

## PENDUGAAN VOLUME TEGAKAN BERDASARKAN JUMLAH DAN KERAPATAN TAJUK PADA FOTO UDARA

(The relationship of stand parameters in areal photos towards stumpage volume in the field in East Kalimantan)

Oleh/by

Ishak Sumantri, Haryono and Machfudh

### Summary

The relationship of stumpage volume by crown densities percentage and numbers of crown which measured on aerial photos are the object of this study. Research take place in tropical rain forest which have been harvested by Indonesia Selective Cutting (TPI) in East Kalimantan. Result of model analysis are :

1. The distribution of crown densities percentage and numbers of crown data are normal distribution.
2. The relationship of stumpage volume over crown densities percentage and numbers of crown data are :

$$V = -169.7132 + 3.8514N + 2.8532C + 0.0004C^2 + 0.014CN$$

where : V : stumpage volume ( $m^3$ )

N : Numbers of crown

C : Crown densities percentage.

Coefficient of determination of the relation (R) = 0.7828. This model is significant at 95 % level after tested by F - test.

3. The model and its analysis can be taken in east Kalimantan only.

### I. PENDAHULUAN

Berbagai cara telah banyak dilakukan orang untuk menduga potensi suatu tegakan. Dengan mengetahui gambaran potensi suatu pohon akan mudah merencanakan langkah-langkah pengelolaan hutan dengan tidak meninggalkan kaidah-kaidah kelestarian dan ekonomi perusahaan. Hingga dengan ini pendugaan potensi hutan banyak dilakukan dengan pelaksanaan survey di lapangan yakni dengan cara pengambilan contoh dari populasi tegakan yang bersangkutan ataupun dengan cara sensus.

Survey di lapangan pada umumnya membutuhkan waktu, biaya dan tenaga yang tidak sedikit dalam suatu populasi tegakan yang luas. Melihat kondisi tersebut maka sangat sulit untuk memperoleh masukan data yang relatif cepat dan cukup terandal.

Upaya manusia dengan bantuan kemajuan teknologi mencoba mencari metode metode ataupun cara-cara yang dapat memecahkan permasalahan tersebut. Salah satu cara antara lain dengan memanfaatkan kemajuan teknologi penginderaan jauh, baik dengan wahana satelit maupun melalui foto udara.

Perkembangan yang cepat dalam penginderaan jauh telah ditunjukkan dengan berhasilnya penem-

patan satelit ERTS oleh NASA pada orbitnya dalam tahun 1972. Satelit peneliti ini menghasilkan citra yang tercetak secara simultan pada 4 band yaitu band 4, 5, 6, dan 7 dengan sistem MSS (Multi Spectral Scanner). Citra gambar tersebut mengandung banyak informasi mengenai obyek obyek yang ada dalam bentang darat (landscape feature) khususnya obyek dengan radiasi dan pantulan cahaya tidak kasat mata yakni antara panjang gelombang 0,7 - 1,1 mikron. Citra gambar ini merupakan sumber informasi yang tepat dan mudah untuk dipelajari baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Tehnik penginderaan jauh dalam penerapannya sangat membantu perencanaan. Dengan liputan foto udara berukuran 23 x 23 cm, skala 1 : 20.000 mempunyai luas efektif 592 hektar yang berarti dengan luas yang tercakup oleh foto udara tersebut dapat ditafsirkan kondisi bentang darat dengan cepat. Demikian halnya dengan foto hasil landsat dengan skala 1 : 1.000.000 dengan format 18,5 x 18,5 cm pada kertas foto ukuran 24 x 24 cm akan memberikan liputan bentang darat yang lebih luas lagi. Apabila dibandingkan dengan kegunaan inventarisasi lapangan secara konvensional yakni dengan ground survey pada umumnya setiap hari hanya mampu melacak rata rata seluas  $\pm 5$  hektar per regu/5 orang (di luar Pulau Jawa).

Sebagaimana diketahui, kondisi hutan di luar Jawa sebagian besar telah dieksploitasi oleh perusahaan-perusahaan HPH, baik hutan tanah kering maupun hutan rawa. Akibat eksploitasi tersebut maka potensi kayu yang terkandung pun berkurang.

Gambaran potensi suatu tegakan hutan memegang peranan penting dalam perencanaan pembangunan kehutanan, khususnya dalam PELITA IV ini. Sebagaimana diketahui, hingga kini belum banyak diketahui kondisi potensi tegakan yang telah dieksploitasi. Mengingat pembangunan PELITA IV telah mendekati momentum lepas landas pembangunan nasional, maka sangat diperlukan data potensi tegakan secara cepat dan menyeluruh di semua kawasan hutan Indonesia.

Dalam hubungan dengan pendugaan potensi tegakan, Direktorat Bina Program Kehutanan (1975) menyatakan bahwa foto udara skala 1 : 20.000 mampu menyajikan data hutan yang cukup memadai antara lain tinggi pohon, lebar tajuk (diameter tajuk) dan jumlah tajuk serta kondisi kerapatan tegakan. SPURR (1948) menyatakan bahwa komponen pohon/tegakan yang dapat di kenali dan diukur melalui foto udara adalah jenis pohon, jumlah tajuk/pohon, diameter batang, luas bidang dasar, indeks kerapatan tajuk, bentuk batang, kualitas batang dan volume pohon/tegakan aktual hanya mungkin dapat diketahui secara tidak langsung pada foto udara dengan peubah yang diukur di lapangan.

Adapun pengukuran tinggi pohon dan diameter tajuk yang diukur melalui foto udara terhadap kondisi pemakaian di lapangan mempunyai tingkat hubungan yang erat (ASKA, 1977, SUMANTRI *et al*, 1983). Sedangkan DARMAWANGSA *et al* (1980) dalam menduga potensi tegakan jati melalui teknik penginderaan jauh dan terestris dengan intensitas sampling 0,02% menunjukkan bahwa metoda penggabungan antara pendugaan potensi tegakan dengan teknik penginderaan jauh yang dimodifikasi dengan dilapangan ternyata mampu memberikan ketelitian yang lebih baik.

Pemotretan terhadap suatu tegakan hutan di luar P. Jawa yakni terhadap hutan-hutan yang telah dieksploitasi dapat menggambarkan suatu kondisi hutan dengan bentuk-bentuk tajuknya secara jelas beserta tingkat kerapatannya, khususnya bagi pohon yang dominan. Adanya sifat-sifat kekhasan ini memungkinkan untuk dapat diketahuinya gambaran potensi tegakan yang bersangkutan dengan mencoba menggabungkan kondisi kerapatan dan jumlah tajuk sehingga memudahkan untuk memperoleh data dan metoda inventarisasi yang cepat dan terandal. Dengan dapat di sediakannya data potensi hutan-hutan yang telah dieksploitasi oleh HPH, maka akan dapat diketahui gambaran kondisi potensi hutan

yang tersebar saat ini dan akan sangat berguna bagi perencanaan dan pemolaan pembangunan kehutanan Indonesia.

Dari uraian tersebut, maka dalam penelitian ini dicoba untuk mengetahui bagaimana hubungan antara peubah-peubah dengan unsur-unsur pohon/tegakan yang ditaksir melalui foto udara terhadap taksiran volume tegakan di lapangan di hutan tropika. Dengan mengetahui bagaimana tingkat hubungan tersebut dan bagaimana bentuk hubungan yang cocok/lebih baik maka diharapkan dapat dipakai sebagai alat/metoda untuk memperoleh masukan data potensi tegakan hutan di Indonesia dengan cepat serta biaya yang relatif murah.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Bahan dan Alat

#### 1. Bahan

Bahan utama penelitian terdiri atas foto udara jenis pankromatik hitam putih skala 1 : 20.000 yang diambil pada tahun 1981. Ukuran foto 23 x 23 cm.

#### 2. Alat

##### a. Alat pengukuran pada foto udara

- Stereoskop cermin
- crown diameter templat
- transparan skala persentase kerapatan tajuk
- pensil halus

##### b. Alat pengukuran di lapangan

- pengukuran di lapangan
- pi band
- alat tulis

### B. Metode pendekatan

#### 1. Metode penentuan contoh

Untuk mengetahui bagaimana hubungan peubah-peubah pohon yang diukur melalui foto udara terhadap volume aktual di lapangan maka dilakukan pengambilan contoh melalui foto udara pada daerah efektif<sup>x</sup>) dan keadaan contoh-contoh tersebut dicari letaknya di lapangan.

Teknik pengambilan contoh dilakukan dengan metoda *Systematic sampling with random start* dengan intensitas pengambilan contoh sebesar 1%. Luas masing-masing contoh di foto udara adalah 0,25 cm sehingga luas satuan contoh di lapangan 1 hektar (skala foto 1 : 20.000). Satuan contoh berbentuk bujur sangkar.

<sup>x</sup>) Daerah efektif adalah daerah di foto udara yang teroverlap (terliput) secara baik dari 2 pasang foto dimana obyek-obyeknya mempunyai kesalahan stereoskopis kecil.

## 2. Metode pengukuran parameter

Kondisi tegakan hutan tropika pada umumnya mempunyai komposisi yang heterogen. Untuk mengetahui bagaimana hubungan peubah dimensi pohon tegakan dengan pengukuran melalui foto udara yang dapat berlaku secara umum yakni bagi kondisi hutan yang heterogen tersebut, terhadap volume aktual di lapangan maka peubah yang memungkinkan untuk kondisi hutan tropis yang bersangkutan adalah jumlah tajuk yang terlihat serta tingkat persentase penutupan tajuk dari tegakan yang bersangkutan. Pengukuran peubah peubah tersebut dilakukan dengan pasangan foto udara dalam keadaan stereoskopis. Adapun penaksiran volume di dasarakan pada pengukuran diameter batang setinggi dada serta tinggi pohon sampai bebas cabang pertama dengan rumus :

$$V = 0,8 \times 0,25 \pi D^2 T \times 0,7$$

dimana

- V = Volume pohon
- D = Diameter batang setinggi dada
- T = Tinggi pohon hingga bebas cabang pertama
- 0,7 = Faktor eksploitasi
- 0,8 = Faktor pengaman
- $\pi$  = Konstanta (tetapan)

Guna mengetahui volume batang sampai puncak pohon maka di lakukan penghitungan dengan rumus :

$$V_{\text{total}} = V_{\text{bebas cabang}} + (0,15^b) \times V_{\text{bebas cabang}}$$

Pohon pohon yang diukur terdiri dari pohon pohon dengan diameter lebih besar atau sama dengan 25 cm dengan asumsi bahwa pohon tersebut mempunyai strata tajuk yang paling atas (termasuk strata tajuk dominan).

### C. Metode Analisis Data

Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara volume tegakan terhadap peubah peubah dimensi pohon/tegakan yang diukur melalui foto udara dalam keadaan stereoskopis, maka diasumsikan bahwa :

$$V = f ( N, K )$$

dimana

- V = Volume tegakan per satuan luas contoh
- N = Jumlah tajuk yang terlihat pada foto udara dalam keadaan stereoskopis per satuan luas contoh

b) 0,15 adalah besarnya volume bagian batang di atas cabang pertama dari jenis pohon Dipterocarpus. Nilai tersebut di peroleh dari Anonymous (1982) sebagai hasil penelitian di daerah Kalimantan Timur).

K = Persentase penutupan tajuk yang ditaksir melalui foto udara dalam keadaan stereoskopis per satuan luas contoh

Analisa bentuk fungsi tersebut dilakukan dengan metoda least square yakni secara regresi linier sederhana hingga regresi multivariate. Sebelum menginjak ke analisa regresi, terlebih dahulu dilakukan uji kenormalan tiap tiap peubah dengan metoda pengujian dua arah (two tailed test). Kemudian keabsahan dan tingkat hubungan antar parameter dalam analisis regresi dapat diketahui dengan melaksanakan uji F. Berdasarkan hasil uji tersebut kemudian dilakukan perbandingan keeratan hubungan berdasarkan nilai-nilai tetapan determinasinya sehingga diperoleh bentuk fungsi yang paling baik.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data pengukuran parameter parameter yang meliputi volume tegakan, jumlah tajuk yang terlihat serta besarnya klas persentase penutupan tajuk disajikan pada Lampiran 1. Guna mempertegas penganalisaan, maka dilakukan pengujian sebaran data yang ada khususnya parameter parameter pembentuk fungsi volume.

Pengujian sebaran data jumlah tajuk yang terlihat serta besarnya klas persentase penutupan tajuk yang dilakukan dengan uji kenormalan berdasarkan sebaran fungsi Z yakni dengan metoda uji dua arah (two tailed test). Pengujian data jumlah tajuk yang terlihat (N) menunjukkan bahwa komposisi data yang ada mempunyai sebaran normal yakni dengan ditunjukkannya nilai peluang sebaran Z masing masing data yang berada dalam lingkup wilayah fungsi N (0,1) dengan nilai batas Z ( $-2,58 < Z_1 < 2,58$ ) pada level of significant 0,01. Keadaan ini diperlihatkan juga pada pengujian sebaran data klas persentase penutupan tajuk (C).

Berdasarkan uji dua arah terhadap data yang ada, terlihat bahwa data jumlah tajuk yang terlihat (N) serta klas persentase penutupan tajuk (C) memenuhi kondisi sebaran normal. Hal ini berarti bahwa dengan data tersebut dapat dilakukan analisa berbagai metoda yang berinduk terhadap sebaran normal, seperti pelbagai bentuk regresi, baik yang linier maupun non linier.

Dari perbandingan hasil analisis dengan pelbagai bentuk regresi (linier maupun non linier) yang layak baik pada selang kepercayaan 95 % maupun 99 % maka didapatkan suatu hubungan yang paling baik berdasarkan nilai tetapan determinasinya (R) dan logika hbbungannya yakni dalam bentuk persamaan:

$$V = -169,7132 + 3,8514N + 2,8532C + 0,0004C^2 + 0,0142CN$$

dengan nilai tetapan determinasi ( $R$ ) = 0,7828;  
 dimana  $V$  : Volume tegakan kayu per satuan luas  
 $N$  : Jumlah tajuk pohon yang terlihat melalui foto udara per satuan luas  
 $C$  : Klas persentase penutupan tajuk per satuan luas.

Pengujian tetapan korelasi dari hubungan tersebut menunjukkan bahwa  $t_r$  (hitung) lebih besar daripada  $t_r$  (tabel) baik pada selang kepercayaan 95 % maupun 99 %, masing masing  $t_r$  (hitung) = 7,35;  $t_{(0,05)} = 2,11$  dan  $t_{(0,01)} = 2,89$ .

Guna mengetahui lebih lanjut kelayakan hubungan tersebut, maka dilakukan sidik ragam dari hu-

Tabel 1. Distribusi frekuensi data jumlah tajuk pohon beserta nilai peluangnya dalam sebaran fungsi Z.

Table 1. Frequency distribution of data crown diameter and its probability value in distribution of function Z.

S	Y	Z	F(Z <sub>1</sub> )	Keterangan
0,6013	32	-1,8817	0,0301	
	40	-1,4933	0,0681	
	44	-1,2992	0,0968	
	56	-0,7167	0,2358	
	57	-0,6682	0,2544	
	64	-0,3284	0,3707	
	68	-0,1342	0,4483	
	69	-0,0857	0,4641	
	72	0,0599	0,5239	
	74	0,1570	0,5636	
	75	0,2056	0,5832	
	81	0,4968	0,6915	
	82	0,5454	0,7088	
	83	0,5939	0,7224	
	90	0,9337	0,8238	
	104	1,6133	0,9463	
	112	2,0016	0,9772	

ubungan yang ada dengan metoda Uji F. Hasil Uji F (sidik ragam) dari hubungan regresi yang dipilih disajikan pada Tabel 3.

Dari kedua uji statistik tersebut menunjukkan bahwa volume tegakan suatu hutan dapat diduga dengan sarana foto udara berdasarkan sifat kekhasan foto udara yang dapat menunjukkan data klas persentase kerapatan tajuk dan jumlah tajuk yang terlihat. Makin banyak jumlah tajuk yang terlihat dan makin rapat klas persentase kerapatan tajuknya maka volume tegakan tersebut makin besar. Hal ini ditunjukkan dengan hubungan linier yang positif dari fungsi tersebut.

Tabel 2. Distribusi frekuensi data klas persentase kerapatan tajuk melalui foto udara beserta nilai peluangnya dalam sebaran fungsi Z.

Table 2. Frequency distribution of data percentage density class on aerial photoes and its probability value in distribution of function Z.

S	Y	X	F(Z <sub>1</sub> )	Keterangan
11,7647	25	-1,1000	0,1336	
	25	-1,1000	0,1336	
	25	-1,1000	0,1336	
	25	-1,1000	0,1336	
	25	-1,1000	0,1336	
	25	-1,1000	0,1336	
	35	-0,2500	0,4013	
	35	-0,2500	0,4013	
	35	-0,2500	0,4013	
	45	0,5999	0,7258	
	45	0,5999	0,7258	
	45	0,5999	0,7258	
	45	0,5999	0,7258	
	45	0,5999	0,7258	
	45	0,5999	0,7258	
	55	1,4499	0,9265	
	65	2,2999	0,9893	

Tabel 3. Sidik ragam hubungan antara volume tegakan terhadap jumlah tajuk yang terlihat dan klas persentase kerapatan tajuk melalui foto udara

Table 3. Analysis of variance of corelation between volume standing stock on it's crown diameter and persentage of crown density on aerial photoes.

Keragaman	db	JK	JKT	F <sub>hit</sub>	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Regseri	4	36120,9362	9030,2340	10,81 <sup>x)</sup>	5,91	14,41
Sisa	12	10024,7273	835,3939			

<sup>x)</sup> Nyata pada tingkat kepercayaan 95 %.

Seperti dijelaskan pada bab terdahulu bahwa penelitian ini dilakukan di areal hutan tropika basa yang telah dibuka untuk pertama kali dengan sistem Tebang Pilih Indonesia (TPI) dan pada umumnya mempunyai kondisi hutan yang masih mempunyai tegakan kayu. Oleh karena itu sesuai dengan sifat suatu model fungsi yaitu bahwa hubungan tersebut berlaku khas artinya hanya berlaku bagi kondisi yang bersangkutan atau kondisi yang hampir menyerupai dengan kondisi saat pengambilan contoh. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu kiranya dikaji lebih lanjut untuk daerah lain dengan pengkajian yang lebih mendalam.

#### IV. KESIMPULAN

Dari uraian terdahulu, dapat disimpulkan hal hal sebagai berikut .

1. Dengan parameter volume tegakan yang mudah untuk diterapkan adalah jumlah tajuk pohon yang terlihat (tajuk pohon yang dominan) dan klas persentase kerapatan tajuk.
2. Data jumlah tajuk pohon yang terlihat dan klas persentase kerapatan tajuk yang terkumpul mempunyai bentuk sebaran normal.
3. Hubungan antara volume tegakan terhadap peubah peubah tersebut (N dan C) diduga dalam bentuk fungsi :

$$V = -169,7132 + 3,8514N + 2,8532C + 0,0004C^2 + 0,0142 CN$$

dengan nilai tetapan determinasi (R) = 0,7828 Uji t bagi tetapan korelasinya menunjukkan sangat nyata pada tingkat kepercayaan 95 % dan 99 %. Demikian juga uji keragaman dengan metoda Uji F menunjukkan hasil yang nyata pada selang kepercayaan 95 %.

4. Wahana foto udara dapat dipakai untuk menduga tegakan suatu hutan pada klas persentase pentutupan tajuk secara terpisah pisah.
5. Model fungsi yang ada adalah bersifat khas, artinya model fungsi regresi yang terpilih tersebut hanya berlaku bagi kondisi hutan yang mempunyai kondisi yang sama dengan kondisi hutan saat penelitian. Bentuk hubungan bagi hutan hutan dengan kondisi lain dan di lokasi yang berbeda memerlukan pengkajian yang lebih mendalam lagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Aska Sukiman, 1977. *Penyusunan Tabel Volume Pohon Potret Udara Agathis Lorenthifolia Salisb Di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Daerah Tingkat II Sukabumi*, Skripsi Fakultas Kehutanan IPB Bogor.
2. Darmawangsa T., Tjokrosoenarno S., Suryanata K, Wiria-disastra U.S dan Atmawidjaja K, 1980. *Penggunaan Remote Sensing Dalam Inventarisasi Hutan Dengan Cara Multi Stage Sampling*, IPB dan PT Exsa, Bogor.
3. Direktorat Bina Program. 1975. *Inventarisasi Hutan di Indonesia*, Edisi No. 15. Bogor.
4. Soemantri I dan Machfud, 1983. *Pendugaan Potensi Tegakan Pinus Dengan Penggunaan Teknik Penginderaan Jauh*. Proceeding SIMPO PINUS 85. PUSLIT-BANG HASIL HUTAN. Bogor.
5. Spurr S.H, 1948. *Aerial Photographs in Forestry*, The Ronald Press Company. New York.

Lampiran. Data hasil pengukuran parameter-parameter melalui foto udara maupun di lapangan  
 Appendix. Result data of measurement parameters on aerial photos and in the fields.

No.	Volume V	Jumlah pohon (X <sub>1</sub> ) N	Kerapatan tajuk (X <sub>2</sub> ) C	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>
1.	169,099	68	25	4624	625	1700
2.	136,991	74	35	5476	1225	2590
3.	173,124	57	25	3249	625	1425
4.	194,842	72	25	5184	625	1800
5.	148,959	32	25	1024	625	800
6.	164,434	44	25	1936	625	1100
7.	149,504	112	45	12544	2025	5040
8.	89,228	64	45	4096	2025	2880
9.	186,832	104	65	10816	4225	6760
10.	164,432	75	45	5625	2025	3375
11.	143,898	81	55	6561	3025	4455
12.	37,177	56	25	3136	625	1400
13.	71,515	83	35	6889	1225	2905
14.	54,492	69	45	4761	2025	3105
15.	144,358	90	45	8100	2025	4050
16.	127,826	82	34	6724	2025	3690
17.	29,130	40	35	1600	1225	1400
Jumlah	1285,841	1203	645	92345	26825	48475
rata-rata	128,5789	70,7647	37,94	5432,06	1577,94	2851,47