

# EFISIENSI PEMANFAATAN KAYU MANGIUM PADA BERBAGAI TEKNIK PENEBAANGAN, SIKAP TUBUH DAN KELERENGAN LAPANGAN: STUDI KASUS DI SATU PERUSAHAAN HUTAN DI KALIMANTAN SELATAN

*(Utilization Efficiency of Mangium on Several Felling Techniques, Feller Postures and Slopes: A Case Study at a Forest Company in South Kalimantan)*

Oleh/By :

Sona Suhartana & Yuniawati<sup>1)</sup>

## ABSTRACT

*The appropriate felling technique by paying attention to feller postures and slopes condition potentially can produce high productivity and timber utilization efficiency/ TUE also decreasing production cost. This study was carried out in June 2007 in one forest company in South Kalimantan. The aim of the study is to find out the effects of slopes ( $\leq 15\%$  and  $> 15\%$ ), feller postures (squatting, bowed, and stand), and felling techniques (conventional/ CLT and lowest possible felling techniques/ LPFT) to increasing TUE of mangium. To recommend a better technique, the two felling techniques have been compared based on productivity, efficiency and production cost by using split plot factorial  $2 \times 2 \times 3$ .*

*The results showed: (1) Implementing LPFT on slopes of  $\leq 15\%$  and  $> 15\%$  with squatting and bowed can increase TUE about 14.5% equal to Rp 5,140,642,080/year/company with production realization of 633.084  $m^3$ /year; decreasing stump height around 2.6 cm; The lowest stump height is 10.1 cm; and (2) Implementing CLT with bowed on slope of  $\leq 15\%$  is better than LPFT based on productivity and production cost. Based on point 1, this is a chance for a forest company to apply the LPFT.*

*Keywords: Timber utility efficiency, productivity, production cost, lowest possible felling technique.*

## ABSTRAK

Teknik penebangan yang tepat guna dengan memperhatikan sikap tubuh penebang serta kondisi kelerengan diduga berpotensi dapat menghasilkan produktivitas dan efisiensi pemanfaatan kayu yang tinggi serta biaya produksi yang rendah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2007 di satu perusahaan hutan di Propinsi Kalimantan Selatan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dari kelerengan ( $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$ ), sikap tubuh (jongkok, membungkuk dan berdiri), dan teknik penebangan (konvensional dan serendah mungkin) terhadap peningkatan pemanfaatan kayu mangium. Untuk menetapkan teknik penebangan yang disarankan kedua teknik penebangan dibandingkan dengan menggunakan analisis rancangan acak lengkap faktorial petak terbagi (*split plot*)  $2 \times 2 \times 3$ .

---

<sup>1)</sup> Peneliti pada Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Dengan menerapkan teknik penebangan serendah mungkin pada kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh jongkok dan membungkuk dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu sebesar 14,5% yang setara dengan Rp 5.140.642.080/tahun/perusahaan dengan realisasi tebangan per tahun sebesar 633.084 m<sup>3</sup> dan menurunkan tinggi tunggak sebesar 2,6 cm di mana tinggi tunggak terendah yang dapat dicapai adalah 10,1 cm; dan (2) Dilihat dari aspek produktivitas dan biaya produksi, penerapan teknik penebangan konvensional dengan sikap tubuh membungkuk pada kelerengan  $\leq 15\%$  adalah lebih baik daripada teknik serendah mungkin. Namun demikian dengan memperhatikan butir 1, terbuka peluang bagi perusahaan untuk menerapkan teknik penebangan serendah mungkin.

Kata kunci : Pemanfaatan kayu, produktivitas, biaya produksi, teknik penebangan serendah mungkin.

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) mulai dirasakan manfaatnya terutama dengan dilakukan kegiatan pemanenan. Pemanenan HTI yang telah dilaksanakan selama ini masih belum optimal terutama kegiatan penebangan karena limbah penebangan yang dihasilkan relatif masih besar. Besarnya volume limbah penebangan pada perusahaan HTI kayu pulp mencapai 23,3% dan untuk kayu pertukangan sebesar 21% (Safitri, 2005).

Kondisi hutan yang ada di Indonesia tidak semuanya memiliki topografi datar sebagian memiliki topografi dengan kelerengan yang beragam. Topografi dengan kelerengan yang tidak datar tersebut merupakan kendala utama dalam kegiatan penebangan. Secara teknis di lapangan, kegiatan penebangan pada areal dengan topografi yang curam akan lebih sulit dibandingkan pada areal bertopografi datar. Menurut SK Menhut No. 387/kpts/Um/II/80 dalam Anonim (1990) kelas kelerengan dibagi menjadi kelas kelerengan: A(0-10%) atau datar; B(10-15%) atau sedang; C (15-25%) atau agak curam; D(25-40%) atau curam; dan E(>40%) atau sangat curam.

Kegiatan penebangan tidak terlepas dari penggunaan gergaji terutama *chainsaw* di mana dalam penggunaannya dibutuhkan keterampilan yang tinggi dari seorang operator sehingga pohon yang ditebang menghasilkan produksi dan kualitas kayu yang tinggi. Di samping keterampilan operator, sikap tubuh yang biasa digunakan operator juga turut berpengaruh terhadap kualitas kayu yang ditebang. Ketidaksiharian sikap tubuh operator selama melakukan penebangan seringkali menimbulkan keadaan kurang menguntungkan yang membuat operator cenderung berbuat kesalahan dalam pekerjaan sehingga menjadi kurang efisien.

Dalam pemanfaatan kayu di areal HTI dijumpai beberapa kekeliruan dan kesalahan dalam penebangan yang menyebabkan kegiatan penebangan belum efisien yaitu masih banyak kayu berdiameter minimal 10 cm belum dimanfaatkan dan kayu dari tunggak pohon yang tidak diambil bahkan dibiarkan di lapangan. Tingginya tunggak yang ditinggalkan tersebut merupakan pemborosan dari kayu yang seharusnya dapat dimanfaatkan sehingga teknik penebangan serendah mungkin dapat diterapkan di mana tinggi tunggak yang ditinggalkan bisa rata tanah dan batas diameter batang yang diambil sampai 5 cm.

Hasil penelitian Suhartana & Yuniawati (2006) di Kalimantan Timur menyimpulkan bahwa dilihat dari aspek efisiensi pemanfaatan kayu gmelina, teknik penebangan serendah mungkin dengan sikap tubuh jongkok dapat meningkatkan efisiensi sebesar 15,2% yang setara dengan Rp 300.960.000/tahun. Hal ini merupakan tambahan keuntungan bagi perusahaan apabila menerapkan teknik tersebut.

Begitu pentingnya kegiatan penebangan tersebut maka dalam pengerjaannya perlu diperhatikan kondisi kelerengan, sikap tubuh dan teknik penebangan yang benar. Bertolak dari latar belakang tersebut maka tulisan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi kelerengan, sikap tubuh dan teknik penebangan terhadap produktivitas, biaya produksi dan efisiensi pemanfaatan kayu mangium.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2007 di areal kerja HPHTI PT Hutan Rindang Banua, petak terbang 49, bagian hutan Kintap. Areal ini termasuk ke dalam wilayah Dinas Kehutanan Kabupaten Tanah Laut, Dinas Kehutanan Propinsi Kalimantan Selatan. Berdasarkan letak geografisnya, kelompok hutan ini terletak diantara  $03^{\circ}40' 04''00'$  LS dan  $114^{\circ}52'-115^{\circ}10'$  BT.

Keadaan areal penelitian memiliki kemiringan lapangan antara 0-17% dan ketinggian tempat antara 100-150 m dari permukaan laut. Jenis tanah didominasi oleh podsolik merah kuning, litosol dan regosol. Tipe iklim menurut Schmidt dan Fergusson termasuk tipe B. Keadaan tegakan pada areal penelitian berupa jenis pohon *Acacia mangium* dari famili *Leguminosae* dengan kerapatan antara 500-700 pohon/ha (untuk pohon diameter 10 cm ke atas).

Dalam RKT tahun berjalan, perusahaan memungut kayu dari areal seluas 5.137,40 ha dengan target produksi kayu  $725.610 \text{ m}^3$  terdiri dari jenis kayu mangium. Sedangkan rata-rata produksi kayu per tahun adalah  $633.084 \text{ m}^3$ . Harga kayu ini di pasaran lokal adalah Rp  $280.000/\text{m}^3$  (Anonim, 2007).

### B. Bahan dan Alat penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pita phi, meteran, pengukur waktu (*stopwatch*), dan kompas, sedang alat yang digunakan adalah *chainsaw* Husqvarna tipe 365. Dalam pemanenan kayu, alat utama yang digunakan untuk penebangan dan pembagian batang adalah gergaji rantai Husqvarna tipe 365, 4,6 HP, untuk pengeluaran kayu menggunakan Forwarder merek Caterpillar tipe Timber King 574 dan 548 daya 174 HP, untuk muat bongkar menggunakan *Excavator* merek Caterpillar tipe 320C dan 320D daya 138 HP dan untuk pengangkutan digunakan truk merek Nissan tipe Super Ranger besar daya 180 HP. Sedangkan objek penelitian adalah blok terbang dengan petak terbang No. 49, bagian hutan Kintap.

### C. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui tahap kegiatan sebagai berikut :

- 1) Menetapkan secara purposif 1 petak terbang yang segera akan dilakukan penebangan dengan kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$ .
- 2) Melaksanakan penebangan dengan teknik penebangan konvensional dan teknik penebangan serendah mungkin serta sikap tubuh penebang (jongkok, membungkuk, berdiri) dengan ulangan masing-masing 5 pohon (jumlah contoh uji pohon 60 pohon).

- 3) Alat tebang yang digunakan adalah gergaji rantai merek Husqvarna tipe 365.
- 4) Pengukuran produktivitas, biaya produksi dan efisiensi pemanfaatan kayu adalah sebagai berikut:

| A1 |    |    |    |    |    | A2 |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| B1 |    |    | B2 |    |    | B1 |    |    | B2 |    |    |
| C1 | C2 | C3 |
| 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
| 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  |
| 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |

di mana: A = teknik penebangan, A1 = serendah mungkin, A2 = konvensional, B = kelerengan, B1 =  $\leq 15\%$ , B2 =  $>15\%$ , C = Sikap tubuh, C1 = jongkok, C2 = membungkuk dan C3 = berdiri; Ulangan masing-masing = 5 pohon; Jumlah contoh uji =  $2 \times 2 \times 3 \times 5 = 60$  pohon.

- a) Produktivitas penebangan dengan cara mencatat waktu tebang dan volume kayu yang ditebang.
  - b) Biaya produksi penebangan dengan cara mencatat semua pengeluaran seperti pemakaian bahan bakar, oli/pelumas, upah, produktivitas, biaya penyusutan, biaya pemeliharaan/perbaikan, bunga, asuransi dan pajak serta biaya upah.
  - c) Efisiensi pemanfaatan kayu dengan mencatat diameter pangkal, diameter ujung, tinggi pohon, panjang batang dan tinggi tunggak serta data yang menunjang.
- 5) Mencatat data umum sebagai berikut : keadaan umum lapangan, keadaan umum perusahaan dan data penunjang lainnya yang dikutip dari perusahaan dan wawancara dengan karyawan.

#### D. Analisis Data

Data lapangan berupa produktivitas penebangan dan efisiensi pemanfaatan kayu diolah ke dalam bentuk tabulasi.

1. Produktivitas penebangan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Pt = \frac{Vt}{Wt}$$

di mana : Pt = produktivitas penebangan ( $m^3/jam$ ); Vt = volume kayu yang ditebang ( $m^3$ ); dan Wt = waktu tebang yang efektif (jam).

2. Efisiensi pemanfaatan kayu dihitung dengan rumus berikut :

$$Ef = \frac{Vp}{Vm} \times 100\%$$

di mana : Ef = efisiensi pemanfaatan (%); Vp = volume kayu yang dipungut ( $m^3$ ); Vm = volume kayu yang seharusnya dapat dimanfaatkan ( $m^3$ ).

3. Biaya penebangan dihitung dengan rumus Anonim (1992) sebagai berikut :

$$BT = \frac{BP + BA + BB + P_j + BBB + BO + BPr + UT}{Pt} ; \quad BP = \frac{H \times 0,9}{1.000 \text{ jam}} ;$$

$$BA = \frac{H \times 0,6 \times 3\%}{1.000 \text{ jam}} ; \quad BB = \frac{H \times 0,6 \times 18\%}{1.000 \text{ jam}} ; \quad BBB = 0,20 \times HP \times 0,54 \times \text{Rp/ltr};$$

$$P_j = \frac{H \times 0,6 \times 2\%}{1.000 \text{ jam}} ; \quad Bpr = 1,0 \times BP; \quad BO = 0,1 \text{ BBB}$$

di mana : BT = biaya penebangan (Rp/m<sup>3</sup>); H = harga alat (Rp); BP = biaya penyusutan (Rp/jam); Pt = produktivitas tebang (m<sup>3</sup>/jam); BA = biaya asuransi (Rp/jam); Ut = upah tenaga kerja tebang (Rp/jam); BB = biaya bunga (Rp/jam); Bo = biaya oli/pelumas (Rp/jam); Pj = biaya pajak (Rp/jam); BBB = biaya bahan bakar (Rp/jam); dan BPr = biaya pemeliharaan/perbaikan (Rp/jam).

Untuk menetapkan teknik yang disarankan, maka kedua kelerengan, sikap tubuh dan teknik penebangan di atas dibandingkan, dengan mempertimbangkan aspek produktivitas, biaya produksi dan efisiensi pemanfaatan kayu dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial 2 x 2 x 3 (Steel dan Torrie, 1980).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Produktivitas Penebangan

Hasil pengukuran berupa produktivitas penebangan secara konvensional pada kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $>15\%$  dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 di mana pada kolom 4 menunjukkan bahwa produktivitas penebangan pada kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  dengan teknik penebangan konvensional sangat beragam. Pada kelerengan  $\leq 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk menghasilkan rata-rata produktivitas yang lebih tinggi daripada dua sikap tubuh lainnya yaitu 29,279 m<sup>3</sup>/jam sedangkan pada kelerengan  $>15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk menghasilkan rata-rata produktivitas yang tinggi yaitu 25,423 m<sup>3</sup>/jam. Penebangan pada kelerengan  $\leq 15\%$  pencapaian rata-rata produktivitas dengan sikap tubuh membungkuk lebih tinggi, hal ini dikarenakan dengan kondisi kelerengan yang sedang sangat memungkinkan menggunakan sikap tubuh membungkuk bagi operator *chainsaw*.

**Tabel1. Produktivitas dan efisiensi teknik penebangan konvensional pada kelerengan  $\leq 15\%$**

*Table 1. Productivity and efficiency of conventional felling technique on slope of  $\leq 15\%$*

| Aspek/ <i>Aspect</i>                 | V8 cm (m <sup>3</sup> ) | Waktu tebang/ <i>Felling time (Jam/Hour)</i> | Produktivitas, m <sup>3</sup> /jam ( <i>Productivity, m<sup>3</sup>/hour</i> ) | Efisiensi/ <i>Efficiency (%)</i> | Tinggi tunggak/ <i>Stump height(cm)</i> | t8-t5cm (m) |
|--------------------------------------|-------------------------|--|--|----------------------------------|---|-------------|
| I. Jongkok/ <i>Squatted (N = 5)</i>  |                         |  |  |                                  |   |             |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,420-1,917             | 0,013-0,053                                  | 25,559-29,320  | 90,5-95,0                        | 7,1-12,0                                | 0,6-1,6     |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 1,094                   | 0,028  | 28,184   | 93,0                             | 10,3                                    | 1,2         |
| SD                                   | 0,684                   | 0,016  | 1,504  | 1,77                             | 1,95                                    | 0,39        |
| CV                                   | 0,625                   | 0,571  | 0,053  | 0,019                            | 0,189                                   | 0,325       |
| II. Membungkuk/ <i>Bowed (N = 5)</i> |                         |  |  |                                  |   |             |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,404-1,148             | 0,014-0,037                                  | 28,790-29,824  | 92,6-95,4                        | 9,5-14,0                                | 0,9-1,5     |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,911                   | 0,020  | 29,279   | 93,7                             | 11,8                                    | 1,2         |
| SD                                   | 0,333                   | 0,009  | 0,473  | 1,17                             | 1,75                                    | 0,25        |
| CV                                   | 0,365                   | 0,45   | 0,016  | 0,012                            | 0,145                                   | 0,208       |
| III. Berdiri/ <i>Stand (N = 5)</i>   |                         |  |  |                                  |   |             |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,053-1,795             | 0,018-0,048                                  | 28,222-29,667  | 58,9-94,7                        | 15,0-37,5                               | 1,0-3,0     |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 1,004                   | 0,028  | 29,205   | 85,0                             | 23,8                                    | 1,9         |
| SD                                   | 0,737                   | 0,013  | 0,570  | 14,8                             | 8,86                                    | 0,78        |
| CV                                   | 0,734                   | 0,464  | 0,019  | 0,174                            | 0,372                                   | 0,41        |

Keterangan/*Remarks*: V 8 cm = Volume kayu sampai batas diameter 8 cm/*Log volume until diameter of 8 cm*;  $\Delta t8-t5cm$  = Selisih antara panjang batang diameter 8 cm dengan 5 cm/*Differences between log length with diameter of 8 and 5 cm*; SD = Simpangan baku/*Standard deviation*; CV = Koefisien Keragaman/*Coefficient of variation*; N = Jumlah ulangan/*The number of replication*.

Operator merasa nyaman dan aman bekerja dengan sikap tersebut sehingga pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu yang cepat yaitu rata-rata 0,020 jam. Jika dilihat dari penggunaan sikap tubuh jongkok dan berdiri maka waktu yang dapat diselesaikan dengan sikap membungkuk paling cepat.

Pada kelerengan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk menghasilkan rata-rata produktivitas yang lebih tinggi daripada menggunakan sikap tubuh jongkok dan berdiri yaitu 25,423 m<sup>3</sup>/jam. Padahal kelerengan  $> 15\%$  merupakan topografi agak curam. Tetapi nilai rata-rata tersebut lebih rendah daripada nilai rata-rata pada kelerengan  $\leq 15\%$ . Dapat dikatakan bahwa terjadi penurunan produktivitas penebangan, hal ini disebabkan volume kayu yang dapat ditebang lebih rendah yaitu rata-rata 0,867 m<sup>3</sup>. Walaupun operator *chainsaw* merasa nyaman dan aman dengan sikap tubuh membungkuk tetapi dengan kondisi kelerengan  $> 15\%$  (agak curam) menjadi kesulitan tersendiri bagi operator sehingga volume kayu yang dapat ditebang lebih rendah daripada penebangan pada kelerengan  $\leq 15\%$ . Dilihat dari rata-rata produktivitas penebangan teknik konvensional pada kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk maka dapat dikatakan bahwa kegiatan penebangan pada kelerengan  $> 15\%$  memiliki kesulitan yang berarti bagi operator *chainsaw* karena ada rasa

**Tabel 2. Produktivitas dan efisiensi teknik penebangan konvensional pada kelerengan > 15%****Table 2. Productivity and efficiency of conventional felling technique on slope of > 15%**

| Aspek/<br><i>Aspect</i>              | V8 cm<br>(m <sup>3</sup> ) | Waktu<br>tebang/ <i>Felling<br/>time</i><br>(Jam/ <i>Hour</i> ) | Produktivitas,<br>m <sup>3</sup> /jam<br>( <i>Productivity,<br/>m<sup>3</sup>/hour</i> ) | Efisiensi/<br><i>Efficiency</i><br>(%) | Tinggi<br>tunggak/<br><i>Stump<br/>height</i> (cm) | $\Delta t_8-t_5$ cm<br>(m) |
|--------------------------------------|----------------------------|---|--|--|--|----------------------------|
| I. Jongkok/ <i>Squatted</i> (N = 5)  |                            |   |  |  |  |                            |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,494-1,916                | 0,012-0,037   | 18,077-23,054  | 91,0-95,6                              | 9,5-23,5   | 0,4-1,5                    |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 1,025                      | 0,020   | 21,775   | 94,2                                   | 14,1   | 1,06                       |
| SD                                   | 0,556                      | 0,010   | 2,093  | 1,90                                   | 5,61   | 0,43                       |
| CV                                   | 0,542                      | 0,5   | 0,096  | 0,020                                  | 0,398  | 0,390                      |
| II. Membungkuk/ <i>Bowed</i> (N = 5) |                            |   |  |  |  |                            |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,635-1,450                | 0,016-0,025   | 21,615-27,563  | 88,5-93,5                              | 7,0-19,5   | 1,3-2,1                    |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,867                      | 0,019   | 25,423   | 92,2                                   | 12,9   | 1,56                       |
| SD                                   | 0,333                      | 0,004   | 2,581  | 2,15                                   | 4,63   | 0,32                       |
| CV                                   | 0,384                      | 0,210   | 0,101  | 0,023                                  | 0,359  | 0,20                       |
| III. Berdiri/ <i>Stand</i> (N = 5)   |                            |   |  |  |  |                            |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,369-1,157                | 0,014-0,033   | 22,700-25,115  | 90,9-97,9                              | 14,0-44,0  | 0,3-1,4                    |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,706                      | 0,020   | 23,591   | 93,08                                  | 29,6   | 1,06                       |
| SD                                   | 0,32                       | 0,009   | 1,050  | 2,76                                   | 13,19  | 0,45                       |
| CV                                   | 0,453                      | 0,45  | 0,045  | 0,029                                  | 0,446  | 0,409                      |

Keterangan/*Remarks*: V 8 cm = Volume kayu sampai batas diameter 8 cm / *Log volume until diameter of 8 cm*;  $\Delta t_8-t_5$ cm = Selisih antara panjang batang diameter 8 cm dengan 5 cm / *Differences between log length with diameter of 8 and 5 cm*; SD = Simpangan baku / *Standard deviation*; CV = Koefisien Keragaman / *Coefficient of variation*; N = Jumlah ulangan / *The number of replication*.

tidak nyaman dan kurang aman akibatnya bekerja dengan kondisi penuh kekhawatiran dan kecemasan sehingga nilai produktivitas menjadi rendah.

Hasil pengukuran produktivitas kerja dan efisiensi pemanfaatan kayu dengan teknik penebangan serendah mungkin pada kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  di sajikan pada Tabel 3 dan 4. Pada kolom 4 tabel tersebut, untuk kelerengan  $\leq 15\%$  produktivitas dengan sikap tubuh jongkok rata-rata yaitu 29,219 m<sup>3</sup>/jam sedangkan pada kelerengan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk rata-rata 26,963 m<sup>3</sup>/jam. Pada kelerengan  $\leq 15\%$  dengan sikap tubuh jongkok menghasilkan produktivitas yang tinggi, kecenderungan tersebut dapat dilihat dari cepatnya waktu tebang yaitu rata-rata 0,021 jam. Sikap tubuh jongkok sangat cocok diterapkan untuk teknik penebangan serendah mungkin pada kelerengan  $\leq 15\%$  sedangkan pada kelerengan  $> 15\%$  sikap tubuh membungkuk dapat menghasilkan nilai produktivitas yang tinggi di mana volume kayu yang dapat ditebang cukup tinggi yaitu rata-rata 1,332 m<sup>3</sup>.

**Tabel 3. Produktivitas dan efisiensi teknik penebangan serendah mungkin pada kelereng  $\leq 15\%$**

*Table 3. Productivity and efficiency of lowest possible felling technique on slope of  $\leq 15\%$*

| Aspek/<br><i>Aspect</i>              | V5 cm<br>(m <sup>3</sup> ) | Waktu<br>tebang/ <i>Felling<br/>time</i><br>(Jam/ <i>Hour</i> ) | Produktivitas,<br>m <sup>3</sup> /jam<br>( <i>Productivity</i> ),<br>m <sup>3</sup> / <i>hour</i> ) | Efisiensi/<br><i>Efficiency</i><br>(%) | Tinggi tunggak/<br><i>Stump height</i><br>(cm) |
|--------------------------------------|----------------------------|---|---|--|--|
| I. Jongkok/ <i>Squatted</i> (N = 5)  |                            |   |   |  |  |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,478-0,658                | 0,019-0,024   | 28,526-30,000   | 99,3-99,6                              | 10,0-9,8                                       |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,552                      | 0,021   | 29,219  | 99,4                                   | 10,1   |
| SD                                   | 0,081                      | 0,002   | 0,570   | 0,13                                   | 0,19   |
| CV                                   | 0,147                      | 0,095   | 0,020   | 0,001                                  | 0,019  |
| II. Membungkuk/ <i>Bowed</i> (N = 5) |                            |   |   |  |  |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,600-0,745                | 0,023-0,030   | 26,567-30,304   | 99,3-99,6                              | 10,1-10,6                                      |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,695                      | 0,027   | 28,528  | 99,5                                   | 10,3   |
| SD                                   | 0,077                      | 0,004   | 1,622   | 0,11                                   | 0,23   |
| CV                                   | 0,111                      | 0,148   | 0,057   | 0,001                                  | 0,022  |
| III. Berdiri/ <i>Stand</i> (N = 5)   |                            |   |   |  |  |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,723-1,031                | 0,031-0,043   | 25,875-26,114   | 98,8-99,4                              | 15,0-15,6                                      |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,854                      | 0,036   | 25,988  | 99,2                                   | 15,3   |
| SD                                   | 0,132                      | 0,005   | 0,098   | 0,23                                   | 0,25   |
| CV                                   | 0,155                      | 0,139   | 0,004   | 0,002                                  | 0,016  |

Keterangan/*Remarks*: V 5 cm = Volume kayu sampai batas diameter 5 cm/*Log volume until diameter of 5 cm*; SD = Simpangan baku/*Standard deviation*; CV = Koefisien Keragaman/*Coefficient of variation*; N = Jumlah ulangan/*The number of replication*.

Secara keseluruhan teknik penebangan serendah mungkin pada kelereng  $\leq 15\%$  disarankan untuk menggunakan sikap tubuh jongkok sedangkan pada kelereng  $> 15\%$  disarankan untuk menggunakan sikap tubuh membungkuk. Tetapi rata-rata produktivitas pada kelereng  $\leq 15\%$  lebih tinggi daripada kelereng  $> 15\%$  hal ini disebabkan kondisi lereng yang agak curam sehingga lebih sulit untuk melakukan penebangan, kesulitan tersebut dapat terjadi karena penerapan teknik penebangan serendah mungkin harus menghasilkan tinggi tunggak yang rendah dengan batas diameter batang yang dimanfaatkan sampai 5 cm, hal tersebut memberikan kesulitan bagi operator *chainsaw* untuk menebang. Di samping itu juga terdapat kesulitan untuk memperkirakan jatuhnya atau rebahnya pohon dan mencari posisi aman bagi keselamatan operator dan orang-orang di sekitarnya.

Hasil uji rancang acak lengkap faktorial dengan pola petak terbagi yang membandingkan produktivitas penebangan pada kelereng  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh jongkok, membungkuk dan berdiri serta teknik penebangan konvensional dan serendah mungkin di sajikan pada Tabel 5 di mana F hitung (1,85) yang setara dengan P (0,1818) artinya bahwa pada kelereng  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$ , teknik penebangan serendah mungkin dan sikap tubuh jongkok dan membungkuk memiliki pengaruh nyata terhadap produktivitas penebangan.

**Tabel 4. Produktivitas dan efisiensi teknik penebangan serendah mungkin pada kelerengan > 15%**  
**Table 4. Productivity and efficiency of lowest possible felling technique on slope of > 15%**

| Aspek/<br><i>Aspect</i>              | V5 cm<br>(m <sup>3</sup> ) | Waktu<br>tebang/ <i>Felling<br/>time</i><br>(Jam/ <i>Hour</i> ) | Produktivitas,<br>m <sup>3</sup> /jam<br>( <i>Productivity,<br/>m<sup>3</sup> / hour</i> ) | Efisiensi/<br><i>Efficiency</i><br>(%) | Tinggi tunggak/<br><i>Stump height</i><br>(cm) |
|--------------------------------------|----------------------------|---|--|--|--|
| I. Jongkok/ <i>Squatted</i> (N = 5)  |                            |   |  |  |  |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,678-1,316                | 0,031-0,061   | 23,837-24,537  | 99,4-99,7                              | 9,7-10,3                                       |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,989                      | 0,045   | 24,150   | 99,6                                   | 10,1   |
| SD                                   | 0,233                      | 0,011   | 0,337  | 0,14                                   | 0,23   |
| <i>CV</i>                            | 0,236                      | 0,244   | 0,014  | 0,001                                  | 0,023  |
| II. Membungkuk/ <i>Bowed</i> (N = 5) |                            |   |  |  |  |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 1,115-1,464                | 0,053-0,060   | 25,792-28,474  | 99,5-99,7                              | 9,9-10,6                                       |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 1,332                      | 0,055   | 26,963   | 99,6                                   | 10,3   |
| SD                                   | 0,150                      | 0,005   | 1,204  | 0,08                                   | 0,27   |
| <i>CV</i>                            | 0,113                      | 0,091   | 0,045  | 0,0008                                 | 0,026  |
| III. Berdiri/ <i>Stand</i> (N = 5)   |                            |   |  |  |  |
| Kisaran/ <i>Range</i>                | 0,656-1,138                | 0,029-0,049   | 24,816-25,878  | 99,3-99,6                              | 11,0-12,3                                      |
| Rata-rata/ <i>Mean</i>               | 0,917                      | 0,040   | 25,432   | 99,4                                   | 11,7   |
| SD                                   | 0,183                      | 0,008   | 0,390  | 0,13                                   | 0,57   |
| <i>CV</i>                            | 0,199                      | 0,20  | 0,015  | 0,001                                  | 0,049  |

Keterangan/*Remarks*: V 5 cm = Volume kayu sampai batas diameter 5 cm/*Log volume until diameter of 5 cm*; SD = Simpangan baku/*Standard deviation*; *CV* = Koefisien Keragaman/*Coefficient of variation*; N = Jumlah ulangan/*The number of replication*.

**Tabel 5. Analisis keragaman terhadap produktivitas penebangan, biaya dan efisiensi pemanfaatan kayu**  
*Table 5. Analysis of variance on felling productivity, production cost and timber utilization efficiency*

| Sumber keragaman<br><i>Source of variation</i>   | db<br><i>df</i> | Rincian/ <i>Items</i>                                   |                  |   |                  |   |                  |
|--|-----------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
|  |                 | Produktivitas<br>tebang/<br><i>Felling productivity</i> |                  | Biaya produksi/<br><i>Production cost</i> |                  | Efisiensi pemanfaatan<br>kayu/ <i>Timber utilization<br/>efficiency</i> |                  |
|  |                 | F hit/<br><i>F-cal</i>                                  | P                | F hit/<br><i>F-cal</i>                    | P                | F hit/<br><i>F-cal</i>  | P                |
| Total  | 59              |   |                  |   |                  |   |                  |
| Petak utama/ <i>Main plot</i><br>Teknik<br>tebang/ <i>Felling techniques, A</i><br>Sisa/ <i>Residual-I</i>                                     | 19<br>40        | 1,85  | 0,1818           | 3,33                                      | 0,0757           | 43,15   | 0,0001           |
| Petak sekunder/ <i>Sub plot</i><br>Kelerengan/ <i>Slopes, B</i><br>Interaksi/ <i>Interaction, AxB</i><br>Sisa/ <i>Residual-II</i>              | 1<br>1<br>8     | 123,35<br>17,50   | 0,0001<br>0,0002 | 88,2<br>15,50                             | 0,0001<br>0,0003 | 1,45<br>1,06  | 0,236<br>0,3093  |
| Petak sekunder/ <i>Sub plot</i><br>Sikap tubuh/ <i>Feller postures, C</i><br>Interaksi/ <i>Interaction, AxBxC</i><br>Sisa/ <i>Residual-III</i> | 2<br>2<br>8     | 9,69<br>2,59  | 0,0004<br>0,0873 | 7,75<br>1,08                              | 0,0014<br>0,3478 | 1,67<br>1,48  | 0,2010<br>0,2393 |
| Rata-rata/ <i>Mean</i><br>- Satuan/ <i>Unit</i><br>- CV<br>- D 0,05  |                 | 26,478<br>m <sup>3</sup> /jam, m <sup>3</sup> /hours    |                  | 1.668,85<br>Rp/m <sup>3</sup>             |                  | 95,651<br>%   |                  |
|  |                 | 5,063   |                  | 6,207                                     |                  | 4,678   |                  |
|  |                 | 1,797   |                  | 4,904                                     |                  | 3,442   |                  |

Keterangan : P = Peluang/*Probability*; D 0,05 = Nilai kritis uji jarak beda nyata jujur (BNJ) pada taraf /*Critical value of HSD (honestly significant difference) test at 5%*; CV = Koefisien keragaman/*Coefficient of variation*.

## B. Biaya Produksi Penebangan

Biaya penebangan kayu mangium per  $m^3$  dapat dihitung melalui biaya kepemilikan dan pengoperasian alat sebagai berikut : (1) Harga 1 alat = Rp 5.100.000/unit; (2) umur pakai alat = 1 tahun = 1.000 jam; (3) Asuransi = 3%/tahun; (4) Bunga bank = 18%/tahun; (5) Pajak = 2%/tahun; (6) Harga bensin = Rp 7.000/liter; (7) Upah operator dan pembantu = Rp 30.000/jam = Rp 240.000/hari; (8) Jam kerja/hari = 8 jam; (9) Besar daya 4,6 HP.

Dari data biaya tersebut kemudian dapat dihitung komponen biaya yang disajikan pada Tabel 6 dan dari Tabel 6 dapat dihitung besarnya masing-masing biaya produksi penebangan dengan cara membagi total biaya mesin dengan produktivitas masing-masing dan disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 6. Komponen biaya penebangan (Rp/jam)**

*Table 6. Felling cost component (Rp/hour)*

| Komponen biaya/<br><i>Cost components</i>                         | Jumlah, Rp/jam/<br><i>Amount (Rp/hour)</i> |
|---|--|
| Biaya penyusutan/ <i>Depreciation cost</i>                        | 4.590                                      |
| Biaya asuransi/ <i>Insurance cost</i>                             | 91,8                                       |
| Biaya bunga/ <i>Interest cost</i>                                 | 550,8                                      |
| Biaya pajak/ <i>Taxes cost</i>                                    | 61,2                                       |
| Biaya bahan bakar/ <i>Fuel cost</i>                               | 3.477,6                                    |
| Biaya Oli/pelumas/ <i>Oil and grease cost</i>                     | 347,8                                      |
| Biaya perbaikan/pemeliharaan/ <i>Servicing and repairing cost</i> | 4.590                                      |
| Biaya upah/ <i>Wages cost</i>                                     | 30.000                                     |
| Total biaya mesin/ <i>Total machine cost</i>                      | 43.709,2                                   |

Dari hasil perhitungan biaya produksi penebangan menunjukkan bahwa pada kelerengan  $\leq 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk dan teknik penebangan konvensional menghasilkan rata-rata biaya sebesar Rp 1.429,9/ $m^3$  sedangkan pada kelerengan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk dan teknik penebangan serendah mungkin rata-rata biaya yaitu Rp 1.621,1/ $m^3$ . Rendahnya biaya produksi penebangan pada dua kelerengan tersebut diakibatkan karena tingginya produktivitas yang dihasilkan masing-masing yaitu 29,279  $m^3$ /jam dan 26,963  $m^3$ /jam. Produktivitas yang tinggi dapat menekan pengeluaran biaya produksi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pemilihan teknik penebangan dan sikap tubuh yang tepat disesuaikan dengan kondisi kelerengan dapat menekan biaya produksi penebangan. Hal tersebut dikarenakan produksi yang dihasilkan tinggi terutama waktu penebangan yang dibutuhkan cepat dan volume kayu yang ditebang tinggi. Hasil uji rancangan acak lengkap faktorial dengan pola petak terbagi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa F hitung (7,75) yang setara dengan P (0,0014) yang diartikan bahwa kelerengan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$ , teknik penebangan konvensional dan serendah mungkin serta sikap tubuh membungkuk memberikan pengaruh sangat nyata terhadap biaya produksi tebang.

**Tabel 7. Biaya penebangan kayu mangium**  
**Table 7. Felling cost of mangium**

| Sikap tubuh/<br><i>Feller postures</i>  | Produktivitas, m <sup>3</sup> /jam<br><i>(Productivity, m<sup>3</sup>/hours)</i> | Biaya tebang/ <i>Felling cost</i><br>(Rp/m <sup>3</sup> ) |
|---|--|---|
| I. Kelerengan ≤ 15% teknik penebangan konvensional/ <i>Slopes of ≤ 15% CLT</i>          |  |   |
| Jongkok/ <i>Squatted</i>  | 28,184   | 1.550,9   |
| Membungkuk/ <i>Bowed</i>  | 29,279   | 1.492,9   |
| Berdiri/ <i>Stand</i>   | 29,205   | 1.496,6   |
| II. Kelerengan ≤ 15% teknik penebangan serendah mungkin/ <i>Slopes of ≤ 15% LPFT</i>    |  |   |
| Jongkok/ <i>Squatted</i>  | 29,219   | 1.495,9   |
| Membungkuk/ <i>Bowed</i>  | 28,528   | 1.532,2   |
| Berdiri/ <i>Stand</i>   | 25,988   | 1.681,9   |
| III. Kelerengan > 15% teknik penebangan konvensional/ <i>Slopes of &gt; 15% CLT</i>     |  |   |
| Jongkok/ <i>Squatted</i>  | 21,775   | 2.007,3   |
| Membungkuk/ <i>Bowed</i>  | 25,423   | 1.719,3   |
| Berdiri/ <i>Stand</i>   | 23,591   | 1.852,8   |
| IV. Kelerengan > 15% teknik penebangan serendah mungkin/ <i>Slopes of &gt; 15% LPFT</i> |  |   |
| Jongkok/ <i>Squatted</i>  | 24,150   | 1.809,9   |
| Membungkuk/ <i>Bowed</i>  | 26,963   | 1.621,1   |
| Berdiri/ <i>Stand</i>   | 25,432   | 1.718,7   |

Keterangan/*Remarks*: CLT = Teknik penebangan konvensional/*Conventional felling technique*; LPFT = Teknik penebangan serendah mungkin/*Lowest possible felling technique*.

### C. Efisiensi Pemanfaatan Kayu

Dari Tabel 1, 2, 3 dan 4 dapat dilihat nilai efisiensi pemanfaatan kayu mangium adalah beragam disebabkan karena panjang batang yang dimanfaatkan dan tinggi tunggak yang ditinggalkan, hal tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

Lampiran 1 menunjukkan bahwa efisiensi pemanfaatan kayu pada kelerengan ≤ 15% dan > 15% dengan teknik penebangan konvensional dan serendah mungkin rata-rata masing - masing adalah 85,0% (sikap tubuh berdiri) dan 99,6% (sikap jongkok, membungkuk). Adanya perbedaan dari nilai efisiensi tersebut disebabkan dari panjang batang yang dimanfaatkan serta tinggi tunggak yang ditinggalkan.

Dari selisih panjang batang yang dimanfaatkan dengan menerapkan teknik penebangan konvensional pada kelerengan ≤ 15% menghasilkan rata-rata 1,9 m. Untuk pemanfaatan diameter batang yang ditebang ternyata terdapat selisih sebesar 1,9 m/pohon yang setara dengan 0,161 m<sup>3</sup> (13,0%). Dengan demikian nilai efisiensi pemanfaatan kayu untuk teknik penebangan konvensional lebih rendah daripada teknik penebangan serendah mungkin. Namun dari hasil perhitungan analisis uji rancangan acak lengkap faktorial dengan pola terbagi yang menghasilkan F hitung (1,67) atau P (0,2010) merupakan perbedaan yang tidak nyata. Dapat dikatakan bahwa dari aspek efisiensi pemanfaatan kayu menerapkan teknik penebangan serendah mungkin jauh lebih baik daripada teknik penebangan konvensional.

Berdasarkan Lampiran 1 dapat dilihat bahwa tinggi tunggak yang ditinggalkan untuk teknik penebangan konvensional pada keterenggan  $\leq 15\%$  dengan sikap tubuh jongkok rata-rata yaitu 10,3 cm dan pada keterenggan  $> 15\%$  dengan sikap tubuh membungkuk rata-rata 12,9 cm sedangkan pada teknik penebangan serendah mungkin pada keterenggan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  rata-rata tinggi tunggak adalah 10,1 cm (sikap tubuh jongkok). Selisih tinggi tunggak rata-rata yang ditinggalkan pada keterenggan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  dengan teknik penebangan konvensional adalah 2,6 cm (sikap tubuh jongkok dan membungkuk) yang setara dengan  $0,019 \text{ m}^3/\text{pohon}$  (1,5%). Dengan demikian adanya perbedaan nilai efisiensi pemanfaatan kayu antara kedua teknik penebangan dan kedua keterenggan tersebut di samping karena batas diameter batang yang ditebang juga karena tinggi tunggak yang ditinggalkan.

Dari hasil perhitungan efisiensi pemanfaatan kayu di atas dapat dikatakan bahwa dengan teknik penebangan serendah mungkin pada keterenggan  $\leq 15\%$  dengan sikap tubuh jongkok dan membungkuk dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu sebesar 14,5%. Berdasarkan data lapangan dan kutipan dari kantor perusahaan, rata-rata produksi kayu per tahun adalah  $633.084 \text{ m}^3$  dengan luas petak  $5.137,4 \text{ ha}$ . Atas dasar teknik penebangan yang biasa dilakukan perusahaan (sikap tubuh membungkuk dan jongkok) dan adanya peningkatan pemanfaatan kayu 14,5% maka pihak perusahaan akan mendapatkan keuntungan tambahan berupa kenaikan produksi per tahun sebesar  $14,5\% \times 633.084 \text{ m}^3 = 91.797,18 \text{ m}^3/\text{tahun}$  dengan harga kayu Rp  $280.000/\text{m}^3$ . Apabila keuntungan yang layak bagi perusahaan adalah 20% (Rp  $56.000/\text{m}^3$ ), maka perusahaan akan mendapatkan tambahan keuntungan sebesar  $91.797,18 \text{ m}^3/\text{tahun} \times \text{Rp } 56.000/\text{m}^3 = \text{Rp } 5.140.642.080/\text{tahun}$ . Melihat keuntungan yang akan diperoleh pihak perusahaan jika menggunakan teknik penebangan serendah mungkin dengan sikap tubuh membungkuk dan jongkok maka terbuka peluang bagi perusahaan untuk menerapkan teknik penebangan serendah mungkin dengan sikap tubuh membungkuk dan jongkok.

#### IV. KESIMPULAN

1. Produktivitas penebangan tertinggi dan biaya produksi penebangan terendah pada mangium dicapai melalui teknik penebangan konvensional dengan sikap tubuh membungkuk pada keterenggan  $\leq 15\%$ , yaitu masing-masing  $29,279 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan Rp  $1.492,9/\text{m}^3$ .
2. Dilihat dari aspek produktivitas dan biaya produksi penebangan maka penerapan teknik penebangan konvensional dengan sikap tubuh membungkuk pada keterenggan  $\leq 15\%$  adalah lebih baik daripada teknik serendah mungkin.
3. Efisiensi pemanfaatan kayu mangium tertinggi dicapai pada teknik penebangan serendah mungkin dengan sikap tubuh membungkuk dan jongkok pada keterenggan  $> 15\%$ , yaitu sebesar 99,6%.
4. Tinggi tunggak terendah yang ditinggalkan di lapangan dicapai menggunakan teknik penebangan serendah mungkin rata-rata 10,1 cm pada keterenggan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  sikap tubuh jongkok.
5. Dengan menerapkan teknik penebangan serendah mungkin pada keterenggan  $\leq 15\%$  dan  $> 15\%$  dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu sebesar 14,5% yang setara dengan Rp  $5.140.642.080/\text{tahun}$  dan menurunkan tinggi tunggak rata-rata sebesar 2,6 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1990. Pedoman Tebang Pilih Tanam Indonesia. Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1992. Cost control in forest harvesting and road construction. FAO Forestry Paper No. 99, FAO of the UN. Rome.
- \_\_\_\_\_. 2007. Rencana Kerja Tahunan 2007. PT Hutan Rindang Banua. Banjar Baru.
- Safitri, K. 2005. Kuantifikasi limbah pemanenan pada pengusahaan HTI kayu pertukangan jenis mahoni (*Swietenia macrophylla*) dengan metode pohon penuh (*whole tree method*). Studi Kasus di BKPH Gunung Kencana, KPH Banten, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten. Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Steel, R.G.D and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York. 633 pp.
- Suhartana, S. & Yuniawati. 2006. Pengaruh teknik penebangan dan sikap tubuh penebang terhadap peningkatan pemanfaatan kayu *Gmelina arborea*: Studi kasus di HPHTI PT Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. Rimba Kalimantan 11(2):99-104. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.

**Lampiran 1. Efisiensi pemanfaatan kayu**  
**Appendix 1. Timber utilization efficiency**

| Kelerengan, teknik penebangan dan sikap tubuh/ <i>Slopes, felling techniques and feller postures</i> | Efisiensi/ <i>Efficiency</i><br>(%) | Tinggi tunggak/ <i>Stump height</i> (cm) | $\Delta t_8-t_5$ cm<br>(m) |
|--|-------------------------------------|--|----------------------------|
| (1)  | (2)                                 | (3)                                      | (4)                        |
| I. Kelerengan/ <i>Slopes</i> $\geq$ 15%  |                                     |  |                            |
| a. Teknik penebangan konvensional/ <i>CLT</i>  |                                     |  |                            |
| 1. Jongkok/ <i>Squatted</i>  | 90,5-95,0                           | 7,1-12,0                                 | 0,6-1,6                    |
| - Kisaran/ <i>Range</i>  | 93,0                                | 10,3                                     | 1,2                        |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>   | 1,77                                | 1,95                                     | 0,39                       |
| - SD   | 0,019                               | 0,189                                    | 0,325                      |
| - CV   |                                     |  |                            |
| 2. Membungkuk/ <i>Bowed</i>  | 92,6-95,4                           | 9,5-14,0                                 |                            |
| - Kisaran/ <i>Range</i>  | 93,7                                | 11,8                                     | 0,9-1,5                    |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>   | 1,17                                | 1,75                                     | 1,2                        |
| - SD   | 0,012                               | 0,145                                    | 0,25                       |
| - CV   |                                     |  | 0,208                      |
| 3. Berdiri/ <i>Stand</i>   | 58,9-94,7                           | 15,0-37,5                                |                            |
| - Kisaran/ <i>Range</i>  | 85,0                                | 23,8                                     | 1,0-3,0                    |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>   | 14,8                                | 8,68                                     | 1,9                        |
| - SD   | 0,174                               | 0,372                                    | 0,78                       |
| - CV   |                                     |  | 0,41                       |
| b. Teknik penebangan serendah mungkin/ <i>LPFT</i>   | 99,3-99,6                           | 9,8-10,3                                 |                            |
|  | 99,4                                | 10,1                                     | -                          |
| 1. Jongkok/ <i>Squatted</i>  | 0,13                                | 0,19                                     | -                          |
| - Kisaran/ <i>Range</i>  | 0,001                               | 0,019                                    | -                          |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>   |                                     |  | -                          |
| - SD   |                                     |  |                            |
| - CV   | 99,3-99,6                           | 10,1-10,6                                |                            |
| 2. Membungkuk/ <i>Bowed</i>  | 99,5                                | 10,3                                     | -                          |
| - Kisaran/ <i>Range</i>  | 0,11                                | 0,23                                     | -                          |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>   | 0,001                               | 0,022                                    | -                          |
| - SD   |                                     |  | -                          |
| - CV   | 98,8-99,4                           | 15,0-15,6                                |                            |
| 3. Berdiri/ <i>Stand</i>   | 99,2                                | 15,3                                     | -                          |
| - Kisaran/ <i>Range</i>  | 0,23                                | 0,25                                     | -                          |
| - Rata-rata  | 0,002                               | 0,016                                    | -                          |
| - SD   |                                     |  | -                          |
| - CV   |                                     |  |                            |

**Lampiran (Appendix) 1. Lanjutan (Continued)**

| (1)  | (2)       | (3)       | (4)     |
|--|-----------|-----------|---------|
| II. Kelerengan / <i>Slopes</i> > 15%               |           |           |         |
| a. Teknik penebangan konvensional/ <i>CLT</i>      |           |           |         |
| 1. Jongkok/ <i>Squatted</i>                        | 91,0-95,6 | 9,5-23,5  | 0,4-1,5 |
| - Kisaran/ <i>Range</i>                            | 94,2      | 14,1      | 1,06    |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>                           | 1,90      | 5,61      | 0,43    |
| - SD   | 0,020     | 0,398     | 0,390   |
| - CV   |           |           |         |
| 2. Membungkuk/ <i>Bowed</i>                        | 88,5-93,5 |           |         |
| - Kisaran/ <i>Range</i>                            | 92,2      | 7,0-19,5  | 1,3-2,1 |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>                           | 2,15      | 12,9      | 1,56    |
| - SD   | 10,023    | 4,63      | 0,32    |
| - CV   |           | 0,359     | 0,20    |
| 3. Berdiri/ <i>Stand</i>                           | 90,9-97,9 |           |         |
| - Kisaran/ <i>Range</i>                            | 93,08     | 14,0-44,0 | 0,3-1,4 |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>                           | 2,76      | 29,6      | 1,06    |
| - SD   | 0,029     | 13,19     | 0,45    |
| - CV   |           | 0,446     | 0,409   |
| b. Teknik penebangan serendah mungkin/ <i>LPFT</i> |           |           |         |
| 1. Jongkok/ <i>Squatted</i>                        | 99,4-99,7 | 9,7-10,3  | -       |
| - Kisaran/ <i>Range</i>                            | 99,6      | 10,1      | -       |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>                           | 0,14      | 0,23      | -       |
| - SD   | 0,001     | 0,023     | -       |
| - CV   |           |           |         |
| 2. Membungkuk/ <i>Bowed</i>                        | 99,5-99,7 | 9,9-10,6  | -       |
| - Kisaran/ <i>Range</i>                            | 99,6      | 10,3      | -       |
| - Rata-rata/ <i>Mean</i>                           | 0,08      | 0,27      | -       |
| - SD   | 0,0008    | 0,026     | -       |
| - CV   |           |           |         |
| 3. Berdiri/ <i>Stand</i>                           | 99,3-99,6 | 11,0-12,3 | -       |
| - Kisaran/ <i>Range</i>                            | 99,4      | 11,7      | -       |
| - Rata-rata  | 0,13      | 0,57      | -       |
| - SD   | 0,001     | 0,049     | -       |
| - CV   |           |           |         |

Keterangan/ *Remarks*: *CLT* = Teknik penebangan konvensional/ *Conventional felling technique*; *LPFT* = Teknik penebangan serendah mungkin/ *Lowest possible felling technique*; *SD* = *Standard deviation*/ Simpangan baku; *CV* = Koefisien keragaman/ *Coefficient of variation*;  $\Delta t_8-t_5cm$  = Selisih antara panjang batang diameter 8 cm dengan 5 cm/ *Differences between log length with diameter of 8 and 5 cm*.