

Pemanfaatan Data LSA (*LAPAN Surveillance Aircraft*) untuk Mendukung Pemetaan Skala Rinci

Dony Kushardono, Anwar Anas¹, Ahmad Maryanto², Agus Bayu Utama³, Winanto¹

¹ Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. Email: dony_kushardono@lapan.go.id

¹ Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN

¹ Pusat Teknologi Penerbangan, LAPAN

Abstrak – Pembangunan infrastruktur, pemantauan produktivitas pertanian, dan pemantauan untuk mitigasi bencana alam membutuhkan informasi spasial skala rinci yang dapat perolehan cepat. Produksi informasi spasial lahan skala rinci menggunakan data satelit di Indonesia, selain mahal harganya juga sering terkendala adanya liputan awan yang tinggi. Sehubungan dengan semakin berkembangnya teknologi penginderaan jauh udara, diharapkan informasi spasial lahan skala rinci dapat dihasilkan dengan menggunakan wahana pesawat yang dapat terbang dibawah awan dan dapat diperoleh datanya setiap saat. LAPAN sedang mengembangkan LSA yakni jenis pesawat ultra ringan bermesin yang mampu terbang hingga 8jam dan dilengkapi sensor kamera untuk misi penginderaan jauh. Uji coba telah dilakukan di Pantura Jawa Barat untuk memantau persawahan dan objek lahan pesisir mulai dari Kabupaten Karawang hingga Indramayu dengan perencanaan terbang seluas 93km × 34km, dimana LSA membawa sensor kamera multispektral 3 band (merah, hijau, inframerah dekat) dan dilengkapi informasi GPS. Hasil kajian, data LSA yang diperoleh dengan resolusi spasial 68 cm per piksel berpotensi untuk memantau persawahan dengan tehnik indek vegetasi, identifikasi objek di pesisir dan perkotaan.

Kata kunci: *Penginderaan jauh udara, LSA, informasi spasial lahan, sawah, pesisir*

PENDAHULUAN

Informasi spasial lahan skala rinci dibutuhkan untuk mendukung pembangunan infrastruktur perkotaan dan pedesaan. Selain itu, informasi spasial skala rinci yang dapat diperoleh dengan cepat dan berkesinambungan dapat dipergunakan untuk memantau produktivitas lahan, dan untuk mendukung mitigasi bencana alam.

Penyediaan informasi spasial lahan skala rinci melalui data satelit penginderaan jauh, selain akuisisi datanya sering terhambat adanya liputan awan, juga ada keterbatasan resolusi temporalnya sehubungan orbit satelit serta harganya cukup mahal. Sebagai contoh Data Satelit Penginderaan Jauh Woldrview-3 yang memiliki resolusi spasial 0.31 m dengan lebar cakupan data (Swath) 13.1km dan waktu perolehan data tercepat 4.5 hari pada perolehan hingga miring (off nadir) 20° (Sat. Imaging corp., 2014), maka akan cukup sulit untuk mendapatkan data citra bebas awan setiap saat pada daerah pengamatan di wilayah tropis seperti Indonesia yang tingkat liputan awannya cukup tinggi. Dengan semakin berkembangnya teknologi sensor kamera penginderaan jauh dan harganya yang menjadi semakin terjangkau, serta semakin berkembangnya teknologi pesawat tanpa awak atau wahana terbang murah lainnya, maka untuk mengatasi kelemahan perolehan data satelit resolusi sangat tinggi tersebut di atas, perolehan informasi spasial skala rinci dapat menggunakan data dari sensor kamera pada wahana pesawat tanpa awak yang bisa dioperasikan kapan saja, dimana saja dengan bebas awan karena dapat terbang di bawah awan (Shofiyati, 2011; Dony, 2014; Setyasaputra et.al., 2014).

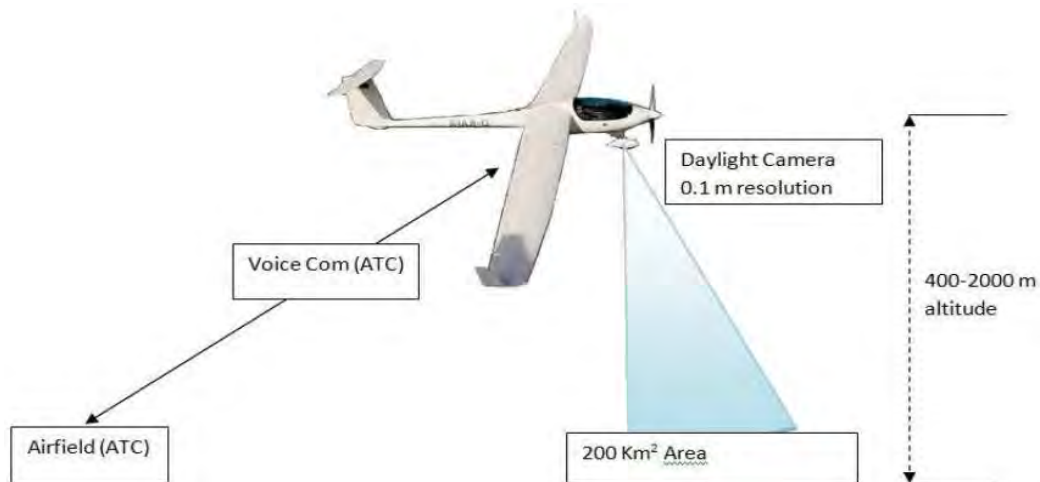
Sejak terbentuknya Pusat Teknologi Penerbangan di LAPAN pada tahun 2010, LAPAN selain aktif melakukan pengkajian, perencanaan dan pengembangan pesawat niaga, juga sudah mengembangkan dan mengoperasikan pesawat tanpa awak (*LAPAN Surveillance UAV / LSU*) dan pesawat kecil berawak (*LAPAN Surveillance Aircraft / LSA*) yang dapat dipergunakan untuk misi penginderaan jauh (Ristek, 2013; Gatra, 2014). UAV LAPAN sudah banyak dipergunakan untuk misi penginderaan jauh, seperti untuk mendukung mitigasi bencana melalui pemantauan Gunung Merapi dan pemantauan banjir Jakarta (Khomarudin, 2014), pemantauan sawah (LAPAN, 2012), kajian pengukuran objek pajak bangunan dan lahan (Anwar et.al., 2014) dan kajian klasifikasi penutup penggunaan lahan skala rinci (Nurwita dan Dony, 2014).

Tujuan penelitian ini adalah melakukan uji coba akuisisi data LSA dan melakukan kajian awal potensi data LSA untuk mendukung penyediaan informasi spasial penginderaan jauh resolusi sangat tinggi pada bidang pertanian sawah, pesisir dan perkotaan.

SISTEM AKUISISI DATA LSA

Pesawat LSA

LSA yang berupa pesawat ultra ringan bermotor dan nantinya juga dikembangkan untuk dapat dikendalikan secara autonomous atau tanpa awak sebagaimana UAV. LSA yang sedang dikembangkan mampu beroperasi hingga ketinggian 2000m dan akan mampu menghasilkan data foto seluas 200 Km² (Gambar 2-1).



Gambar 1. Operasi LSA untuk pemantauan (Agus, 2014)

LSA memiliki bentang sayap 18 m dan panjang 8,5m serta digerakan dengan 3 baling-baling, selain akan mampu lepas landas pada landasan pendek 300m yang memudahkan operasionalnya juga akan terbang lebih stabil sehingga diharapkan dapat mengemban misi pemetaan udara (Agus, 2014).



Gambar 2. Bentuk LSA dan mounting tempat kamera pada sayap kanan

Dengan dilengkapi sensor kamera, LSA diharapkan akan mampu menjalankan misi utama yang meliputi,

1. Sebagai tambahan atau pelengkap citra satelit;
2. Verifikasi dan validasi citra satelit;

3. Monitoring dan Manajemen Pertanian;
4. Fotogrametri;
5. Pemantauan Banjir dan Pemetaan;
6. Api Hotspot Detection dan Pemantauan;
7. Pencarian dan penyelamatan; dan
8. misi Penelitian LAPAN misal untuk pengembangan sensor satelit.

Selain itu LSA juga dimungkinkan menjalankan misi lain yakni,

1. Pemantauan perbatasan;
2. Pemantauan Kehutanan;
3. Mendukung tugasKepolisian;
4. Pemetaan Perkotaan; dan
5. Pemantauan infrastruktur.

Kamera Multispektral LSA

Pesawat LSA selain dirancang untuk dapat membawa sistem pecitraan udara professional yang bobotnya sekitar 20 hingga 30 kg seperti MACS-RT LAPAN yang dikembangkan DLR, atau sistem kamera professional yang besar seperti AeroStab-3, Trimble DSS-580, dan Leica RCD30-CH62 (Ahmad dan Nugroho, 2014), LSA juga diuji coba untuk mengemban misi penginderaan jauh menggunakan kamera multispectral kecil yang murah dalam hal ini TetraCam-ADC.



Gambar 3. Kamera multispektral TetraCam-ADC.

Menurut kajian Ahmad dan Nugroho (2014), TetraCam-ADC adalah merupakan kamera foto udara multispectral memiliki 3 band merah, hijau dan inframerah dekat, menggunakan sensor 3.2 Mpix dapat diperuntukan pemantauan vegetasi, sehingga diharapkan dapat dipergunakan untuk misi pemantauan lahan pertanian melalui pesawat udara. Secara umum spesifikasi sensor TetraCam-ADC adalah sebagai berikut:

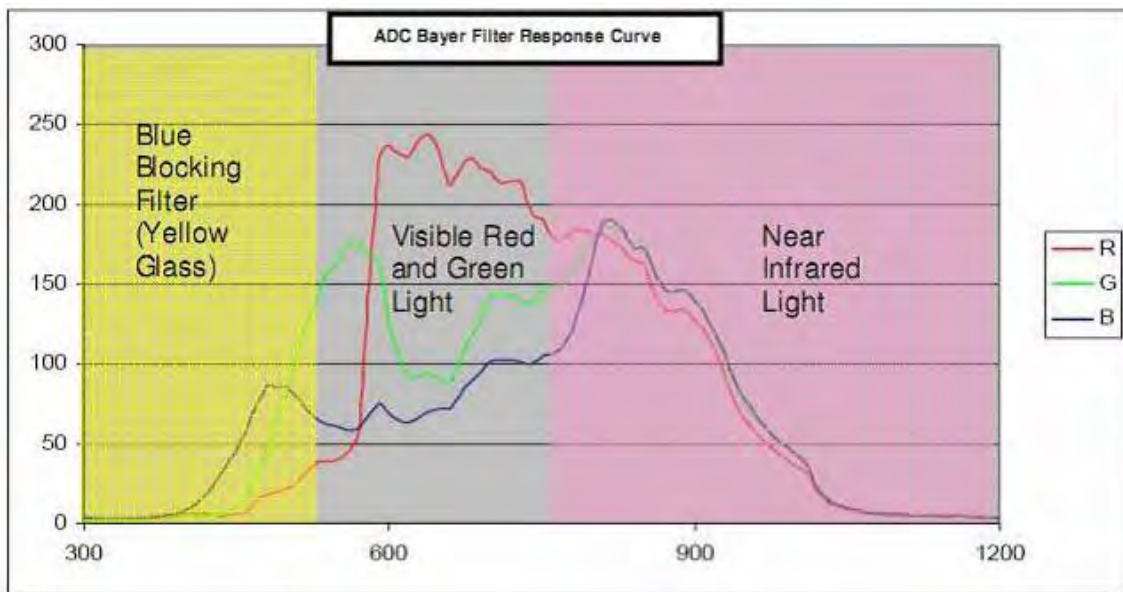
Jumlah piksel pergaris (Npx/Lx)	: 2048 / 6.5126mm
Jumlah garis (Npy/Ly)	: 1536 / 4.8845mm
Ukuran piksel (px x py)	: 0.00318mm x 0.00318mm
Panjang focus (f)	: 8.5 mm (unchanged)
Bilangan focus (N)	: 4 (unchanged)
Jarak hiperfokus	: 1.82 m (asumsi batas lingkaran kabur 0.01mm)
Ukuran file image	: 3.07 MB (RAW 8), 6.15 MB (RAW 10), 2.3 MB (DCM10)
Durasi waktu per siklus acq	: 3 sec (RAW8), 4 sec (RAW10), 7 sec (DCM10)

Berdasarkan spesifikasi sensor TetraCam ADC tersebut di atas, maka akan dapat diperoleh citra dengan resolusi spasial berdasarkan ketinggian terbang pesawat seperti contoh hasil perhitungan pada Tabel 2-1 di bawah, dimana misal untuk ketinggian terbang 6000 kaki akan didapatkan resolusi spasial citra 68.4 cm dengan ukuran citra 1401.2 m x 1050.9 m.

Tabel 1. Ketinggian terbang dan ukuran citra yang dihasilkan oleh Kamera TetraCam-ADC

Ketinggian		Resolusi spasial	Ukuran Citra	
(feet)	(m)	(m)	x(m)	y(m)
3000	914.40	0.3421	700.61	525.46
5800	1767.84	0.6614	1354.51	1015.88
5900	1798.32	0.6728	1377.86	1033.40
6000	1828.80	0.6842	1401.21	1050.91

Data multispectral 3 band pada kamera TetraCam-ADC, dihasilkan dengan menggunakan tehnik Bayer Filter (Wikipedia, 2014) pada panjang gelombang daerah pencitraan sensor seperti pada Gambar 2-4, dimana daerah biru diblok menggunakan filter didepan lensa, sehingga hanya cahaya pada panjang gelombang sekitar lebih 500 nm hingga 1200 nm yang masuk. Dimana dari cahaya yang ditangkap sensor, dengan menggunakan tehnik Bayer Filter diperoleh band sintesis hijau, merah, serta inframerah (NIR) dekat dari posisi piksel biru (kurva garis warna biru pada Gambar 2-4).



Gambar 4. Panjang gelombang sensor kamera TetraCam-ADC (TetraCam Inc., 2011).

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Peralatan yang dipergunakan pada kegiatan ini adalah Pesawat LSA hasil pengembangan Pustekbang LAPAN yang dilengkapi dengan Sensor Kamera TetraCam-ADC. Sedang peralatan pengolahan data yang dipergunakan adalah Komputer yang dilengkapi perangkat lunak PixelWrench2 dan Agisoft Photoscan.

Daerah Kajian

Uji coba akuisisi data citra menggunakan wahana LSA dilaksanakan di Daerah Pantura Jawa Barat yakni sekitar Karawang, Subang dan Indramayu pada luasan area target sekitar 93km x 34km dan dilaksanakan pada tanggal 18-19 September 2014, dimana pesawat *takeoff* dan *landing* dari Lanud Kalijati Subang.

Metode

Tahapan pelaksanaan kegiatan adalah sebagai berikut,

1. Akuisisi data yang meliputi, kalibrasi kamera, instalasi GPS kamera dan pembuatan perencanaan terbang untuk akuisisi data berdasarkan kemampuan pesawat, spesifikasi kamera dan perhitungan resolusi spasial yang diinginkan yakni 68 cm dengan tumpang susun antar scene data endlap (belakang) 60%, sidelap (samping) 40%.
2. Pengolahan awal data yang meliputi, ekstraksi data raw menjadi data band sintesis menggunakan metode bayer filter, mozaik dan produksi citra ortho.
3. Kajian potensi data untuk identifikasi objek lahan pada bidang pertanian sawah, pesisir dan perkotaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi Data LSA

Perencanaan terbang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-1, dimana pesawat terbang pada ketinggian 6000 kaki untuk mendapatkan cakupan data per scene 1.4 km x 1.05 km dengan resolusi spasial 68cm. Dengan kecepatan terbang yang direncanakan 90 kts dan jarak antar lintasan 0.84 km serta selang waktu take picture kamera 9.08 detik, maka didapatkan tumpang susun antar scene endlap (belakang) 60%, sidelap (samping) = 40%. Selain itu untuk menghasilkan informasi metadata posisi pengambilan data, Sensor TetraCam-ADC juga dihubungkan dengan sensor GPS agar datanya dapat diolah awal untuk dimozaiak dan dikoreksi ortho.



Gambar 5. Perencanaan terbang LSA di Pantura pada akuisisi tanggal 18-19 September 2015.

Dari akuisisi dihasilkan sejumlah raw data yang kemudian dengan menggunakan perangkat lunak untuk mengekstraksi data per band merah, hijau dan inframerah menggunakan metode bayer filter, dihasilkan sejumlah file data multitemporal 3 band (band merah, hijau, inframerah) yang dilengkapi dengan metadatanya berupa posisi lintang bujur dan ketinggian sensor. Pada Gambar 4-2 ditunjukkan salah satu contoh scene data multitemporal yang ditampilkan RGB.



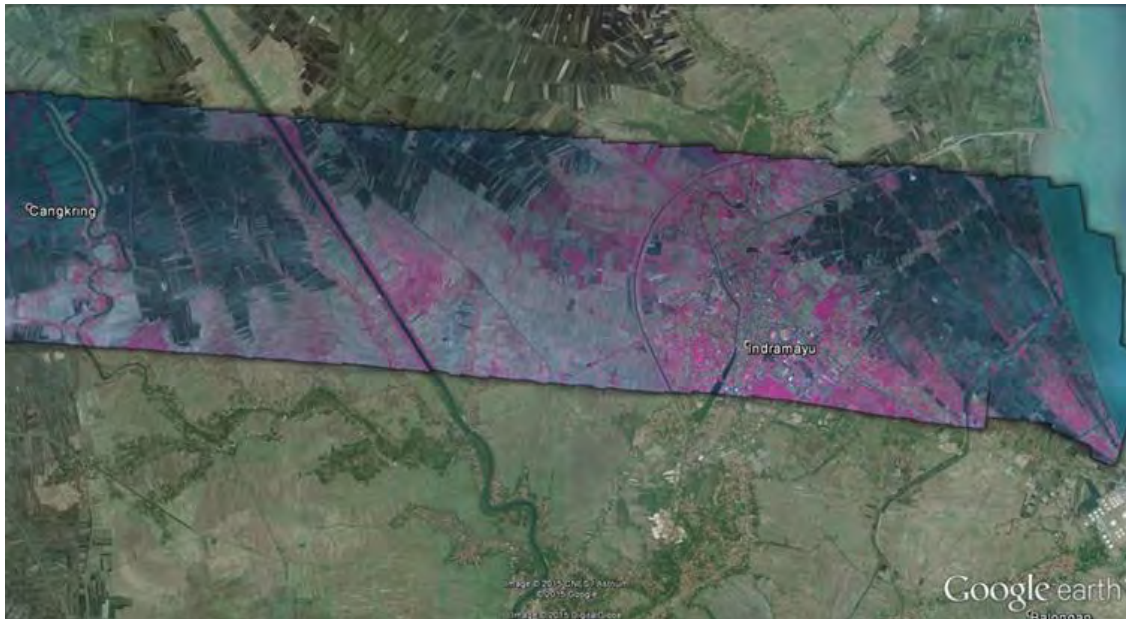
Gambar 6. salah satu contoh Data Multitemporal dari LSA (R=band NIR, G=band merah, B=band hijau)

Dengan menggunakan perangkat lunak Agisoft, dari sejumlah data LSA yang diperoleh, melalui informasi metadata pada tiap scene data pada satu kali terbang dari pukul 8.30 hingga 11.15 WIB (2 jam 45 menit), dapat diketahui posisi sensor saat perolehan data dari pesawat, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4-3 terlihat posisi pengambilan data yang dimulai dari Lanud Kalijati Subang hingga pengambilan 4 lintasan. Dari Gambar 4-3 (bawah) juga ditunjukkan kualitas posisi sensor, dimana jarak antar scene data terlihat hampir sama baik dalam satu lintasan maupun antar lintasan, sehingga bisa diharapkan kualitas mozaik citra juga akan baik.

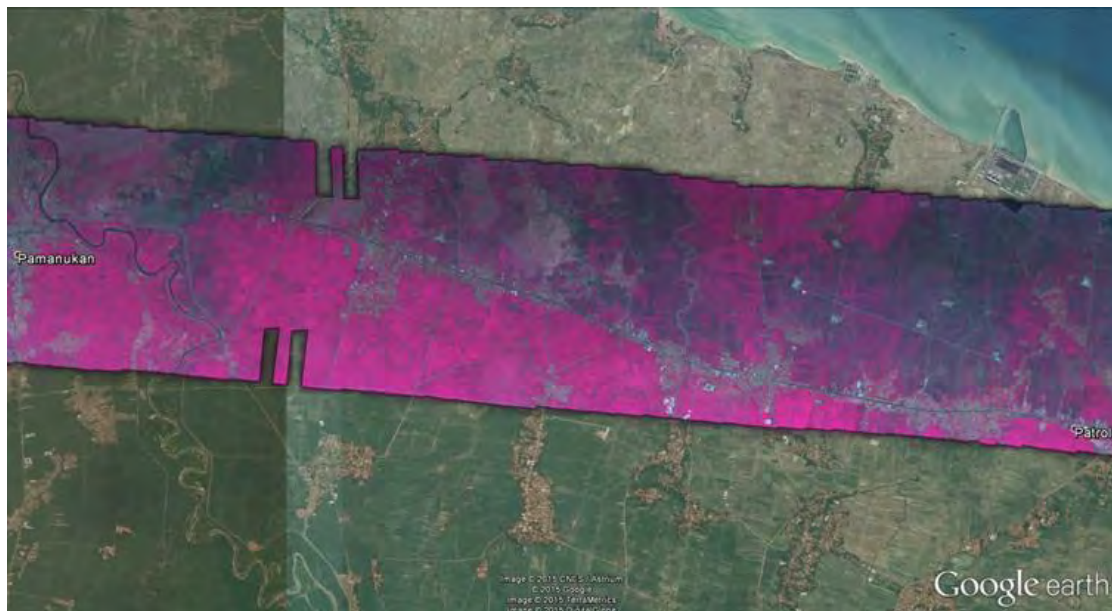


Gambar 7. Salah satu contoh posisi sensor saat akuisisi data dengan kamera pada LSA

Dari sekitar 1050 scene data pada contoh 4 lintasan yang dipilih pada Gambar 4-3 tersebut, dilakukan mozaik dan diperoleh citra terkoreksi ortho berukuran 276.480 Km² yang disajikan pada citra 3 band berukuran 87928 piksel x 13676 baris. Citra hasil 3 band tersebut setelah dikonversi menjadi format kml, jika ditumpang susunkan pada peta Google, seperti pada Gambar 4-4, dimana untuk memudahkan disajikan menjadi dua bagian, terlihat bahwa hanya dengan menggunakan informasi metadata pada tiap scene, hasil mozaik citra orthonya sudah memiliki kualitas geometrik yang bagus. Hal tersebut dapat dilihat seperti garis sungai, jalan atau pematang sawah pada peta citra satelit di Google yang terus menyambung ke citra mozaik dari data pesawat LSA kamera TetraCam-ADC.



Citra mozaik bagian timur (daerah Indramayu dan sekitarnya)

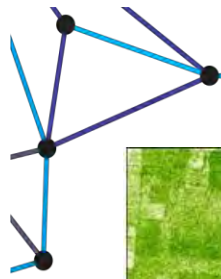


Citra mozaik bagian barat (daerah Pamanukan dan sekitarnya)

Gambar 8. Citra LSA hasil mozaik terkoreksi ortho ditumpang susunkan pada peta Google untuk mengkaji kualitas geometrik.

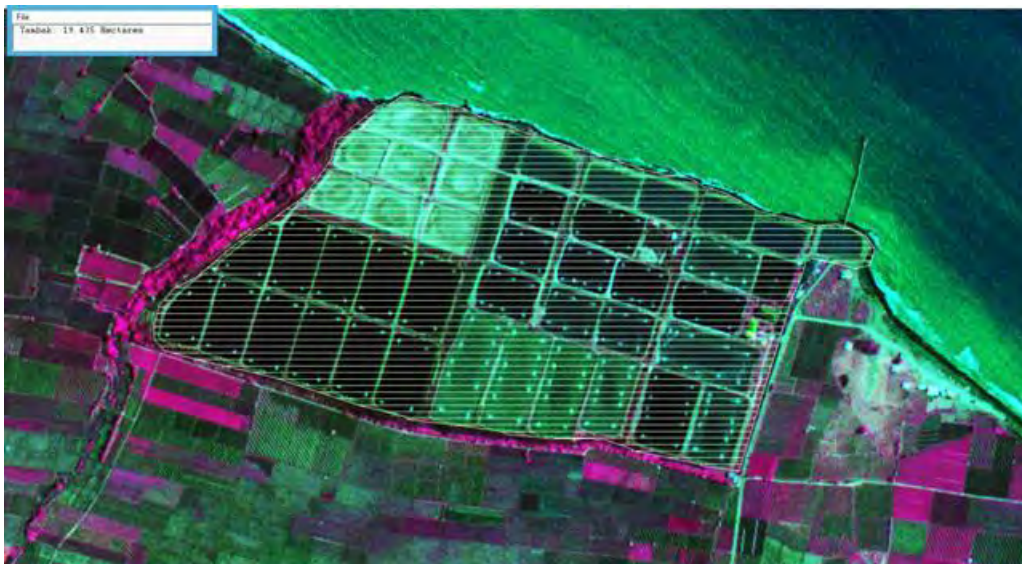
Potensi Pemanfaatan Data LSA

Untuk mengkaji kesehatan tanam, produktivitas sawah, dari data multispektral LSA band merah dan band NIR ditransformasikan menjadi indeks kehijauan tanaman dengan NDVI (*normalized difference vegetation indek*). Pada Gambar 4-4 ditunjukkan contoh citra data LSA hasil transformasi NDVI, dimana menggunakan palete warna ditunjukkan sawah dengan indek vegetasi rendah berwarna hijau tua, sedang yang indek vegetasinya tinggi ditunjukkan dengan warna putih. Sedang untuk membedakan sawah dengan objek lahan yang lain, dengan membuat tampilan komposit warna dari band merah, hijau dan NDVI, dapat dengan mudah diidentifikasi. Dengan demikian sebagaimana potensi citra satelit untuk analisis pola pertumbuhan tanaman dan produktivitas padi yang juga menggunakan data NDVI (Dede et.al, 2005), maka NDVI data LSA diharapkan juga akan berpotensi untuk analisis pola dan produksi tanaman dengan skala lebih rinci.

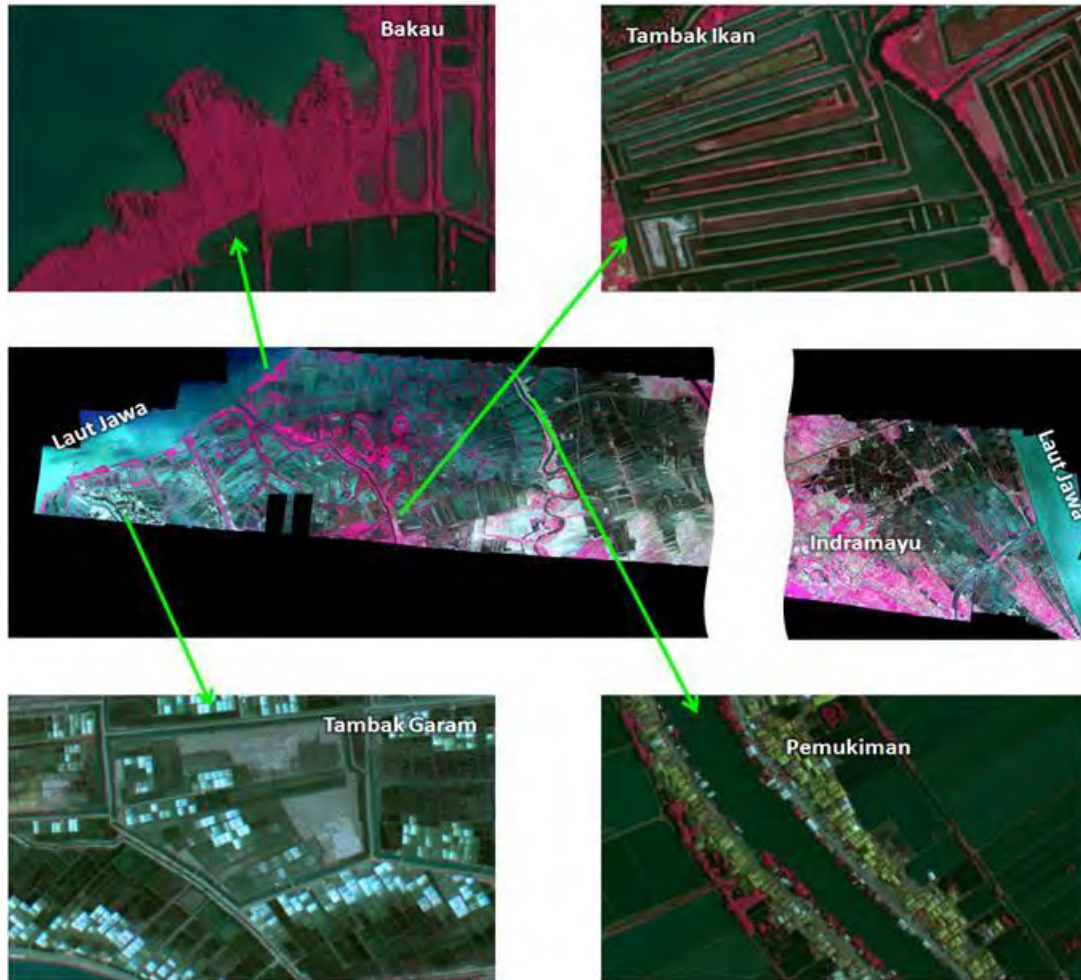
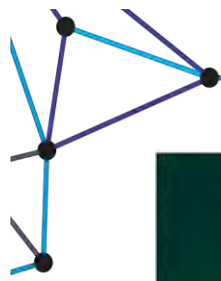


Gambar 9. Contoh untuk aplikasi pemantauan kondisi sawah, hasil transformasi NDVI dari data LSA (kiri) dan tampilan komposit warna R=band hijau, G=NDVI, B=band merah(kanan)

Potensi data LSA TetraCam-ADC, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4-5 (a) dengan resolusi spasial 68 cm dapat dipergunakan untuk pengukuran luas objek penggunaan lahan wilayah pesisir seperti tambak dengan membuat polygon, sehingga diharapkan akan dapat dipergunakan untuk menghitung potensi objek pajak lahan dan bangunan. Selain itu Data LSA ini juga dapat dipergunakan untuk memantau kondisi lingkungan wilayah pesisir seperti contoh pada Gambar 4-5 (b), dimana terlihat dengan jelas Citra LSA dapat mengidentifikasi jenis tambak, bakau, pemukiman serta kondisi lingkungan disekitarnya.



Pengukuran luas tambak di Patrol Indramayu



Pemantauan lingkungan wilayah pesisir Indramayu

Gambar 10. Potensi pemanfaatan untuk inventarisasi dan pemantauan wilayah pesisir

Dengan resolusi spasial 68cm dan multispektral dengan band NIR, data LSA dimungkinkan untuk dipergunakan pemantauan lahan terbuka hijau daerah perkotaan. Pada Gambar 4-6 ditunjukkan dengan menggunakan tehnik penajaman citra RGB ke HIS, daerah bervegetasi di Kota Indramayu ditunjukkan dengan warna hijau, sehingga mudah diidentifikasi serta dapat dihitung luasan dengan metode klasifikasi berbasis objek sebagaimana yang sudah dilakukan oleh Nurwita dan Dony (2014) menggunakan data resolusi spasial sangat tinggi.



Gambar 11. Contoh pemanfaatan perkotaan dalam pemantauan lahan terbuka hijau.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa Pesawat LSA dengan sensor kamera TetraCam-ADC berpotensi untuk mendukung penyediaan informasi spasial lahan skala rinci dengan cakupan yang relative luas.

Hasil uji coba di Pantura Jawa Barat, Pesawat LSA untuk satu kali terbang dapat menghasilkan citra mozaik berukuran 276,48 Km² dengan resolusi spasial 68cm per piksel dan kualitas geometriknya yang cukup baik. Selain itu juga pada daerah kajian di Pantura Jawa Barat, diketahui bahwa citra hasil akuisisi Pesawat LSA memiliki potensi untuk dipergunakan produksi informasi lahan skala rinci.

Disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut terutama terkait kemungkinan adanya perbedaan kualitas radiometrik mengingat waktu akuisisi dengan pesawat LSA untuk daerah yang cukup luas adalah cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar A., Ari S.B., Dony K., 2014, Akurasi Data Foto Udara LSU-1 Untuk Misi Penginderaan Jauh Dalam Perhitungan Luasan Objek Bangunan, Prosiding Siptekgan 2014, Bogor.
- Ahmad M., Nugroho W., 2012, Kajian Pengembangan Kamera untuk Pesawat Terbang, Laporan Kegiatan, Bidang Teknologi Akuisisi dan Stasiun Bumi, Pustekdata, LAPAN (tidak dipublikasikan).
- Ahmad M., Nugroho W., 2014, Pengaturan Parameter Sistem Akuisisi Pada Operasi Akuisisi Data Kamera Udara Tetracam-ADC / LSA-Lapan, FGD Pemanfaatan LSA, Pustekbang LAPAN 26 Agustus 2014, Bogor (tidak dipublikasikan).
- Agus B.U., 2014, Pengenalan Pesawat LSA (LAPAN Surveillance Aircraft), Presentasi dalam Pertemuan Teknis Pustekbang-Pustekdata-Pusfatja LAPAN pada Maret 2014, Jakarta.
- Dede D. D. , Noor L. A. , Nugraheni, 2005, Model Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data Modis Untuk Pendugaan Umur Padi Sawah, Prosiding PIT MAPIN, 14-15 September 2005, Surabaya.
- Dony K. 2014. Teknologi Akuisisi Data Pesawat Tanpa Awak Dan Pemanfaatannya Untuk Mendukung Produksi Informasi Penginderaan Jauh, Inderaja, Vol. V, No. 7, Pp.24-31.
- Gatra, 2013, Pesawat Tanpa Awak LAPAN Meraih Rekor MURI , Gatra News, <http://www.gatra.com/il-tek/sain/> (diunduh Juli 2014).
- Ristek, 2013, Pesawat Pengamat Persembahan Lapan, <http://www.ristek.go.id> (diunduh Juli 2014).

Khomarudin, M. R. 2014. Evaluasi Kejadian Banjir Kampung Pulo Dki Jakarta dan Analisis Pengurangan Resikonya Berbasis Data Unmanned Air Vehicle (UAV) Dan Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi, Prosiding Sinas Inderaja 2014, Bogor.

LAPAN, 2012, Presentasi pada pertemuan kemungkinan penggunaan UAV untuk estimasi produksi padi di BBSDLP tanggal 1 Februari 2012. (tidak dipublikasi).

Nurwita M.S., Dony K., 2014, Klasifikasi Penutup Lahan Berbasis Obyek Pada Data Foto UAV Untuk Mendukung Penyediaan Informasi Penginderaan Jauh Skala Rinci, Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital, vol.11 no.2, pp.114-127.

Sat. Imaging Corp., 2014. WorldView-3 Satellite Sensor. <http://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/worldview-3/> (diunduh, Agustus 2014).

Setyasaputra, N., S.Fajar, F.Riyadhi, B.Suharmin, D. R.Ikhsan, D.Burhanuddin. 2014. Platform Unmanned Aerial Vehicle Untuk Aerial Photography Aeromodelling And Payload Telemetry Research Group (APTRG), Prosiding Sinas Inderaja 2014, Bogor.

Shofiyati, R. 2011. Teknologi Pesawat Tanpa Awak Untuk Pemetaan Dan Pemantauan Tanaman Dan Lahan Pertanian. Informatika Pertanian, Vol. 20 No.2, pp.58 – 64.

TetraCam Inc., 2011. Agricultural Digital Camera User Guide, Chatsworth, CA 91311 USA, <http://www.tetracam.com/> (diunduh, Januari 2014).

Wikipedia, 2014. Bayer Filter, <http://en.wikipedia.org/> (diunduh, Agustus 2014).