

STRUKTUR TEGAKAN TINGGAL PADA UJI COBA PEMANENAN DI HUTAN PENELITIAN LABANAN, KALIMANTAN TIMUR (*Structure of Residual Stand in Logged Technique Experiment at Labanan Forest Research, East Kalimantan*)*

Amiril Saridan dan/and Sri Soegiharto

Balai Besar Penelitian Dipterokarpa Samarinda
Jl. A. Syahrani Samarinda Telp. (0541) 206364 Fax (0541) 742298

*Diterima : 03 November 2010; Disetujui : 02 November 2011

ABSTRACT

The purposes of this research were to obtain information about the structure of residual stand in different logging technique. The research was conducted in STREK plot at Berau, East Kalimantan. Four treatments were employed e.g. reduced impact logging (RIL) with a cutting limit diameter of ≥ 50 cm, RIL with a cutting limit diameter of ≥ 60 cm, conventional (CNV) logging with limit diameter of ≥ 60 cm and control plot. The result showed that annual mean stem density of the RIL diameter limit ≥ 50 cm, RIL diameter limit ≥ 60 cm, CNV diameter limit ≥ 60 cm and control plot were 624.0, 618.9, 590.9, and 511.2 stem/ha/year. Before logging in 1990 average of stand volume of all treatments from 231.26 m³/ha to 296.78 m³/ha, after logging until end of measurement RIL ≥ 50 cm was greater than RIL ≥ 60 cm and CNV ≥ 60 cm was 242.90 m³/ha.

Keywords: Stand structure, reduced impact logging, density, stand volume

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi tentang struktur tegakan tinggal pada berbagai teknik pemanenan yang berbeda. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di plot STREK di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Dalam penelitian ini digunakan empat tipe perlakuan pemanenan yaitu pemanenan ramah lingkungan (RIL) dengan limit diameter ≥ 50 cm dan ≥ 60 cm, pemanenan secara konvensional (CNV) dengan limit diameter ≥ 60 cm, dan hutan primer sebagai kontrol. Pengukuran dilakukan setiap dua tahun, meliputi jenis pohon, jumlah pohon, dan diameter pohon 10 cm ke atas. Pengolahan dan analisis data secara umum dilakukan dengan menghitung kerapatan tegakan tinggal berdasarkan jumlah pohon dan bidang dasar serta volume. Berdasarkan analisis data dari tahun 1990-2008 dalam 10 kali periode pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata kerapatan tegakan untuk teknik pemanenan yang berbeda dan hutan primer dari tahun ke tahun selalu meningkat. Selama 10 kali periode pengamatan kerapatan pohon pada RIL diameter ≥ 50 cm, RIL diameter ≥ 60 cm, CNV diameter ≥ 60 cm, dan hutan primer secara berturut-turut adalah 624,0 batang/ha/tahun, 618,9 batang/ha/tahun, 590,9 batang/ha/tahun, dan 511,2 batang/ha/tahun. Kondisi bidang dasar tegakan setelah pemanenan lebih besar dibanding sebelum pemanenan. Rataan volume tegakan sebelum pemanenan tahun 1990 yang meliputi RIL ≥ 50 cm, RIL ≥ 60 cm, CNV ≥ 60 cm, dan kontrol plot berkisar antara 231,26 m³/ha – 296,78 m³/ha, namun setelah pemanenan dari tahun 1992 sampai 2008 volumenya bervariasi. Pada akhir pengamatan tahun 2008, rata-rata volume RIL ≥ 50 cm lebih besar dibandingkan RIL ≥ 60 cm dan CNV ≥ 60 cm yaitu 242,90 m³/ha.

Kata kunci: Struktur tegakan, teknik pemanenan, kerapatan, volume tegakan

I. PENDAHULUAN

Struktur tegakan hutan merupakan sebaran jumlah pohon per satuan luas (N/ha) dalam berbagai kelas diameter dan struktur tegakan hutan juga menyangkut bidang dasar per satuan luas (G/ha) pada berbagai kelas diameter (Meyer, Recknagel, Stevenson, dan Bortoo, 1961). Selanjutnya Richards (1964) menerangkan struktur tegakan sebagai sebaran individu

tumbuhan dalam lapisan tajuk hutan. Struktur tegakan hutan dalam beberapa penelitian sering diartikan sebagai besarnya luas bidang dasar per satuan luas pada berbagai kelas diameter. Struktur tegakan salah satunya dipengaruhi oleh kerapatan dan penyebaran individu diameter pohon dalam tegakan. Kerapatan pohon pada hutan alam tidak teratur, sehingga sulit untuk mendapatkan kerapatan seperti yang diinginkan. Pada tegakan

hutan alam, biasanya kerapatan pohon akan tinggi pada kelas diameter kecil dan akan menurun pada kelas diameter makin besar. Hal ini terjadi karena adanya kompetisi yang tinggi, baik antar individu dalam satu jenis maupun antar berbagai jenis, sehingga setiap individu mendapatkan kesempatan untuk tumbuh secara wajar, walaupun tidak mati (Richards, 1964). Pemulihan tegakan setelah tebang-an (*recovery*) dalam pertumbuhan dan pembentukan struktur tegakan terjadi sebagai fungsi waktu (Smith dan Nicholas, 2005). Potensi tegakan tinggal setelah pemanenan kayu perlu dikaji untuk penyelamatan pohon-pohon muda dari jenis komersial agar tidak terjadi penurunan produksi pada siklus tebang berikutnya. Salah satunya adalah dengan melihat struktur tegakan setelah pemanenan kayu. Keterangan yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar dalam perlakuan silvikultur yang tepat, sehingga tujuan pengelolaan hutan yang lestari dapat tercapai. Data dan informasi tentang struktur tegakan tinggal pasca pemanenan perlu diamati.

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh informasi tentang bentuk struktur tegakan tinggal yang diwujudkan dalam jumlah batang (N) per ha dan luas bidang dasar (G) per ha serta volume tegakan pada berbagai teknik pemanenan yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyediakan informasi tentang struktur tegakan tinggal pasca pemanenan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai tahun 1990 sampai 2008. Pengukuran dilakukan setiap dua tahun pada bulan Juli. Lokasi penelitian di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Labanan yang terletak di desa Labanan Kecamatan Teluk Bayur, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Penetapan kawasan ini sebagai KHDTK berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK.

121/Menhut-II/2007 dengan luas kawasan 7.900 ha.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah peta kerja plot STREK, kertas kerja, alat tulis dan cat. Sedangkan alat yang diperlukan adalah kompas, pita ukur, dan GPS.

C. Metode Penelitian

1. Pembuatan Plot Penelitian

Kegiatan penelitian ini menggunakan petak ukur permanen plot proyek STREK sebanyak 12 petak dengan luas masing-masing berukuran 100 m x 100 m (1 ha) yang terdiri dari empat tipe perlakuan pemanenan yang berbeda yaitu:

- Pemanenan dengan metode pemanenan Ramah Lingkungan (RIL) dengan limit diameter ≥ 50 cm, dimana jalan sarad dan arah rebah ditentukan sebelumnya yang disesuaikan dengan topografi, posisi setiap pohon diketahui dengan pasti serta saat penebangan dilakukan pengawasan yang ketat dengan penetapan arah rebah dengan sudut rebah kurang dari 45% terhadap arah penyaradan, dibuat sebanyak tiga plot (plot 2, 3, dan 12).
- Pemanenan dengan metode pemanenan Ramah Lingkungan (RIL) dengan limit diameter ≥ 60 cm, dimana jalan sarad dan arah rebah ditentukan sebelumnya yang disesuaikan dengan topografi, posisi setiap pohon diketahui dengan pasti serta saat penebangan dilakukan pengawasan yang ketat dengan penetapan arah rebah dengan sudut rebah kurang dari 45% terhadap arah penyaradan, dibuat sebanyak tiga plot (plot 5, 6, dan 7).
- Pemanenan dengan metode konvensional (CNV), dimana pembalakan dilakukan dengan cara-cara yang umum dilaksanakan oleh perusahaan hutan. Pohon yang ditebang dengan limit diameter ≥ 60 cm dipetakan tanpa mencantumkan keadaan topo-

grafinya. Jalan sarad dirancang berdasarkan pengalaman; akses yang mudah terhadap pohon merupakan pedoman prinsip yang digunakan. Penebangan pohon dilaksanakan dengan cara yang paling memudahkan bagi tenaga/regu penebang dengan mempertimbangkan proses penyaradan yang sebaik mungkin dibuat sebanyak tiga plot (plot 8, 9, dan 11).

- d. Hutan primer sebagai kontrol (plot 1, 4, dan 10).

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer berupa hasil pengukuran ulang (setiap dua tahun) dilakukan pada petak ukur permanen di areal Plot STREK sejak tahun 1990 sampai dengan 2008. Data yang dikumpulkan meliputi semua individu pohon dalam petak ukur permanen berdiameter ≥ 10 cm yang meliputi nomor pohon, nama jenis dan diameter pohon setinggi dada.

3. Analisis Data

Data yang dikumpulkan setiap dua

tahun sekali dari tahun 1990 hingga tahun 2008 tersimpan dalam bentuk *database* Visual Fox Pro. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis *data tool* pada program Microsoft Excel 2007 dan program Statgraphics 4.0 yang meliputi :

- a. Kerapatan tegakan tinggal dengan limit diameter 10 cm
- $$\text{Kerapatan (N/ha)} = \frac{\text{Jumlah pohon}}{\text{Luas plot}}$$

- b. Menghitung diameter (d) dan bidang dasar (g):

- 1) Diameter pohon diperoleh dari konversi keliling sebagai berikut:

$$d = K / \pi$$

dimana:

d = diameter pohon (cm); K = keliling pohon (cm); π = konstanta (3,1415).

- 2) Bidang dasar pohon diperoleh dari persamaan luas lingkaran sebagai berikut:

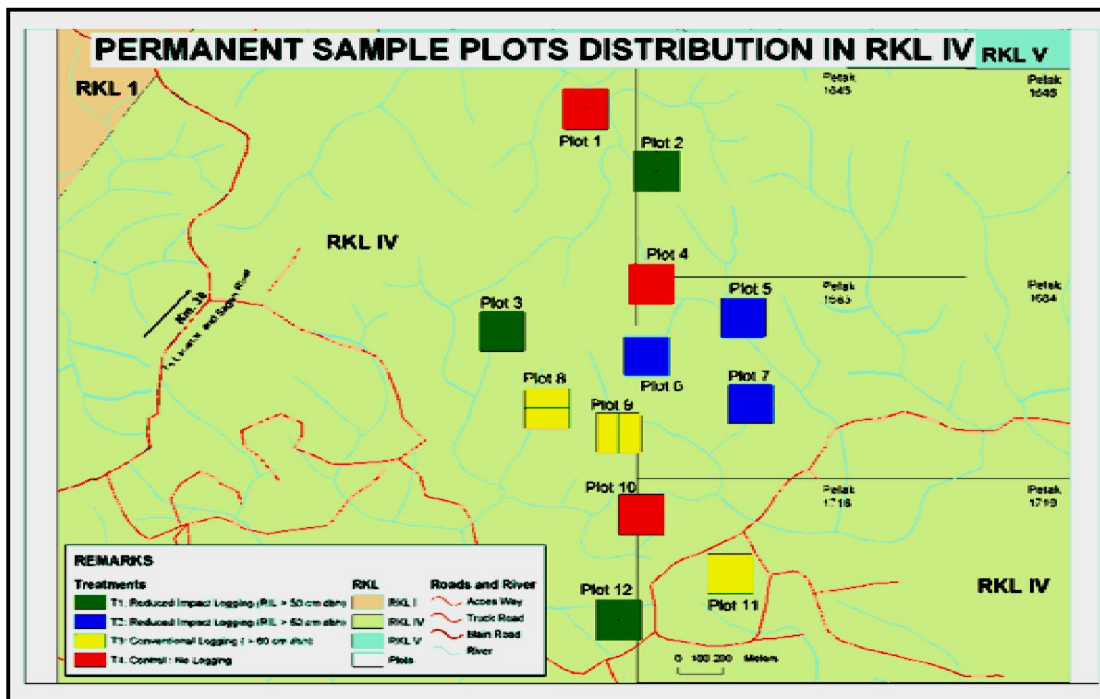
$$g = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

dimana:

g = bidang dasar pohon (m^2)

d = diameter pohon

π = konstanta (3,1415)



- 3) Volume pohon diperoleh berdasarkan data diameter dari persamaan berikut:

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t \cdot f$$

dimana:

V = volume pohon (m³)

d = diameter pohon (cm)

π = konstanta (3,1415)

t = tinggi pohon

f = faktor bentuk batang bebas cabang
0,6

dengan ketentuan :

- Tinggi pohon total (m), dihitung 100 x diameter (cm) atau $T = D$ (Sutisna, 2000).
- Bila tinggi berdasarkan diameter > 40 m, maka tinggi dianggap maksimum = 40 m (Sutisna, 2000).
- Tinggi batang (bebas cabang) ditaksir 0,65 tinggi pohon total, sehingga dalam menghitung volume batang, tinggi dikalikan 0,65 (Suyana, 2003).
- Faktor bentuk batang bebas cabang yang digunakan di KHDTK Labanan Berau, Kalimantan Timur adalah 0,6 (Suyana, 2003).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kerapatan Tegakan

Hasil penelitian kerapatan tegakan dalam jumlah pohon (N/ha) pada masing-masing plot penelitian pada teknik pemanenan yang berbeda disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa kerapatan tegakan sebelum dilakukan pemanenan pada tahun 1990, baik pada pemanenan ramah lingkungan (RIL) limit diameter ≥ 50 cm dan RIL ≥ 60 cm serta konvensional (CNV) dan hutan primer berkisar antara 391-584 batang/ha dan setelah pemanenan tahun 1992-2008 jumlah kerapatannya bervariasi, hal ini terjadi karena adanya kompetisi yang tinggi, baik antara individu dalam satu jenis maupun antara berbagai jenis, cahaya serta ruang tumbuh, sehingga setiap individu mendapat-

kan kesempatan untuk tumbuh dan berkembang yang sesuai dengan lingkungannya. Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm mempunyai kerapatan pohon berkisar 419-780 batang/ha dan sebelum pemanenan tahun 1990 berkisar 413-584 batang/ha, teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm mempunyai kerapatan pohon berkisar 463-784 batang/ha dan sebelum pemanenan berkisar 449-568 batang/ha.

Teknik pemanenan metoda konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm mempunyai kerapatan pohon berkisar 422-732 batang/ha dan sebelum pemanenan berkisar 418-459 batang/ha, sedangkan di hutan primer berkisar 391-584 batang/ha. Kerapatan tegakan tinggal ini jauh lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian di hutan Wahau (Kalimantan Timur) 19 tahun setelah pembalakan yaitu mempunyai kerapatan pohon 303 batang/ha (Susanty, 2005a).

Pada teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm rata-rata jumlah pohonnya selalu meningkat diantara 482-738 batang/ha, kecuali pada tahun 2006 rata-rata 738 batang/ha mengalami penurunan pada tahun 2008 menjadi 712 batang/ha pohon atau berkurang 26 pohon. Demikian juga teknik pemanenan metode konvensional dengan limit diameter ≥ 60 rata-rata antara 445-701 batang/ha dan tahun 2008 mengalami penurunan dari 701 batang/ha, pada tahun 2006 menjadi 700 batang/ha pohon, pada tahun 2008 serta hutan primer rata-rata berkisar antara 455-556 batang/ha dan tahun 2006 rata-rata 556 batang/ha menurun, pada akhir pengukuran tahun 2008 menjadi 547 batang/ha. Hal ini disebabkan karena kematian secara alami, pohon tumbang dan akibat tanah longsor yang terjadi di hutan primer. Jumlah pohon berdasarkan pengelompokan jenis Dipterocarpaceae dan nir Dipterocarpaceae dengan interval empat periode pengukuran pada teknik pemanenan yang berbeda disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa

jumlah pohon untuk kelompok jenis *Dipterocarpaceae* mengalami peningkatan setiap periode pengukuran yaitu pada teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm dan teknik pemanenan dengan metoda konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm, sedangkan untuk teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm dan hutan primer mengalami penurunan jumlah pohon pada periode pengukuran tahun 2008, karena kematian pohon dan adanya pohon yang tumbang.

Pada kelompok jenis nir *Dipterocarpaceae* semua teknik tebang pilih dan hutan primer menunjukkan kecenderungan adanya peningkatan jumlah pohon setiap tahunnya. Jumlah pohon kelompok jenis

nir *Dipterocarpaceae* cenderung lebih besar, dibanding kelompok lainnya. Hal ini disebabkan populasi individu non *Dipterocarpaceae* lebih banyak dan kondisi habitat yang sangat memungkinkan untuk berkembang dengan adanya ruang yang terbuka dan memberikan rangsangan pada pohon muda tingkat sapihan untuk berkembang ke arah yang lebih besar.

B. Distribusi Diameter

Struktur tegakan yang ditunjukkan dengan distribusi diameter dalam jumlah batang per hektar (N/ha) dengan interval kelas diameter lima cm sampai dengan pengukuran akhir tahun 2008 untuk teknik pemanenan yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 1. Kerapatan tegakan berdasarkan jumlah batang per hektar pada teknik pemanenan yang berbeda di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur (*Stand density according number of trees in different logging type in Forest Research Labanan, East Kalimantan*)

Teknik pemanenan (Type of logging)	Plot (Plots)	Jumlah batang (Number of trees) N/ha									
		1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008
RIL ≥ 50 cm	2	584	594	616	642	686	720	723	734	780	780
	3	448	459	489	527	565	596	620	631	657	608
	12	413	419	458	574	668	721	731	756	778	748
Jumlah (Total)		1445	1471	1563	1743	1918	2036	2074	2122	2215	2136
Rata-rata (Average)		482	490	521	581	639	679	691	707	738	712
RIL ≥ 60 cm	5	449	463	488	521	561	599	604	619	640	620
	6	568	580	601	643	680	703	716	727	773	784
	7	501	507	536	567	615	652	656	676	740	781
Jumlah (Total)		1518	1550	1624	1730	1857	1954	1976	2022	2152	2185
Rata-rata (Average)		506	517	541	577	619	651	659	674	717	728
CNV ≥ 60 cm	8	418	422	476	540	630	663	681	697	731	641
	9	458	464	489	542	601	639	651	670	692	732
	11	459	464	497	542	600	622	636	666	682	728
Jumlah (Total)		1334	1350	1462	1624	1831	1924	1968	2033	2104	2101
Rata-rata (Average)		445	450	487	541	610	641	656	678	701	700
Hutan primer (Primary forest)	1	506	516	528	540	553	561	571	578	584	535
	4	468	475	496	513	536	550	551	557	578	564
	10	391	402	418	438	462	467	471	478	505	543
Jumlah (Total)		1365	1392	1442	1491	1551	1577	1593	1613	1667	1642
Rata-rata (Average)		455	464	481	497	517	526	531	538	556	547

Keterangan (Remarks) :

RIL ≥ 50 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 50 cm*)

RIL ≥ 60 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 60 cm*)

CNV ≥ 60 cm = Teknik pemanenan metode konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Conventional logging with diameter limit ≥ 60 cm*)

Tabel (Table) 2. Jumlah pohon (N/ha) berdasarkan kelompok jenis pada teknik pemanenan yang berbeda di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur (*Number of trees (N/ha) according species grouping in different logging types in Forest Research Labanan, East Kalimantan*)

No.	Tipe pemanenan (Logging type)	Kelompok jenis (Species grouping)	Tahun pengukuran (Measurement year)			
			1990	1996	2002	2008
1	RIL $\geq$ 50 cm	Dipterocarpaceae	127	147	166	186
		Non Dipterocarpaceae	354	434	525	526
		Semua jenis (<i>All species</i>)	482	581	691	712
2	RIL $\geq$ 60 cm	Dipterocarpaceae	129	147	160	156
		Non Dipterocarpaceae	377	430	499	572
		Semua jenis (<i>All species</i>)	506	577	659	728
3	CNV $\geq$ 60 cm	Dipterocarpaceae	122	144	169	176
		Non Dipterocarpaceae	323	397	487	524
		Semua jenis (<i>All species</i>)	445	541	656	700
4	Hutan primer (Primary forest)	Dipterocarpaceae	110	119	127	124
		Non Dipterocarpaceae	345	377	404	423
		Semua jenis (<i>All species</i>)	455	497	531	547

Keterangan (Remarks) : RIL $\geq$ 50 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter $\geq$ 50 cm (*Reduced impact logging with diameter limit $\geq$ 50 cm*); RIL $\geq$ 60 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter $\geq$ 60 cm (*Reduced impact logging with diameter limit $\geq$ 60 cm*); CNV $\geq$ 60 cm = Teknik pemanenan metode konvensional dengan diameter limit $\geq$ 60 cm (*Conventional logging with diameter limit $\geq$ 60 cm*)

Dari tabel tersebut terlihat bahwa sebaran diameter kecil yaitu diameter 10-30 cm, lebih banyak jumlahnya dibandingkan diameter di atasnya, semakin besar kelas diameternya, maka semakin sedikit jumlahnya baik di hutan primer maupun di hutan bekas pemanenan yang berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa pola sebaran struktur tegakan yang terbentuk dan pola pergeserannya, baik hutan primer maupun hutan bekas pemanenan pada akhir pengukuran yaitu tahun 2008 pola pergeserannya atau struktur tegakan mengikuti pola kurva De Lio Court atau kurva J terbalik. Dalam hal ini pohon-pohon dengan dimensi yang lebih kecil atau diameter kecil lebih banyak dalam jumlah kerapatan (pohon/ha).

Pohon-pohon berdiameter kecil dengan interval kelas diameter 10-14,9 cm mempunyai variasi jumlah kerapatan pohon yang berbeda, pada hutan primer sebanyak 161 pohon/ha dan di hutan bekas pemanenan yang berbeda yaitu RIL $\geq$ 50 cm 171 pohon/ha, RIL $\geq$ 60 cm 195 pohon/ha dan CNV $\geq$ 60 cm 142 pohon/ha.

Keempat tipe perlakuan pemanenan yang berbeda tersebut, cenderung untuk membentuk kurva J terbalik, yaitu berdasarkan bentuk kurva frekuensi batang per hektar suatu tegakan.

Dalam kaitannya dengan pembentukan struktur tegakan, pengertian dimensi tegakan sangat terkait erat dengan batasan dimensi pohon, sebab dimensi tegakan dibentuk oleh kumulatif dari dimensi pohon-pohon pembentuknya. Mendoza dan Vanclay (2008), menyatakan bahwa tegakan adalah sekelompok pohon-pohon yang cukup seragam dalam komposisi dan memiliki keteraturan dalam penggunaan ruang tumbuh untuk menyusun kesatuan silvikultural atau unit penarikan contoh. Oliver dan Larson (1990), menjelaskan bahwa struktur tegakan adalah sebaran sementara dan sebaran fisik pohon-pohon dalam suatu tegakan.

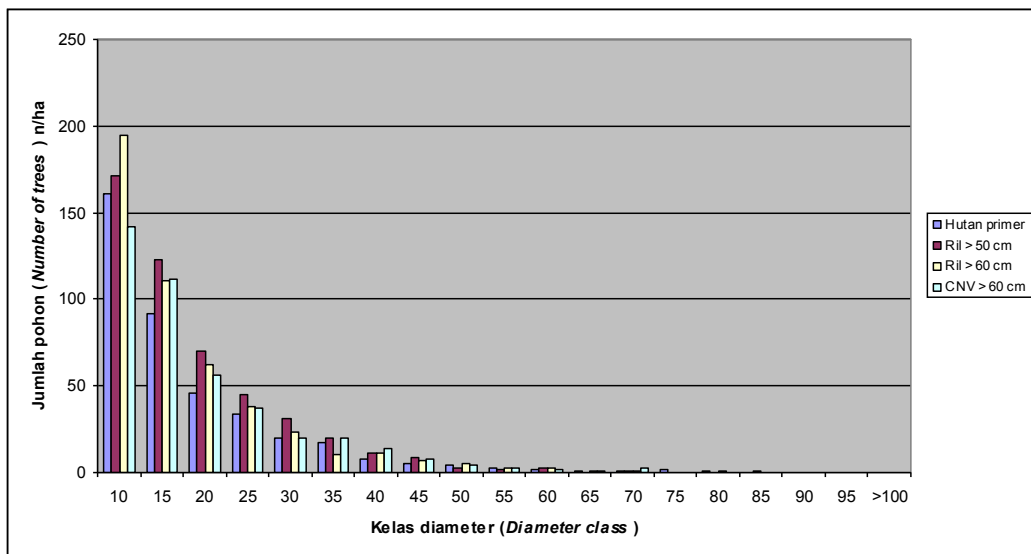
C. Bidang Dasar Tegakan

Hasil penelitian bidang dasar tegakan pada masing-masing plot penelitian untuk teknik pemanenan yang berbeda

Tabel (Table) 3. Distribusi kelas diameter pada teknik pemanenan yang berbeda di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur (*Distribution of diameter class in different logging type at Forest Research Labanan, East Kalimantan*)

No. (Number)	Kelas diameter (Diameter class) cm	Interval kelas (Interval class) cm	Nilai tengah (Median)	Teknik pemanenan (Logging type)			
				Hutan primer (Primary forest)	RIL ≥ 50 cm	RIL ≥ 60 cm	CNV ≥ 60 cm
1	10	10-14,9	12,5	161	171	195	142
2	15	15-19,9	17,5	92	123	111	112
3	20	20-24,9	22,5	46	70	62	56
4	25	25-29,9	27,5	34	45	38	37
5	30	30-34,9	32,5	20	31	23	20
6	35	35-39,9	37,5	17	20	10	20
7	40	40-44,9	42,5	8	11	11	14
8	45	45-49,9	47,5	5	9	7	8
9	50	50-54,9	52,5	4	3	5	4
10	55	55-59,9	57,5	3	2	3	3
11	60	60-64,9	62,5	2	3	3	2
12	65	65-69,9	67,5	1	0	1	1
13	70	70-74,9	72,5	1	1	1	3
14	75	75-79,9	77,5	2	0	0	0
15	80	80-84,9	82,5	1	0	1	0
16	85	85-89,9	87,5	0	1	0	0
17	90	90-94,9	92,5	0	0	0	0
18	95	95-99,9	97,5	0	0	0	0
19	>100			0	0	0	0
Jumlah (Total)				396	491	471	421

Keterangan (Remarks) : RIL ≥ 50 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 50 cm*); RIL ≥ 60 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 60 cm*); CNV ≥ 60 cm = Teknik pemanenan metode konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Convensional logging with diameter limit ≥ 60 cm*)

Gambar (Figure) 4. Histogram distribusi kelas diameter pada teknik pemanenan yang berbeda di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur (*Distribution of diameter class in different logging type in Forest Research Labanan, East Kalimantan*)

yaitu pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm (RIL ≥ 50 cm), teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm (RIL ≥ 60 cm), teknik pemanenan konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm (CNV ≥ 60 cm) dan hutan primer ditunjukkan pada Tabel 4. Tabel ini menunjukkan bahwa bidang dasar tegakan hutan bekas pemanenan berkisar antara 9,94 m²/ha sampai 25,41 m²/ha, kondisi ini mempunyai kisaran yang lebih luas dibandingkan hasil penelitian Susanty (2001) di areal yang sama yang mempunyai luas bidang dasar rata-rata berkisar antara 19 m²/ha sampai 24 m²/ha, sedangkan luas bidang dasar tegakan pada hutan primer berkisar 15,88-21,48 m²/ha dan hutan sebelum pemanenan tahun 1990 baik RIL ≥ 50 cm, RIL ≥ 60 cm dan CNV ≥ 60 cm berkisar antara 20,98 m²/ha sampai 27,83 m²/ha.

Terdapat fluktuasi besaran bidang dasar tegakan setelah pemanenan, baik pemanenan dengan sistem RIL ≥ 50 cm, RIL ≥ 60 cm dan CNV ≥ 60 cm serta hutan primer. Pada RIL limit diameter tebang ≥ 50 cm sebelum pemanenan tahun 1990 rata-rata sebesar 23,98 m²/ha dan setelah pemanenan 1992 rata-rata 15,47 m²/ha, kondisi ini bervariasi hingga tahun 2008 menjadi 21,30 m²/ha. Pada RIL limit diameter tebang ≥ 60 cm tahun 1990 rata-rata sebesar 24,07 m²/ha dan setelah pemanenan 1992 rata-rata 17,20 m²/ha dan pada tahun 2008 menjadi 19,49 m²/ha. Pada CNV limit diameter tebang ≥ 60 cm tahun 1990 sebesar 23,68 m²/ha dan setelah pemanenan 1992 rata-rata menjadi 14,43 m²/ha dan tahun 2008 menjadi 20,00 m²/ha.

Kondisi hutan primer penurunannya tidak begitu besar dibanding hutan bekas pemanenan. Hal ini memberikan gambaran bahwa dengan semakin tingginya intensitas tebangan akan memberikan kondisi bagi pertumbuhan yang lebih besar dengan terbentuknya ruang-ruang tumbuh. Dengan keterbukaan areal yang terjadi karena pohon-pohon yang diambil sebagai akibat kegiatan pemanenan dan

yang rusak/mati akibat proses panen dan pengangkutan, merupakan salah satu faktor pembentuk yang penting bagi kondisi optimal yang diharapkan mampu memberikan pertumbuhan yang maksimal. Pada hutan primer, dinamika secara alami akan bersifat lebih stabil, walaupun terjadi penurunan luas bidang dasar tegakan pada hutan primer. Dengan asumsi tidak adanya gangguan dari luar, seperti adanya perambahan maupun penebangan liar maka kondisi ini memang paling ideal dari segi ekologis.

D. Volume Tegakan

Perhitungan volume tegakan dilakukan berdasarkan penentuan prediksi tinggi pohon dengan pertimbangan diameter pohon (Sutisna, 2000 dan Suyana, 2003). Hasil perhitungan volume tegakan pada periode pengukuran interval lima tahun setelah pemanenan masing-masing plot penelitian disajikan pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 volume tegakan sebelum pemanenan pada tahun 1990, baik pemanenan dengan metode RIL ≥ 50 cm, RIL ≥ 60 cm dan CNV ≥ 60 cm berkisar antara 252,85 m³/ha sampai 341,57 m³/ha. Setelah pemanenan periode 1996 sampai 2008 pada pemanenan dengan metode RIL ≥ 50 cm berkisar antara 121,06 m³/ha sampai 292,75 m³/ha, RIL ≥ 60 cm antara 165,43 m³/ha sampai 257,99 m³/ha, CNV ≥ 60 cm antara 148,03 m³/ha sampai 259,48 m³/ha dan hutan primer antara 182,08 m³/ha sampai 252,31 m³/ha.

Pada tahun 1990 potensi tegakan pada plot yang akan ditebang relatif sama yaitu pada kisaran rata-rata antara 292,29 m³/ha sampai 296,78 m³/ha, sedangkan pada plot hutan primer mempunyai potensi yang lebih rendah yaitu dengan volume rata-rata 231,26 m³/ha. Tahun 1996 potensi tegakan pada teknik RIL ≥ 50 cm mempunyai potensi yang relatif sama dengan setelah pemanenan dengan teknik konvensional (CNV ≥ 60 cm), yaitu sebesar 176 m³/ha. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat penebangan yang lebih intensif

Tabel (Table) 4. Rataan bidang dasar (m^2/ha) pada teknik pemanenan yang berbeda di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur (*Average of basal area (m^2/ha) on different logging type in Forest Research Labanan, East Kalimantan*)

Tipe pemanenan (Type of logging)	Plot	Tahun pengukuran (Measurement year)									
		1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008
RIL ≥ 50 cm	2	27,15	20,81	20,57	19,89	19,68	20,60	20,88	21,22	22,20	25,41
	3	22,11	15,66	14,88	15,56	14,61	16,22	16,64	17,54	18,68	17,39
	12	22,68	9,94	9,73	11,83	13,23	16,01	16,90	17,98	18,44	21,11
Jumlah (Total)		71,94	46,41	45,18	47,27	47,52	52,82	54,42	56,74	59,32	63,91
Rata-rata (Average)		23,98	15,47	15,06	15,76	15,84	17,61	18,14	18,91	19,77	21,30
RIL ≥ 60 cm	5	20,98	16,62	16,89	17,07	16,67	18,23	18,33	18,93	19,69	17,05
	6	27,83	20,56	19,34	19,71	18,89	20,00	20,17	20,65	21,62	23,16
	7	23,39	14,43	14,08	14,45	15,13	15,69	16,29	16,77	18,02	18,27
Jumlah (Total)		72,20	51,61	50,31	51,23	50,68	53,92	54,79	56,35	59,33	58,48
Rata-rata (Average)		24,07	17,20	16,77	17,08	16,89	17,97	18,26	18,78	19,78	19,49
CNV ≥ 60 cm	8	21,69	11,65	11,73	13,41	14,09	16,61	17,74	18,95	20,17	21,36
	9	25,64	16,34	15,56	16,36	16,35	18,10	18,53	19,31	19,90	20,26
	11	23,71	15,32	14,85	15,95	16,25	17,60	17,37	18,32	19,17	18,36
Jumlah (Total)		71,04	43,30	42,14	45,72	46,69	52,31	53,65	56,58	59,24	59,99
Rata-rata (Average)		23,68	14,43	14,05	15,24	15,56	17,44	17,88	18,86	19,75	20,00
Hutan primer	1	20,76	20,88	21,31	21,48	20,00	20,49	20,35	20,56	20,95	19,49
	4	20,75	19,69	19,31	18,98	18,05	18,38	18,21	18,42	18,99	16,77
	10	17,32	17,22	17,20	16,33	16,33	16,62	15,88	16,05	16,75	18,72
Jumlah (Total)		58,83	57,79	57,82	56,79	54,38	55,50	54,44	55,03	56,69	54,98
Rata-rata (Average)		19,61	19,26	19,27	18,93	18,13	18,50	18,15	18,34	18,90	18,33

Keterangan (Remarks): RIL ≥ 50 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 50 cm*); RIL ≥ 60 cm = Teknik pema-nenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 60 cm*); CNV ≥ 60 cm = Teknik pemanenan metode konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Convensional logging with diameter limit ≥ 60 cm*)

Tabel (Table) 5. Rekapitulasi volume tegakan (m^3/ha) pada teknik pemanenan yang berbeda di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur (*Recapitulation of stand volume (m^3/ha) on different logging type in Forest Research Labanan, East Kalimantan*)

Teknik pemanenan (Logging type)	Plot	Tahun pengukuran (Measurement years)			
		1990	1996	2002	2008
RIL ≥ 50 cm	2	328,43	231,64	235,40	292,75
	3	271,05	177,13	190,80	195,75
	12	287,21	121,06	174,19	240,20
Jumlah (Total)		886,69	529,82	600,39	728,70
Rata-rata (Average)		295,56	176,61	200,13	242,90
RIL ≥ 60 cm	5	252,85	196,76	208,11	195,13
	6	341,57	227,02	229,62	257,99
	7	282,44	165,43	184,02	207,47
Jumlah (Total)		876,86	589,21	621,75	660,60
Rata-rata (Average)		292,29	196,40	207,25	220,20
CNV ≥ 60 cm	8	268,78	148,03	194,37	259,48
	9	326,75	195,32	215,74	238,91
	11	294,81	185,84	198,40	211,49
Jumlah (Total)		890,34	529,18	608,51	709,88
Rata-rata (Average)		296,78	176,39	202,84	236,63
Hutan primer (Primary forest)	1	241,58	252,31	237,82	232,69
	4	247,19	221,43	211,28	204,87
	10	205,01	185,76	182,08	217,93
Jumlah (Total)		693,78	659,49	631,17	655,49
Rata-rata (Average)		231,26	219,83	210,39	218,50

Keterangan (Remarks): RIL ≥ 50 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 50 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 50 cm*); RIL ≥ 60 cm = Teknik pemanenan ramah lingkungan dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Reduced impact logging with diameter limit ≥ 60 cm*); CNV ≥ 60 cm = Teknik pemanenan metode konvensional dengan limit diameter ≥ 60 cm (*Convensional logging with diameter limit ≥ 60 cm*)

dengan limit tebangan yang lebih rendah pada teknik RIL yaitu ≥ 50 cm, akan sama dengan teknik konvensional dengan limit tebangan yang lebih tinggi yaitu ≥ 60 cm.

Tingkat pemulihan tegakan berdasarkan tingkat potensi tegakan pada tahun 2006 baik pada teknik RIL maupun konvensional akan mempunyai potensi tegakan yang relatif seragam yaitu 200-207 m³/ha, sedangkan tahun 2008 pada RIL ≥ 50 cm akan mempunyai kondisi potensi lebih tinggi dibandingkan pada teknik konvensional, bahkan dibandingkan dengan RIL ≥ 60 cm. Dari segi potensi, menunjukkan bahwa pada kondisi awal tegakan yang sama dengan intensitas penebangan yang sama tetapi dengan teknik yang berbeda (konvensional dan RIL), akan memberikan dampak yang berbeda dalam hal pemulihan tegakan. Penelitian Sularso (1996) dan Elias (1998) menunjukkan bahwa penebangan secara konvensional akan menyebabkan kerusakan tegakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik pemanenan ramah lingkungan. Hal yang serupa dikemukakan oleh Muhdi dan Hanafiah (2007) di Kalimantan Barat yang menunjukkan bahwa teknik penebangan secara konvensional mempunyai dampak terhadap kerusakan tegakan yang lebih besar yaitu sebesar 25-50% dibandingkan dengan teknik pemanenan RIL yaitu sebesar $< 25\%$.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Bidang dasar tegakan setelah pemanenan dengan teknik pemanenan yang berbeda mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan sebelum pemanenan.
2. Pola sebaran struktur tegakan yang terbentuk pada ketiga teknik pemanenan yang berbeda dan hutan primer mengikuti pola kurva De Lio Court atau kurva J terbalik.

3. Volume tegakan akan terus mengalami perkembangan pasca pemanenan dan akan mendekati volume awal tegakan, apabila tidak mengalami kerusakan yang berat.

B. Saran

Perlu pertimbangan dalam pemilihan teknik pemanenan yang tepat, untuk menentukan intensitas pemanenan yang berdampak rendah terhadap lingkungan dan perkembangan struktur tegakan pasca pemanenan.

DAFTAR PUSTAKA

- Elias. (1998). *Forest harvesting case study : reduced impact timber harvesting in the tropical natural forest in Indonesia*. Rome: FAO.
- Mendoza, G. A., and Vanclay, J. K. (2008). Trend in forestry modelling. *Perspective in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 3,(10), 8-21.
- Meyer, H. A., Recknagel, A. B., Stevenson, D. D., & Bortoo, R. A. (1961). *Forest management*. New York: The Roland Press Company.
- Muhdi, & Hanafiah, D. S. (2007). Dampak pemanenan kayu berdampak rendah terhadap kerusakan tegakan tinggal di hutan alam (studi kasus di areal HPH PT. Suka Jaya Makmur, Kalimantan Barat). *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 9 (1), 32-39.
- Oliver, C. D., & Larson, S. M. (1990). *Forest stand dynamic*. New York: Mc.Graw-Hill Co.Inc.
- Richards, P. W. (1964). *The tropical rain forest: An ecological study*. New York: Cambridge at the University Press Company.
- Smith, R. G. B., & Nicholas, J. D. (2005). Patterns of basal area increment, mortality and recruitment were related to logging intensity in subtropical rainforest in Australia over 35 years. *Forest Ecology and Management*, 218, 319-328.

- Sularso, H. (1996). Analisis kerusakan tegakan tinggal akibat pemanenan kayu terkendali dan konvensional pada sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) (Tesis Pascasarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutisna, M. (2000). Hasil penelitian. Dalam: Sutisna, M. dan Suyana, A. 1997-2000. Laporan Akhir Tahun Ke-3 Penelitian Kajian Penjarangan TPTI. Kerja sama penelitian antara Balai Penelitian Kehutanan Samarinda dan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Suyana, A. (2003). *Dampak penjarangan terhadap struktur dan riap tegakan di hutan produksi alami PT. Inhutani I Berau Kalimantan Timur* (Tesis Pascasarjana). Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Susanty, F. H. (2001). *Analisis bentuk struktur tegakan dan model-model riap tegakan dengan sistem pemanenan yang berbeda di PT Inhutani I Berau Kalimantan Timur*. (Tesis Magister Program Pascasarjana). Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Susanty, F. H. (2005). *Kajian implementasi kriteria dan indikator pengelolaan hutan alam produksi lestari (PHAPL)* (Laporan Tahunan). Samarinda: Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Samarinda. (Tidak diterbitkan).