

OPTIMALISASI TEKNOLOGI AERIAL VIDEOGRAPHY SEBAGAI ALTERNATIF PRODUK DATA PENGINDERAAN JAUH

Fredi Satya Candra Rosaji
fredi8satya7@gmail.com

Barandi Sapta Widartono
barandi@geo.ugm.ac.id

Nur Muhammad Farda
farda@geo.ugm.ac.id

Abstract

As a developing country, Indonesia requires spatial data for resources management and regional planning. However, remote sensing data in Indonesia still have some limitations. The main purpose of this experimental research is to establish an aerial mapping system using aerial videography. The system is expected to be an alternative remote sensing data product to tackle the limitations.

In this research aerial videography performed using High Definition video camera as the main sensor and paramotor as a platform. Video correction and enhancement has been done to enhance video quality, from geometric and also radiometric aspect. Some video processing generates single image, stereoimages, mosaic2D, Near-orthomosaic and Stereomosaic3D.

Ground pixel size of this imagery is about $\pm 0,16m$ with sub-meter geometric accuracy, both horizontally and vertically. The results of this research show that the aerial videography image potentially can be used as a spatial data to arrange detailed spatial planning.

Keywords: remote sensing data, aerial videography, detailed spatial planning

Abstrak

Sebagai negara berkembang, Indonesia membutuhkan pemenuhan data spasial untuk kegiatan manajemen sumber daya wilayah dan perencanaan regional. Namun data penginderaan jauh yang ada sekarang masih mempunyai beberapa kekurangan dan batasan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan tujuan membangun suatu sistem dan prosedur pemetaan udara menggunakan teknologi aerial videography yang hasilnya diharapkan mampu menjadi alternatif produk data penginderaan jauh untuk menjawab keterbatasan yang ada.

Teknologi aerial videography yang dibangun dalam penelitian ini menggunakan kamera video Hi-Def sebagai sensor utama dan paramotor sebagai

wahana. Koreksi dan *enchancement video*, dilakukan untuk meningkatkan kualitas video baik secara geometrik maupun radiometrik. Pemrosesan video dalam penelitian ini menghasilkan citra *single image*, *stereoimages*, *mosaic2D*, *Near-orthomosaic* and *Stereomosaic3D*.

Citra yang dihasilkan mempunyai *ground pixel size* $\pm 0,16m$ dengan akurasi geometrik dalam sub meter baik horizontal maupun vertikal. Berdasarkan akurasi tersebut citra *aerial videography* dapat digunakan sebagai data spasial dalam penyusunan materi rencana detail tata ruang.

Kata kunci: data penginderaan jauh, aerial videography, materi rencana detail tata ruang

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan data spasial dewasa ini sudah sangat tinggi, terlebih pada negara berkembang termasuk Indonesia. Data spasial memegang posisi tawar yang sangat tinggi dalam pembangunan di berbagai daerah. Penggunaan data penginderaan jauh sebagai sumber data utama pembuatan peta sudah begitu pesat dalam perkembangannya, hal ini dikarenakan penginderaan jauh mampu menghilangkan keterbatasan teknik pemetaan survei *terrestrial* sebagai sumber data pembuatan peta. Oleh karena itu berbagai upaya peningkatan alternatif dan kualitas produk penginderaan jauh perlu dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan data spasial yang relatif mendesak.

Penelitian ini diarahkan untuk bisa membangun sistem dan prosedur, mengembangkan dan mengoptimalkan sistem pemetaan dengan teknologi *Aerial Videography*. Rokhmana (2006) menyebutkan beberapa karakteristik dari sistem pemetaan yang perlu dikembangkan yaitu *low cost* (biaya yang murah), *easy in operation* (pengoperasian yang mudah), *fast in*

production (produksi cepat), and *appropriate quality* (kualitas yang sesuai), dan menurutnya *Aerial Videography* merupakan salah satu teknologi yang bisa menjawab kebutuhan tersebut.

Aerial Videography, atau dapat disebut dengan *Airborne Video System*, menurut ITC-UNEP (2005) adalah penggunaan dari *video recorder* yang dibawa atau dipasangkan pada pesawat terbang atau helikopter. *Aerial Videography* pada dasarnya merupakan videografi di udara. Definisi menurut Rokhmana (2006) tidak jauh berbeda dimana *Aerial Videography* adalah sebuah sistem menggunakan *camcorder* dipasangkan pada pesawat jenis *Light* untuk merekam data video permukaan bumi, dan menggunakan *handheld GPS receiver* sebagai navigasi udara.

Berikut ini merupakan keuntungan dari *Aerial Videography* menurut ITC-UNEP (2005):

1. Mampu digunakan dalam keadaan yang tiba-tiba seperti adanya bencana, tidak terbatas pada resolusi temporal. Mampu secara cepat merekam untuk keperluan

monitoring tanaman yang umurnya pendek.

2. *Live video images*, dimana operator bisa mengamati langsung saat perekaman lewat monitor, sehingga bisa melihat jika ada kesalahan perekaman.
3. Mampu diolah atau diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis.
4. Biaya yang lebih murah dimana harga peralatan *video camcorder* relatif lebih murah daripada sebuah camera.
5. *Higher sensitivity*: video camera lebih sensitif daripada camera *photography* sehingga akuisisi data memungkinkan dilakukan pada keadaan cuaca dibawah keadaan ideal sekalipun.
6. Bentuk camcorder lebih mudah dipasangkan pada pesawat sehingga tidak membutuhkan modifikasi khusus.

METODE PENELITIAN

Penulis membagi proses dalam membangun sistem *Aerial Videography* ini berdasarkan tiga tahapan, yaitu pra-akuisisi data (*pre-flight*), akuisisi data (*in-flight*), pasca akuisisi data yang berupa pemrosesan data.

Pra-akuisisi data terdiri dari persiapan peralatan yang dibutuhkan untuk membangun sensor, platform/wahana, pembuatan *Camera mounting*, perencanaan perekaman udara (*flight plan*). Beberapa alat yang digunakan antara lain: Camcorder sebagai sensor utama, *HandHeld GPS*

receiver sebagai alat navigasi, dan altimeter untuk mengetahui ketinggian terbang. Koreksi Lensa camcorder dan kalibrasi GPS dilakukan sebelum alat-



alat tersebut digunakan.

Gambar 1. Instalasi sensor pada wahana

Platform atau wahana untuk membawa sensor dalam penelitian ini berupa paramotor. Untuk instalasi sensor camcorder dan peralatan lainnya pada wahana tersebut diperlukan sebuah dudukan atau disebut *mounting*. *Camera mounting* yang akan digunakan adalah *fix mounting* yang berarti posisi mounting tidak dapat diubah-ubah saat perekaman.

Flight Plan atau perencanaan perekaman udara dibuat berdasarkan beberapa faktor antara lain: Peta wilayah yang akan direkam (obyek), format CCD/CMOS, *video type recording*, resolusi spasial dan skala, *focal length*, rencana waktu, lebar dan luas cakupan, ketinggian terbang, kecepatan terbang, *shutter speed/kecepatan bukaan*, AIM (Apparent Image Motion), jumlah, panjang dan arah jalur terbang, *safety*

Tabel 1. Parameter *flight plan*

No.	Parameter	Nilai/Keterangan
	Daerah Penelitian dan Rencana Output citra	
1	Daerah Penelitian	Sebagian wilayah permukiman Pantai Parangtritis dan Parangkusumo
2	Resolusi spasial/ground Pixel Size	0,3 m
	Karakteristik Sensor dan pengaturannya	
3	Jenis Camcorder	Video Camera RD32 (<i>FPV camera sport</i>)
4	Jenis detektor dan jumlah	CMOS 1 buah
5	Ukuran format (WxH)	1/2,5 inch (5,76mm x 4.32mm)
6	<i>Output video recording type</i>	<i>h286 (.AviClip)</i>
7	<i>Frame Rate</i>	NTSC 30 frame/sekon
8	<i>Pixel Aspect Ratio</i>	1 : 1
9	Ukuran <i>Frame Asli</i>	1280 * 720
10	Media Penyimpanan	SD Card
11	Panjang Fokus	∞ (tak hingga)
12	Panjang fokal (<i>focal length</i>)	3 mm
13	skala pada CCD	1 : 50.000
14	<i>CCD Ground Width</i>	384 m
15	<i>CCD Ground Height</i>	216 m
16	Luas Cakupan per <i>frame</i>	8,29 Ha
	Platform dan Pengaturannya	
17	Wahana	Paramotor
18	Kecepatan	35 km/jam atau 8.2 m/s (kondisi ideal)
19	Ketinggian terbang	150 m diatas tanah (ketinggian referensi)
	Parameter lainnya yang mengikuti	
20	Waktu Perekaman	08.30 WIB - 10.00 WIB
21	Apparent Image Motion (AIM)	3.28 μ m
	Jalur Terbang	
22	Jumlah jalur terbang	1
23	Panjang tiap jalur terbang	800 m

factor (sidelap, pitch and roll tolerance) dan faktor cuaca. Semua faktor tersebut akan saling melengkapi dan dipergunakan untuk menggambarkan jalur terbang dan menentukan waktu perekaman atau tahap akuisisi data (*in-flight*).

Tahap yang kedua adalah akuisisi data (*in-flight*) atau perekaman udara dengan sensor dan peralatan lainnya yang sudah diinstalasikan pada wahana. Hal yang paling penting dari pilot adalah menjaga ketinggian dan kecepatan untuk mendekati konstan selama mengikuti jalur terbang. Waktu perekaman dilakukan di pagi hari saat

kecepatan angin rendah dan cahaya matahari sudah mencukupi disamping cuaca dianggap ideal.

Tahapan terakhir adalah pemrosesan data video hasil perekaman menjadi citra *single images*, *stereo images*, *mosaic 2D*, *near-orthoimages*, serta *stereo mosaic 3D*. Data video hasil perekaman akan dilakukan proses koreksi dan beberapa proses *enhancement*. Proses pemisahan *video frames* menjadi *images sequence* merupakan tahapan merubah data video menjadi *images*. Dengan pemilihan kualitas gambar terbaik maka telah didapatkan citra *single images*, serta seleksi dengan persentase tampalan sekitar 50% - 70% didapatkan juga *stereo images*. Mosaik dari *stereo images* akan menghasilkan citra mosaik 2D yang kemudian diregistrasi dengan nilai *ground control point* yang didapatkan dari citra/peta acuan.

Near-orthomosaic diproses dengan mengambil *nadir view* pada *frame* dimana setiap *frame* akan di *crop* sekitar nadir yang nantinya hasil *crop* setiap pandang nadir tersebut dimosaik. Sehingga pada dasarnya *ortho* ini terbentuk dari kumpulan *images* pada *nadir view*, yang dianggap akan mempunyai distorsi terkecil dengan minimum *relief displacement*. *Georegistration* dilakukan dengan langkah yang sama seperti sebelumnya. *Stereo mosaic 3D* didapatkan dengan cara yang hampir sama saat membuat *orthoimages*. Hanya pada *stereomosaic 3D* ini yang diambil dan dimosaik adalah sudut pandang (*Slit window*) tiap *forward* dan *backward*. Pemrosesan selanjutnya adalah

membuat *3D anaglyph* citra stereo mosaik tersebut agar bisa dilihat secara 3D.

Citra-citra yang dihasilkan dari *Aerial Videography* ini selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan akurasi geometrik beberapa bangunan di daerah penelitian. Tingkat akurasi dari analisis citra aerial videography ini juga diukur berdasarkan perbandingan antara penghitungan di laboratorium dengan hasil pengukuran ketinggian bangunan di lapangan. Kemudian akan diujicobakan penggunaan citra *aerial videography* untuk aplikasi materi RDTR seperti Koefisien Dasar Bangunan dan Koefisien Lantai Bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Video yang dihasilkan mengindikasikan adanya perubahan orientasi kamera yang terjadi saat perekaman. Perubahan orientasi kamera ini disebabkan oleh karakteristik dasar wahana paramotor dan sumberdaya pilot. Kestabilan terbang paramotor sangat bergantung pada kondisi angin karena daya angkat dan manuver terjadi akibat respon parasut terhadap angin. Orientasi kamera tidak selalu mengarah pada posisi tegak lurus (*nadirview*) terhadap bidang perekaman. Dari 6 jenis *outer orientation* pada penelitian ini, setidaknya terjadi 4 kesalahan orientasi, yaitu *Z translation* dan 3 *tilt* (*phi*, *omega*, *kappa*).

Gambar 2. Tilt yang terjadi pada phi dan omega ini menyebabkan frame sedikit low oblique, ditandakan dengan perbedaan



lebar sisi frame yang lebih besar (merah) dibandingkan sisi frame lainnya (biru)

Video yang dihasilkan juga mengalami distorsi non-sistematik, yaitu *Jello effect*. Efek *jello* ini membuat geometri obyek berubah-ubah dari frame satu ke frame selanjutnya. Efek *Jello* ini biasanya disebabkan oleh penggunaan sensor CMOS pada video dan adanya getaran yang besar dan lebih cepat daripada proses penyiaman pada kamera video.



Gambar 3. *Jello* efek yang membuat geometri bangunan berubah-ubah.

Berdasarkan hasil akuisisi video pada sistem yang dibangun ini, didapatkan ground pixel size sebesar $\pm 0,16$ m atau 16cm tiap pikselnya.



Gambar 4. Obyek manusia dan bayangannya masih dapat terdeteksi pada citra aerial videography ini.

Citra mosaik dilakukan dengan rektifikasi terlebih dahulu *frame/citra* yang akan dimosaik oleh karena terjadi distorsi *non-systematic* akibat efek *Jello*. Rektifikasi menggunakan metode transformasi *Spline (rubbersheet)* kemudian diinterpolasi menjadi citra/frame baru yang telah terkoreksi geometrik. Citra-citra tersebut kemudian dimosaik menggunakan perangkat lunak *orthovista* dengan mempertimbangkan proses *feathering*.



Gambar 5. Citra hasil proses rektifikasi

Citra *near-orthomosaic* dan *Stereomosaic3D* diproses dengan mengambil *slit window* pada tiap frame. Tiap *slit window* yang berurutan tersebut kemudian di mosaik. Citra *near-ortho* menghasilkan citra mosaik dengan minimum *relief displacement*, mirip seperti citra satelit resolusi tinggi (Gb. 7). Hal tersebut merupakan salah satu keunggulan *aerial videography* apabila dibandingkan dengan foto udara.

Gambar 6. Citra mosaik amless.





Gambar 7. Mosaik 2D (atas) dan Near-orthomosaic (bawah) dengan *relief displacement* yang lebih minimum.

Akurasi geometrik horizontal citra *aerial videography* dihasilkan dari perbandingan dengan citra resolusi tinggi lainnya, dengan asumsi bahwa citra tersebut dianggap sudah benar secara geometrik. Sedangkan akurasi vertikal dicari dengan perhitungan ketinggian bangunan. Ekstraksi data ketinggian bangunan pada penelitian ini dilakukan pada satu pasang citra stereo sebagai sampel dalam menilai kemampuan citra *aerial videography* untuk tujuan ekstraksi ketinggian. Hasil dari uji akurasi horizontal maupun vertikal ini cukup baik dimana presisi pengukuran dari citra video mempunyai selisih rata-rata <1 m terhadap citra acuan ataupun pengukuran lapangan.

Peta RDTR digambarkan pada skala 1 : 5.000 dengan konsekuensi

ketelitian geometris harus dibawah 1,5m. Berdasarkan akurasi tersebut citra *Aerial videography* dengan sistem yang dibangun pada penelitian ini layak untuk dijadikan alternatif sumber data spasial untuk materi RDTR. Penelitian ini juga berhasil membuktikan bahwa citra aerial videography bisa dimanfaatkan untuk ekstraksi materi RDTR seperti Koefisien Dasar Bangunan dan Koefisien Lantai Bangunan pada wilayah perekaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembangunan sistem dan prosedur *Teknologi Aerial Videography* untuk menghasilkan data video udara terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :
 - a. Tahap Pra akuisisi data (*pre-flight*)
Tahap akuisisi data terdiri dari pemilihan dan persiapan wahana maupun sensor, desain mounting, instalasi sensor terhadap wahana, dan pembuatan perencanaan jalur terbang.
 - b. Tahap akuisisi data (*in-flight*)
Tahap akuisisi data terdiri dari perekaman udara oleh pilot dengan mengikuti jalur terbang yang sudah direncanakan.
 - c. Tahap pasca perekaman (*post-flight*)
Tahap pasca perekaman ini dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas video

hasil perekaman yang terdiri dari koreksi video, antara lain koreksi interlaced, koreksi *pixel aspect ratio*, koreksi kelengkungan lensa, dan penajaman citra video sehingga video siap untuk diolah menjadi citra.

2. Citra *Aerial Videography* dihasilkan dari data video yang telah terkoreksi, pemecahan data video menjadi gambar (*images sequence*), dan proses rektifikasi untuk menghasilkan citra *single images*. Dua citra *single image* yang bertampalan merupakan citra stereo images untuk pembuatan stereo *anaglyph*. Proses mosaik dari citra yang telah ter-rektifikasi menghasilkan citra *mosaic2D*. Citra *Near-Orthomosaic* dibuat dengan mengambil *slit window ortho* untuk dimosaik. *Slit window forward* yang dimosaik pada *frame* terpilih menghasilkan mosaik *forward*. Citra *Near-Orthomosaic* dan Citra mosaik *forward* digunakan untuk menghasilkan citra *Stereomosaic 3d Anaglyph*.
3. Citra *aerial videography* pada penelitian ini mempunyai akurasi geometrik dalam sub-meter baik secara

horizontal maupun vertikal sehingga layak digunakan sebagai alternatif sumberdata spasial untuk penyusunan materi Rencana Detil Tata Ruang.

DAFTAR PUSTAKA

Rokhmana, C. A. 2006. *Some Aspects on Developing a Truly Low-Cost Mapping System Using Handheld GPS and Camcorder*. Shaping the Change XXIII FIG Congress, Munich, Germany.

UNEP-ITC. 2005. *Videography. RS/GIS for Monitoring and Assessment of Iraqi Marshland*, 6-10 Feb 2005.

Warner, W.S., Graham, R.W. and Read, R.E. 1996. *Small Format Aerial Photography*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland.

Zhu, Z., A. Hanson, H. Schultz, F. Stolle, and E. Riseman, 1999, *Stereo Mosaics From A Moving Video Camera For Environmental Monitoring*. <ftp://visftp.cs.umass.edu/Papers/zhu/dcv99.pdf>, diakses tanggal 15 Januari 2010.

Citra *Aerial Videography*: single Image



