

**EFISIENSI PEMBALAKAN DAN KUALITAS LIMBAH PEMBALAKAN  
DI HUTAN TROPIKA PEGUNUNGAN : STUDI KASUS DI IUPHHK-HA  
PT RODA MAS TIMBER KALIMANTAN**  
*(Logging Efficiency and Quality of Logging Waste in a Tropical  
Mountainous Forest: Case study in the Licency Natural Forest  
Concessionary of PT. Roda Mas Timber Kalimantan)*

**Soenarno**

<sup>1</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan  
Jl.Gunung Batu No. 5 Bogor 16610, Tlp./Fax: (0251) 8633378/8633413.  
Email: soenarno@yahoo.com

Diterima 18 September 2013, Disetujui 21 Januari 2014

**ABSTRACT**

*Improvement of forest management and logging techniques result in increasing of logging efficiency and reducing wood waste. The research results showed that the average of the logging efficiency in PT Roda Mas Timber Kalimantan is 91.41% with various for flat, sloping, rather steep, and steep topographies 90.22%, 91.75%, 90.91% and 90.03% respectively. The average of logging waste is about 1.395 m<sup>3</sup>/tree in which 0.357 m<sup>3</sup>/tree (25,58%) in posses good quality. The average of logging waste is 1.395 m<sup>3</sup>/tree, which consists of 0.357 m<sup>3</sup>/tree (25.58%) of good quality; 0.610 m<sup>3</sup>/tree (43.77%) with natural defect condition, and about 0.428 m<sup>3</sup>/tree (30.65%) of the poor quality.*

*Keywords: Logging efficiency, logging waste, mountainous tropical forest., East Kalimantan*

**ABSTRAK**

Perbaikan pengelolaan hutan dan teknik pembalakan dapat meningkatkan efisiensi pembalakan serta mengurangi limbah pembalakan yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata besarnya efisiensi pembalakan di PT. Roda Mas Timber Kalimantan adalah 91,41%; dengan keragaman menurut topografi datar, landai, agak curam, dan curam berturut-turut adalah 90,22%; 91,75%; 90,91% dan 90,03%. Rata-rata volume limbah kayu adalah sebanyak 1,395 m<sup>3</sup>/pohon terdiri atas limbah kayu berkualitas baik sebanyak 0,357 m<sup>3</sup>/pohon (25,58%); limbah cacat sebanyak 0,610 m<sup>3</sup>/pohon (43,77%) dan limbah yang pecah sebanyak 0,438 m<sup>3</sup>/pohon (30,65%).

Kata kunci : Efisiensi pembalakan, limbah penebangan, hutan tropika pegunungan, Kalimantan Timur

**I. PENDAHULUAN**

Dalam pemanfaatan hasil hutan kayu (HHK), kegiatan pembalakan mempunyai peranan strategis guna mendukung terwujudnya pengelolaan hutan alam produksi lestari. Potensi tegakan yang terkandung di dalam hutan belum mempunyai nilai ekonomi apabila tidak dipanen dan dikeluarkan untuk diangkut ke industri

pengolahan kayu (Suparto, 1982). Namun demikian, dalam pemanfaatan HHK tersebut wajib berpedoman pada Peraturan Menteri Kehutanan nomor : P.50/Menhut-II/2010, yaitu tidak merusak lingkungan dan tidak mengurangi fungsi pokok dan status hutan bersangkutan. Oleh sebab itu, kegiatan pembalakan harus dilakukan secara hati-hati dan benar.

Saat ini, hampir semua pemegang ijin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu dari hutan alam (IUPHHK-HA) baik yang berlokasi di hutan tropis rawa gambut, dataran rendah maupun pegunungan telah berupaya meningkatkan efisiensi pembalakan dengan menerapkan teknik pembalakan berdampak rendah (*reduced impact logging/RIL*). Perbaikan manajemen teknik pembalakan tersebut mempunyai dampak positif terhadap peningkatan efisiensi pembalakan yang berarti pula peningkatan faktor eksploitasi (FE). Dari segi perencanaan pemanenan, nilai FE menjadi unsur penentu dalam kaitannya dengan penetapan jatah produksi tahunan (JPT). Dari aspek ekonomi, peningkatan efisiensi pembalakan juga bermanfaat bagi pemerintah untuk meningkatkan penerimaan besarnya provisi sumber daya hutan (PSDH) dari pemegang IUPHHK-HA. Dalam Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2002 Pasal 48 Ayat 5 dan Ayat 6 menyebutkan bahwa pemungutan provisi sumberdaya hutan (PSDH) didasarkan pada JPT.

Kontribusi produksi kayu dari hutan alam untuk memenuhi kebutuhan industri pengolahan kayu hingga kini masih sangat rendah, yaitu  $\pm 16\%$  sedangkan sisanya dipenuhi dari hutan tanaman maupun impor (Kementerian Kehutanan, 2011). Kontribusi kayu bulat hutan alam tersebut akan terus berkurang dengan makin merosotnya luas dan potensi kawasan hutan alam produksi. Bahkan, kecenderungan produksi kayu alam akan semakin turun dari tahun ke tahun. Selama dua tahun terakhir, produksi kayu alam turun 50% dan realisasi produksi kayu alam tahun 2012 hanya sekitar 5 juta  $m^3$  dari target sebanyak 9,1 juta  $m^3$  (Anonim, 2013a). Sedangkan impor kayu bulat rata-rata selama enam tahun terakhir (2005-2010) rata-rata mencapai hampir 55 ton/tahun dengan nilai mencapai  $\pm$  US\$ 17,129 juta/tahun (Statistik Kehutanan, 2011).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka penelitian efisiensi kegiatan pembalakan menjadi penting dilakukan. Penelitian dimaksudkan untuk mengevaluasi efisiensi pembalakan terkini dan hasilnya diharapkan bermanfaat bagi pemerintah c.q Kementerian Kehutanan untuk penetapan JPT dan memprediksi peningkatan besarnya sumbangan hutan alam dalam pemenuhan kebutuhan industri pengolahan kayu.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada tahun 2012 di IUPHHK-HA PT Roda Mas Timber Kalimantan, Kabupaten Mahakam Ulu, Provinsi Kalimantan Timur. Pengumpulan data primer dilakukan langsung di 6 petak tebangan terpilih (II.11; II.12; II.13; III.9; III.10 dan III. 11) dari sebanyak 11 petak tebangan RKT tahun 2013. Waktu pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan pada awal hingga akhir bulan Mei 2013.

### B. Bahan dan Alat Penelitian

Obyek penelitian adalah sebanyak 300 pohon contoh dari semua jenis komersial yang ditebang pada 6 (enam) petak tebang terpilih. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cat, kuas dan tali plastik. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah pita ukur diameter pohon/*phi-band*, pengukur kemiringan lereng/T-Nol merk Süntho, meteran pita, kompas, buku ukur/*tally sheet*, parang, *chain saw*, traktor, dan perlengkapan lapangan (*personal use*).

### C. Prosedur Penelitian

#### 1. Metode pengambilan contoh

Penentuan petak contoh dilakukan dengan metode *purposive* sampling yaitu mengikuti kegiatan yang sedang berlangsung di lapangan dan demi tercapainya tujuan penelitian. Petak contoh yang dipilih adalah enam petak tebang RKT tahun berjalan (2013) yang mempunyai variasi topografi datar (0-8°), landai (9-15°), agak curam (16-25°), dan curam (25°-40°).

#### 2. Data yang dikumpulkan

Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder sebagai berikut:

##### a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, antara lain meliputi:

- 1) Volume kayu yang dimanfaatkan dan volume serta kondisi limbah pembalakan
- 2) Kemiringan lapangan

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data tambahan yang diperoleh untuk mendukung penelitian yang diperoleh melalui wawancara dan atau pengutipan data dari perusahaan. Data sekunder yang dimaksud terdiri dari :

- 1) Kondisi umum lokasi penelitian
- 2) Luas dan letak petak tebang
- 3) Sistem pembalakan yang digunakan

**D. Pengertian**

Efisiensi pembalakan adalah perbandingan antara volume kayu batang bebas cabang yang dimanfaatkan sampai di TPn dengan total volume batang bebas cabang dikalikan 100%. Sedangkan, yang dimaksud dengan limbah tebang atau disebut juga limbah pembalakan adalah kayu sisa hasil pembalakan yang tidak dimanfaatkan lagi oleh pemegang izin/hak yang sah pada kegiatan pembalakan. Limbah tersebut dapat berasal dari pohon yang ditebang berupa sisa pembagian batang termasuk cabang, ranting, pucuk, tonggak atau sisa kayu batang bebas cabang yang mempunyai ukuran diameter kurang dari 30 cm atau panjang tidak lebih dari 2 m (Kepmenhut Nomor : 6886/Kpts-II/2002).

**E. Pengolahan dan Analisis Data**

Untuk menghitung volume kayu batang bebas cabang digunakan rumus “Smalian” sebagai berikut (Moeliono, 1984) :

$$V = \frac{1}{2} (B + b) \times P \dots\dots\dots (1)$$

Di mana : V = Volume pembalakan (m<sup>3</sup>); B = luas bidang dasar pangkal batang ; b = luas bidang dasar ujung batang; dan P = panjang kayu batang bebas cabang.

Untuk menghitung B dan b digunakan rumus:

$$B = \frac{1}{4} \pi D^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots\dots\dots (3)$$

Di mana: D = diameter pangkal (m), d = Diameter ujung (m),  $\pi = 22/7$  atau 3,14

Untuk menghitung efisiensi pembalakan digunakan rumus:

$$EF = \frac{VA}{VB} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

Di mana : EF = Efisiensi pembalakan (%); VA = Volume kayu batang bebas cabang yang dimanfaatkan (m<sup>3</sup>); VB = Volume total batang bebas cabang (m<sup>3</sup>)

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Volume Kayu yang Dimanfaatkan dan Efisiensi Pembalakan**

1. Volume kayu yang dimanfaatkan berdasarkan kondisi topografi lapangan

Hasil pengukuran volume kayu yang dimanfaatkan dan jumlah volume kayu sepanjang batang bebas cabang dapat dilihat pada Lampiran 1 sedangkan rekapitulasinya disajikan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 tersebut di atas rata-rata volume kayu yang dimanfaatkan adalah 11,813 m<sup>3</sup>/pohon dengan deviasi sebesar 1,159 m<sup>3</sup>/pohon. Pada topografi datar, landai, agak curam dan curam rata-rata volume yang dimanfaatkan berturut-turut adalah 11,720 m<sup>3</sup>; 11,062 m<sup>3</sup>/pohon; 10,959 m<sup>3</sup>/pohon; dan 14,209 m<sup>3</sup>/pohon.

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antara volume kayu yang dimanfaatkan dengan topografi lapangan dilakukan uji statistik dengan PWSAT versi 18 yang hasilnya disajikan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 tersebut diperoleh F<sub>hitung</sub> = 904,137 (lebih besar dari nilai F<sub>0,05 (3,296)</sub> = 2,60. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan volume kayu rata-rata yang dimanfaatkan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi topografi lapangan.

Hasil uji beda nyata terkecil (LSD) dengan taraf nyata 0,05 disajikan pada Tabel 3. Dari tabel 3 tersebut dapat diketahui bahwa ada perbedaan yang nyata antara volume kayu yang dimanfaatkan pada topografi curam dengan agak curam maupun landai. Sedangkan untuk kondisi topografi datar dengan landai, agak curam maupun curam tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap volume kayu yang dimanfaatkan.

Bedasarkan pengamatan di lapangan, diduga ada hubungan antara volume kayu yang dimanfaatkan dengan diameter pohon. Hasil analisis sidik ragam menggunakan regresi disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 di bawah menunjukkan bahwa nilai F<sub>hitung</sub> = 499,504 lebih besar dari nilai F<sub>0,05 (1,298)</sub> = 3,84. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan positif yang

nyata antara volume kayu yang dimanfaatkan dengan diameter pohon. Semakin besar diameter pohon yang ditebang akan semakin banyak volume kayu yang dimanfaatkan (Gambar 1).

**Tabel 1. Volume kayu yang dimanfaatkan berdasarkan topografi**  
*Table 1. The utilized wood based on topography*

No.	Topografi ( <i>Topography</i> )	Jumlah contoh ( <i>Number of samples</i> )  ( <i>pohon/tree</i> )	Volume kayu dimanfaatkan ( <i>Wood utilized</i> )		
			Dimanfaatkan ( <i>Utilized</i> )	Limbah ( <i>Waste</i> )	Jumlah ( <i>Total</i> )
			( $m^3/ph, m^3/tree$ )	( $m^3/ph, m^3/tree$ )	( $m^3/ph, m^3/tree$ )
1	Datar ( <i>flat</i> )	68	10,574	1,529	11,720
2	Landai ( <i>sloping</i> )	91	10,150	1,322	11,062
3	Agak curam ( <i>Rather steep</i> )	81	9,962	1,428	10,959
4	Curam ( <i>Steep</i> )	60	12,534	2,143	14,209
Rata-rata ( <i>Average</i> )			8,234	1,562	11,813
Simpangan baku ( <i>Standard deviation</i> )			0,874	0,368	1,519

**Tabel 2. Hasil uji statistik antara volume kayu yang dimanfaatkan dengan topografi**  
*Table 2. Statistics test results between the utilized wood and topography*

No.	Sumber ( <i>Source</i> )	Jumlah kuadrat ( <i>Sum of squares</i> )	Derajat bebas ( <i>Degrees of freedom</i> )	Jumlah kuadrat rata-rata ( <i>Mean square</i> )	F <sub>hitung</sub> (F <sub>cal</sub> )
Model terkoreksi/ <i>Corrected model</i>	,006 <sup>a</sup>	4		,002	,274
Konstanta/ <i>Intercept</i>	5,181	1	34143,915	5,181	904,137
Topografi/ <i>Topography</i>	,006	4	91,450	,002	,274
Kesalahan percobaan/ <i>Error</i>	1,690	295	48,173	,006	
Jumlah/ <i>Total</i>	252,444	300			
Jumlah terkoreksi/ <i>Corrected Total</i>	1,697	299			

Koefisien determinasi ( $R \text{ Squared} / r^2$ ) = ,004.  $r^2$  yang disesuaikan (*Adjusted R Squared*) = ,010

**Tabel 3. Uji beda nyata terkecil volume kayu yang dimanfaatkan dengan topografi**  
**Table 3. Least significant difference (LSD) test between the utilized wood and topography**

(I) Topografi	(J) Topografi	Beda rata-rata (Mean difference) (I-J)	Kesalahan baku (Std. Error)	Nyata (Significance). <sup>a</sup>	95% Selang kepercayaan (Confidence interval for difference) <sup>a</sup>	
					Batas bawah (Lower bound)	Batas atas (Upper bound)
Agak curam (Rather steep)	Curam (Steep)	-2,572*	1,182	,030	-4,899	-,245
	Datar (Flat)	-,611	1,142	,593	-2,858	1,635
	Landai (Sloping)	-,188	1,060	,860	-2,274	1,899
Curam (Steep)	Agak curam (Rather steep)	2,572*	1,182	,030	,245	4,899
	Datar (Flat)	1,961	1,229	,112	-,459	4,380
	Landai (Sloping)	2,384*	1,154	,040	,113	4,656
Datar (Flat)	Agak curam (Rather steep)	,611	1,142	,593	-1,635	2,858
	Curam (Steep)	-1,961	1,229	,112	-4,380	,459
	Landai (Sloping)	,424	1,113	,704	-1,766	2,613
Landai (Sloping)	Agak curam (Rather steep)	,188	1,060	,860	-1,899	2,274
	Curam (Steep)	-2,384*	1,154	,040	-4,656	-,113
	Datar (Flat)	-,424	1,113	,704	-2,613	1,766

Berdasarkan nilai rata-rata (Based on estimated marginal means)

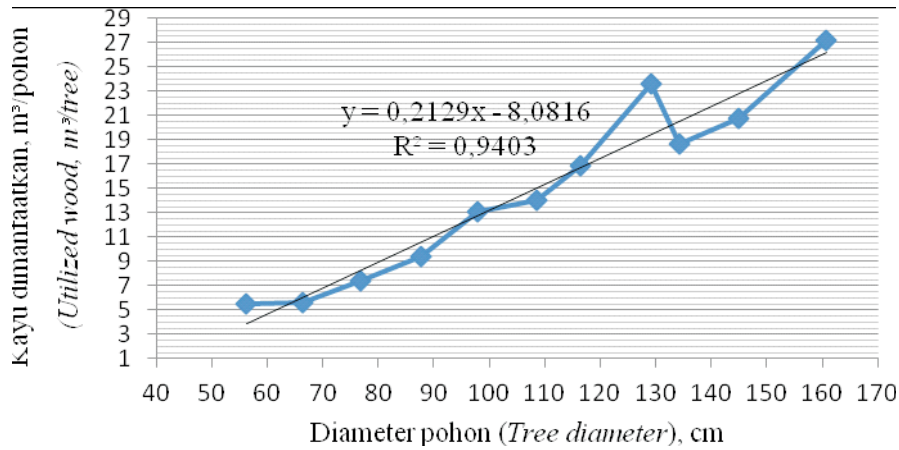
\*. Beda rata-rata pada taraf nyata 0,5 (Mean difference is significant at the ,05 level).

a. Penyesuaian perbandingan (Adjustment for multiple comparisons): Beda nyata terkecil, tanpa penyesuaian (Least Significant Difference, equivalent to no adjustments).

**Tabel 4. Analisis sidik ragam**  
**Table 4. Analysis of variance (ANOVA)**

Model	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Rata-rata kuadrat (Mean square)	F <sub>hitung</sub> (F <sub>cal.</sub> )	Nyata (Sig.)
Regresi (Regression)	9102,940	1	9102,940	499,504	,000 <sup>a</sup>
Sisa (Residual)	5430,742	298	18,224		
Jumlah (Total)	14533,682	299			

Penduga (Predictors): (Tetap/Constant), Diameter. b. Peubah bergantung (Dependent variable): Kayu dimanfaatkan (Utilized wood)



**Gambar 1. Hubungan diameter pohon dengan volume kayu yang dimanfaatkan**  
*Figure 1. Relationship between tree diameters and the utilized wood*

2. Efisiensi pembalakan

Berdasarkan data pada Lampiran 1 juga dapat diperoleh gambaran bahwa besarnya efisiensi pembalakan pada berbagai kondisi topografi lapangan berkisar antara 65,88-100% dengan rata-rata adalah 91,41% dan deviasi sebesar 7,52% sedangkan rekapitulasinya disajikan pada Tabel 5. Untuk menguji perbedaan efisiensi pembalakan akibat adanya perbedaan kondisi topografi lapangan dilakukan melalui analisis statistika

menggunakan PASWSTAT.18 dan hasilnya disajikan pada Tabel 6. Hipotesis  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  dan  $H_1$  : minimal satu kondisi topografi menunjukkan perbedaan rata-rata nilai efisiensi pembalakan. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai  $F_{hitung} (0,226) < F_{0,05(4;297)} (2,37)$  sehingga terima  $H_0$  dan menolak  $H_1$ . Ini berarti bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara efisiensi pembalakan dengan kondisi topografi datar, landai, agak curam dan curam.

**Tabel 5. Efisiensi pembalakan pada berbagai topografi lapangan**  
*Table 5. Logging efficiency on various topography*

No.	Topografi ( <i>Topography</i> )	Jumlah sample ( <i>Numbers of samples</i> )	Pohon ditebang ( <i>Felled tree</i> )		Efisiensi pembalakan ( <i>Logging efficiency</i> )
			Volume pembalakan dimanfaatkan ( <i>Volume of logs used</i> )	Volume batang bebas cabang ( <i>Total volume of cleared boles</i> )	
		(pohon, <i>tree</i> )	( $m^3/ph, m^3/tree$ )	( $m^3/ph, m^3/tree$ )	
1.	Datar ( <i>Flat</i> )	68	10,574	11,720	91,35
2.	Landai ( <i>Sloping</i> )	91	10,150	11,062	91,81
3.	Agak Curam ( <i>Rather steep</i> )	81	9,962	10,959	92,04
4.	Curam ( <i>Steep</i> )	60	12,534	14,204	90,03
	Rata-rata ( <i>Averages</i> )		8,234	8,947	91,41
	Simpangan baku ( <i>Standard deviation</i> )		0,874	0,955	7,52

Untuk menguji perbedaan efisiensi pembalakan akibat adanya perbedaan kondisi topografi lapangan dilakukan melalui analisis statistika menggunakan PASWSTAT.18 dan hasilnya disajikan pada Tabel 6. Hipotesis  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  dan  $H_1$  : minimal satu kondisi topografi menunjukkan perbedaan rata-rata nilai efisiensi pembalakan. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai  $F_{hitung} (0,226) < F_{0,05(4;297)} (2,37)$  sehingga terima  $H_0$  dan menolak  $H_1$ . Ini berarti bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara efisiensi pembalakan dengan kondisi topografi datar, landai, agak curam dan curam. Tidak adanya perbedaan efisiensi pembalakan pada kondisi topografi yang berbeda lebih disebabkan oleh peranan

ketrampilan para operator khususnya penebang maupun traktor sarad. Ketrampilan penebang (*chain saw operator*) dan operator traktor sarad (*tractor operator*) dalam penguasaan teknik penebangan dan penyaradan pada berbagai kondisi topografi lapangan mengakibatkan berkurangnya resiko terjadinya kepecahan pembalakan. Menurut Richardson R dan I Makkonen (1994) ketrampilan seorang operator membutuhkan minimal 2 tahun pengalaman kerja untuk mencapai 100% potensi produktivitasnya. Penebang dan operator traktor di PT Roda Mas Timber rata-rata sudah memiliki sertifikat pembalakan ramah lingkungan (*reduced impact logging/RIL*) dengan pengalaman sebagai penebang berkisar antara 2-4 tahun.

**Tabel 6. Hasil uji statistik pengaruh topografi dengan efisiensi pembalakan**  
*Table 6. Statistics test result between topography and logging efficiency*

No.	Sumber ( <i>Source</i> )	Jumlah kuadrat ( <i>Sum of squares</i> )	Derajat bebas ( <i>Degrees of freedom</i> )	Jumlah kuadrat rata-rata ( <i>Mean square</i> )	$F_{hitung}$ ( $F_{cal}$ )	Taraf nyata ( <i>Significance</i> ).
1.	Model terkoreksi ( <i>Corrected model</i> )	38,608 <sup>a</sup>	3	12,869	,226	,879
2.	Konstanta ( <i>Intercept</i> )	2056631,688	1	2056631,688	36050,276	,000
3.	Topografi ( <i>Topography</i> )	38,608	3	12,869	,226	,879
4.	Kesalahan percobaan ( <i>Error</i> )	16886,500	296	57,049		
5.	Jumlah ( <i>Total</i> )	2523826,079	300			
6.	Jumlah terkoreksi/ <i>Corrected Total</i>	16925,108	299			

Koefisien determinasi ( $R \text{ Squared} / r^2$ ) = ,004.  $r^2$  yang disesuaikan (*Adjusted R Squared*) = -,009

Namun demikian, apabila dilihat hubungannya dengan diameter pohon maka tampak makin besar diameter pohon berdampak efisiensi pembalakan yang makin rendah (Gambar 3). Gambar 3 dapat dilihat bahwa tingkat kecenderungan tersebut tidak signifikan yaitu hanya menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,0628. Ini berarti bahwa besarnya pengaruh peubah diameter pohon terhadap efisiensi pembalakan adalah hanya sebesar 6,28%.

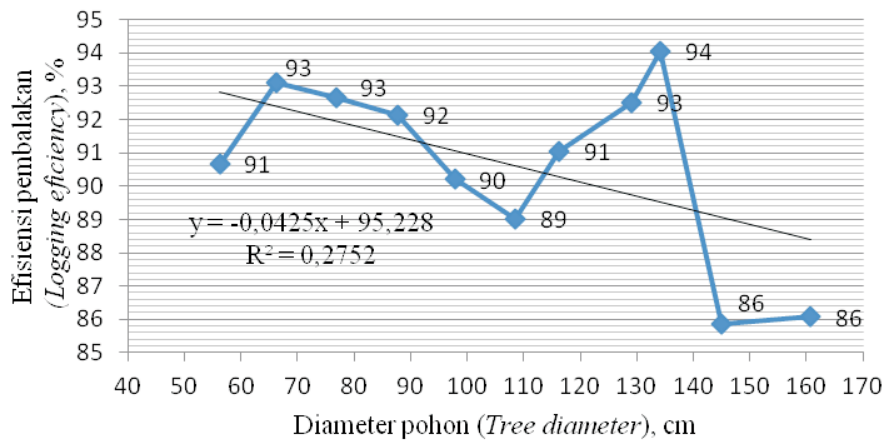
Berkaitan dengan penyusunan jatah produksi tahunan (JPT) adanya perbaikan efisiensi pembalakan menjadi rata-rata 91,41% mempunyai akibat meningkatnya nilai faktor

eksploitasi (FE) menjadi 0,91. Dengan demikian, perhitungan formula jatah produksi tahunan akan berubah sebagai berikut:

$$\text{JPT: } V = L \times P \times 0,70 \times 0,80 \text{ menjadi}$$

$$\text{JPT: } V = L \times P \times 0,91 \times 0,80$$

Di mana:  $V$  = volume pembalakan yang dapat ditebang per tahun ( $\text{m}^3/\text{th}$ );  $L$  (etat luas) = Luas areal yang dapat ditebang ( $\text{ha}/\text{tahun}$ );  $P$  = Potensi pembalakan sesuai limit diameter fungsi hutan ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ); 0,70 dan 0,91 = faktor eksploitasi; 0,80 = faktor pengaman.



**Gambar 3. Hubungan diameter pohon dan efisiensi pembalakan**  
*Figure 3. Relationship between tree diameter and logging efficiency*

Atas dasar perubahan formula JPT tersebut di atas maka berdasarkan rencana kerja tahun (RKT) 2013 dengan luas penebangan 1.010 Ha atau

sebanyak 50.501 m<sup>3</sup> maka dapat dihitung besarnya peningkatan produksi kayu bulat, sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Perhitungan jatah produksi kayu bulat berdasarkan perbaikan efisiensi pembalakan sebesar 91% berdasarkan RKT 2013.**

*Table 7. Calculation of log production quota based on 91% logging efficiency improvement according to the annual work plan of 2013*

No.	Nomor petak tebang (Number of felling site)*	Luas petak tebang (Wide of felling site)*	Jatah produksi tahunan (Annual allowable cutting)*	Perhitungan jatah produksi tahunan berdasarkan perbaikan faktor eksploitasi (Annual allowable cutting based on improvement of exploitation factor)	Peningkatan produksi pembalakan (Increased timber production)	
		(Ha)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /tahun, m <sup>3</sup> /year) <sup>1)</sup>	(m <sup>3</sup> )	(%)
1.	II.10	107	6.424,00	7.773,040	1.349,04	21
2.	II.11	78	2.945,00	3.563,450	618,45	21
3.	II.12	77	3.027,00	3.662,670	635,67	21
4.	III.1	111	5.016,00	6.069,360	1.053,36	21
5.	III.2	99	4.340,00	5.251,400	911,40	21
6.	III.9	85	5.917,00	7.159,570	1.242,57	21
7.	III.10	84	7.166,00	8.670,860	1.504,86	21
8.	III.11	83	3.371,00	4.078,910	707,91	21
9.	III.12	70	2.248,00	2.720,080	472,08	21
10.	III.12	104	6.046,00	7.315,660	1.269,66	21
11.	II.13	112	4.001,00	4.841,210	840,21	21
Jumlah (Total)		1010	50.501,00	61.106,210	10.605,21	

Sumber (Source) : RKT (Annual work plan) PT. Roda Mas Timber, 2013.

Keterangan (Remarks): \*) data diolah sesuai keperluan (data processed as required)



Perhitungan pada Table 7 menunjukkan bahwa akibat perbaikan efisiensi pembalakan sebesar 91,41% dapat meningkatkan potensi JPT kayu bulat sebanyak 10.605,210 m<sup>3</sup>/tahun atau dari sebelumnya sebanyak 50.501 m<sup>3</sup>/tahun menjadi sebesar 61.106,21 m<sup>3</sup>/tahun. Apabila diasumsikan harga kayu bulat jenis meranti di pasar domestik sebesar US\$ 120 ( $\pm$  Rp 1.440.000,-/m<sup>3</sup> berarti perusahaan akan mendapat tambahan pendapatan sebesar  $\pm$  Rp 15,27 milyar. Di lain pihak, Kementerian Kehutanan juga akan memperoleh tambahan setoran PSDH sebesar  $\pm$  Rp 1,53 milyar.

## B. Kualitas Limbah Kayu

### 1. Volume limbah kayu berdasarkan kondisi topografi

Hasil pengamatan pengukuran volume limbah pembalakan pada berbagai kondisi topografi dapat dilihat pada Lampiran 1, dan rekapitulasinya disajikan pada Tabel 8. Secara umum, dari Tabel 8

terlihat bahwa besarnya volume limbah pembalakan berkisar antara 1,322-2,243 m<sup>3</sup>/pohon dengan rata-rata sebanyak 1,562 m<sup>3</sup>/pohon. Limbah pembalakan tersebut terdiri dari limbah tunggak sebanyak 0,011 m<sup>3</sup>/pohon, limbah pangkal 0,696 m<sup>3</sup>/pohon, dan limbah ujung sebanyak 0,667 m<sup>3</sup>/pohon.

Volume limbah pembalakan pada areal datar, landai, agak curam dan curam berturut-turut adalah 1,529 m<sup>3</sup>/pohon; 1,322 m<sup>3</sup>/pohon; 1,428 m<sup>3</sup>/pohon; dan 2,143 m<sup>3</sup>/pohon. Volume limbah pembalakan pada areal dengan topografi datar sampai agak curam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata tetapi bila dibandingkan dengan jumlah limbah pada topografi curam sangat berbeda, yaitu dapat mencapai  $(2,143 - (1,529 + 1,428)/2) / 2,143 \times 100\% = 33,47\%$ . Untuk memberikan ilustrasi secara mudah, jenis limbah berdasarkan topografi lapangan disajikan pada Gambar 4.

**Tabel 8. Jenis dan volume limbah berdasarkan topografi lapangan**  
*Table 8. Type and volume of logging waste based on topography*

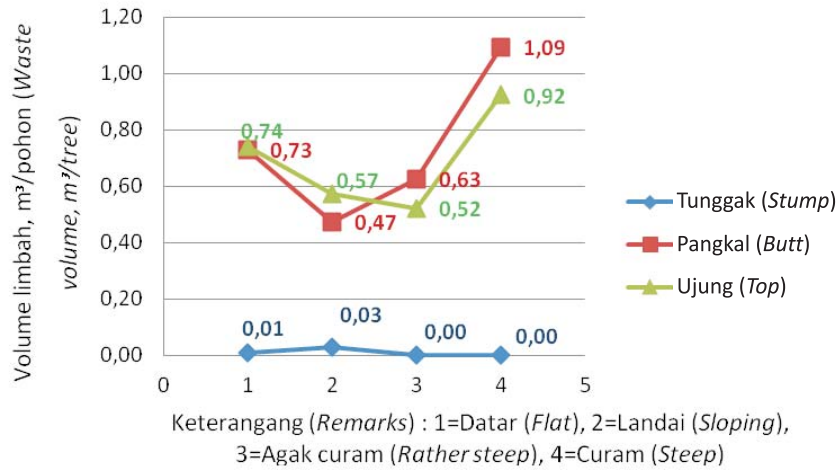
Topografi ( <i>Topography</i> )	Jumlah pohon ( <i>Total trees</i> )	Diameter pohon ( <i>Tree</i> <i>diameters</i> ), cm	Volume limbah pembalakan, m <sup>3</sup> /pohon ( <i>Volume of logging waste, m<sup>3</sup>/tree</i> )			
			Tunggak ( <i>Stump</i> )	Pangkal ( <i>Butt</i> )	Ujung ( <i>Top</i> )	Jumlah ( <i>Total</i> )
Datar ( <i>Flat</i> )	68	89,93	0,007	0,732	0,740	1,529
Landai ( <i>Sloping</i> )	91	86,84	0,028	0,475	0,566	1,322
Agak curam ( <i>Rather steep</i> )	81	84,48	0,001	0,538	0,529	1,428
Curam ( <i>Steep</i> )	60	88,08	0,001	1,205	0,925	2,143
Rata-rata ( <i>Average</i> )	75	87,33	0,011	0,696	0,667	1,562
Simpangan baku ( <i>St.deviation</i> )	13,74	2,29	0,01	0,330	0,182	0,368

### 2. Volume limbah kayu berdasarkan kualitas dan sebarannya

Secara umum, hasil pengukuran dan pengamatan kondisi limbah pembalakan di lapangan, dapat dilihat pada Lampiran 1. Rekapitulasi kondisi limbah kayu disajikan pada Tabel 9.

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa dari total volume limbah pembalakan rata-rata yang mencapai 1,395 m<sup>3</sup>/pohon; 0,357 m<sup>3</sup>/pohon

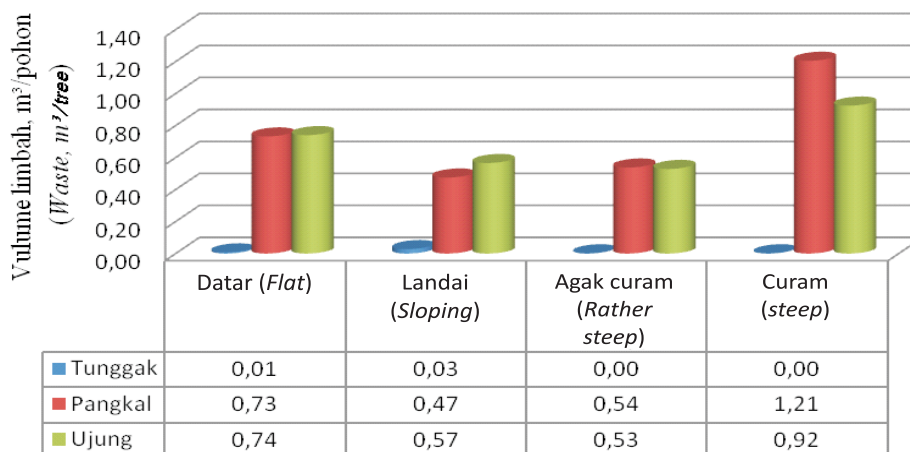
(25,58%) diantaranya berupa limbah pembalakan yang dikategorikan “baik” sehingga cukup layak dimanfaatkan lebih lanjut. Sedangkan sebanyak 0,428 m<sup>3</sup>/pohon (30,66%) kondisinya “pecah”. Sisanya, 0,610 m<sup>3</sup>/pohon kondisinya “cacat alami” yaitu berbanir, mata buaya, bengkok, berlubang/ growong dan atau busuk. Secara sederhana, sebaran kondisi limbah pembalakan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4. Jenis limbah pembalakan pada berbagai topografi**  
*Figure 4. Type of logging waste on various topography*

**Tabel 9. Sebaran kualitas limbah kayu**  
*Table 9. Distribution of wood waste quality*

Jenis limbah kayu, m <sup>3</sup> /pohon ( <i>Type of wood waste, m<sup>3</sup>/tree</i> )	Kualitas ( <i>Quality</i> )			
	Baik ( <i>Good</i> )	Cacat ( <i>Defect</i> )	Pecah ( <i>Broken</i> )	Jumlah ( <i>Total</i> )
Tunggak ( <i>Butt</i> )	0,002	0,008	0,000	0,011
Pangkal ( <i>Stemp</i> )	0,222	0,283	0,211	0,717
Ujung ( <i>Top</i> )	0,132	0,319	0,217	0,667
Jumlah ( <i>Total</i> )	0,357	0,610	0,428	1,395
Persentase ( <i>Percentage</i> ), %	25,58	43,77	30,66	100,00



**Gambar 5. Diagram kondisi limbah pembalakan**  
*Figure 5. The condition of wood waste*

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa kepecahan kayu tersebut selain akibat tidak sempurnanya teknik penebangan juga adanya pengaruh kondisi topografi. Kesalahan yang

sering dilakukan oleh penebang adalah membuat mulut takik rebah sempit dan pada banir pohon serta arah rebah pohon ke bagian bawah lereng (Gambar 6).



Takik rebah terlalu kecil  
(*Falling notch too narrow*)

Membuat takik rebah pada banir  
pohon (*Making falling notch on buttrees*)

Arah rebah pohon ke bagian bawah  
lereng (*Tree direction to the downhill of the  
slope*)

**Gambar 6. Beberapa kesalahan pada teknik penebangan pohon**  
*Figure 6. Several common mistake in tree felling technique*

Kondisi limbah pembalakan yang cacat pada umumnya terjadi pada limbah ujung berupa mata buaya/notch dan atau bengkok. Sedangkan limbah pembalakan yang pecah selain banyak terjadi pada limbah ujung juga terjadi pada limbah pangkal. Limbah pembalakan yang cacat banyak ditemukan pada limbah tunggak dan limbah pangkal karena banir, berlubang/growong dan busuk dibagian empulur kayu (hati).

Mengingat potensi limbah pembalakan yang masih cukup besar sebaiknya dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu dan nilai tambah. Dalam Peraturan Menteri Kehutanan No: P.35/Menhut-II/2008 pasal 19 ayat 1 disebutkan bahwa pasal 19 ayat 1 disebutkan bahwa dalam rangka meningkatkan efisiensi, kepada pemegang IUPHHK yang telah memperoleh Sertifikat Pengelolaan Hutan Produksi Lestari secara *mandatory* dengan peringkat baik dan sangat baik dan atau memperoleh Sertifikat Pengelolaan Hutan Produksi Lestari (PHPL) secara *voluntary*, dapat diberikan ijin usaha industri primer hasil hutan kayu (IUIPHHK) di dalam areal kerjanya. Bahan, dalam Peraturan Menteri Kehutanan nomor: P. 9/Menhut-II/2009 tentang perubahan Peraturan Menteri Kehutanan nomor: P. 35/Menhut-II/2008 lebih lanjut dijelaskan bahwa

bagi IUPHHK pemilik IUIPHHK sudah dapat menggunakan mesin pengolahan kayu yang tidak bergerak (*non portable machine*) atau yang bergerak (*portable machine*).

Mengingat masih banyak terjadi pecah pada batang akibat penebangan seyogyanya para penebang (*chainsaw operator*) perlu mendapatkan pendidikan dan pelatihan teknis agar trampil menguasai teknik penebangan yang benar di lapangan. Berdasarkan informasi dari pihak manajemen di lapangan, dari sebanyak 6 orang penebang yang menjadi sampel maka hanya 1 orang yang telah berpengalaman lebih dari 2 tahun, sedangkan 5 orang yang lainnya pengalamannya masih  $\pm$  4 bulan saja.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Efisiensi pembalakan di PT Roda Mas Timber Kalimantan meningkat sebesar 21,41% dari ketetapan Kementerian Kehutanan, yaitu 70%.

Besarnya limbah pembalakan batang bebas cabang yang potensial dapat dimanfaatkan adalah 0,357 m<sup>3</sup>/pohon (25,58%) dari total limbah pembalakan sebanyak 1,395 m<sup>3</sup>/pohon atau

sebesar 3,02% terhadap keseluruhan volume batang bebas cabang.

## B. Saran

Guna meningkatkan efisiensi pembalakan dan pemanfaatan limbah perlu dilakukan upaya sebagai berikut:

1. Melaksanakan kegiatan pemanenan kayu dengan metode pembalakan sepanjang mungkin (*tree length logging*).
2. Operator gergaji mesin (*chain saw operator*) perlu ditingkatkan keterampilan dalam proses penebangan dan pembagian batang khususnya melakukan kebiasaan pemotongan cabang pohon.
3. Membangun industri pengolahan kayu untuk memanfaatkan limbah pembalakan terutama di areal kerja dengan menggunakan mesin pengolahan kayu yang tidak bergerak (*non portable*) atau yang bergerak (*portable*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus., (2013a). Produksi kayu hutan alam terus menurun., <http://www.regionaltimur.com/index.php/industri-kehutanan-biaya-produksi-kayu-alam-tinggi/>. Diakses 24 April 2013.
- Anonim, (2013b). Pasar dunia tawarkan harga tinggi untuk kayu log. <http://cgclipping.wordpress.com/2013/04/24/pasar-dunia-tawarkan-harga-tinggi-untuk-kayu-log/>. Diakses 11 Oktober, 2013.
- Dulsalam., (2012). Pembalakan ramah lingkungan. Prosiding Seminar Nasional teknologi Mendukung Industri Hijau Kehutanan (hal. 41-61). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Idris MM, Dulsalam, Sukanda dan Soenarno. (2012). Revisi faktor eksploitasi untuk optimasi logging. Bogor: *Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

Irman F & Satria., (2012). *Rancangan percobaan dan korelasi dan regresi dengan PASWSTAT Versi.18*. Bogor: IPB.

Kementerian Kehutanan. (2011 ). *Statistik Kehutanan Indonesia 2010*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

Keputusan Menteri Kehutanan nomor : 6886/Kpts-II/2002 Tentang Pedoman dan tata cara pemberian izin pemungutan hasil hutan (IPHH) pada hutan produksi.

Nurrochmat, D. (2010). *Prediksi keseimbangan supply-demand hasil hutan pembalakan Indonesia*. Bogor: Lab Sosial Ekonomi, Fakultas Kehutanan IPB.

Moeliono. S.B. (1984). *Pengantar Perakayuan*. Pendidikan Industri Kayu Atas (PIKA) Semarang, Semarang: Yayasan Kanisius.

Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2002 Tentang Tata hutan dan penyusunan rencana pengelolaan hutan, pemanfaatan hutan dan penggunaan kawasan hutan.

Peraturan Pemerintah nomor 74 tahun 1999 Tentang perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 59 Tahun 1998 Tentang tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada departemen kehutanan dan perkebunan.

Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P. 9/Menhut-II/2009 jo Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.35/Menhut-II/2008. Tentang perubahan izin usaha industri primer hasil hutan.

Peraturan Menteri Kehutanan nomor P.9/Permenhut-II/2012 tanggal 5 Maret 2012. Tentang rencana pemenuhan bahan baku industri primer hasil hutan pembalakan.

Peraturan Menteri Kehutanan nomor P.50/Permenhut-II/2010 tanggal 31 Desember 2010. Tentang tata cara pemberian dan perluasan areal kerja izin usaha pemanfaatan hasil hutan pembalakan (IUPHHK) dalam hutan alam, IUPHHK restorasi ekosistem, atau IUPHHK hutan tanaman industri pada hutan produksi.

- Makkonen., Richardson R & I., (1994). *The performance of cut-to-length systems in eastern Canada. Technical Report.* Canada: Forest Engineering Research Institute of Canada.
- Wijaya., (2000). *Analisis statistik dengan program SPSS 10.0.* Bandung: Alfabeta.

**Lampiran 1. Hasil pengamatan dan pengukuran sortimen kayu hasil penebangan**  
**Appendix 1. Identification and measurement of felled tree**

Slope (°)	Identitas pohon		Kayu dimanfaatkan Volume (m <sup>3</sup> )	Limbah						Volume		Efisiensi pembalakan
	Nomor	Diameter (cm)		Tuggak		Pangkal		Ujung		Batang bebas cabang (m <sup>3</sup> )	Limbah (m <sup>3</sup> )	
				Volume (m <sup>3</sup> )	Kondisi	Volume (m <sup>3</sup> )	Kondisi	Volume (m <sup>3</sup> )	Kondisi			
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DATAR	1	114	19,425	0,000		2,244	PC	1,307	Notch	21,670	2,244	89,64
	2	62	3,979	0,000		0,151		0,191	PC	4,130	0,151	96,35
	3	65	3,311	0,000		0,000		0,797		3,311	0,000	100,00
	4	99	13,288	0,004		0,000		0,000		13,293	0,004	99,97
	5	63	3,311	0,000		0,000		0,198		3,311	0,000	100,00
	6	74	5,378	0,000		0,172		0,062	Notch	5,550	0,172	96,90
	7	130	25,870	0,000		2,388	PC	3,582	BGK	28,258	2,388	91,55
	8	64	4,907	0,000		0,080	PC	0,660		4,988	0,080	98,39
	9	60	5,087	0,002		0,348		0,543		5,980	1,435	85,07
	10	85	10,293	0,003		0,397		0,730	PC	11,422	1,860	90,11
	11	100	9,951	0,004		0,000		1,272	PC	11,227	2,547	88,64
	12	62	2,787	0,000		0,741		0,125		3,529	0,741	78,99
	13	130	23,610	0,000		2,919	BSK	2,117	BGK	26,528	2,919	89,00
	14	116	18,169	0,000		0,423		0,804		18,592	0,423	97,73
	15	115	20,327	0,000		0,415		2,144	Notch	20,742	0,415	98,00
	16	160	14,097	0,021		0,245		1,539	BSK	15,902	3,344	88,65
	17	100	13,695	0,003		0,988		0,000		14,686	0,991	93,25
	18	50	4,513	0,002	GRW	0,530	GRW	0,425	BGK	5,469	1,381	82,52
	19	130	14,084	0,000	BNR	0,130		1,495	Notch	15,709	3,120	89,66
	20	95	13,734	0,006		0,000		0,000		13,741	0,006	99,95
	21	92	9,414	0,000		0,133		0,132		9,547	0,133	98,61
	22	61	5,126	0,000		0,058		0,000		5,185	0,058	98,87
	23	100	10,719	0,006		2,120	GRW	0,884	Notch	13,729	3,894	78,08
	24	160	21,226	0,019		6,154	GRW	3,231	PC	30,632	12,637	69,30
	25	120	20,751	0,007		0,000		0,000		20,757	0,007	99,97
	26	80	10,229	0,005		0,000		0,255	Notch	10,489	0,514	97,52
	27	100	8,252	0,000	BNR	0,683	PC	1,435	Notch	11,235	4,418	73,45
	28	70	6,091	0,000	BNR	0,219	PC	0,227	Notch	6,538	0,673	93,18
	29	115	13,354	0,000	BNR	0,000		1,382	BGK	14,736	2,765	90,62
	30	70	4,440	0,000	BNR	0,190	PC	0,572	Notch	5,202	1,334	85,35
	31	115	14,184	0,007		0,475		0,146		14,812	0,774	95,76
	32	115	15,250	0,000		2,257	GRW	1,017		17,506	2,257	87,11
	33	63	5,652	0,000		0,000		0,689		5,652	0,000	100,00
	34	78	7,437	0,000		0,143	GRW	0,028		7,581	0,143	98,11
	35	117	14,719	0,000		0,000		0,697	PC	14,719	0,000	100,00
	36	90	12,588	0,004		1,256	BNR	0,000		13,847	1,260	90,90
	37	80	9,578	0,003		1,664	PC	0,859	PC	12,103	3,384	79,13
	38	60	3,394	0,002		0,421	GRW	0,352	PC	4,168	1,126	81,43
	39	65	3,310	0,000	BNR	0,170	GRW	0,098	Notch	3,578	0,366	92,51
	40	110	13,462	0,000	BNR	0,285		0,871	Notch	14,618	2,027	92,09
	41	115	17,270	0,000	BNR	2,035	GRW	0,539	Notch	19,843	3,112	87,03
	42	120	10,818	0,000	BNR	0,369	BSK	1,135	Notch	12,322	2,638	87,80
	43	90	10,490	0,000	BNR	0,095	GRW	0,281	Notch	10,867	0,657	96,54
	44	92	10,398	0,000		0,136		0,475		10,534	0,136	98,71
	45	64	4,876	0,000		0,482		0,000		5,358	0,482	91,00
	46	80	6,652	0,000		0,452		0,418		7,104	0,452	93,64
	47	61	4,238	0,000		0,058		0,113		4,297	0,058	98,64
	48	105	10,844	0,005		1,629	GRW	0,588	Notch	13,066	2,810	82,99
	49	100	10,490	0,004		0,000		1,526	PC	12,020	3,056	87,27
	50	70	6,695	0,001		0,000		0,000		6,696	0,001	99,98
51	70	5,370	0,000	BNR	0,500	GRW	0,716	Notch	6,586	1,932	81,53	
52	90	8,707	0,000	BNR	0,191	GRW	0,513	Notch	9,411	1,217	92,52	
53	70	6,541	0,004		0,123		0,000		6,668	0,127	98,10	
54	60	8,121	0,339		0,455		0,199		8,915	0,794	91,10	
55	152	31,560	0,000		0,907		3,843	Notch	32,467	0,907	97,21	
56	92	11,649	0,000		1,860	GRW	1,470	Notch	13,510	1,860	86,23	
57	70	5,157	0,002		0,590		0,805	BGK	6,554	2,201	78,69	
58	50	2,657	0,002		0,119		0,000		2,777	0,121	95,66	
59	80	20,567	0,006	BNR	6,633		1,485	Notch	28,692	9,610	71,68	
60	100	13,035	0,009		0,490	BSK	0,000		13,535	0,499	96,31	
61	55	3,964	0,000		0,000		0,000		3,964	0,000	100,00	
62	100	15,832	0,000	BNR	0,432		1,986	Notch	19,039	5,194	83,15	
63	65	5,452	0,000	BNR	0,763	GRW	0,072	Notch	6,286	0,906	86,73	
64	70	6,423	0,000	BNR	0,335	GRW	0,073	Notch	6,830	0,480	94,04	
65	90	11,191	0,000		0,064		1,266	Notch	11,255	0,064	99,44	
66	75	10,920	0,000		0,000		0,611	PC	10,920	0,000	100,00	
67	84	9,607	0,000		0,108		1,258	BGK	9,715	0,108	98,89	
68	110	10,485	0,005		2,565	PC	0,106	BGK	13,055	2,570	80,32	
LANDAI	1	100	13,748	0,000	BNR	0,471	PC	0,950	Notch	15,168	2,370	90,63
	2	70	8,125	0,000	BNR	0,088		0,177	Notch	8,390	0,443	96,84
	3	80	11,179	0,000	BNR	0,314	BSK	0,619	Notch	12,112	1,552	92,30
	4	90	4,359	0,000	BNR	0,199		0,290	Notch	4,848	0,779	89,92
	5	90	10,882	0,000	BNR	0,445	GRW	1,117	Notch	12,444	2,680	87,44

Lampiran 1. Lanjutan  
Appendix 1. Continued

1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	75	5,557	0,000			0,132		0,000		5,689	0,132	97,67
7	97	11,586	0,000			0,000		0,838	BGK	11,586	0,000	100,00
8	92	12,807	0,000			0,332		0,000		13,140	0,332	97,47
9	60	8,405	0,001			1,055	PC	0,000		9,461	1,056	88,84
10	125	30,672	0,013			0,000		0,000		30,685	0,013	99,96
11	130	41,091	0,002			0,000		0,000		41,093	0,002	99,99
12	110	17,053	0,002			1,140	GRW	0,000		18,195	1,142	93,72
13	65	4,830	0,000	BNR		0,077		0,868	PC	5,774	1,813	83,64
14	50	2,922	0,000	BNR		0,118		0,502	PC	3,543	1,123	82,49
15	85	9,908	0,000	BNR		0,000		0,221	Notch	10,128	0,441	97,82
16	130	25,445	0,000	BNR		1,194	GRW	0,244	Notch	26,884	1,683	94,65
17	115	13,706	0,000	BNR		0,712	BSK	2,375	PC	16,794	5,463	81,62
18	60	3,055	0,000	BNR		0,119	GRW	0,236	Notch	3,410	0,591	89,60
19	60	3,525	0,000	BNR		0,038		0,176	Notch	3,738	0,390	94,28
20	80	7,010	0,000	BNR		0,132		0,546	Notch	7,689	1,225	91,17
21	60	2,756	0,000	BNR		0,085		0,305	Notch	3,146	0,694	87,62
22	90	9,029	0,000	BNR		0,127		0,962	PC	10,118	2,050	89,24
23	135	27,421	0,000	BNR		0,572	GRW	1,306	PC	29,300	3,185	93,59
24	145	15,191	0,000	BNR		0,272		1,656	PC	17,119	3,584	88,74
25	90	5,359	0,000	BNR		0,084		0,441	Notch	5,884	0,966	91,08
26	180	21,372	0,000	BNR		0,603	GRW	2,543	Notch	24,519	5,690	87,17
27	110	10,218	0,000	BNR		0,314	PC	0,493	Notch	11,026	1,301	92,68
28	115	6,879	0,000	BNR		0,236	PC	1,190	Notch	8,305	2,615	82,84
29	120	31,836	0,010			2,036		1,141	PC	35,023	4,327	90,90
30	67	2,610	0,000			0,132		0,284		2,742	0,132	95,18
31	77	4,471	0,000			0,512		0,185	Notch	4,983	0,512	89,72
32	100	17,049	0,000			3,140	PC	0,000		20,189	3,140	84,45
33	67	4,311	0,000			0,000		0,322		4,311	0,000	100,00
34	87	10,746	0,000			0,178		0,464	Notch	10,924	0,178	98,37
35	72	4,449	0,000			0,122		0,066		4,571	0,122	97,33
36	78	6,233	0,000			0,048		1,794	Notch	6,281	0,048	99,24
37	90	10,793	0,004			0,581	PC	0,561	Notch	11,377	0,585	94,86
38	60	4,262	0,003			0,042		0,142		4,449	0,329	95,80
39	110	10,701	0,011			0,000		0,429	Notch	11,141	0,869	96,05
40	80	6,236	0,000	BNR		0,151		0,243	Notch	6,629	0,636	94,07
41	85	13,090	0,000	BNR		0,283	GRW	0,951	Notch	14,324	2,185	91,39
42	92	10,538	0,000			0,272		1,179	Notch	10,809	0,272	97,49
43	89	6,179	0,000			0,382		3,338	BGK	6,561	0,382	94,18
44	57	4,752	0,000			0,077		0,000		4,828	0,077	98,42
45	120	19,828	0,000			1,356	PC	1,225	BSK	21,184	1,356	93,60
46	79	4,643	0,000			0,049		0,513	PC	4,692	0,049	98,96
47	70	6,422	0,003			0,385	GRW	0,380	Notch	7,189	1,147	89,33
48	95	15,599	0,003			2,077		0,000		17,679	2,080	88,23
49	50	4,441	0,002			0,618		0,455	Notch	5,516	1,530	80,51
50	80	8,447	0,004			0,930	BSK	1,788	GRW	11,169	4,511	75,63
51	55	3,937	0,001			0,000		0,388	PC	4,326	0,777	91,00
52	165	28,914	0,003			1,886	GRW	1,570	Notch	32,373	5,029	89,31
53	65	4,827	0,001			0,630	GRW	0,000		5,458	0,631	88,44
54	50	8,487	0,001			0,000		0,000		8,488	0,001	99,98
55	69	5,658	0,000			0,037		0,422		5,695	0,037	99,34
56	89	2,544	0,000			0,871	BSK	0,014		3,415	0,871	74,51
57	100	6,082	0,005			1,727	GRW	1,362	PC	7,815	1,732	77,83
58	85	10,522	0,003	BNR		0,624		0,665		11,814	1,957	89,06
59	65	4,486	0,004			0,000		0,369	Notch	4,858	0,741	92,34
60	80	4,281	0,000	BNR		0,212		0,342	BGK	4,835	0,895	88,56
61	80	7,726	0,000	BNR		0,151		0,550	Notch	8,426	1,250	91,69
62	70	5,476	0,000	BNR		0,093		0,382	Notch	5,951	0,856	92,03
63	100	16,555	0,000	BNR		0,471	GRW	0,334	Notch	17,360	1,139	95,36
64	71	6,116	0,000			0,000		0,331		6,116	0,000	100,00
65	74	4,952	0,000			0,043		0,023		4,995	0,043	99,14
66	80	7,109	0,000			0,100		0,077		7,209	0,100	98,61
67	0,8	5,988	0,000			0,505	BSK	0,000		6,493	0,505	92,23
68	100	8,478	0,002			1,523		0,653	BGK	10,657	2,832	79,55
69	80	5,988	0,002			0,505		0,000		6,495	0,507	92,20
70	100	10,833	0,002			1,488	PC	0,674	BGK	12,996	2,837	83,35
71	60	5,149	0,002			0,151		0,407	Notch	5,709	0,967	90,19
72	90	9,908	0,000	BNR		0,283	GRW	0,353	BSK	10,545	0,990	93,96
73	90	10,927	0,000	BNR		0,966	GRW	0,751	Notch	12,644	2,469	86,42
74	69	4,946	0,000			0,000		0,119		4,946	0,000	100,00
75	86	9,873	0,000			0,000		0,198		9,873	0,000	100,00
76	55	10,019	0,006	BNR		1,155		0,853	Notch	12,033	2,867	83,26
77	55	5,369	0,003			0,346		0,746	Notch	6,464	1,840	83,07
78	55	4,808	0,002			0,107		0,000		4,917	0,109	97,79
79	55	4,808	0,002			0,107		0,000		4,917	0,109	97,79
80	95	7,860	0,001			0,251		0,000		8,113	0,252	96,89
81	70	5,608	0,001			0,577	GRW	0,216	Notch	6,402	1,010	87,60
82	90	11,053	0,000	BNR		0,050		0,939	Notch	12,041	1,927	91,79
83	60	3,075	0,000	BNR		0,000		0,188	Notch	3,263	0,375	94,25
84	90	9,628	0,000	BNR		0,382	GRW	0,364	Notch	10,374	1,110	92,81
85	145	14,515	0,000	BNR		0,862	BSK	1,886	PC	17,262	4,634	84,08

**Lampiran 1. Lanjutan**  
**Appendix 1. Continued**

1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
AGAK CURAM	86	90	9,500	0,000	BNR	0,286	GRW	1,000	Notch	10,787	2,286	88,08
	87	145	29,269	2,385	BSK	0,706	Notch	0,000		32,360	3,091	90,45
	88	107	12,970	0,009		0,809		0,927	PC	14,716	2,673	88,14
	89	118	15,727	0,000		0,000		0,000		15,727	0,000	100,00
	90	75	6,731	0,000		0,000		0,171		6,731	0,000	100,00
	91	110	21,196	0,010		3,091	PC	0,703	PC	24,297	3,101	87,24
	1	90	22,861	0,008	BNR	0,665		0,000		23,534	0,673	97,14
	2	60	4,800	0,001		0,151		0,407	Notch	5,360	0,967	89,56
	3	85	5,808	0,000	BNR	0,301	GRW	0,308	PC	6,417	0,917	90,51
	4	75	4,600	0,000	BNR	0,135		0,649	Notch	5,383	1,433	85,44
	5	115	19,060	0,000	BNR	0,519	GRW	0,027	Notch	19,606	0,573	97,22
	6	75	4,410	0,000	BNR	0,147	GRW	0,141	Notch	4,698	0,430	93,86
	7	58	4,314	0,000		0,000		0,204		4,314	0,000	100,00
	8	55	10,963	0,001		0,231		0,000		11,195	0,232	97,93
	9	80	7,885	0,000	BNR	0,201	GRW	0,546	PC	8,632	1,293	91,35
	10	93	11,069	0,000	BNR	0,102		0,782	BGK	11,953	1,666	92,61
	11	115	5,446	0,000	BNR	0,407	GRW	0,122	Notch	5,975	0,651	91,15
	12	115	20,371	0,006		0,000		3,014	PC	23,392	6,035	87,09
	13	73	7,368	0,000		0,000		0,451		7,368	0,000	100,00
	14	55	3,343	0,000		0,456		0,000		3,799	0,456	88,00
	15	62	4,578	0,000		0,000		0,000		4,578	0,000	100,00
	16	98	15,846	0,000		0,000		0,258		15,846	0,000	100,00
	17	73	6,009	0,000		0,000		0,271		6,009	0,000	100,00
	18	60	13,437	0,003	BNR	0,661		0,663		14,765	1,990	91,01
	19	60	10,655	0,004	BNR	0,000		0,000		10,659	0,004	99,97
	20	80	7,464	0,002		0,395		0,000		7,862	0,397	94,95
	21	70	4,572	0,003		0,199		0,662	GRW	5,435	1,525	84,12
	22	115	19,837	0,005		0,000		0,000		19,842	0,005	99,97
	23	50	7,881	0,001		0,000		0,000		7,882	0,001	99,98
	24	65	3,787	0,002		0,198		0,918	PC	4,905	2,037	77,20
	25	130	19,568	0,000	BNR	0,529	GRW	1,655	Notch	21,752	3,840	89,96
	26	63	3,846	0,000		0,000		0,000		3,846	0,000	100,00
	27	100	12,866	0,003	BNR	2,375		3,018	PC	18,262	8,414	70,45
	28	145	26,135	0,017		5,668	PC	0,000		31,819	5,684	82,14
	29	68	5,822	0,000		0,036		0,042		5,858	0,036	99,38
	30	72	5,559	0,000		0,081		0,634	PC	5,640	0,081	98,56
	31	50	5,879	0,001		1,068	GRW	0,981	PC	7,930	3,032	74,13
	32	60	6,058	0,004		1,009		0,000		7,071	1,013	85,68
	33	70	8,207	0,003		0,448	GRW	0,000		8,657	0,451	94,80
	34	80	6,668	0,003	BSK	0,000		0,615	BSK	7,286	1,233	91,52
	35	90	8,132	0,000	BNR	0,861	GRW	1,650	Notch	10,643	4,162	76,40
	36	80	4,786	0,000	BNR	0,216		0,889	Notch	5,890	1,993	81,25
	37	75	2,940	0,000	BNR	0,000		0,191	Notch	3,131	0,382	93,90
	38	70	14,366	0,000	BNR	0,760	GRW	1,443	Notch	16,568	3,645	86,71
	39	70	6,965	0,000	BNR	0,115		0,712	PC	7,793	1,540	89,38
	40	100	18,001	0,000	BNR	0,208		1,016	PC	19,224	2,239	93,64
	41	105	13,823	0,000	BNR	0,433	PC	0,981	PC	15,237	2,395	90,72
	42	95	12,090	0,000	BNR	0,159		0,665	Notch	12,913	1,489	93,62
	43	160	17,148	0,000	BNR	2,487	GRW	1,414	Notch	21,049	5,315	81,47
	44	145	18,685	0,000	BNR	0,572	GRW	2,988	Notch	22,245	6,549	83,99
	45	130	20,166	0,000	BNR	2,085	GRW	0,954	Notch	23,205	3,993	86,90
	46	67	4,755	0,000		0,000		0,020		4,755	0,000	100,00
	47	64	4,490	0,000		0,000		0,000		4,490	0,000	100,00
	48	82	6,928	0,000		0,106		0,000		7,033	0,106	98,50
	49	111	20,737	0,000		0,208		1,542	Notch	20,945	0,208	99,01
	50	69	4,917	0,000		0,075		0,156		4,992	0,075	98,50
	51	64	5,789	0,000		0,000		0,000		5,789	0,000	100,00
	52	50	3,873	0,003	BNR	0,245		1,526	Notch	5,647	3,300	68,59
	53	50	2,852	0,002		0,066		0,283	Notch	3,204	0,635	89,01
	54	75	16,845	0,002		1,644	PC	0,000		18,491	1,646	91,10
	55	130	19,773	0,000	BNR	0,655	BSK	0,000		20,429	0,655	96,79
	56	78	5,492	0,000		0,452		1,224	PC	5,945	0,452	92,39
	57	88	5,949	0,000		0,000		0,449	PC	5,949	0,000	100,00
	58	88	5,859	0,000		0,000		1,542		5,859	0,000	100,00
	59	73	5,662	0,000		0,042	BSK	0,106	Notch	5,704	0,042	99,27
	60	80	14,966	0,003		3,185		1,179	Notch	21,460	7,674	69,74
	61	110	14,477	0,004		2,683	PC	0,000		17,164	2,687	84,34
	62	60	4,336	0,002		0,547		0,000		4,885	0,549	88,76
	63	100	7,671	0,000	BNR	0,295	BSK	0,000		7,966	0,295	96,30
	64	100	10,933	0,000	BNR	0,127	GRW	0,398	Notch	11,459	0,924	95,41
	65	75	7,429	0,002		0,000		0,475		7,906	0,952	93,97
	66	50	9,536	0,002		1,708	PC	0,270	PC	11,516	2,251	82,81
	67	100	21,443	0,006		3,730	GRW	0,000		25,180	3,736	85,16
	68	60	5,530	0,003		0,161		0,589	PC	6,283	1,341	88,03
69	100	15,578	0,008	BNR	0,791	PC	0,000		16,378	0,800	95,12	
70	75	8,262	0,000		0,000		0,000		8,262	0,000	100,00	
71	105	7,785	0,000	BNR	0,159	GRW	0,461	Notch	8,405	1,080	92,63	
72	55	4,597	0,002		0,038		0,153	Notch	4,791	0,347	95,96	
73	85	10,704	0,003		0,000		0,000		10,707	0,003	99,97	
74	85	9,247	0,003		0,000		0,000		9,250	0,003	99,97	



Lampiran 1. Lanjutan  
Appendix 1. Continued

1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CURAM	75	95	13,720	0,000	BNR	0,204		0,527	Notch	14,452	1,258	94,94
	76	75	3,847	0,000	BNR	0,552	GRW	0,205	Notch	4,604	0,963	83,55
	77	125	16,577	0,000	BNR	1,696	GRW	1,229	Notch	19,502	4,153	85,00
	78	140	16,052	0,000	BNR	0,314	GRW	0,222	Notch	16,588	0,757	96,77
	79	75	6,272	0,000		0,000		0,962		6,272	0,000	100,00
	80	109	17,202	0,000		0,000		0,000		17,202	0,000	100,00
	81	60	2,769	0,000		0,000		0,048		2,769	0,000	100,00
	1	90	11,910	0,001		1,411		0,543		13,866	2,499	85,90
	2	90	13,452	0,001		1,385	BSK	0,000		14,838	1,386	90,66
	3	80	5,731	0,000	BNR	0,469	PC	0,222	Notch	6,423	0,914	89,23
	4	107	8,250	0,000		0,503	Cacat	0,815	Notch	8,754	0,503	94,25
	5	85	13,357	0,005		0,988		1,082	PC	15,432	3,156	86,56
	6	89	11,853	0,005		0,909	PC	0,626	PC	13,394	2,167	88,50
	7	100	19,625	0,000	BNR	0,446	GRW	1,134	Notch	21,206	2,715	92,55
	8	83	3,968	0,000		1,082	GRW	1,696	PC	5,050	1,082	78,58
	9	71	3,666	0,000		0,000		0,255		3,666	0,000	100,00
	10	76	5,881	0,000		0,000		0,269		5,881	0,000	100,00
	11	70	11,436	0,003	PC	5,263	PC	0,000		16,702	5,266	68,47
	12	110	13,744	0,004		3,229	PC	0,504	Notch	17,482	4,242	78,62
	13	130	22,760	0,000	BNR	0,260		1,161	Notch	24,182	2,583	94,12
	14	88	7,874	0,000		0,254		0,232		8,128	0,254	96,87
	15	100	12,849	0,003		2,375	PC	4,276	PC	19,503	10,930	65,88
	16	85	11,555	0,003		1,256		0,665		13,479	2,589	85,73
	17	65	3,787	0,001		0,322		0,281	PC	4,391	0,886	86,24
	18	100	17,642	0,000	BNR	0,665	PC	1,584	PC	19,890	3,852	88,70
	19	65	10,426	0,003		0,000		0,000		10,429	0,003	99,97
	20	75	17,105	0,006		2,128	PC	1,269	PC	20,508	4,672	83,41
	21	75	12,378	0,002		0,936		0,383		13,698	1,702	90,36
	22	85	5,812	0,000	BNR	0,044		0,689	BGK	6,545	1,421	88,80
	23	90	11,769	0,000	BNR	0,426	GRW	0,833	Notch	13,029	2,093	90,33
	24	120	14,078	0,000	BNR	0,190	PC	1,152	Notch	15,421	2,495	91,29
	25	115	19,040	0,000	BNR	1,356	GRW	0,827	Notch	21,223	3,010	89,71
	26	90	4,787	0,000	BNR	0,177	GRW	0,166	Notch	5,130	0,509	93,31
	27	75	4,180	0,000	BNR	0,054		0,340	Notch	4,574	0,735	91,38
	28	118	19,103	0,000		3,388	PC	1,991	Notch	22,492	3,388	84,93
	29	95	17,145	0,004		0,855		0,000		18,004	0,859	95,23
	30	60	7,126	0,001		0,218		0,000		7,345	0,219	97,02
	31	65	5,722	0,000		0,000		0,000		5,722	0,000	100,00
	32	70	10,061	0,001	BNR	1,520	PC	0,000		11,582	1,521	86,87
	33	61	4,667	0,000		0,000		0,000		4,667	0,000	100,00
	34	62	4,185	0,000		0,000		0,082		4,185	0,000	100,00
	35	160	42,771	0,006		4,421	BSK	3,246	PC	50,445	10,920	84,79
	36	109	17,607	0,006		1,586	GRW	0,000		19,198	1,591	91,71
	37	80	6,716	0,000	BNR	0,367		0,101		7,184	0,569	93,49
	38	80	9,693	0,000	BNR	0,100		0,238	Notch	10,031	0,576	96,63
	39	84	7,039	0,000		0,312	PC	0,573		7,351	0,312	95,76
	40	60	5,190	0,000		0,000		0,069		5,190	0,000	100,00
	41	110	23,158	0,011	BNR	1,472	BSK	0,000		24,640	1,483	93,98
	42	119	19,374	0,000		3,557	PC	0,890	PC	22,931	3,557	84,49
	43	161	30,843	0,000		3,663	GRW	2,755	PC	34,506	3,663	89,39
	44	115	13,107	0,009		5,170		0,714	Notch	19,001	6,607	68,98
	45	156	39,059	0,000		4,585	PC	1,143	BSK	43,644	4,585	89,49
	46	109	15,928	0,008		4,290	GRW	1,289	Notch	21,516	6,877	74,03
	47	80	15,548	0,002		0,785		1,472	Notch	17,807	3,731	87,32
	48	71	5,808	0,000		0,079		0,163		5,887	0,079	98,66
	49	131	18,221	0,000		0,269		0,000		18,491	0,269	98,54
	50	75	5,833	0,000	NR	0,133		0,491	Notch	6,456	1,114	90,34
	51	75	3,299	0,000	BNR	0,513		0,831	Notch	4,642	2,175	71,05
	52	100	21,562	0,000	BNR	0,113		1,314	Notch	22,989	2,742	93,79
	53	100	11,101	0,000		1,256		0,418		12,357	1,256	89,84
54	153	24,261	0,000		4,654	BSK	8,545	PC	28,915	4,654	83,90	
55	78	7,834	0,000		0,000		0,000		7,834	0,000	100,00	
56	65	9,675	0,002		0,921	Notch	0,660	Notch	11,258	2,244	85,93	
57	131	12,952	0,000		1,886		5,313	BGK	14,838	1,886	87,29	
58	73	6,107	0,000		0,000		0,049		6,107	0,000	100,00	
59	61	5,440	0,000		0,000		0,000		5,440	0,000	100,00	
60	87	6,996	0,000		0,059		2,137	Notch	7,055	0,059	99,16	
Rata-rata (Average)		88,08	10,672	0,011		0,696		0,667		11,813	1,562	91,41
Simpangan baku (St.deviation)		26,42	6,97	0,14		1,11		0,91		7,85	1,93	7,52

Keterangan (Remarks) : BNR=Banir; (Butir) BSK=Busuk (Decayed); BGK-Bengkok (Bent); GRW=Growth/lubang (Hole); MTB=Mata buaya (Notch); PC=Pecah (Broken)