

# KERUSAKAN TEGAKAN TINGGAL, KETERBUKAAN LAHAN, PENGGESERAN TANAH DAN BIAYA PADA PENYARADAN TERKENDALI

*(Residual Stand Damage, Ground Exposure, Soil Displacement and Cost  
on Controlled Skidding System)*

Oleh/By :

**Sukadaryati, Dulsalam dan M. Sinaga**

## SUMMARY

*The trees have certain optimal ages to be harvested. Beyond those ages, the value of the trees tend to decline. Therefore, good harvesting plans must be created and then followed by refining to expedite forest sustainability. In reality, forest harvesting operation always cause ecological damage. It can not be avoided, but can be minimized. Log skidding as one element of the harvesting operations need to be controlled to decrease residual stand and soil damages.*

*An investigation on residual stand damage, ground exposure, soil displacement and cost on controlled skidding was carried out at one logging company in Jambi in 2001. The objective of the investigation is to find out information about residual stand damage, ground exposure, soil displacement and cost on controlled skidding which could be useful for managing sustainable forest.*

*The investigation results revealed that: (1) the averages of residual stand damage, ground exposure, top soil displacement, productivity, and cost on controlled skidding were 11.3%, 8.6%, 17.720 cm/10m skidding road, 23.886 m<sup>3</sup>-hm/hour and Rp 12,740/m<sup>3</sup>-hm, respectively while those averages on conventional skidding were 20.2%, 12.2%, 22.160 cm/10m skidding road, 30.996 m<sup>3</sup>-hm/hour and Rp 10,080/m<sup>3</sup>-hm, respectively; (2) controlled skidding can decrease 8.9% of residual stand damage; 3.6% of the degree of ground exposure; 4.44cm/10m road skidding of level of top soil displacement; (3) controlled skidding system increase the cost of Rp 2,660/m<sup>3</sup>-hm because the productivity of the system is lower than the conventional one. Nevertheless, for ecological and sustainability reasons in the long run, controlled skidding system is more promising and needs to be implemented.*

*Keywords : Conventional skidding, controlled skidding, residual stand, ground exposure, soil displacement, productivity, cost*

## RINGKASAN

Pohon sebagai penghasil kayu mempunyai umur tertentu untuk ditebang, lewat umur tersebut, nilai ekonominya cenderung menurun. Oleh karena itu pemanenan hutan yang direncanakan dengan baik perlu dilakukan, diikuti dengan kegiatan peremajaan hutan kembali untuk mendukung produksi yang lestari. Kegiatan pemanenan kayu dilakukan pada hakekatnya menimbulkan kerusakan ekologis yang sulit dihindari namun bisa dikurangi. Penyaradan sebagai salah satu unsur pemanenan perlu dilakukan secara terkendali untuk menurunkan dampak negatif yang ditimbulkan. Penelitian tentang kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, penggeseran lapisan tanah atas, dan biaya penyaradan

dengan sistem terkendali telah dilakukan di suatu perusahaan kayu di Jambi pada tahun 2001. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, penggeseran lapisan tanah atas, dan biaya penyaradan kayu dengan sistem terkendali sehingga dapat dipakai sebagai acuan dalam pengelolaan hutan lestari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) rata-rata kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, penggeseran lapisan tanah atas, dan biaya penyaradan secara terkendali berturut-turut 11,3%, 8,6%, 17,720 cm/10m jalan sarad, 23,886 m<sup>3</sup>-hm/jam dan Rp 12.740/m<sup>3</sup>-hm, sedang secara konvensional berturut-turut sebesar 20,2%, 12,2%, 22,160 cm/10 m jalan sarad, 30,996 m<sup>3</sup>-hm/jam dan Rp 10.080/m<sup>3</sup>-hm ; (2) penyaradan secara terkendali mampu menurunkan kerusakan tegakan tinggal sebesar 8,9%, mengurangi derajat keterbukaan lahan sebesar 3,6%, dan menurunkan tingkat penggeseran lapisan tanah atas sebesar 4,44 cm/10 m jalan sarad; (3) akan tetapi biaya penyaradan dengan sistem terkendali akan meningkatkan biaya penyaradan sebesar Rp 2.660,33/m<sup>3</sup>-hm karena produktivitas yang dihasilkan lebih kecil daripada sistem konvensional. Namun demikian apabila dilihat dari investasi produksi kayu di masa yang akan datang, teknik penyaradan terkendali lebih menjanjikan dan perlu segera diterapkan.

Kata kunci: Penyaradan konvensional, penyaradan terkendali, kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, penggeseran lapisan tanah atas, produktivitas, biaya

## I. PENDAHULUAN

Dalam prinsip pengelolaan hutan produksi lestari, pohon sebagai penghasil kayu memiliki umur panen (masak tebang) tertentu. Pada umur tersebut pohon harus segera dipanen untuk selanjutnya diremajakan karena lewat masa itu pohon tidak menambah volume bahkan cenderung menurunkan kondisi fisiknya secara cepat atau lambat. Pola pemanenan yang baik dibutuhkan dalam kegiatan itu untuk mendukung produksi yang lestari.

Dampak pemanenan kayu secara umum dapat terjadi berupa perubahan iklim mikro, terbukanya akses ke dan dari tempat pemanenan sehingga dapat dipakai untuk pembinaan hutan, sarana jalan penghubung antar desa, pengumpulan hasil hutan non kayu dan bahkan sering dimanfaatkan juga untuk merambah hutan (dampak negatif). Selain itu proses pemanenan juga mempengaruhi habitat flora dan fauna dan kualitas sumber air bahkan menurunkan keanekaragaman hayati, karena kerusakan tegakan yang ditimbulkannya baik kerusakan tegakan tinggal tanah maupun ekosistem di dalamnya.

Melihat dampak yang ditimbulkannya, penyaradan kayu sebagai bagian dari kegiatan pemanenan hasil hutan dituntut adanya perhatian yang besar terhadap segala aspek, yaitu aspek ekologis, teknis, sosial dan ekonomis. Aspek ekologis mempunyai kaitan yang erat dengan kondisi keseimbangan ekosistem hutan yang mengalami perubahan sementara maupun permanen. Aspek teknis lebih mengarah pada teknik penyaradan yang digunakan seperti alat yang digunakan, kemampuan operator atau petunjuk teknis di lapangan. Aspek sosial terkait erat dengan masyarakat sekitar hutan seperti penyediaan lapangan kerja hingga peningkatan kesejahteraan masyarakat. Aspek ekonomis perlu mempertimbangkan besarnya biaya penyaradan dengan potensi tegakan yang dihasilkan. Bila dilaksanakan secara sungguh-sungguh, keempat aspek tersebut dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan kegiatan penyaradan.

Beberapa hasil penelitian mengenai dampak penyaradan terhadap aspek ekologis khususnya kerusakan tegakan tinggal dan keterbukaan lahan pada beberapa teknik penyaradan menunjukkan hasil yang beragam. Berdasar alat yang digunakan, penyaradan dengan menggunakan tenaga hewan menimbulkan kerusakan tegakan

tinggal paling kecil yaitu sebesar 8%. Penyaradan yang dilakukan pada tingkat kerapatan tegakan yang makin tinggi cenderung menimbulkan kerusakan tegakan tinggal yang tinggi juga mulai 11,6–19,9% sedang keterbukaan lahan yang ditimbulkan sebesar 11,4–22,2%. Demikian juga dengan intensitas pohon yang ditebang, intensitas penebangan yang tinggi akan menimbulkan kerusakan tegakan tinggal dan keterbukaan lahan yang tinggi pula (Fiklin, 1997 dalam Endom dan Basari, 2000; Suhartana, 1991; Dulsalam *et al.* 1989; Thaib, 1985, 1986a, 1986b).

Kegiatan pemanenan kayu yang dilakukan pada hakekatnya menimbulkan kerusakan ekologis yang sulit dihindari namun bisa dikurangi. Penggunaan alat penyaradan yang dilakukan dengan hati-hati baik dengan tenaga hewan ataupun alat mekanis seperti traktor dan *highlead*, juga beberapa perlakuan seperti berdasar kerapatan pohon yang disarad, dan kelerengan lapangan, tetap menimbulkan dampak ekologis negatif. Namun demikian dampak ekologis yang ditimbulkan berupa kerusakan tegakan tinggal dan penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan tersebut dapat dikurangi dengan menerapkan sistem penyaradan terkendali. Menurut FAO (1997) kerusakan tegakan tinggal yang terjadi karena penyaradan terkendali (ramah lingkungan) sebesar 13% atau mampu menurunkan tingkat kerusakan tegakan tinggal sebesar 7%. Penurunan kerusakan tegakan tinggal ini tentu saja berhubungan erat dengan potensi tegakan yang ditebang untuk periode berikutnya. Dalam FAO (1997) disebutkan pula bahwa pertumbuhan tegakan tinggal bekas pembalakan pada sistem terkendali mencapai 1,3 m<sup>3</sup>/tahun sedang dengan sistem konvensional hanya sebesar 0,7 m<sup>3</sup>/tahun.

Pada gilirannya penyaradan kayu yang direncanakan dengan baik dan efisien serta dilaksanakan secara sungguh-sungguh dapat menurunkan biaya penyaradan. Menurut Natadiwiryana dan Mattikainen (2001), penyaradan terkendali (*RIL/Reduce Impact Logging*) dengan traktor dapat menurunkan biaya total sebesar 51 juta pada areal seluas 100 ha, dan volume kayu yang disarad 3.000 m<sup>3</sup> serta jarak sarad rata-rata 400 m.

Berdasar uraian di atas, maka telah dilakukan penelitian mengenai dampak kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, produktivitas dan biaya pada penyaradan kayu secara terkendali. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, produktivitas dan biaya pada penyaradan kayu secara terkendali yang dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam pengelolaan hutan alam secara lestari. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi sampai sejauh mana sistem penyaradan terkendali mampu menurunkan kerusakan tegakan tinggal dan keterbukaan lahan, meningkatkan produktivitas dan menekan biaya penyaradan, sehingga dapat meyakinkan para pemegang Hak Pengusahaan Hutan (HPH) bahwa sistem penyaradan terkendali yang dilaksanakan dengan sungguh-sungguh menjamin terciptanya produksi sumberdaya hutan yang berkelanjutan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di Propinsi Jambi, yaitu di areal HPH PT Asialog, yang termasuk dalam wilayah kerja Dinas Kehutanan Propinsi Jambi yang dilakukan pada bulan Oktober 2001.

## B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cat, kuas, tambang plastik, pita phi; sedang alat yang digunakan adalah meteran, stopwatch, kompas, chainsaw merk Stihl tipe 070 dan traktor penyarad merk Caterpillar D7G.

## C. Prosedur Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Menetapkan secara purposif satu petak tebang yang akan dilakukan penebangan dan penyaradan.
- 2) Di petak tebang terpilih dibuat petak ukur dengan ukuran 100 m x 100 m sebanyak 5 (lima) buah masing-masing untuk petak terkendali dan petak konvensional.
- 3) Setelah pohon rebah, penyaradan kayu dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

### Pada petak terkendali :

- a) membuat perencanaan jalan sarad berdasarkan topografi dan lokasi penyebaran pohon dengan tanda yang jelas (cat kuning) di lapangan, dengan arah jalan sarad dibuat sependek mungkin dan menghindari rusaknya pohon inti dan pohon induk serta tegakan tinggal rapat;
- b) pada waktu penyaradan dilakukan bagian depan kayu yang disarad terangkat dari permukaan tanah dengan bantuan tenaga tromol;
- c) traktor sarad tidak membuat gerakan membelok yang tajam dan mendadak yang akan mengakibatkan kayu yang disarad menyapu kanan kiri tegakan tinggal;
- d) bila traktor sarad tidak kuat menyarad kayu pada arah mendaki, dilakukan teknik *winching* yaitu traktor tetap bergerak mendaki maju dengan mengulur kabel sehingga kayu yang disarad tidak bergerak, untuk selanjutnya traktor sarad berhenti/tidak bergerak sedangkan kabel sarad digulung dengan tromol sehingga kayu yang disarad dapat ditarik;
- e) pada waktu menuruni lereng, traktor sarad bergerak membentuk sudut lancip dengan arah lurus menurunya lereng.

### Pada petak konvensional :

Teknik pelaksanaan penebangan dan penyaradan diserahkan sepenuhnya pada penebang dan penyarad setempat untuk melaksanakan penebangan dan penyaradan sesuai kebiasaan mereka.

- 4) Mengukur parameter sebagai berikut:
  - a) kerusakan tegakan tinggal : semua pohon dicatat yang rusak dan yang sehat sebelum dan sesudah penebangan dan penyaradan;
  - b) keterbukaan lahan : dengan memproyeksikan keterbukaan tajuk di lantai hutan akibat kegiatan penebangan dan penyaradan;
  - c) penggeseran lapisan tanah atas bekas jalan sarad : dengan cara mengukur

kedalaman lapisan tanah yang tergeser pada beberapa kelas kelerengan. Di setiap kelas kelerengan sepanjang jalan sarad dibuat 5 titik kedalaman ke arah lebar dan bergerak ke arah panjang jalan setiap 10 m;

- d) panjang jalan sarad dan jumlah pohon disarad dicatat dan dipetakan pada peta kedudukan pohon dengan skala 1 : 500;
  - e) produktivitas penyaradan : dengan cara mencatat waktu sarad, jarak sarad dan volume kayu yang disarad dan data penunjang;
  - f) biaya produksi penyaradan : dengan cara mencatat semua pengeluaran seperti : pemakaian bahan bakar, oli/gemuk, upah, bunga dan asuransi, biaya penyusutan dan biaya pemeliharaan/perbaikan.
- 5) Mencatat data umum sebagai berikut: keadaan umum perusahaan dan data penunjang lainnya yang dikutip dari perusahaan dan wawancara dengan karyawan.

Kriteria pohon dalam penelitian ini adalah tanaman hutan yang berdiameter 20 cm ke atas. Untuk menaksir derajat kerusakan tegakan tinggal, digunakan kriteria dari Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan (1994), yaitu pohon dianggap rusak apabila mengalami salah satu atau lebih kriteria sebagai berikut : tajuk pohon rusak > 30% atau cabang/dahan besar patah; luka batang > ¼ keliling batang dengan panjang ≥ 1,5 m; dan/atau perakaran terpotong atau > 1/3 banirnya rusak.

#### D. Analisis Data

Data hasil lapangan berupa kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, penggeseran lapisan tanah atas dan produktivitas traktor sarad dan biaya penyaradan diolah dalam bentuk tabulasi. Dasar perhitungannya adalah sebagai berikut :

- 1) Kerusakan tegakan tinggal dihitung berdasarkan persentase jumlah yang rusak terhadap jumlah yang seharusnya tinggal dan sehat. Untuk menghitung tingkat kerusakan tegakan tinggal akibat penyaradan digunakan rumus :

$$Kp = \frac{Rp}{P - Ps} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

di mana : Kp = kerusakan tegakan tinggal (%);  
 Rp = jumlah pohon yang rusak (pohon/ha);  
 P = jumlah pohon sebelum penebangan (pohon/ha);  
 Ps = jumlah pohon sesudah ditebang/disarad (pohon/ha).

- 2) Derajat keterbukaan lahan dihitung dengan cara memproyeksikan keterbukaan tajuk di lantai hutan kemudian dari proyeksi tersebut diukur luasnya dengan kertas millimeter atau planimeter dan dipersentasekan terhadap luas kawasan yang ditebang ..... (2)

- 3) Penggeseran lapisan tanah atas diperoleh dari data lapangan yang diolah ke dalam bentuk tabulasi untuk dicari nilai rata-rata dan simpangan bakunya .... (3)

4) Produktivitas traktor sarad :

$$P = \frac{V \times J \times 60}{W} \dots\dots\dots (4)$$

di mana : P = produktivitas traktor sarad (m<sup>3</sup>-hm/jam);  
 V = volume kayu yang disarad (m<sup>3</sup>);  
 W = waktu sarad yang efektif (menit);  
 J = jarak sarad (hm);  
 60 = konversi dari menit ke jam.

5) Biaya penyaradan :

$$BPP = \frac{BD + BB + BO + BP + U + BA}{P} \dots\dots\dots (5)$$

di mana :  
 BPP = biaya produksi penyaradan (Rp/m<sup>3</sup>-hm)      BP = biaya pemeliharaan (Rp/jam)  
 BD = biaya penyusutan (Rp/jam)                      U = upah operator (Rp/jam)  
 BB = biaya bahan bakar (Rp/jam)                    BA = bunga dan asuransi (Rp/jam)  
 BO = biaya oli/pelumas (Rp/jam)                    P = produktivitas sarad (m<sup>3</sup>-hm/jam)

Untuk menghitung masing-masing komponen biaya digunakan rumus sebagai berikut :

$$BD = \frac{M - R}{n}$$

$$BB = 0,14 \times HP \times \text{harga bahan bakar}$$

$$BO = \frac{0,005 \times m}{2000 \text{ jam}}$$

$$BP = \frac{10\% \times \text{harga alat}}{2000 \text{ jam}}$$

$$BA = \left( \frac{(M - R)(N + 1)}{2N} + R \right) \times 0,0p$$

di mana : BD = biaya penyusutan (Rp/jam)      M = harga beli alat (Rp)  
 R = harga rongsokan alat (Rp)              n = masa pakai traktor  
 BB = biaya bahan bakar (Rp/jam)            N = umur alat (tahun)  
 BP = biaya pemeliharaan (Rp/jam)        p = bunga dalam % per tahun  
 BA = bunga dan asuransi (Rp/jam)        HP = besaran tenaga alat (*horse power*)

Untuk mengetahui sejauh mana dampak penyaradan yang ditimbulkan oleh kedua teknik penyaradan (terkendali dan konvensional) yang ditinjau dari aspek ekologis,

yaitu kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, penggeseran lapisan tanah atas dan aspek ekonomis yang menyangkut produktivitas dan biaya penyaradan dilakukan uji t (Steel dan Torrie, 1993).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Keadaan Umum Areal Penelitian

Luas areal hutan PT Asialog sekitar 101.000 ha. Batas-batas wilayah HPH sebagai berikut : Pirsus D. Luncuk dan PT Bangun Desa Utama batas sebelah Utara, areal pirsus Sungai Bahar dan areal PT Niti Remaja sebelah Selatan, PT Inhutani II sebelah Timur, Areal PT Pitco Indonesia sebelah Barat. Suhu udara, formasi geologi, jenis tanah, iklim, jalan angkutan dan rencana produksi diuraikan sebagai berikut :

##### 1. Suhu Udara

Suhu udara rata-rata di PT Asialog, berdasarkan data dari stasiun cuaca Pal Merah, Jambi yang terletak 25 km dari lokasi HPH dengan ketinggian tempat 26 m dpl sangat kecil variasinya, yaitu berkisar antara 25,8°C–27,0°C dengan rata-rata suhu sebesar 26,4°C. Sementara itu suhu mikro menunjukkan variasi yang cukup besar yaitu dengan kisaran 25,0°C–31,5°C.

##### 2. Formasi Geologi

Formasi geologi di PT Asialog berdasarkan peta geologi Lembar Bangko, Sumatera (1984) skala 1 : 250.000 terdiri dari tiga formasi geologi, yaitu formasi kasai (Q + k), formasi Muara Enim (Tpm) dan formasi Air Benakat (Tma). Formasi kasai terbentuk dari tufa, yaitu tufa berbatu apung dengan sisipan pasir tufaan dan batu lempeng tufaan. Formasi ini sebagian mendominasi wilayah HPH bagian Barat dengan lereng datar.

Formasi Muara Enim terdiri dari batu pasir dengan selingan batu pasir tufaan dan batu lempung dengan sisipan batubara dan bahan gunung api. Formasi ini terhampar di sebagian besar wilayah HPH Bagian Timur.

Formasi Air Benakat mengandung perselingan batu lempung dan batu pasir dengan sisipan konglomerat gampingan batu lanau, napal dan batu coral. Formasi ini terhampar di sebagian kecil wilayah HPH bagian Barat.

##### 3. Jenis Tanah

Jenis tanah di areal HPH PT Asialog adalah podsolik merah kuning dan regosol. Jenis tanah podsolik merah kuning menempati sebagian besar areal HPH (65,68%). Jenis tanah ini cepat menjadi lembek apabila dalam keadaan basah. Dalam keadaan kering, tanah tersebut cukup keras.

##### 4. Iklim

Menurut klasifikasi iklim Schmit dan Ferguson, daerah PT Asialog mempunyai iklim A dengan nilai  $Q = 0$  (tanpa bulan kering, yaitu bulan yang mempunyai curah hujan kurang dari 60 mm). Curah hujan bulanan berkisar antara 78–285 mm.

## 5. Jalan Angkutan

Sampai dengan tahun 1990 jalan yang telah dibangun adalah 83 km jalan induk dan 74,4 km jalan cabang. Jalan induk adalah jalan yang dapat digunakan untuk kegiatan pengangkutan hutan selama 5 – 20 tahun secara terus menerus. Sedangkan jalan cabang adalah jalan hutan yang dapat dipergunakan untuk kegiatan perusahaan hutan selama 1-5 tahun secara terus menerus. Jalan hutan yang ada di PT Asialog semuanya tanpa pengerasan.

## 6. Rencana Produksi

Pada tahun 2001 direncanakan kegiatan penebangan seluas 1.528 ha dengan target produksi sebesar 26.327,98 m<sup>3</sup>. Perincian target produksi dari jenis kayu dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Rencana produksi menurut jenis**  
*Table 1. Log production plan according to species*

Jenis (Species)	N (Jumlah pohon/ha) (Number of trees/ha)	V (Volume) m <sup>3</sup>
I. Kelompok Meranti ( <i>Shorea group</i> )		
1. Meranti	2.212	6.167,69
2. Keruing	153	440,38
3. Mersawa	360	988,47
4. Jelutung	504	1.584,34
5. Merbau	154	377,79
6. Durian	57	143,52
7. Merawan	63	166,88
8. Embacang	395	1.054,65
9. Pulai	69	168,82
10. Petanang	14	31,27
11. Kulim	2	4,21
II. Kelompok Rimba Campuran ( <i>Mixed wood species group</i> )	5.461	15.193,77
III. Kelompok Kayu Indah ( <i>Fancy wood group</i> )		
Sendur	3	6,49
Jumlah (Total)	9.447	26.327,98

## B. Kerusakan Tegakan Tinggal

Kerusakan tegakan tinggal akibat penyaradan dengan menggunakan alat traktor *Caterpillar D7G* di areal hutan alam yang dipanen dengan sistem tebang pilih, ternyata menimbulkan tingkat kerusakan tegakan tinggal yang berbeda antara teknik penyaradan konvensional dan terkendali. Hasil pengamatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 2. Tingkat kerusakan tegakan tinggal akibat penyaradan secara konvensional**  
**Table 2. The degree of residual stand damage caused by conventional skidding system**

No. Petak (Compartment)	Kerapatan tegakan (Stand density) (ph/ha) (trees/ha)	Jumlah pohon disarad (Number of log skidding) (ph/ha) (trees/ha)	Kerusakan tegakan tinggal (Residual stand damage)		Kelerengan (Slope) %
			ph/ha (trees/ha)	%	
1.	246	6	42	17,5	16
2.	278	5	51	18,7	9
3.	210	7	49	24,1	18
4.	198	8	45	23,7	23
5.	226	5	38	17,2	17
JML	1158	31	225	101,2	80
R	231,6	6,2	45,0	20,2	16,0
SD	31,6	1,3	5,2	3,4	5,1
KK	13,6	21,0	11,7	16,8	32,2

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = standar deviasi/standard deviation,  
 KK = koefisien keragaman/coefficient of variation

**Tabel 3. Tingkat kerusakan tegakan tinggal akibat penyaradan secara terkendali**  
**Table 3. The degree of residual stand damage caused by controlled skidding system**

No. Petak (Compartment)	Kerapatan tegakan (Stand density) (ph/ha) (trees/ha)	Jumlah pohon disarad (Number of log skidding) (ph/ha) (trees/ha)	Kerusakan tegakan tinggal (Residual stand damage)		Kelerengan (Slope) %
			ph/ha (trees/ha)	%	
1.	285	7	32	11,5	18
2.	259	6	24	9,5	12
3.	204	5	22	11,1	14
4.	218	5	19	8,9	10
5.	232	8	35	15,6	22
JML	1198	31	132	56,6	76
R	239,6	6,2	26,4	11,3	15,2
SD	32,5	1,3	6,8	2,6	4,8
KK	13,6	21,0	25,8	23,3	31,7

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = standar deviasi/standard deviation,  
 KK = koefisien keragaman/coefficient of variation

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa kerusakan tegakan tinggal yang diakibatkan sistem penyaradan konvensional pada rata-rata kerapatan tegakan dan jumlah pohon yang disarad serta kelerengan berturut-turut sebesar 231,6 pohon/ha dan 6,2 pohon/ha serta 16% akan menimbulkan kerusakan tegakan tinggal rata-rata sebesar 45 pohon/ha atau sekitar 20,2%. Sementara itu kerusakan tegakan tinggal akibat penyaradan terkendali pada kondisi kerapatan tegakan tinggal dan jumlah pohon yang disarad relatif sama (rata-rata kerapatan tegakan 239,6 pohon/ha; rata-rata pohon yang disarad 6,2 pohon/ha) menimbulkan rata-rata kerusakan tegakan tinggal relatif lebih rendah, yaitu sebesar 26,4 pohon/ha atau 11,3% (lihat Tabel 3). Ini berarti, penyaradan secara terkendali mampu menurunkan tingkat kerusakan tegakan tinggal sebesar 18,6 ≈ 19 pohon/ha atau sebesar 8,9%.

Hasil uji statistik dengan uji t menunjukkan bahwa penyaradan sistem terkendali dan konvensional menimbulkan dampak kerusakan tegakan tinggal yang berbeda nyata pada taraf 99%, yaitu nilai t hitung = 9,265 sedang t tabel = 4,3332 (taraf 99%). Hal ini berarti tingkat kerusakan tegakan tinggal yang ditimbulkan sangat tergantung pada sistem penyaradan yang digunakan, di mana dalam hal ini sistem terkendali menimbulkan kerusakan tegakan tinggal yang lebih sedikit (lebih baik) daripada sistem konvensional.

Tingkat kerusakan tegakan tinggal yang besar menyebabkan penurunan jumlah pohon sehat yang berfungsi sebagai aset pada masa yang akan datang. Kedua sistem penyaradan yang diujicobakan menunjukkan bahwa jumlah pohon yang sehat per hektar akibat penyaradan secara konvensional lebih rendah daripada penyaradan terkendali. Jumlah pohon yang sehat akibat penyaradan konvensional sebesar  $(100-20,2)\% \times (23,6-6) = 180,02 \approx 180$  pohon/ha, sedang jumlah pohon yang sehat akibat penyaradan terkendali sebesar  $(100-11,3)\% \times (239,6-6) = 207,20 \approx 207$  pohon/ha.

Beberapa hasil penelitian tentang dampak penyaradan terhadap kerusakan tegakan tinggal yang ditimbulkan pada berbagai perlakuan disajikan dalam Tabel 4. Perlakuan yang dimaksud meliputi jenis alat sarad yang digunakan, kerapatan tegakan tinggal, dan jumlah pohon yang ditebang. Besarnya kerusakan tegakan tinggal yang terjadi akibat kegiatan penyaradan dinyatakan dalam bentuk pohon/ha atau persentase (%).

**Tabel 4. Hasil-hasil penelitian dampak penyaradan terhadap kerusakan tegakan tinggal**  
*Table 4. Other study's results of log skidding impact to residual stand damage*

No.	Aspek penyaradan ( <i>Skidding aspects</i> )	Kerusakan tegakan tinggal ( <i>Residual stand damage</i> )	
		Pohon/ha ( <i>trees/ha</i> )	%
1.	Sistem penyaradan ( <i>Skidding system</i> )		
	a. Hewan ( <i>mule</i> ) (a)	213	8
	b. Traktor ( <i>tractor</i> ) (a)	231	23,5
	c. Highlead (b)	(-)	P: 68,7 - 71,1 JL: 71,1
2.	Kerapatan tegakan ( <i>Stand density</i> ) (c)		
	a. kurang dari 150 pohon/ha ( <i>less than 150 trees/ha</i> )	16,7	11,6
	b. 150 - 199 pohon/ha ( <i>150 - 199 trees/ha</i> )	28,3	16,75
	c. lebih dari 200 pohon/ha ( <i>more than 200 trees/ha</i> )	39,0	19,9
3.	Jumlah pohon yang ditebang ( <i>Number of felled trees</i> ) (d)		
	a. 1 - 4 pohon/ha ( <i>trees/ha</i> )	(-)	13,77
	b. 5 - 9 pohon/ha ( <i>trees/ha</i> )	(-)	22,35
	c. 10 dan lebih pohon/ha ( <i>more than 10 trees/ha</i> )	(-)	30,17

Keterangan/*Remarks* : P = jenis perdagangan/*commercial species*; JL = semua jenis/*all of species*; (-) = tidak ada data/*none*; (a) Ficklin (1997) dalam/in Endom & Basari (2000); (b) = Thaib & Suhartana (1991); (c) Dulsalam, *et. al* (1989); (d) = Thaib (1985)

Penyaradan kayu dengan sistem konvensional yang pelaksanaannya diserahkan sepenuhnya pada pelaksana di lapangan terkesan hanya mengejar finansial semata sedang sistem terkendali diarahkan secara benar sesuai Petunjuk Teknis TPTI dan diawasi.

### C. Keterbukaan Lahan

Di samping kerusakan tegakan tinggal, penyaradan dengan traktor menyebabkan keterbukaan lahan. Keterbukaan lahan akibat sistem penyaradan konvensional dan terkendali secara berurutan dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6 berikut ini.

**Tabel 5. Derajat keterbukaan lahan akibat penyaradan secara konvensional**  
**Table 5. The degree of ground exposure caused by conventional skidding system**

No. Petak (Compartment)	Kerapatan tegakan (Stand density) (ph/ha) (trees/ha)	Jumlah pohon disarad (Number of log skidding) (ph/ha) (trees/ha)	Keterbukaan lahan (Ground exposure)		Kelerengan (Slope)
			m <sup>2</sup>	%	%
1.	246	6	1240	12,4	16
2.	278	5	1125	11,3	9
3.	210	7	1540	15,4	18
4.	198	8	1350	13,5	23
5.	226	5	860	8,6	17
JML	1158	31	6115	61,2	80
R	231,6	6,2	1223	12,2	16,0
SD	31,6	1,3	254,1	2,5	5,1
KK	13,6	21,0	20,8	20,8	32,2

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = standar deviasi/standard deviation, KK = koefisien keragaman/coefficient of variation

**Tabel 6. Derajat keterbukaan lahan akibat penyaradan secara terkendali**  
**Table 6. The degree of ground exposure caused by controlled skidding system**

No. Petak (Compartment)	Kerapatan tegakan (Stand density) (ph/ha) (trees/ha)	Jumlah pohon disarad (Number of log skidding) (ph/ha) (trees/ha)	Keterbukaan lahan (Ground exposure)		Kelerengan (Slope)
			m <sup>2</sup>	%	%
1.	285	7	950	8,4	18
2.	259	6	836	9,5	12
3.	204	5	700	7,0	14
4.	218	5	784	7,8	10
5.	232	8	1044	10,4	22
JML	1198	31	4314	43,1	76
R	239,6	6,2	862,8	8,6	15,2
SD	32,5	1,3	135,9	1,4	4,8
KK	13,6	21,0	15,8	15,7	31,7

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = standar deviasi/standard deviation, KK = koefisien keragaman/coefficient of variation

Derajat keterbukaan lahan akibat penyaradan konvensional relatif lebih tinggi daripada sistem terkendali. Bila rata-rata jumlah pohon yang disarad 6 pohon/ha dan rata-rata kelerengan berkisar 15–16%, derajat keterbukaan lahan yang ditimbulkan oleh penyaradan konvensional rata-rata sebesar 1223 m<sup>2</sup>/ha atau 12,2% (Tabel 5), sedang pada penyaradan terkendali rata-rata sebesar 862,8 m<sup>2</sup>/ha atau 8,6% (Tabel 6).

Keterbukaan lahan terjadi akibat gerakan traktor pada waktu mendatangi kayu yang akan disarad maupun pada saat penyaradan, seperti membuat belokan, bergerak

maju/mundur, dan lain-lain. Pada sistem konvensional, penyaradan yang tidak direncanakan dengan baik akan mengakibatkan keterbukaan lahan yang cukup tinggi karena banyak gerakan taktor yang tidak berguna pada waktu mencari dan menyarad kayu. Sebaliknya sistem terkendali menimbulkan keterbukaan lahan yang relatif lebih rendah karena penyaradannya sudah direncanakan sebaik mungkin. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa penyaradan secara terkendali dapat menurunkan derajat keterbukaan lahan sebesar 360,2 m<sup>2</sup>/ha atau 3,6%.

Hasil uji statistik dengan uji t menunjukkan bahwa penyaradan sistem terkendali dan konvensional menimbulkan dampak keterbukaan lahan yang berbeda sangat nyata pada taraf 99%, yaitu nilai t hitung = 5,595 sedang t tabel = 4,3332 (taraf 99%). Hal ini berarti tingkat keterbukaan lahan yang ditimbulkan sangat tergantung pada sistem penyaradan yang digunakan, di mana dalam hal ini sistem terkendali menimbulkan kerusakan tegakan tinggal yang lebih rendah (lebih baik) daripada sistem konvensional.

Beberapa hasil penelitian tentang dampak penyaradan terhadap keterbukaan lahan pada berbagai perlakuan, seperti alat sarad yang digunakan, kerapatan tegakan tinggal, jumlah pohon yang ditebang dan kelerengan lapangan disajikan dalam Tabel 7. Tingkat keterbukaan lahan yang terjadi dinyatakan dalam bentuk persentase (%).

**Tabel 7. Hasil-hasil penelitian dampak penyaradan terhadap keterbukaan lahan**  
*Table 7. Other study's results of log skidding impact to ground exposure*

No.	Aspek penyaradan ( <i>Skidding aspects</i> )	Keterbukaan lahan ( <i>Ground exposure</i> )
1.	Sistem penyaradan ( <i>Skidding system</i> ) (a) a. Hewan ( <i>Mule</i> ) b. Traktor ( <i>Tractor</i> ) c. Highlead	(-) 12,5 (-)
2.	Kerapatan tegakan ( <i>Stand density</i> ) (b) a. kurang dari 150 pohon/ha ( <i>less than 150 trees/ha</i> ) b. 150 – 199 pohon/ha ( <i>150 – 199 trees/ha</i> ) c. lebih dari 200 pohon/ha ( <i>more than 200 trees/ha</i> )	11,38 22,21 (-)
3.	Jumlah pohon yang ditebang ( <i>Number of felled trees</i> ) (c) a. 1 – 4 pohon/ha ( <i>trees/ha</i> ) b. 5 – 9 pohon/ha ( <i>trees/ha</i> ) c. 10 dan lebih pohon/ha ( <i>more than 10 trees/ha</i> )	14,45 17,47 22,14
4.	Kelerengan ( <i>Slope</i> ) (d) a. 0 – 25% b. sama atau lebih dari 26% ( <i>26% and up</i> )	17,31 15,69

Keterangan/*Remarks* : (-) = tidak ada data/*none*; (a) Thaib (1986a); (b) = Suhartana (1997);  
 (c) = Dulsalam, *et.al* (1989); (d) = Thaib (1986b)

#### D. Penggeseran Lapisan Tanah Atas

Hasil pengamatan di lapangan terhadap besarnya penggeseran lapisan tanah atas ditabulasi sesuai dengan jumlah pohon yang disarad pada suatu areal penyaradan per 10 meter jalan sarad. Hasil pengamatan terhadap penggeseran lapisan tanah atas yang disebabkan oleh penyaradan secara konvensional dan terkendali dapat dilihat berurutan pada Tabel 8 dan 9 berikut ini.

**Tabel 8. Tingkat penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan konvensional**  
**Table 8. The level of top soil displacement caused by conventional skidding system**

No	Jumlah pohon disarad (pohon/ha) (Number of log skidded) (trees/ha)	Kelerengan rata-rata (Average slope) (%)	Tebal penggeseran tanah (cm/10 m jalan sarad) (Thick of soil displacement) (cm/10 m skidding road)
1.	6	16	24
2.	6	16	20
3.	6	16	27
4.	6	16	30
5.	6	16	26
Rata-rata/mean			25,4
6.	5	9	20
7.	5	9	18
8.	5	9	22
9.	5	9	16
10.	5	9	14
Rata-rata/mean			18,0
11.	7	18	19
12.	7	18	23
13.	7	18	26
14.	7	18	21
15.	7	18	17
Rata-rata/mean			21,2
16.	8	23	25
17.	8	23	34
18.	8	23	28
19.	8	23	21
20.	8	23	28
Rata-rata/mean			27,2
21.	5	14	18
22.	5	14	13
23.	5	14	22
24.	5	14	18
25.	5	14	24
Rata-rata/mean			19,0
JML	155	400	554
R	6,200	16,000	22,160
SD	1,190	4,699	5,113
KK	19,197	29,370	23,072

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = simpangan baku/standard deviation, KK = koefisien keragaman/coefficient of variation

**Tabel 9. Tingkat penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan terkendali**  
**Table 9. The level of top soil displacement caused by controlled skidding system**

No	Jumlah pohon disarad (pohon/ha) (Number of log skidded) (trees/ha)	Kelerengan rata-rata (Average slope) (%)	Tebal penggeseran tanah (cm/10 m jalan sarad) (Thick of soil displacement) (cm/10 m skidding road)
1.	7	18	18
2.	7	18	16
3.	7	18	20
4.	7	18	23
5.	7	18	15
Rata-rata/mean			18,4
6.	6	12	17
7.	6	12	15
8.	6	12	18
9.	6	12	14
10.	6	12	12
Rata-rata/mean			15,2
11.	5	14	15
12.	5	14	19
13.	5	14	16
14.	5	14	19
15.	5	14	15
Rata-rata/mean			16,8
16.	5	10	22
17.	5	10	18
18.	5	10	20
19.	5	10	16
20.	5	10	21
Rata-rata/mean			19,4
21.	8	22	19
22.	8	22	13
23.	8	22	21
24.	8	22	18
25.	8	22	24
Rata-rata/mean			18,8
JML	155	380	443
R	6,200	15,200	17,720
SD	1,190	4,397	3,089
KK	19,197	28,927	17,434

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = simpangan baku/standard deviation, KK = koefisien keragaman/coefficient of variation

Tingkat penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan konvensional bervariasi dari 13–34 cm dengan rata-rata 22,160 cm pada rata-rata kelerengan 16% dan jumlah pohon yang disarad 6,2 pohon/ha. Tingkat penggeseran lapisan tanah atas ini ternyata tergantung pada jumlah pohon yang disarad dan kelerengan lapangan. Semakin banyak jumlah pohon yang disarad penggeseran lapisan tanah atas juga makin dalam, demikian juga sebaliknya. Bila jumlah pohon yang disarad sebanyak 5 pohon/ha akan menimbulkan penggeseran lapisan tanah rata-rata sebesar 18–19 cm, sedang bila jumlah pohon yang disarad sebanyak 6 hingga 8 pohon/ha akan menimbulkan kerusakan penggeseran lapisan tanah sedalam 21,2–27,2 cm. Demikian juga dengan kelerengan, makin besar kelerengannya makin tinggi pula tingkat penggeseran tanahnya. Bila kelerengan lapangan sebesar 9–4% akan menimbulkan penggeseran lapisan tanah sedalam 18–19 cm, sedang bila kelerengan lapangan di atas 16% akan menimbulkan penggeseran lapisan tanah sedalam 21,2–27,2 cm.

Tingkat penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan terkendali bervariasi sebesar 12–24 cm dengan rata-rata sebesar 17,7 cm pada rata-rata kelerengan sebesar 15,2%, dan rata-rata jumlah pohon yang disarad adalah 6,2 pohon/ha. Seperti halnya dalam penyaradan konvensional, derajat penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan terkendali ini juga tergantung pada jumlah pohon yang disarad dan kelerengan lapangan.

Dari kedua sistem penyaradan tersebut dapat dilihat bahwa tingkat penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan konvensional ternyata lebih tinggi daripada penyaradan terkendali. Dapat dikatakan juga bahwa penyaradan terkendali mampu menurunkan tingkat penggeseran lapisan tanah atas sebesar 4,44 cm/10 m jalan sarad.

Hasil uji statistik dengan uji *t* menunjukkan bahwa penyaradan sistem terkendali dan konvensional menimbulkan dampak penggeseran lapisan tanah atas yang berbeda sangat nyata pada taraf 99%, (nilai *t* hitung = 18,206 sedang *t* tabel = 2,682). Hal ini berarti tingkat penggeseran lapisan tanah atas yang ditimbulkan sangat tergantung pada sistem penyaradan yang digunakan, di mana dalam hal ini sistem terkendali menimbulkan dampak penggeseran lapisan tanah atas yang lebih kecil (lebih baik) daripada sistem konvensional.

### **E. Produktivitas Penyaradan**

Hasil pengamatan produktivitas penyaradan kayu dengan sistem konvensional dan terkendali dapat dilihat secara berurutan pada Tabel 10 dan 11. Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa produktivitas penyaradan secara konvensional rata-rata sebesar 30,996 m<sup>3</sup>-hm/jam pada kelerengan 19% dengan rata-rata jarak sarad sejauh 1,4 hm, volume kayu yang disarad sebesar 3,247 m<sup>3</sup>/rit dan waktu sarad yang diperlukan selama 0,152 jam. Sementara itu produktivitas penyaradan secara terkendali ternyata lebih rendah daripada penyaradan secara konvensional. Rata-rata produktivitas penyaradan secara terkendali pada rata-rata kelerengan 20% adalah sebesar 23,886 m<sup>3</sup>-hm/jam dengan rata-rata jarak sarad sejauh 1,327 hm, volume kayu yang disarad sebesar 3,140 m<sup>3</sup>/rit, dan waktu yang ditempuh selama 0,19 jam. Hasil pengamatan produktivitas penyaradan secara konvensional dan terkendali selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 10 dan 11 berikut ini.

**Tabel 10. Produktivitas penyaradan kayu secara konvensional**  
**Table 10. The productivity of conventional skidding system**

No	Jarak sarad (Skidding distance) (hm)	Dp (cm)	Du (cm)	P (m)	V (m <sup>3</sup> )	W (jam/hour)	Produktivitas (Productivity) (m <sup>3</sup> -hm/jam) (m <sup>3</sup> -hm/hour)	Keterangan (Remarks)
1.	1,60	62	44	14,2	3,245	0,17	30,541	Kelerengan Rata-rata (Average slope) = 19%
2.	1,48	58	42	11,5	2,416	0,13	27,505	
3.	1,80	74	46	16,4	4,019	0,15	48,228	
4.	1,25	53	35	11,6	2,123	0,18	14,743	
5.	1,15	79	50	14,8	3,766	0,14	30,935	
6.	2,38	70	48	15,1	3,623	0,23	37,490	
7.	1,30	68	45	13,6	3,130	0,12	33,908	
8.	0,90	52	34	12,4	2,259	0,10	20,331	
9.	0,85	74	49	17,3	4,504	0,16	23,928	
10.	1,75	60	43	14,9	3,388	0,14	42,350	
JML	14,46	650	434	141,8	32,473	1,520	309,959	
R	1,446	65	43,4	14,18	3,247	0,152	30,996	
SD	0,461	9,357	5,296	1,937	0,785	0,036	10,093	
KK	31,906	14,396	12,202	13,658	24,184	23,781	32,561	

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = standar deviasi/standard deviation, KK = koefisien keragaman/coefficient of variation, Dp = diameter pangkal/bottom diameter, Du = diameter ujung/top diameter, P = panjang/length, V = volume, W = waktu/time

**Tabel 11. Produktivitas penyaradan kayu secara terkendali**  
**Table 11. The productivity of controlled skidding system**

No	Jarak sarad (Skidding distance) (hm)	Dp (cm)	Du (cm)	P (m)	V (m <sup>3</sup> )	W (jam/hour)	Produktivitas (Productivity) (m <sup>3</sup> -hm/jam) (m <sup>3</sup> -hm/hour)	Keterangan (Remarks)
1.	0,85	59	41	13,40	2,631	0,11	20,33	Kelerengan Rata-rata (Average slope) = 20%
2.	0,68	56	39	11,20	2,089	0,06	23,675	
3.	1,14	65	45	15,70	3,391	0,21	18,408	
4.	1,02	70	63	13,10	3,164	0,10	32,273	
5.	1,54	92	61	15,14	4,626	0,39	18,267	
6.	1,36	58	38	14,2	2,677	0,15	24,271	
7.	1,20	72	50	13,6	3,258	0,26	15,037	
8.	1,94	60	37	12,8	2,438	0,17	27,822	
9.	1,46	64	43	15,9	3,341	0,15	32,519	
10.	2,08	79	54	14,5	3,787	0,30	26,257	
JML	13,27	675	461	139,80	31,402	1,900	238,859	
R	1,327	67,500	46,1	13,980	3,140	0,190	23,8859	
SD	0,447	11,198	8,048	1,467	0,731	0,101	5,951	
KK	33,686	16,589	17,457	10,490	23,294	53,329	24,913	

Keterangan/Remarks : JML = jumlah/sum, R = rata-rata/mean, SD = standar deviasi/standard deviation, KK = koefisien keragaman/coefficient of variation, Dp = diameter pangkal/bottom diameter, Du = diameter ujung/top diameter, P = panjang/length, V = volume, W = waktu/time

Rendahnya produktivitas penyaradan yang dilakukan secara terkendali ini disebabkan oleh waktu yang ditempuh relatif lebih lama. Waktu yang ada dipakai betul-betul untuk lebih berhati-hati dalam melakukan penyaradan kayu supaya tidak menimbulkan kerusakan yang berarti pada kayu yang disarad, tegakan tinggal dan juga keterbukaan tanah. Pekerjaan ini sangat tergantung pada tenaga kerja yang dipakai. Tenaga kerja yang berpengalaman dan terampil akan bekerja lebih efektif dan efisien sehingga produktivitas yang dihasilkan akan lebih tinggi. Untuk itu perlu dilakukan pelatihan bagi tenaga kerja yang kurang berpengalaman dan sekaligus mensosialisasikan teknik penyaradan terkendali tersebut supaya menjadi suatu “kebiasaan” bagi pekerjanya.

Hasil uji statistik dengan uji t menunjukkan bahwa penyaradan sistem terkendali dan konvensional menghasilkan produktivitas yang berbeda sangat nyata pada taraf 99% (nilai t hitung = 5,7568 sedang t tabel pada taraf 99% = 2,9792). Hal ini berarti produktivitas penyaradan yang dihasilkan sangat tergantung pada sistem penyaradan yang digunakan. Sistem konvensional menghasilkan produktivitas penyaradan yang lebih tinggi daripada sistem terkendali. Hal ini dapat dipahami karena tenaga kerja belum terbiasa melakukan penyaradan kayu secara terkendali.

## F. Biaya Penyaradan

Dasar perhitungan biaya penyaradan dengan traktor *Caterpillar D7G* dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini.

**Tabel 12. Dasar perhitungan biaya penyaradan**  
*Table 12. Cost-calculation-base of skidding*

No.	Uraian (Items)	Satuan (Unit)	Nilai (Price)
1.	Harga traktor ( <i>tractor cost</i> )	Rp/unit	1.600.000.000
2.	Masa pakai traktor ( <i>tractor life use</i> )	Jam/tahun ( <i>hour/year</i> )	10.000
3.	Umur pakai traktor ( <i>tractor life use</i> )	Tahun ( <i>year</i> )	5
4.	Upah operator ( <i>operator wage</i> )	Rp/bulan ( <i>Rp/month</i> )	500.000
5.	Hari kerja operator ( <i>working day of operator</i> )	hari/bulan ( <i>day/month</i> )	20
6.	Bunga bank ( <i>interest</i> )	%	18
7.	Asuransi dan pajak ( <i>insurance and tax</i> )	%	3
8.	Harga oli ( <i>oil price</i> )	Rp/liter	10.000
9.	Harga solar ( <i>diesel fuel price</i> )	Rp/liter	900
10.	Biaya sosial ( <i>social cost</i> )	%	43
11.	Tenaga motor ( <i>power of machine</i> )	HP	200
12.	Premi operator ( <i>operator's premium</i> )	Rp/m <sup>3</sup>	2000

Berdasarkan Tabel 12 tersebut dihitung masing-masing komponen biaya sesuai standar perhitungan FAO (1992), dan diperoleh komponen biaya sebagai berikut :

### 1) Biaya penyusutan

$$\text{Biaya penyusutan} = \frac{\text{Rp} (1.600.000.000 - (0,1 \times 1.600.000.000))}{10.000 \text{ jam}} = \text{Rp } 144.000,-/\text{jam}$$

2) Biaya modal

$$\text{Biaya modal} = \frac{\text{Rp } 1.600.000.000 \times 0,6}{2.000 \text{ jam}} \times 0,18 = \text{Rp } 86.400/\text{jam}$$

3) Biaya asuransi dan pajak

$$\text{Biaya asuransi dan pajak} = \frac{\text{Rp } 1.600.000.000 \times 0,6}{2.000 \text{ jam}} \times 0,03 = \text{Rp } 14.400/\text{jam}$$

4) Upah

Biaya tarif Rp 2.000/m<sup>3</sup> untuk 2,5 hm, maka tarif per hm adalah Rp 800/m<sup>3</sup>-hm.

• Penyaradan konvensional

$$\text{Tarif biaya sarad} = \text{Rp } 800/\text{m}^3\text{-hm} \times 30,9959 \text{ m}^3\text{-hm/jam} = \text{Rp } 24.796,72/\text{jam}$$

$$\text{Upah} = \text{Rp } 24.796,72/\text{jam} + (\text{Rp } 500.000/(20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam/hari}))$$

$$= \text{Rp } 24.796,72/\text{jam} + \text{Rp } 3,125/\text{jam}$$

$$= \text{Rp } 27.921,72/\text{jam}$$

$$\text{biaya sosial (43\%)} = 0,43 \times 27.921,72 = 12.006,33/\text{jam}$$

$$\text{upah total} = \text{Rp } 27.921,72/\text{jam} + \text{Rp } 12.006,33/\text{jam}$$

$$= \text{Rp } 39.928,05/\text{jam} \approx \text{Rp } 40.000,-/\text{jam}$$

• Penyaradan terkendali

$$\text{Tarif biaya sarad} = \text{Rp } 800/\text{m}^3\text{-hm} \times 23,8859 \text{ m}^3\text{-hm/jam} = \text{Rp } 19.108,72/\text{jam}$$

$$\text{Upah} = \text{Rp } 19.108,72/\text{jam} + (\text{Rp } 500.000/(20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam/hari}))$$

$$= \text{Rp } 19.108,72/\text{jam} + \text{Rp } 3,125/\text{jam}$$

$$= \text{Rp } 22.233,72/\text{jam}$$

$$\text{biaya sosial (43\%)} = 0,43 \times 22.233,72 = 9.560,50/\text{jam}$$

$$\text{upah total} = \text{Rp } 22.233,72/\text{jam} + \text{Rp } 9.560,50/\text{jam}$$

$$= \text{Rp } 31.794,22/\text{jam} \approx \text{Rp } 32.000,-/\text{jam}$$

5) Biaya bahan bakar (solar)

$$\text{Biaya solar} = 0,14 \times 200 \text{ HP} \times \text{Rp } 900/\text{liter} = \text{Rp } 25.200/\text{jam}$$

6) Biaya pelumas (oli)

$$\text{Biaya oli} = 0,1 \times 25.200 = \text{Rp } 2.520/\text{jam}$$

7) Total biaya penyaradan dengan traktor *Caterpillar D7G* secara :

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Konvensional } &= \text{Rp } (144.000 + 86.400 + 14.400 + 39.928,05 + 25.200 + 2.520)/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 312.448,05/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Terkendali } &= \text{Rp } (144.000 + 86.400 + 14.400 + 31.794,22 + 25.200 + 2.520)/\text{jam} \\ &= \text{Rp } 304.314,22/\text{jam} \end{aligned}$$

- 8) Total biaya penyaradan per m<sup>3</sup> dengan traktor *Caterpillar D7G* secara :
- Konvensional =  $\frac{\text{Rp } 312.448,05 / \text{jam}}{30,9959 \text{ m}^3 - \text{hm} / \text{jam}}$  = Rp 10.080,30/m<sup>3</sup>-hm
  - Terkendali =  $\frac{\text{Rp } 304.314,22 / \text{jam}}{23,8859 \text{ m}^3 - \text{hm} / \text{jam}}$  = Rp 12.740,33/m<sup>3</sup>-hm

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa biaya penyaradan kayu dengan sistem konvensional berbeda dengan sistem terkendali, di mana biaya penyaradan dengan sistem konvensional ternyata lebih rendah daripada sistem terkendali. Hal ini dapat dimengerti karena biaya penyaradan kayu per m<sup>3</sup> tergantung pada produktivitas yang dihasilkan oleh masing-masing sistem penyaradan. Produktivitas yang tinggi akan menyebabkan biaya penyaradan yang dikeluarkan lebih murah daripada produktivitas yang rendah. Oleh karena itu, penyaradan kayu secara konvensional membutuhkan biaya penyaradan yang lebih murah karena produktivitas penyaradannya lebih tinggi daripada produktivitas penyaradan secara terkendali.

Dari hasil penelitian Natadiwiryana dan Mattikainen (2001), di mana biaya penyaradan pada areal 100 ha, volume kayu yang disarad 3.000 m<sup>3</sup> dan jarak sarad rata-rata 400 m, dengan sistem terkendali lebih rendah daripada sistem konvensional yaitu sebesar Rp 103 juta untuk sistem terkendali dan Rp 154 juta untuk sistem konvensional sehingga sistem terkendali dapat menurunkan biaya penyaradan sebesar Rp 51 juta. Sementara itu biaya penyaradan dari hasil penelitian di PT Asialog ini, untuk sistem terkendali relatif masih lebih tinggi daripada sistem konvensional. Hal ini disebabkan oleh volume kayu yang disarad lebih kecil, operator belum terbiasa melakukan penyaradan secara terkendali, dan topografi lapangan yang mempengaruhi produktivitas yang dihasilkan.

Meskipun belum bisa menurunkan biaya penyaradan, namun bila dilihat dari keuntungan di masa yang akan datang, penyaradan secara terkendali sebenarnya memberi modal yang lebih baik, terutama tentang pasokan bahan baku kayu (kelestarian hasil). Seperti sudah dijelaskan di muka bahwa tingkat kerusakan tegakan tinggal yang ditimbulkan oleh sistem terkendali (11,3%) jauh lebih rendah daripada sistem konvensional (20,2%). Ini berarti tegakan tinggal yang dapat dijadikan modal untuk sistem terkendali lebih banyak daripada sistem konvensional. Dengan kata lain, penyaradan sistem terkendali mampu menekan kerusakan tegakan tinggal sebesar 8,9%. Secara sederhana, aset pohon yang dapat diselamatkan dengan sistem terkendali dapat dihitung pada Tabel 13 berikut ini.

**Tabel 13. Perhitungan aset pohon yang terselamatkan dengan sistem terkendali**  
**Table 13. Calculation of trees asset saved by controlled skidding system**

Sistem penyaradan ( <i>Skidding system</i> )	Kondisi pra-tebangan ( <i>Pra-felled condition</i> )	Jumlah pohon ditebang ( <i>Number of felled trees</i> )	Kerusakan tegakan tinggal ( <i>Residual stand damage</i> )		Sisa tegakan sehat ( <i>Healthy residual trees</i> )	Selisih ( <i>Difference</i> )
			Pohon/ha ( <i>Trees/ha</i> )	%		
Konvensional ( <i>Conventional</i> )	231,6	6,2	45,0	20,2	180,4	26,6
Terkendali ( <i>Controlled</i> )	239,6	6,2	26,4	11,3	207	(8,9%)

Berdasar Tabel 13 tersebut dapat diketahui bahwa jumlah pohon yang terselamatkan dengan sistem terkendali sebesar 26,6 pohon/ha. Dengan asumsi semua pohon tersebut dalam kondisi sehat terus hingga masak tebang dan rata-rata volume tebang 5 m<sup>3</sup>/pohon serta harga kayu sebesar Rp 500.000/m<sup>3</sup>, maka potensi hutan yang terselamatkan sebesar Rp 66.500.000/ha. Dengan tebang tahunan seluas 1.528 ha (halaman 10 butir 6. Rencana Produksi), maka PT Asialog dapat menyelamatkan potensi hasil hutan sebesar Rp 66.500.000/ha x 1.528 ha/tahun atau kurang lebih Rp 102 Milyar/tahun. Dengan melihat nilai ini sebenarnya kenaikan biaya yang ditimbulkan oleh penyaradan terkendali sebesar Rp 2.660/m<sup>3</sup> menjadi tidak berarti sehingga praktek tersebut sudah seharusnya dilaksanakan secara konsekuen di lapangan.

### III. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tingkat kerusakan tegakan tinggal akibat penyaradan konvensional rata-rata sebesar 45 pohon/ha (20,2%), sedangkan secara terkendali rata-rata sebesar 26,4 pohon/ha (11,3%). Penyaradan dengan teknik terkendali ternyata dapat menurunkan kerusakan tegakan tinggal sebesar 18,6 pohon/ha atau 8,9%.
2. Derajat keterbukaan lahan akibat penyaradan konvensional rata-rata sebesar 1.233 m<sup>2</sup>/ha (12,2%), sedang akibat penyaradan terkendali rata-rata 862,8 m<sup>2</sup>/ha (8,6%). Penyaradan dengan teknik terkendali dapat menurunkan derajat keterbukaan lahan sebesar 360,2 m<sup>2</sup>/ha atau 3,6%.
3. Penggeseran lapisan tanah atas akibat penyaradan konvensional rata-rata sebesar 22,160 cm/10 m jalan sarad, sedang akibat penyaradan terkendali rata-rata sebesar 17,720 cm/10 m jalan sarad. Penyaradan dengan teknik terkendali ternyata mampu menurunkan tingkat penggeseran tanah sebesar 4,44 cm/10 m jalan sarad.
4. Produktivitas penyaradan dengan teknik terkendali lebih rendah daripada teknik konvensional, yaitu berturut-turut sebesar 23,886 m<sup>3</sup>-hm/jam dan 30,996 m<sup>3</sup>-hm/jam. Besar kecilnya produktivitas ini mempengaruhi biaya penyaradan (Rp/m<sup>3</sup>) yang akan dikeluarkan oleh perusahaan.
5. Biaya penyaradan dengan teknik terkendali rata-rata sebesar Rp 12.740,30 /m<sup>3</sup>-hm, sedang dengan teknik konvensional rata-rata sebesar 10.080,33/m<sup>3</sup>-hm. Tampaknya biaya penyaradan dengan teknik terkendali masih relatif lebih tinggi, namun demikian, untuk investasi produksi kayu di masa yang akan datang, teknik penyaradan terkendali lebih menjanjikan, karena dapat menyelamatkan potensi hutan dengan nilai tinggi.
6. Penyaradan dengan teknik terkendali perlu disosialisasikan lagi melalui pelatihan-pelatihan untuk meningkatkan keterampilan pekerjanya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Dulsalam, Sukanda dan Ishak Sumantri. 1989. Kerusakan Tegakan Tinggal Akibat Penyaradan dengan Traktor pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tegakan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 6 (6) : 349 – 352.
- Endom, W. dan Zakaria Basari. 2000. Kajian Ambang Batas Kerusakan Tegakan Tinggal, Erosi Tanah dan Penetapan Pemanenan Tebang Pilih di Hutan Alam. Pusat Penelitian Hasil Hutan, Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan, Bogor. Tidak diterbitkan.
- FAO. 1992. Cost Control in Forest Harvesting and Road Contruction. FAO Forestry Paper No. 99, Rome.
- FAO. 1997. The STREK Project, Jakarta. *Forest Harvesting Bulletin* 7 (1) : 2 – 4. Rome, Italy.
- Natadiwirya, M. dan Martti Mattikainen. 2001. Pemanenan Hasil Hutan dan Peranan Peningkatan Efisiensi Penyaradan dan Pelaksanaan RIL. Makalah disampaikan dalam Stadium General dengan tema Efisiensi Penyaradan dalam Rangka Reduce Impact Logging di Fakultas Kehutanan IPB tanggal 22 Maret 2001.
- Suhartana, S. 1996. Minimasi Keterbukaan Lahan Melalui Penyaradan yang Direncanakan : Kasus di Dua Perusahaan Hutan di Kalimantan Timur. *Buletin Hasil Hutan* 14 (10) : 444-453.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik. Terjemahan dari Principles and Procedure of Statistic oleh Bambang Sumantri. IPB. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Thaib, J. 1985. Pengaruh Penggunaan Traktor terhadap Tegakan Tinggal pada Beberapa Pengusahaan Hutan di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 2 (3) : 10 – 14.
- Thaib, J. 1986a. Kerusakan Tegakan Sisa Akibat Eksploitasi Hutan dengan Sistem Traktor dan Heighlead. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 2 (4) : 14 – 18.
- Thaib, J. 1986b, Pengaruh Intensitas Penebangan dan Lereng terhadap Keterbukaan Lahan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 2 (4) : 28 – 32.
- Thaib, J. dan S. Suhartana. 1991. Keadaan Jalan Sarad dan Pohon Ditebang pada Tegakan Tinggal di Kawasan Sebuah Perusahaan di Riau. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 9 (4) : 144 – 149.