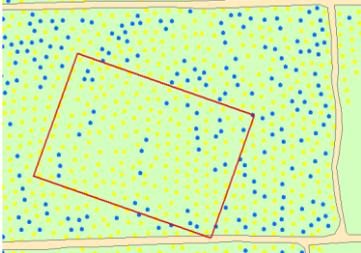
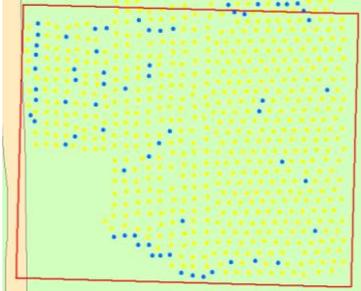
True Positive (TP) merupakan jumlah titik kelapa sawit yang berhasil diidentifikasi menggunakan OBIA atau disebut juga sebagai nilai *Ground Truth*. Sementara *False Negative* (FN) merupakan jumlah titik pohon sawit yang tidak terdeteksi. *False Positive* (FP) merupakan jumlah titik yang dikenali sebagai pohon sawit tetapi setelah dilakukan validasi bukan merupakan pohon sawit akan tetapi merupakan objek lain. Nilai α adalah non-negatif skalar, pada perhitungan *F-measure* ini ambang batas yang digunakan adalah 0,5 (Martin, Fowlkes, & Malik, 2004). *Precision* (P) dapat diartikan sebagai jumlah *noise* yang bisa ditoleransi saat proses identifikasi objek sementara *Recall* (R) adalah jumlah pohon sawit yang terdeteksi dengan benar (*Ground Truth*). *F-measure* mendefinisikan rata-rata harmonik antara *Precision* dan *Recall*, dimana *Precision* dan *Recall* digabungkan menjadi ukuran kinerja tunggal (Kalantar, Idrees, Mansor, & Halin, 2017). Pada penelitian ini, nilai TP yang didapatkan adalah 6.868 titik, sementara nilai FN dan FP masing-masing berjumlah 3.008 titik untuk wilayah blok 2. Hasil lain pada blok 1, nilai TP yang didapatkan adalah 2.528 titik, sementara nilai FN berjumlah 1.230 titik dan nilai FP berjumlah 2.160 titik. Berdasarkan **Persamaan 5** maka nilai *F-measure* yang didapatkan adalah 57,74% untuk wilayah blok 1 sementara hasil *F-measure* untuk wilayah blok 2 adalah 69,54%.

Keberhasilan identifikasi pohon sawit sangat bergantung pada resolusi dan kedalaman spektral

data foto yang digunakan. Pemilihan parameter segmentasi yang cocok untuk berbagai geometri dan skala pohon dapat menghasilkan deteksi pohon lebih akurat (Kalantar et al., 2017). Karakteristik spasial dan spektral foto udara non metrik hasil akuisisi di Labanan Makmur dapat dilihat pada **Tabel 8**. Pola penanaman sawit rakyat yang tidak teratur dan sangat rapat antara pohon satu dengan pohon lainnya membuat proses deteksi objek mengalami kesulitan. Pola tanam sawit rakyat cenderung acak mengikuti topografi di sekitarnya. Pola spasial seperti ini terlihat secara jelas di area Blok 1. Akibatnya banyak sekali pohon sawit yang tidak mampu dideteksi menggunakan OBIA. Selain itu, Blok 1 memiliki nilai *F-measure* lebih rendah dibandingkan dengan blok 2 terjadi karena objek sawit lebih sedikit pada area Blok 1. Tantangan utama klasifikasi menggunakan OBIA adalah pemisahan rumput dari kelapa sawit dan juga pemisahan tutupan tajuk pohon kelapa sawit yang sangat rapat (Rizeei et al., 2018).

Berbeda dengan pola tanam sawit perusahaan yaitu dilakukan pada jarak tertentu secara teratur antara satu pohon dengan pohon sawit lainnya. Pola tanam sawit yang tertata dengan baik akan meningkatkan keberhasilan identifikasi berbasis objek, seperti dapat dilihat pada **Tabel 8** baris nomer 2. Selain faktor pola spasial tanaman sawit, ternyata karakteristik spektral sangat mempengaruhi keberhasilan identifikasi berbasis objek. **Tabel 8** baris nomer 3 menunjukkan kegagalan identifikasi pohon sawit di beberapa tempat akibat foto blur. Foto blur ini disebabkan oleh kegagalan pembuatan *tie point* saat proses *image matching* pengolahan foto udara kamera non metrik. Identifikasi *tie point* secara otomatis menggunakan algoritma *SIFT invariant* akan mengenali titik-titik yang mempunyai kesamaan nilai *pixel*. Area vegetasi rapat merupakan tantangan tersendiri dalam proses *matching point* (Meng et al., 2017).

Tabel 8. Karakteristik Spasial dan Spektral Foto Udara Non-metrik.

No	Hasil Identifikasi OBIA	Tampilan Raster	Karakteristik Spasial dan Spektral
1.			Warna hijau bervariasi, pohon sawit tertata dengan jarak yang mencukupi dikelilingi oleh warna putih berupa tanah kosong dan warna hijau muda berupa rumput. Pola penanaman sawit sedikit tertata mengikuti kontur yang ada. Karakteristik seperti ini memudahkan untuk proses pendekatan berbasis objek.
2.			Warna hijau dominan, pohon sawit tertata dengan jarak yang lebih teratur dikelilingi oleh warna putih berupa tanah kosong dan warna hijau muda berupa rumput. Pola penanaman sawit tertata dengan baik. Karakteristik seperti ini memudahkan untuk proses pendekatan berbasis objek.
3.			Warna hijau bervariasi, pohon sawit tertata secara acak, tidak mengikuti pola tertentu. Antara pohon sawit satu dengan yang lainnya saling berdekatan. Beberapa gambar terlihat blur. Karakteristik seperti ini menyulitkan untuk proses pendekatan berbasis objek.

KESIMPULAN

Proses pemetaan foto udara menggunakan kamera non metrik ditambahkan dengan pengukuran GCP bisa digunakan sebagai Data Geospasial untuk membuat peta lampiran pendaftaran STD-B yang mensyaratkan peta dibuat

pada skala 1:2.000. Tentunya proses pengolahan foto dan pengukuran GCP harus dilakukan dengan baik untuk mendapatkan hasil mosaik citra dengan akurasi tinggi. Proses identifikasi pohon sawit untuk mempermudah pembuatan peta sawit rakyat menggunakan analisis berbasis objek. Analisis berbasis objek digunakan untuk menentukan

jumlah dan area sebaran pohon sawit rakyat. Hasil identifikasi sawit rakyat mendapatkan nilai akurasi objek 57,74% untuk wilayah blok 1 dan 69,54% wilayah blok 2. Meskipun hasil identifikasi objek masih belum mendapatkan hasil yang maksimal, setidaknya hasil analisis berbasis objek bisa untuk mempercepat pembuatan peta STD-B. Penyempurnaan *template matching* dengan parameter yang lebih detil akan meningkatkan akurasi proses identifikasi sawit rakyat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pemetaan Integrasi Tematik yang sudah memfasilitasi kegiatan survei titik kontrol dan akuisisi foto udara. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim SIAR dan Pak Dadan Ramdani yang sudah membantu pada saat proses akuisisi foto udara. Tak lupa penulis sampaikan terima kasih kepada saudara Fahrul Hidayat yang sudah berkenan membantu dalam proses pembuatan peta.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambrosia, V. G., Wegener, S. S., Sullivan, D. V., Buechel, S. W., Dunagaambrosn, S. E., Brass, J. A., ... Schoenung, S. M. (2003). Demonstrating UAV-Acquired Real-Time Thermal Data over Fires. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 69(4), 391–402.
- Breckenridge, R. P., & Dakins, M. E. (2011). Evaluation of bare ground on rangelands using unmanned aerial vehicles: A case study. *Giscience Remote Sensing*, 48(12). <https://doi.org/10.2747/1548-1603.48.1.74>
- Dash, J. P., Watt, M. S., Pearse, G. D., Heaphy, M., & Dungey, H. S. (2017). Assessing very high resolution UAV imagery for monitoring forest health during a simulated disease outbreak. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 131, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.07.007>
- Hird, J. N., Montagni, A., McDermid, G. J., Kariyeva, J., Moorman, B. J., Nielsen, S. E., & McIntosh, A. C. S. (2017). Use of unmanned aerial vehicles for monitoring recovery of forest vegetation on petroleum well sites. *Remote Sensing*, 9(413). <https://doi.org/10.3390/rs9050413>
- Kalantar, B., Idrees, M. O., Mansor, S., & Halin, A. A. (2017). Smart Counting – Oil Palm tree inventory with UAV. *Coordinates*, XIII(5), 17–22.
- Korom, A., Phua, M. H., Hirata, Y., & Matsuura, T. (2014). Extracting oil palm crown from WorldView-2 satellite image. In *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 18. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/18/1/012188>
- Martin, D. R., Fowlkes, C. C., & Malik, J. (2004). Learning to Detect Image Boundaries using Local Brightness, Color and Texture Cues. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 26(1). <https://doi.org/10.1167/3.9.113>
- Meng, X., Shang, N., Zhang, X., Li, C., Zhao, K., Qiu, X., & Weeks, E. (2017). Photogrammetric UAV Mapping of Terrain under Dense Coastal Vegetation: An Object-Oriented Classification Ensemble Algorithm for Classification and Terrain Correction. *Remote Sensing*, 9(1187). <https://doi.org/10.3390/rs9111187>
- Nyland, R. D., Kenefic, L. S., Bohn, K. K., & Stout, S. L. (2016). *Silviculture: Concepts and Applications* (Third Edit). Illinois: Waveland Press.
- PASPI, T. R. (2017). Peran Strategis Perkebunan Sawit Rakyat Indonesia. *Monitor Vol. III No. 40*, 961–966.
- Pedoman Penerbitan Surat Tanda Daftar Usaha Perkebunan untuk Budidaya (STD-B), Pub. L. No. 105/Kpts/Pl.400/2/2018 (2018).
- Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar, Pub. L. No. Peraturan Kepala BIG No. 15 (2014). Indonesia.
- Rizeei, H. M., Shafri, H. Z. M., Mohamoud, M. A., Pradhan, B., & Kalantar, B. (2018). Oil Palm Counting and Age Estimation from WorldView-3 Imagery and LiDAR Data Using an Integrated OBIA Height Model and Regression Analysis. *Journal of Sensors*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2018/2536327>
- Rokhmana, C. A. (2014). The Potential of UAV-based Remote Sensing for Supporting Precision Agriculture in Indonesia. In *1st International Symposium on LAPAN-IPB Satellite*. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.032>
- Saroinsong, H. S., Poekoel, V. C., & Manembu, P. D. K. (2018). Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(1), 73–84.
- Syatiawan, A., & Gularso, H. (2018). Pembentukan DSM Menggunakan Unmanned Aircraft System (UAS) dan Kamera Digital Non Metrik. In *Seminar Nasional Geografi dan Pembangunan Berkelanjutan* (pp. 410–424).
- Tahar, K. N. (2012). Aerial Terrain Mapping using Unmanned Aerial Vehicle Approach. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXIX-B7, 493–498. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXIX-B7-493-2012>
- Yang, G., Liu, J., Zhao, C., Li, Z., Huang, Y., Yu, H., ... Yang, H. (2017). Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing for Field-Based Crop Phenotyping: Current Status and Perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01111>
- Yang, Z. (2010). Fast Template Matching Based on Normalized Cross Correlation With Centroid Bounding. In *International Conference on Measuring Technology and Mechatronic Automation* (pp. 224–227). <https://doi.org/10.1109/ICMTMA.2010.419>