



BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data contoh dan data tegakan contoh Pinus merkusii hasil pengukuran Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor tahun 1973 hingga 1984. Sesuai dengan cakupan dari penelitian ini, semua pohon/tegakan contoh hanya dipilih dari hasil-hasil pengukuran di Jawa. Pemilihan pohon/tegakan contoh tersebut dilakukan sedemikian rupa sehingga menyebar di setiap propinsi yang mempunyai tegakan hutan tanaman seluas Pinus merkusii.

Pohon contoh yang digunakan untuk menyusun model penduga volume per pohon adalah pohon-pohon yang sehat, tidak bertajuk sempurna dan berbatang lurus. Semua pohon contoh berjumlah 476 pohon; yang berasal dari Jawa Timur sebanyak 133 pohon (27.94 %), dari Jawa Tengah sebanyak 194 pohon (40.76 %) dan yang dari Jawa Barat sebanyak 149 pohon (31.30 %). Pohon-pohon contoh tersebut terdiri atas enam kelas umur; yakni untuk umur 5-10 tahun meliputi 82 pohon (17.23 %), 11-15 tahun sebanyak 128 pohon (26.89 %), 16-20 tahun sejumlah 215 pohon (45.17 %), 21-25 tahun sebanyak 33 pohon (6.93 %), 26-30 tahun sejumlah 12 pohon dan untuk 31-35 tahun sebanyak 6 pohon (1.26 %). Perincian lokasi asal dan umur pohon-pohon contoh selengkapnya disajikan pada Tabel 2 sedangkan hasil pengukurannya diberikan teladan sebagaimana yang disajikan pada Tabel Lampiran 1.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kitab atau tinjauan saku masalah;
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
Bogor Agricultural University

Tabel 2. Lokasi Asal dan Umur Pohon-Pohon Contoh

No	Kesatuan Pemangkuan Hutan	Umur (tahun)													Jumlah			
		8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	21	22		27	31	34
.....Batang.....																		
1	Manyuwangi Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	8	18	-	-	-	-	26		
2	Merember	-	-	-	10	15	-	12	-	9	-	18	9	6	-	79		
3	Lawu	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	28		
4	Manyumas Barat	-	-	18	18	-	-	9	9	-	-	-	-	-	-	54		
5	Petalongan Barat	-	-	-	-	-	-	-	27	-	3	-	6	-	-	36		
6	Petalongan Timur	-	-	-	12	-	33	20	21	18	-	-	-	-	-	104		
7	Pandung Utara	37	27	-	-	37	36	-	-	-	-	-	-	-	6	6	149	
Jumlah		37	27	18	18	59	51	42	68	21	66	18	24	9	6	6	6	476

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Data tegakan contoh yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran dari 67 petak coba tetap atau seri pengukuran. Tegakan-tegakan contoh tersebut berasal dari tegakan hutan yang ditanam antara tahun 1960 dan 1970-an dengan jarak tanam 2 m X 3 m. Luas petak coba terbesar adalah 0.25 ha dan terkecil 0.16 ha. Pengukuran setiap petak coba dilakukan secara seri, dua hingga enam kali dengan selang waktu dua tahunan. Pengukuran tersebut dilakukan pada umur tegakan berkisar antara 6 hingga 27 tahun. Keadaan penirangan lapangan, ketinggian lokasi, tipe iklim dan jenis tanah dari masing-masing petak coba diringkaskan sebagaimana yang disajikan pada Tabel Lampiran 2. Sebagaimana yang pernah dikemukakan Suharlan *et al.* (1975), bahwa keadaan tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii yang

l pada saat ini tidak dapat diketemukan lagi. Sehu-
r dengan hal itu, maka tegakan-tegakan contoh yang di-
en dalam penelitian ini pun bukan berasal dari tegakan
Data tegakan contoh dari 33 petak coba atau 115 seri
(Tabel 3) disiapkan untuk menyusun model pen-
umbuhan peninggi dan karakteristik tegakan, sedang
(Tabel 4) digunakan untuk uji kesahihan model penduga
dan hasil tegakan. Pemisahan data tegakan contoh
kedua kelompok data tersebut dilakukan secara senga-
an diupayakan agar :

- a. Wilayah propinsi/Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH)
masih terwakili dalam kelompok data penyusun model
uji kesahihan.
- b. Setiap seri pengukuran dari suatu petak coba tidak
terpecah ke dalam kelompok yang berbeda.

Penyusunan data tegakan contoh ke dalam dua kelompok tersebut
dijadikan untuk memperoleh data uji kesahihan yang bersifat
seperti yang disyaratkan di dalam teknik-teknik uji
kesahihan lazimnya (Walizer dan Wienier, 1978).

Perincian data tegakan contoh menurut kelas umur, pe-
ninggi, jumlah pohon, diameter/tinggi pohon rata-rata, luas
bidang dasar dan volume tegakan berturut-turut disajikan da-
lam Tabel Lampiran 3 hingga 9; sedangkan rekapitulasi hasil
seri pengukuran dari suatu petak coba diberikan teladan se-
bagaimana yang disajikan pada Tabel Lampiran 10.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengutamakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1.3. Lokasi Asal dan Jumlah Data yang Digunakan untuk Menduga Model Pertumbuhan Peninggi dan Karakteristik Tegakan Pinus merkusii

No	Kesatuan Pemangkuhan Hutan	Tahun Tanam	Jarak Tanam	Jumlah	
				Petak Coba	Pengukuran
			a x b	...Unit...	...Kali...
1	Banyuwangi Barat	1959	2 x 3	3	18
2	Jember	1955	2 x 3	4	8
3	Pekalongan Timur	1958	2 x 3	4	12
4	Banyuwangi Barat	1962	2 x 3	4	16
5	Pekalongan Timur	1962	2 x 3	3	11
6	Purworejo	1965	2 x 3	3	14
7	Sumedang	1968	2 x 3	4	8
8	Bandung Utara	1969	2 x 3	4	20
9	Sumedang	1957	2 x 3	4	8
Jumlah		-	-	33	115

1.4. Lokasi Asal dan Jumlah Data yang Digunakan untuk Uji Kesahihan Model Penduga Pertumbuhan dan Hasil Tegakan Hutan Tanaman Seumur Pinus merkusii

No	Kesatuan Pemangkuhan Hutan	Tahun Tanam	Jarak Tanam	Jumlah	
				Petak Coba	Pengukuran
			a x b	...Unit...	...Kali...
1	Banyuwangi Barat	1959	2 x 3	3	18
2	Jember	1961	2 x 3	4	20
3	Luwu Ds.	1957	2 x 3	4	12
4	Pekalongan Timur	1963	2 x 3	4	20
5	Banyuwangi Barat	1961	2 x 3	4	16
6	Pekalongan Timur	1964	2 x 3	3	12
7	Pekalongan Barat	1959	2 x 3	4	10
8	Sarut	1970	2 x 3	4	16
9	Bandung Utara	1957	2 x 3	4	20
Jumlah		-	-	34	144

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengujiannya hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengujiannya tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Metode Penelitian

Keputusan Studi

Telah dikemukakan bahwa pengaturan tegakan di Indonesia dituangkan ke dalam praktek penjarangan. Sehubungan dengan hal tersebut studi ini akan dibatasi pada telaah-telaah yang berkaitan dengan perlakuan penjarangan saja.

Perlakuan penjarangan yang baik selalu memperhatikan faktor ekonomi/finansial dan faktor biologis tegakan hutan. Menelaah kedua faktor sekaligus memang masih memungkinkan, namun untuk sementara waktu perhatian dalam studi lebih ditekankan pada telaah perlakuan penjarangan yang hanya memperhatikan faktor biologis tegakan hutannya saja.

Pengusahaan tegakan hutan tanaman Pinus merkusii di Jawa relatif lebih maju dibandingkan dengan di wilayah Indonesia lainnya. Sehubungan dengan itu maka studi ini hanya dibatasi pada telaah-telaah model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii di Jawa saja. Untuk itu, serangkaian data penganatan/pengukuran pohon dan tegakan contoh dari berbagai petak coba tetap yang tersebar di Jawa dianalisis dan kemudian hasilnya dituangkan dalam tulisan ini.

Dari hasil penelaahan bentuk data tegakan contoh sewaktu dilakukan studi penjarangan diperoleh keterangan bahwa perlakuan penjarangan terhadap tegakan di dalam petak-petak contoh ditujukan untuk meningkatkan hasil dan ukuran pohon-pohon penyusun tegakan tinggalnya. Sehubungan dengan hal i-

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumbernya.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

hanya menekankan pada pembatasan penyusunan model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan tanaman seumur Pinus merkusii yang diusahakan untuk didaerahan bahan baku kayu gergajian atau kayu lapis saja.

Di-asumsi

Di-asumsi yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

Model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii dirancang hanya menampung dinamika tegakan yang timbul sebagai akibat dari proses pertumbuhan dan perlakuan penjarangan.

Model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii yang diajukan dalam penelitian ini dirancang sebagai model simulasi yang dituangkan ke dalam program komputer.

Tingkat kesuburan tempat tumbuh (bonita) tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii dikelompokkan menjadi enam kelas; keenam kurva indeks bonita tersebut berbentuk sama.

Pohon-pohon di dalam suatu tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii merupakan populasi peubah ganda diameter dan tinggi pohon.

Sebaran peubah ganda diameter dan tinggi pohon-pohon di dalam suatu tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii mengikuti fungsi kepekatan peluang ganda S_{BB} .

Dinamika tegakan yang timbul sebagai akibat proses pertumbuhan dan perlakuan penjarangan dinyatakan se-

bagai dinamika karakteristik tegakan.

Bonita tidak berubah selama proses pertumbuhan dan perlakuan penjarangan berlangsung.

Praktek-praktek penjarangan yang disimulasikan di dalam model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii adalah praktek penjarangan berdasarkan pengurangan bidang dasar tegakan/jumlah pohon baik yang dilakukan dengan menggunakan metode penguatan ruang maupun penjarangan dari bawah.

Model Acuan

Model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii yang diajukan dalam penelitian ini meliputi enam sub model, yakni :

1. Sub model penduga peninggi
2. Sub model penduga karakteristik tegakan
3. Sub model penduga parameter fungsi kepekatan peluang ganda S_{BB}
4. Sub model penduga hasil pertumbuhan
5. Sub model penduga struktur tegakan, dan
6. Sub model penjarangan.

Sub model penduga peninggi. Sub model penduga peninggi adalah sekumpulan model yang digunakan untuk menduga peninggi pada umur dan bonita tertentu. Metode yang diajukan untuk merumuskan model pendugaan peninggi adalah metode rata-rata yang dilengkapi dengan proses anamorphosis atau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menyebutkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

element. Proses anamorphosis adalah proses pembangkitan fungsi guna memperoleh fungsi-fungsi lain yang mempunyai bentuk yang sama. Metode tersebut meliputi dua tahap penyusunan model, berturut-turut yaitu tahap penyusunan model penuntun indeks bonita dan penarik kurva indeks bonita. Model penuntun indeks bonita adalah model hubungan dengan umur tegakan, sedang model penarik kurva indeks bonita adalah model yang digunakan untuk menduga peninggi suatu tegakan berdasarkan umur dasar, umur tegakan dan indeks bonita.

Model penuntun indeks bonita yang diajukan adalah model dari Bailey dan Clutter (1974), yakni

$$\log H_d = \log a + b/(\sqrt{A}) \tag{38}$$

H_d adalah peninggi tegakan (m), A adalah umur tegakan ($bulan$), sedang a dan b adalah koefisien model.

Suatu indeks bonita ke i (I_i) adalah peninggi tegakan pada umur dasar (A_b). Guna memperoleh kurva indeks bonita yang sama bentuk maka koefisien kemiringan (b) untuk setiap kurva harus mempunyai nilai yang sama. Sehubungan dengan itu koefisien a_i harus merupakan fungsi dari I_i dan A_b :

$$\log a_i = \log I_i - b/(\sqrt{A_b}). \tag{39}$$

Akibatnya peninggi suatu tegakan dari indeks bonita ke i dan umur A dapat diduga berdasarkan

$$\log H_d = \log I_i + b ((1/\sqrt{A}) - (1/\sqrt{A_b})). \tag{40}$$

Sub model penduga karakteristik tegakan. Sub model

penduga karakteristik tegakan adalah sekumpulan model yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

digunakan untuk menduga karakteristik tegakan pada umur dan
tahun tertentu.

Karakteristik tegakan meliputi sembilan sifat istinewa
tegakan dan tinggi pohon-pohon penyusun tegakan; yaitu dia-
meter pohon terbesar (D_a), diameter pohon terkecil (D_b),
tinggi pohon yang tertinggi (H_a), tinggi pohon yang terendah
(H_b), modus tinggi pohon (H_m), modus diameter pohon (D_m),
modus tinggi pohon (H_s), dan simpangan diameter pohon
(R), serta korelasi antara diameter dan tinggi pohon (R).

Korelasi antara tinggi dan diameter diduga berdasarkan
model dari Hafley *et al.* (1982), sedang karakteristik te-
gakan yang lain diduga dengan model non linear dari von
Baltanffy (1957) dan Richards (1959). Koefisien-koefisien
model tersebut diduga berdasarkan metode kuadrat terkecil
yang diselesaikan melalui cara iterasi.

Secara keseluruhan, setiap model penduga karakteristik
tegakan selalu dirancang dengan melibatkan rata-rata ruang
tumbuh. Rata-rata ruang tumbuh (S) pada umur tertentu di-
ungkapkan sebagai jarak pohon rata-rata dalam tegakan hutan
seluas satu hektar, yang dirumuskan dalam persamaan berikut:

$$S = \sqrt{10000/N} \quad (41)$$

N adalah jumlah pohon yang ada dalam tegakan pada umur dan
tahun yang bersangkutan.

Model yang diajukan untuk menduga tinggi maksimum sua-
tu tegakan adalah sebagai berikut :

$$\log H_a = \log K_1 + c_2 \left((1/\sqrt{A}) - (1/\sqrt{A_b}) \right). \quad (42)$$

1. Diteliti mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel, atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

koefisien c_2 adalah sama dengan koefisien b dari persamaan (38) atau (40). Model penduga indeks bonita ter-

ke i (K_i) adalah sebagai berikut :

$$K_i = a_1(S) (b_1 + c_1 I_i) \tag{43}$$

Model-model yang diajukan untuk menduga karakteristik

teristik yang lain adalah :

$$H_a (a_3(S) + b_3(S) A) \tag{44}$$

$$H_a a_4(S) (1 - \text{eksp}(-b_4 A)) \tag{45}$$

$$a_5(S) (1 - \text{eksp}(-b_5(S) A)) \tag{46}$$

$$a_6(S) (1 - \text{eksp}(-b_6(S) H_d)) \tag{47}$$

$$a_7(S) (1 - \text{eksp}(b_7(S) H_d)) \tag{48}$$

$$D_a a_8(S) (1 - \text{eksp}(-b_8(S) H_d)) \tag{49}$$

$$a_9(S) (1 - \text{eksp}(b_9(S) H_d)) \tag{50}$$

$$R = a_{10}(S) + b_{10}(S) \cos(c_{10}(S) H_d) + d_{10}(S) H_d \tag{51}$$

, $b(\cdot)$, $c(\cdot)$ dan $d(\cdot)$ adalah fungsi dari (\cdot) .

Sub model penduga parameter fungsi kepekatan peluang

ganda S_{BB} . Sub model ini merupakan sekumpulan model yang digunakan untuk menduga kesembilan parameter fungsi kepekatan peluang ganda S_{BB} pada umur dan bonita tertentu.

Kesembilan parameter fungsi kepekatan peluang ganda S_{BB} pada umur dan bonita tertentu diduga berdasarkan hubungan matematis seperti yang dikemukakan Hafley dan Burdord (1983).

Parameter ϵ_j ($j = D, H$) masing-masing diduga langsung dari D_b atau H_b , sehingga :

1. Di rangkai sebagai atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber. 2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan atau studi masalah. 3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB. 4. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University

$$\epsilon_D = D_b \tag{52}$$

$$\epsilon_H = H_b \tag{53}$$

parameter λ_j ($j = D, H$) masing-masing diperoleh

persamaan :

$$\lambda_D = D_a - D_b \tag{54}$$

$$\lambda_H = H_a - H_b \tag{55}$$

penyederhanaan perhitungan didefinisikan bahwa

$Y_j / (1 - Y_j)$ untuk $j = D, H$. Jika f_j ini diurai-

dengan menggunakan teknik penderetan Taylor di sekitar

titik pusat $a = 0.5$ dan menghilangkan suku yang ketiga dan

tersebut, maka akan diperoleh :

$$f_j = 4 Y_j - 2 ; \text{ untuk } j = D, H. \tag{56}$$

Dengan mensubstitusikan $Y_D = (D - \epsilon_D) / \lambda_D$ dan

$Y_H = (H - \epsilon_H) / \lambda_H$ ke dalam persamaan (56), maka akan diper-

oleh :

$$f_D = 4 (D - \epsilon_D) / \lambda_D - 2 \tag{57}$$

$$f_H = 4 (H - \epsilon_H) / \lambda_H - 2. \tag{58}$$

Adibatnya, $\text{Var}(f_D) = 16 / \lambda_D^2 \text{Var}(D)$ dan $\text{Var}(f_H) = 16 / \lambda_H^2 \text{Var}(H)$

sehingga, $S_{fD} = 4 S_D / \lambda_D \tag{59}$

$$S_{fH} = 4 S_H / \lambda_H. \tag{60}$$

Diturunkan dari penduga kemungkinan maksimum, parameter δ_j

($j = D, H$) diduga berdasarkan persamaan :

$$\delta_j = 1 / S_{fj}. \tag{61}$$

Ketika persamaan (59) atau (60) disubstitusikan ke dalam

persamaan (61) akan diperoleh :

$$\delta_j = \lambda_j / (4 S_j) ; \text{ untuk } j = D, H. \tag{62}$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



parameter δ_j ($j = D, H$) diduga berdasarkan hubungan sebagai

ikut :

$$2(D_m - D_b) - \lambda_D / (\lambda_D \delta_D) - \delta_D \ln \{(D_m - D_b) / (D_b + \lambda_D - D_m)\} \quad (63)$$

$$2(H_m - H_b) - \lambda_H / (\lambda_H \delta_H) - \delta_H \ln \{(H_m - H_b) / (H_b + \lambda_H - H_m)\}. \quad (64)$$

Jadinya parameter ρ diduga langsung dari korelasi antara diameter dengan tinggi pohon atau R, sehingga :

$$\rho = R. \quad (65)$$

Sub model penduga hasil pertumbuhan. Sub model penduga

hasil pertumbuhan adalah sekumpulan model yang digunakan untuk menduga keadaan tegakan per hektar pada umur dan bonita tertentu.

Keadaan tegakan hutan per hektar (hasil proses pertumbuhan) pada umur dan bonita tertentu dinyatakan dengan nilai rata-rata diameter dan tinggi pohon, luas bidang dasar dan volume tegakan, rata-rata riap tahunan dan riap tahunan berkala.

Pendugaan nilai-nilai tersebut dilakukan berdasarkan susunan nilai-nilai dari hasil perhitungan nomen. Pendugaan luas bidang dasar dan volume tegakan dilakukan dengan cara regresi luas bidang dasar dan volume pohon rata-rata.

Volume pohon rata-rata diduga berdasarkan model dari Spurr (1952). Pendugaan koefisien model volume pohon rata-rata ini dilakukan berdasarkan metode kuadrat terkecil.

Nomen-nomen yang perlu dihitung lebih dahulu adalah model pertama dan kedua fungsi kepekatan peluang S_B dari perubahan diameter (μ_{Y10} dan μ_{Y20}), nomen pertama fungsi kepekatan-

Hak Cipta Dirindungi Undang-Undang
1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Penutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Penutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Di larang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

peluang S_B dari peubah tinggi ($\mu_{Y_{1H}}$) serta momen campuran dan $\mu_{Y_{2D1H}}$ dari fungsi kepekatan peluang ganda S_{BB} .
 tungan momen-momen tersebut dilakukan dengan cara in-
 si numerik kuadratur Gauss.

Rata-rata diameter pohon (\bar{D}) dari suatu tegakan pada dan bonita tertentu diduga berdasarkan :

$$\begin{aligned} \bar{D} &= \sum (D) \\ &= \sum (E_D + Y_D \lambda_D) \\ &= E_D + \lambda_D \mu_{Y_{1D}} \end{aligned} \tag{66}$$

Dengan rata-rata tinggi pohon (\bar{H}) dari suatu tegakan pada dan bonita tertentu diperoleh dari :

$$\begin{aligned} \bar{H} &= \sum (H) \\ &= \sum (E_H + Y_H \lambda_H) \\ &= E_H + \lambda_H \mu_{Y_{1H}} \end{aligned} \tag{67}$$

Dengan luas bidang dasar tegakan (B) pada umur dan bonita tertentu diperoleh berdasarkan agregasi luas bidang dasar pohon rata-rata (\bar{B}) :

$$\begin{aligned} B &= N \sum (\bar{B}) \\ &= N \sum (\pi/4 D^2) \\ &= N \pi/4 \sum \{ (E_D + Y_D \lambda_D)^2 \} \\ &= N \pi/4 (E_D^2 + 2 E_D \lambda_D \mu_{Y_{1D}} + \lambda_D \mu_{Y_{2D}}) \end{aligned} \tag{68}$$

Volume tegakan (V) pada umur dan bonita tertentu diduga berdasarkan agregasi volume pohon rata-rata :

$$\begin{aligned} V &= N \sum (\bar{V}) \\ &= N \sum (a_0 + b_0 D^2 H) \\ &= N (a_0 + b_0 \sum \{ (E_D + Y_D \lambda_D)^2 (E_H + Y_H \lambda_H) \}) \end{aligned}$$

1. Di larang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
 Bogor Agricultural University

$$V = N \{ a_0 + b_0 (\epsilon_D^2 \epsilon_H + \epsilon_D^2 \lambda_H \mu_{Y1H} + 2 \epsilon_D \epsilon_H \lambda_D \mu_{Y1D} + 2 \epsilon_D \lambda_D \lambda_H \mu_{Y1D1H} + \epsilon_H \lambda_D \mu_{Y2D} + \lambda_D^2 \lambda_H \mu_{Y2D1H}) \}. \tag{69}$$

rata riap tahunan (V_{MAI}) pada tegakan berumur A dan rata tertentu diduga berdasarkan :

$$V_{MAI} = V/A. \tag{70}$$

rata-rata riap tahunan berkala (V_{PAI}) dari tegakan umur t hingga t + w tahun diduga berdasarkan :

$$V_{PAI} = (V_{t+w} - V_t)/w. \tag{71}$$

Sub model penduga struktur tegakan. Sub model penduga

struktur tegakan adalah sekumpulan model yang digunakan untuk menduga frekuensi pohon dari suatu tegakan (pada umur tertentu) yang terinci menurut kelas diameter dan kelas tinggi.

Sehubungan dengan peluang titik dari fungsi kepekatan log kontinu adalah nol, maka pendugaan frekuensi pohon pada setiap kelas diameter dan atau kelas tinggi dilakukan berdasarkan peluang selang dari kelas-kelas yang bersangkutan :

$$P(q \leq z_D \leq r, u \leq z_H \leq v) = \int_q^r \int_u^v f(z_D, z_H) dz_D dz_H \tag{72}$$

$$= \delta_D + \delta_D \{ 4 (D - \epsilon_D) / \lambda_D - 2 \}$$

$$= \delta_H + \delta_H \{ 4 (H - \epsilon_H) / \lambda_H - 2 \}$$

dan r berturut-turut adalah nilai z_D dari batas bawah dan batas atas kelas diameter ke n. dan v berturut-turut adalah nilai z_H dari batas bawah atau batas atas kelas tinggi ke n.

Integral (72) diselesaikan dengan cara integrasi numerik

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber. a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



Teori Ratur Gauss.

Frekuensi pohon yang termasuk kelas diameter ke m dan tinggi ke n atau yang dinyatakan sebagai $F(m,n)$

ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$F(m,n) = N p (q \leq z_D \leq r, u \leq z_H \leq v). \quad (73)$$

Sub model penjarangan. Secara keseluruhan sub model penjarangan ini merupakan pengembangan dari sub-sub model penjarangan yang telah dijelaskan sebelumnya. Sub model penjarangan adalah sub model yang digunakan untuk menduga karakteristik-karakteristik tegakan, parameter-parameter fungsi kepekatan ganda S_{BB} , hasil penjarangan dan tegakan tegakan tinggal (tegakan setelah penjarangan).

Dalam kaitannya dengan fungsi kepekatan S_{BB} , perlakuan penjarangan disimulasikan dengan atau tanpa pemepatan (compression) fungsi kepekatannya (Hafley dan Buford, 1983). Perlakuan pengurangan jumlah pohon/bidang dasar tegakan yang dilakukan berdasarkan metode penjarangan dari bawah dimodelkan dengan cara melakukan pemepatan fungsi kepekatan ganda S_{BB} . Sedang perlakuan pengurangan jumlah pohon/bidang dasar tegakan yang dilakukan berdasarkan metode penjarangan dengan cara pengaturan ruang dimodelkan dengan cara sebaliknya.

Penjarangan yang dilakukan tanpa membuat pemepatan pada fungsi kepekatan S_{BB} disimulasikan dengan mempertahankan nilai kesepiilan karakteristik tegakan, sedang penjarangan dengan pemepatan disimulasikan dengan cara sebaliknya. Ti-

1. Ditaring mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan memo, atau tinjauan situasional.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



berubahnya kesembilan karakteristik tegakan tinggal pada
rangangan dari bawah mengakibatkan nilai-nilai parameter
kepekatan S_{BB} praktis tidak berubah.

Titik pemepatan pada penjarangan dari bawah dicari
iterasi sedemikian rupa sehingga dipenuhi hubungan :

$$(x_D - \epsilon_D) / \lambda_D = (x_H - \epsilon_H) / \lambda_H \text{ atau } y_D = y_H. \quad (74)$$

Proses iterasi diawali dari titik (ϵ_D, ϵ_H) dan dia-
bisa hasil integrasi telah mencapai jumlah pohon atau
bidang dasar tegakan yang diinginkan untuk dipertahan-
sebagai tegakan tinggal.

Setelah perlakuan penjarangan (dengan pemepatan fungsi
kepekatan S_{BB}) nilai diameter atau tinggi pohon yang terke-
didefinisikan berdasarkan titik pepatan, yakni :

$$D_b = a^t \lambda_D + \epsilon_D \quad (75)$$

$$H_b = a^t \lambda_H + \epsilon_H \quad (76)$$

dan hal ini ϵ_j dan λ_j ($j = D, H$) adalah parameter-
parameter fungsi kepekatan S_{BB} sebelum dipepat. Nilai dia-
meter atau tinggi pohon yang terbesar setelah perlakuan pe-
mepatan tidak berubah. Puncak fungsi kepekatan S_{BB} yang
dipepat ditentukan berdasarkan hubungan sebagai berikut :

$$p_j \exp(-z_{mj}^2) = \delta_j (\pi (1-p^2)/2)^{1/2} (z_{mj} + 1 - 2y_{mj}) g(z_{mj}) \quad (77)$$

- $j = D, H$
- $x_j = (x_{mj} - \epsilon_j) / \lambda_j$
- x_j adalah puncak diameter/tinggi yang diinginkan
- $x_j = \delta_j + \delta_j \ln \{y_{mj} / (1 - y_{mj})\}$
- $g(z_{mj}) = z_{mj} / (1 - z_{mj})$

Hak cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPIB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPIB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



$\epsilon_j, \lambda_j, \delta_j, \delta_j,$ dan ρ adalah parameter-parameter fungsi kepekatan S_{BB} sebelum dipepat.

Tegakan $f_j (f_j = \ln \{y_{mj} / (1 - y_{mj})\})$ diperoleh dari persamaan

sebagai berikut :

$$S_j = 4 (\mu_{Y2j}^t)^{1/2} / \lambda_j \quad \text{untuk } j = D, H \quad (78)$$

adalah momen kedua fungsi kepekatan peluang S_B dari peubah diameter atau tinggi yang dipepat.

Asi diameter dan tinggi pohon setelah penjarangan dari

di hitung berdasarkan rumus :

$$R = \mu_{Y1D1H}^t / (\mu_{Y2D}^t \mu_{Y2H}^t)^{1/2} \quad (79)$$

dan hal ini μ_{Y1D1H}^t adalah momen campuran fungsi kepekatan

yang telah dipepat. Berdasarkan keadaan kesembilan ka-

arakteristik tegakan setelah penepatan maka kesembilan para-

meter fungsi kepekatan S_{BB} tegakan tinggal dapat diten-

tukan kembali.

Pendugaan rata-rata diameter pohon, rata-rata tinggi

pohon, rata-rata luas bidang dasar dan volume tegakan se-

telah penjarangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus-

rumus sebelumnya. Pola pertumbuhan tegakan setelah dija-

rangi selanjutnya mengikuti dinamika karakteristik tegakan

namun parameter fungsi kepekatan peluang S_{BB} kembali.

Hal ini mengisyaratkan diberlakukannya kembali persamaan

(4) hingga (65) tetapi nilai rata-rata ruang tumbuh perlu

diesuaikan lagi.

Kenasan Program Komputer

Agar model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan berita atau penerbitan atau untuk keperluan khusus.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor) Bogor Agricultural University



...n hutan seumur Pinus merkusii mudah diikuti dan praktis untuk
...naka maka model-model dan teknik-teknik integrasi di-
... dan ditata dalam kemas program komputer yang ter-
...tur dengan menggunakan bahasa program FORTRAN IV.
... Dalam penyusunan kemas program komputer tersebut di-
... agar struktur bagian-bagiannya mudah dikenali, se-
... nantinya akan membantu memudahkan pekerjaan perbaik-
... atau pengembangan program. Program komputer yang diha-
... nantinya harus mudah dioperasikan pada komputer pri-
... (personal computer). Kecuali sistem pemberian ma-
... (data entries) dapat terkontrol di monitor, sistem
... jika dirancang luwes; artinya run program tidak
... harus diawali dari tahun ke nol. Perhitungan ulang
... (loop) yang berkaitan dengan pergeseran tahun/umur te-
... sebagai akibat adanya pertumbuhan sebaiknya dicantun-
... pada program utama. Hasil run dirancang dicetak pada
... continuous form berukuran 9.5 inch x 11 inch melalui
... tipe dot grids.

Uji Kesahihan Model

...n mengkaji keterandalan model penduga pertumbuhan
...n hasil tegakan hutan seumur Pinus merkusii dilakukan uji
...n kesahihan model, yakni membandingkan secara statistik antara
...n hasil simulasi dengan data pengukuran yang bebas (data penga-
...n yang tidak digunakan untuk menyusun model-model pendu-
...n). Untuk menjaga keajekan perbandingan, maka perbandingan
...n harus dilakukan dalam keadaan homogen. Peubah-peubah tegakan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan atau masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



ditelaah dalam perbandingan tersebut adalah peninggi, jumlah pohon, rata-rata diameter pohon, rata-rata tinggi pohon, luas bidang dasar dan volume tegakan.

Keluwesan Model

Untuk melihat tingkat keluwesan model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii yang telah ditanam, maka dilakukan uji perbandingan antara hasil simulasi dengan Tabel Tegakan Pinus merkusii yang dikeluarkan oleh Lembaga Penelitian Hutan (1975). Untuk menjaga keajekan perbandingan tersebut, maka perbandingan harus dilakukan secara bergantian. Peubah-peubah tegakan yang ditelaah dalam perbandingan ini adalah peninggi, jumlah pohon, rata-rata diameter, rata-rata tinggi pohon, luas bidang dasar dan volume tegakan.

Demonstrasi Penakaian Model

Guna menunjukkan tingkat kemampuan model penduga pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman seumur Pinus merkusii dilakukan demonstrasi penakaian model khususnya dalam kaitannya dengan penyelenggaraan pengelolaan tegakan hutan Pinus merkusii yang mengikuti metode tertentu.