Jurnal Manajemen Hutan Tropika Vol. VII No. 1 : 55-64 (2001) Artikel (Article)

KAJIAN TEKNIS PEMANFAATAN POTRET UDARA NON-METRIK FORMAT KECIL PADA BIDANG KEHUTANAN

Technical study on the use of small format non-metric aerial photograph for forestry field

I NENGAH SURATI JAYA[1] dan AGUNG BUDI CAHYONO[2]

ABSRACT

This paper describes the feasibility of small format non-metric aerial photographs (SFNAP) for forestry purposes. The analysis covers evaluation of the stereoscopic vision quality and the use of SFNAP for estimating stand variables such as tree height, crown diameter, crown density and number of trees. The study found that the SFNAPs were feasible to be applied for forestry purposes. Although the marginal information such as fiducial mark and nivo that usually used for determining the principal point and tilt are not available in the SFNAP, the study found that the stereoscopic vision could be made quite easy, and the stand variables could be well measured. Also, even though the SFNAPs were printed using enlargement process (not contact printing), the produced photographs were quite sharp and have good contrast.

PENDAHULUAN

Dengan alasan yang amat klasik, pembuatan potret udara metrik konvensional (PUMK) di Indonesia pada umumnya mengalami banyak hambatan teknis. Ketidaktersediaan biaya yang cukup serta kondisi iklim tropis yang umumnya berawan di musim basah dan berasap di musim kering adalah penyebab kunci yang menyulitkan dilakukannya pemotretan secara kontinyu dalam interval waktu sekitar lima tahun. Tidak dapat dipungkiri bahwa PUMK yang direkam dengan kamera metrik yang telah dikalibrasi dengan karakteristik tertentu dapat memberikan informasi yang cukup handal dan akurat. Akan tetapi biaya yang dikeluarkan per satuan luas relatif mahal, sehingga umumnya hanya cocok untuk merekam areal-areal dengan luasan yang sangat besar. Pembuatan PUMK untuk areal yang relatif kecil menjadi tidak ekonomis per satuan luasnya. Akhir-akhir ini, kebutuhan akan potret udara untuk pengelolaan hutan di Jawa semakin mendesak. Pengadaan potret udara secara cepat dan murah dengan tetap memperhatikan tingkat ketelitian minimum perlu dicarikan jalan keluarnya. Salah satu alternatifnya adalah melalui pembuatan potret udara format kecil (small format aerial photographs) dengan kamera non-metrik, selanjutnya disingkat PUFK. Perkembangan teknologi elektronik kamera non-metrik (non-metric camera) yang semakin maju telah membuka

---

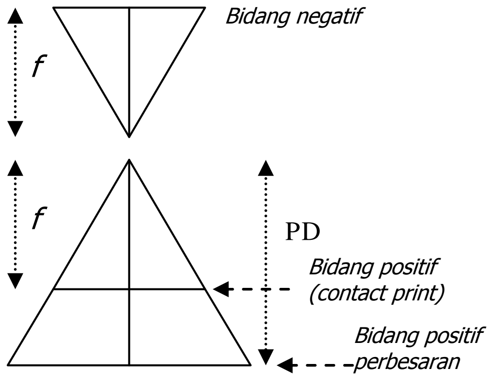
[1] Staf pengajar dan peneliti pada Lab. Inventarisasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Kampus IPB Darmaga Po. Box. 168 Bogor

[2] Mahasiswa paska sarjana Program Master for science in Information Technology for Natural Resources Management, IPB, BIOTROP Campus, Jl. Raya Tajur Km. 6 PO Box 116 Bogor-Indonesia

peluang dibuatnya potret udara format kecil sebagai substitusi potret udara konvensional yang dibuat dengan kamera metrik (metric camera). Pengembangan potret udara format kecil pernah dilakukan oleh Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum yang bekerja sama dengan International Institute for Aerial survey and Earth Science (1990). Di Indonesia, penggunaan potret udara format kecil untuk sektor kehutanan masih relatif baru. Dengan adanya kebutuhan akan informasi tentang kondisi hutan yang sangat mendesak sebagai akibat dari kondisi laju kerusakan hutan di Pulau Jawa yang sangat cepat, Perhutani yang bekerjasama dengan Fakultas Geodesi Universitas Gadjah Mada mengembangkan pembuatan potret udara format kecil. Pada studi ini, penulis mencoba melakukan kajian terhadap PUFK yang dihasilkan dari kerjasama tersebut untuk penerapannya pada bidang kehutanan. Sangatlah disadari bahwa potret udara merupakan sumber informasi yang mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan data lapangan hasil inventarisasi secara terestris, yaitu: (a) penggunaannya dapat dilakukan berulang dalam rangka mengamati perubahan penutupan wilayah, (b) efisiensi tenaga kerja, waktu dan biaya, serta (c) dapat menghasilkan ketelitian yang lebih tinggi. Untuk keperluan yang sangat mendesak dengan luasan yang relatif kecil, penggunaan potret udara format kecil ini tampaknya cukup prospektif. Adapun tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan teknis PUFK untuk mengestimasi peubah-peubah tegakan. Kajian lain juga mencakup evaluasi terhadap kualitas pandangan streoskopis yang dihasilkan oleh PUFK.

SPESIFIKASI POTRET UDARA NON METRIK FORMAT KECIL

Potret udara yang dikaji pada studi ini bukanlah suatu potret yang direkam menggunakan kamera metrik yang telah dikalibrasi (kamera udara yang mempunyai presisi yang tinggi). Potret udara format kecil ini direkam menggunakan kamera non-metrik dengan panjang fokus 35 mm dan film berwarna normal yang mempunyai ukuran film dengan panjang frame 35 mm x 24 mm serta ketebalan sekitar 0,05 mm. Untuk mendapatkan ukuran yang mudah diinterpretasi pencetakan potret ini tidak dilakukan dengan cetak kontak (contact printing), melainkan dilakukan dengan perbesaran (enlargement). Pada kondisi ini panjang fokus (focal length/f) lebih pendek dibandingkan dengan jarak utama (principal distance/PD) (Lihat Gambar 1). Wahana (platform) pemotretan adalah pesawat terbang yang melakukan pemotretan dari ketinggian 1500 m di atas permukaan datum. Satu roll film mempunyai



Gambar 1. Skema panjang fokus dan jarak utama (PD) pada PUFK

kapasitas pemotretan sebanyak 36 kali pembukaan cahaya (exposure). Pada studi ini, PUFK dicetak pada kertas cetak dengan ukuran 14,9 cm x 10,4 cm. Berdasarkan pengukuran beberapa sampel titik, skala rata-rata potret udara format kecil yang digunakan adalah sekitar 1:8.000. Potret udara format kecil yang dikaji dalam studi ini dibuat PT. WAINDO SPECTERRA dalam rangka kerjasamanya dengan Fakultas Geodesi, Universitas Gadjah Mada dan Perhutani. Potret yang dikaji mencakup kawasan KPH Randublatung, Perhutani Unit I, Jawa Tengah, direkam pada tanggal 12 dan 15 Maret 2001. Sebagai pembanding, pada kajian ini juga digunakan potret udara metrik pankhromatik konvensional untuk wilayah yang sama, skala 1: 20.000, hasil rekaman tahun 1992.

KAJIAN TEKNIS

Pandangan stereoskopis

Untuk mendapatkan informasi baik kualitatif maupun kuantitatif dari potret udara, interpretasi visual secara stereoskopis merupakan suatu proses yang memegang peranan yang sangat penting. Interpretasi yang dilakukan secara stereoskopis akan memberikan hasil yang lebih detail karena adanya kesan keruangan. Sebagaimana diketahui, stereoskopis adalah fenomena alamiah yang mencakup prinsip-prinsip mekanis dan psikologis. Dengan pandangan stereoskopis, suatu benda akan dilihat dari sudut-sudut pandang yang berbeda (sudut-sudut paralaks). Pada potret udara, sudut paralaks dan beda sudut paralaks dinyatakan dengan paralaks absobut dan paralaks relatif (beda paralaks). Kesan keruangan terjadi karena adanya perbedaan sudut-sudut paralaks yang dikenal dengan beda paralaks. Secara teknis, untuk mendapatkan stereoskopis yang baik dan benar, potret udara harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut (Jaya, 1986; Paine, 1981):

- Skala potret yang berpasangan relatif sama;
- Adanya pertampalan (overlap) khususnya pertampalan ke belakang (end lap) dengan pasangan stereoskopisnya;
- Orientasi potret harus benar, dimana arah eye base, stereoscopic base dan photo base harus sejajar antara satu dengan lainnya. Dengan kata lain sumbu stereoskopis sejajar dengan jalur terbang pesawat pada waktu pemotretan.

Skala potret

Skala rata-rata potret udara format kecil ini dapat ditentukan dengan menggunakan referensi skala peta dasar di wilayah yang sama (wilayah potret yang direkam). Secara matematis besarnya faktor skala potret diperoleh dengan persamaan berikut:

$$fs_p = \frac{JRf \;\; fs_f}{JRp} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

dimana JRp = jarak pada peta referensi; JRf = jarak di potret; fs_f = faktor skala potret dan fs_p = faktor skala peta. Dari rumus tersebut diperoleh skala rata-rata PUFK yang digunakan

1 : 8.000 skala ini akan digunakan sebagai dasar perhitungan pada analisis selanjutnya. Penghitungan skala sebagaimana potret udara metrik (1: fs = f : H_{datum}) tidak bisa dilakukan karena PUFK dicetak dengan cara perbesaran, sehingga jarak utama (principal distance) tidak sama dengan panjang fokus (lihat Gambar 1). Dalam studi ini, jarak utama tidak dapat diketahui secara tepat mengingat informasi yang akurat tentang berapa kali perbesaran yang dilakukan pada waktu pencetakan tidak diketahui secara akurat.

Pertampalan (Overlap)

Berdasarkan ukuran panjang dan lebar rata-rata masing-masing potret, PUFK mempunyai pertampalan ke belakang (end lap) yang berukuran antara 56,7% dan 61,7% (rata-rata serta 59,2%); dan pertampalan ke samping (side lap) antara 20% - 40% (rata-rata 30%) (Lihat tabel 1). Dengan ukuran tersebut maka luas daerah efektif PUFK 44,68 cm^2 atau sekitar 28,6 ha untuk skala 1: 8.000. Besarnya end lap dari PUFK ini sudah memenuhi persyaratan karena lebih besar 50%, yang berarti semua areal yang direkam akan dapat interpretasi secara stereoskopis. Meskipun secara teoritis besarnya end lap minimum adalah 50%, tetapi besarnya end lap minimum pada umumnya 55%. Jika end lap lebih kecil dari 50% itu berarti ada wilayah-wilayah yang tidak dapat dilihat secara stereoskopis. Sebagaimana diketahui, tujuan dari pembuatan end lap adalah agar interpretasi dapat dilakukan secara stereoskopis (tiga dimensi). Pada PUFK ini, ketidaktersediaan adanya informasi tepi berupa fiducial mark dan nivo menyebabkan penentuan titik pusat potret (principal point), besarnya sudut dan arah kemiringan potret (tilt) tidak bisa dilakukan secara akurat. Pada studi ini titik pusat PUFK ini ditentukan berdasarkan pada perpotongan antar garis yang membagi sisi-sisi potret. Oleh karena ukuran "frame" potret tidak tampak, maka titik pusat PUFK ini tidak dapat ditentukan secara tepat, sehingga dalam tulisan ini selanjutnya disebut sebagai titik pusat estimasi (estimate principal point). Selanjutnya titik pusat estimasi ini dijadikan sebagai acuan untuk menentukan paralaks y, foto base dan perkiraan batas daerah efektif.

Tabel 1. Ukuran-ukuran informasi dasar PUFK

Item	Ukuran
Panjang foto	14,9 cm
Lebar foto	10,5
Foto base rata-rata	70.75
Skala potret rata-rata	1 : 8.000
End lap	56,7%-61,7%
Side lap	20%-40%

Paralaks y

Secara kualitatif, berdasarkan pengamatan terhadap beberapa pasang potret udara non-metrik format kecil ini, PUFK dapat memberikan pandangan stereoskopis yang nyaman (akomodasi mata untuk mendapatkan kesan pandangan 3 dimensi cepat didapat dan mata tidak cepat lelah). Pada prakteknya, ada beberapa faktor yang sangat menentukan tingkat kesukaran untuk mendapatkan pandangan stereoskopis yaitu (a) ketidaksamaan tinggi terbang, (b) tilt potret, (c) ketidaksejajaran jalur terbang, (d) ketidaksejajaran stereoskop, dan (e) perbedaan paralaks yang besar antar potret (Moffit, 1967). Perbedaan tinggi terbang akan dapat menyebabkan terjadinya perbedaan skala antar potret. Akan tetapi, oleh karena variasi skala juga disebabkan karena pengaruh perbedaan tinggi tempat maka perbedaan tinggi terbang tidak dievaluasi dalam kajian ini. Oleh karena perbedaan tinggi terbang akan dapat menyebabkan adanya paralaks y antar suatu titik dengan titik konjugasinya, maka pada kajian ini dilakukan pengukuran beda paralaks dari empat buah titik pada sepasang potret. Paralaks y (Δy) yang besar adalah salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kesukaran untuk mendapatkan pandangan stereoskopis. Pada empat sampel titik yang terletak menyebar di daerah efektif pada PUFK tidak ditemukan adanya paralaks y (Δy) yang menonjol, hanya berkisar antara 0 - 1 mm (Tabel 2). Ini berarti tinggi terbang pesawat pada waktu pemotretan relatif stabil. Kendatipun ada paralaks y, besarnya relatif kecil sehingga mata masih bisa melakukan akomodasi dan tidak terasa melelahkan. Adanya paralaks y yang besar akan menyebabkan kelelahan mata karena untuk mata normal, posisi salah satu mata dipaksakan untuk melihat obyek yang letaknya tidak sejajar. Pada kondisi dimana paralaks y besar, maka agar pandangan 3 dimensi menjadi lebih baik untuk suatu wilayah yang berbeda maka perlu memutar posisi stereoskop. Pada PUFK ini, tilt tidak bisa diukur karena informasi tentang nivo tidak tersedia. Adanya tilt ke suatu arah tertetu akan menyebabkan adanya paralaks y di setiap bagian potret yang overlap. Koreksi bisa dilakukan dengan memindahkan atau menggeser dan memutar stereoskop sedemikian rupa ketika pindah dari suatu obyek ke obyek lain. Jika jalur terbang yang dinyatakan oleh arah garis yang menghubungkan titik-titik utama estimasi (estimate principal point) tidak sejajar dengan jalur terbang, juga akan menyebabkan terjadinya paralaks y. Ketidaksejajaran stereoskop dengan dengan jalur terbang adalah masalah yang dapat diatasi secara teknis. Sebagai catatan, paralaks y tidak terjadi pada titik yang terletak pada tengah-tengah jalur terbang (garis yang menghubungkan titik-titik utama). Pada studi ini, sangat sulit mengetahui besarnya paralaks y secara pasti, mengingat sebagaimana dijelaskan di atas, paralaks y disebabkan oleh akumulasi beberapa faktor. Sebagaimana disebutkan terdahulu, PUPK tidak mempunyai informasi yang dapat digunakan untuk menentukan titik pusat potret dan titik nadir (menggunakan nivo). Kondisi ini menyebabkan sulitnya menentukan arah jalur terbang secara tepat dan pada akhirnya tidak dapat digunakan untuk menentukan besarnya paralaks y secara akurat. Namun demikian, evaluasi dilakukan secara kualitatif terhadap kualitas pandangan stereoskopis yang dihasikan. Hasil observasi menunjukkan bahwa PUFK ini layak diinterpretasi secara stereoskopis dengan nyaman (mata tidak dipaksakan berakomodasi sehingga menjadi cepat lelah sebagai akibat adanya paralaks y yang besar). Kelayakan ini juga ditunjukkan oleh berhasilnya pembuatan stereogram PUFK sebagaimana disajikan pada Gambar 2a.

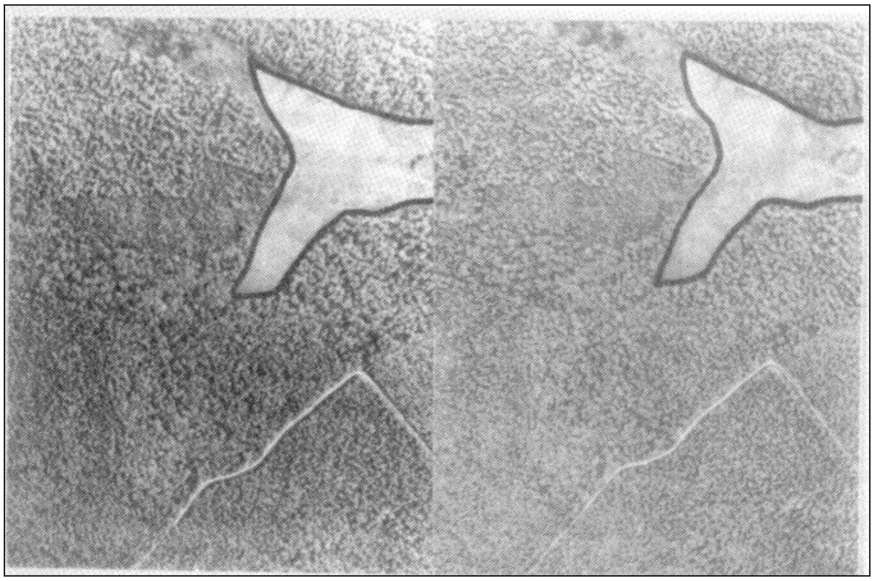
Tabel 2. Hasil pengukuran paralaks y

Titik	Paralaks y potret kiri (cm)	Paralaks y potret kanan (cm)	Beda paralaks y (cm)
A	3,05	2,95	0,10
B	4,15	4,10	0,05
C	2,65	2,65	0,00
D	1,70	1,70	0,00

(a) (b)

Gambar 2. (a) Stereogram hutan jati kerapatan tinggi, kerapatan sedang, lahan kosong bekas tebangan dan persawahan di wilayah KPH Randublatung, Perhutani Unit I, Jawa Tengah menggunakan potret udara format kecil (PUFK) skala 1:8.000 rekaman bulan Maret tahun 2001 dan (b) PUFK tunggal untuk areal yang sama yang menggambarkan kondisi hutan tua kerapatan rendah.

Untuk lokasi yang sama, dibuat stereogram menggunakan potret udara metrik panchromatik konvensional (PUMK) skala 1:20.000 disajikan pada Gambar 3. Interpretasi melalui pandangan stereoskopis menggunakan PUFK berwarna menampilkan kondisi miniatur yang lebih alami ("the real world") dibandingkan dengan PUMK. Skala PUFK yang lebih besar (1: 8.000) menyebabkan informasi obyek yang disajikan oleh PUFK menjadi lebih detail. Informasi penutupan vegetasi hutan muda dan semak/belukar juga lebih mudah diinterpretasi pada PUFK. Baik stereogram pada Gambar 2a maupun potret tunggal pada Gambar 2b menunjukkan bahwa PUFK dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan penutupan hutan baik yang disebabkan oleh perambahan hutan, pencurian, penebangan maupun konversi dari lahan hutan menjadi lahan pertanian maupun pemukiman.



Gambar 3. Stereogram kondisi hutan jati tahun 1992, wilayah KPH Randublatung, Perhutani Unit I, Jawa Tengah, menggunakan potret udara metrik panchromatic konvensional skala 1:20.000.

Kajian pengukuran peubah tegakan

Peubah tegakan yang dicoba diukur pada studi ini mencakup peubah-peubah yang umumnya digunakan untuk mengestimasi potensi tegakan yaitu tinggi pohon, diameter tajuk, persen penutupan tajuk dan jumlah pohon per satuan luas. Pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan metode paralaks, sedangkan pengukuran diameter tajuk diukur menggunakan crown diameter wedge. Penutupan tajuk diestimasi dengan metode tree cramming sementara jumlah pohon dihitung secara okuler (oculer estimation) dibawah stereoskop cermin. Hasil pengukuran peubah-peubah tegakan tersebut disajikan pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tinggi pohon

Sebagaimana yang disajikan pada Tabel 3, hasil pengukuran tinggi pohon pada beberapa titik di daerah efektif potret PUFK cukup dapat diterima karena berada dalam kisaran tinggi pohon hasil pengukuran terestris, yaitu berkisar antara 19 m dan 24 m. Pada PUFK ini, pengukuran tinggi pohon dengan metode paralaks dapat dilakukan dengan lebih cermat karena skala potret relatif besar (1: 8.000). Pengukuran pohon pada tempat-tempat yang ada gap-nya di dalam tegakan juga lebih mudah dilakukan. Keberhasilan pengukuran tinggi pohon dengan metode paralaks ini sekaligus membuktikan bahwa pandangan stereoskopis dari sepasang PUFK cukup baik. Tanpa stereoskopis yang baik, peletakan titik apung akan menjadi kurang akurat mengingat adanya pemaksaan akomodasi mata kiri dan mata kanan.

Tabel 3. Hasil pengukuran tinggi pohon dengan metode paralaks

No Plot	No pohon	Hasil pembacaan paralaks meter		Paralaks absout (mm)	Tinggi pohon (m)*)
		Pangkal pohon (mm)	Puncak pohon (mm)		
1	1	23,21	24,27	73	21,5
	2	23,21	24,22		20,2
	3	23,18	24,22		21,6
2	1	23,64	24,64	74	20,0
	2	23,66	24,68		20,4
	3	23,58	24,60		20,4
3	1	22,38	23,29	71	19,0
	2	22,49	23,65		24,1
	3	22,50	23,53		21,4

Catatan: *) tinggi terbang di atas permukaan datum = 1500 m.

Diameter tajuk

Pengukuran diameter tajuk pada individu-individu pohon contoh yang tampak pada PUFK menunjukkan bahwa ukuran diameter tajuk berkisar antara 7,6 m dan 8,3 m. Hasil pengukuran disini ini bukan mewakili keadaan diameter tajuk dari seluruh tegakan, tetapi semata-mata ingin menunjukkan bahwa PUFK memberikan hasil taksiran pengukuran yang masuk akal karena hasil yang diperoleh ada dalam kisaran ukuran sebenarnya di lapangan (Tabel 4). Pengukuran diameter tajuk dapat dilakukan secara lebih teliti pada PUFK ini karena skalanya relatif besar (1: 8.000).

Tabel 4. Hasil pengukuran diameter tajuk dengan crown diameter wedge

No pohon	D1 (x 0,001 inchi)	D2 (x 0,001 inchi)	Rata-rata (x 0,001 inchi)	Estimasi diameter tajuk (m)
1	40	42	41,0	8,3
2	37	40	38,5	7,8
3	38	37	37,5	7,6

Keterangan: D1 dan D2 berturut-turut adalah diameter tajuk yang diukur saling tegak lurus

Penutupan tajuk dan jumlah pohon

Keunggulan skala yang lebih besar dan warna alami yang dimiliki PUFK, memberikan informasi yang lebih detail tentang kondisi penutupan tajuk. Tajuk-tajuk pohon besar dan kecil, demikian pula tajuk-tajuk semak/belukar atau tegakan muda dapat diamati secara lebih teliti dibandingkan dengan menggunakan potret udara konvensional. Sebagai perbandingan, penutupan tajuk-tajuk pohon besar dan kecil dapat dilihat secara jelas pada PUFK (Gambar 2a dan 2b), sementara lebih sulit diperoleh pada potret udara pankhromatik hitam putih sebagaimana disajikan pada Gambar 3. Dengan metode tree cramming persen penutupan tajuk (crown cover) dapat diestimasi lebih akurat karena individu-individu pohon, luas tajuk dan luas gap dapat diestimasi dengan lebih teliti. Hasil uji coba menunjukan bahwa penutupan tajuk yang rendah (25%), yang sedang (50%) dan yang rapat (80%) (Tabel 5) dapat diestimasi dengan mudah. Pada PUFK 1:8.000, individu-individu pohon yang tampak dengan jelas sangat memudahkan perhitungan jumlah pohon sekaligus bersamaan dengan pengukuran penutupan tajuk.

Tabel 5. Hasil pengukuran penutupan tajuk (crown cover) dengan metode tree cramming dan jumlah pohon

No plot	Persen penutupan tajuk (%)	Jumlah pohon per plot (N/0,16 acre)	Jumlah pohon (N/ha)
1	80	7	108
2	25	3	46
3	50	4	62

Catatan: 1 ha = 2,4711 acre

REKOMENDASI DAN SARAN

Rekomendasi

Berdasarkan kajian teknis stereoskopis terhadap PUFK yang digunakan serta pengukuran beberapa peubah tegakan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas pandangan stereoskopis PUFK yang digunakan pada studi ini cukup baik dan tidak menyebabkan mata cepat lelah serta paralaks y yang relatif kecil. Kualitas pandangan stereoskopis ini juga dibuktikan dengan keberhasilan penggunaan PUFK untuk mengukur tinggi pohon dengan metode paralaks.
2. PUFK yang dikaji pada studi ini dapat digunakan untuk pengukuran peubah-peubah tegakan seperti tinggi pohon, diameter tajuk, persentase penutupan tajuk dan jumlah pohon. Hasil pengukuran terhadap beberapa pohon contoh dan beberapa plot pada potret udara menyimpulkan bahwa hasil yang diperoleh cukup konvergen dengan hasil-hasil inventarisasi yang telah dilakukan oleh pihak Perhutani.

Saran

Mengingat keterbatasan informasi tepi dari PUFK, maka beberapa hal perlu dipertimbangkan untuk dilakukan:

1. Perlu ada upaya untuk mencantumkan informasi setidak-tidaknya tentang :
   a. Fiducial mark guna penentuan titik utama/pusat potret
   b. Nivo untuk menentukan besarnya dan arah tilt. Tilt yang besar akan menyebabkan adanya paralaks y. Penentuan titik nadir tidak bisa dilakukan apabila titik pusat potret tidak dapat ditentukan secara pasti.
2. Pengujian yang dilakukan pada studi ini hanya bersifat spesifik terhadap PUFK yang digunakan pada areal yang dikaji. Kajian terhadap kualitas potret adalah hal yang mutlak dilakukan sebelum potret tersebut digunakan untuk skala operasional.
3. Untuk bidang kehutanan perlu dibuat kajian lebih lanjut tentang efisiensi relatif penggunaan penggunaan potret udara format kecil terhadap metode pengambilan contoh secara terestris.
4. Mengingat adanya kendala biaya dan kendala teknis penyimpanan potret, maka perlu juga dikaji lebih lanjut tentang luasan minimum dari suatu wilayah yang layak di potret menggunakan PUFK.
5. Studi empiris terhadap hasil-hasil pengukuran menggunakan PUFK, PUMK dan terestris untuk kondisi tegakan dan lokasi yang berbeda perlu dilakukan lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak G.H. Anto, Direktur PT. WAINDO SPECTERRA atas izinnya kepada penulis untuk menggunakan data potret udara format kecil yang digunakan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, 1990. Tehnik Foto Udara Murah. Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan bekerjasama dengan International Institute for Aerial Survey and Earth Science, the Netherlands.

Jaya, I N. S, 1986. Pengantar Penafsiran Potret Udara di Bidang Kehutanan. Diktat Kuliah. Fakultas Kehutanan IPB.

Moffit, F. H., 1967. Photogrammetry. Second edition. International Textook Company. Scranton, Pennsylvania.

Paine, D. P., 1981. Aerial Photography and Image Interpretation for Resource Management. John Wiley & Sons. New York.