

PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PEMANENAN KAYU DI HUTAN TANAMAN RAWA GAMBUT

Logging Productivity and Cost at Peat Swamp Plantation Forest

Sona Suhartana, dan Yuniawati

Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610.

ABSTRACT. Logging activities typifies as early stage of timber production. Loggings exert essential roles in removing logs from inside forests to locations for wood industries or customers. In relevant, research was already conducted in 2013 that took place in Satria Perkasa Agung Company with intent to look into productivity and cost of loggings carried out at peat swamp plantation forests. Field data that comprised productivity and cost of loggings at each of their specified aspects (i.e. felling, skidding, loading-unloading, and hauling) were processed into tabulation forms for the calculation of their means (averages) and standard deviation values. Results revealed that in averages: (1) productivity of tree felling which used MS-381's machine was 8 m³/hour; (2) skidding productivity that employed Hitachi Zaxis' excavator machine reached 5.899 m³/hour; (3) loading and unloading productivity using consecutively Kobelco SK 2000-8's excavator and Komatsu PC 300's excavator machines corresponded to 87.292 m³/hour and 88.735 m³/hour, respectively; (4) productivity of log hauling that used barge and pontoons was 116.379 m³/hour, while the one using truck reached 111.602 m³/hour; and ultimately (5) appropriate and right selection of equipment for wood loggings could enhance their productivity and concurrently minimize their production cost.

Keywords: Peat swamp plantation forests; logging; productivity; production cost

ABSTRAK. Kegiatan pemanenan kayu merupakan tahap awal dari produksi kayu. Pemanenan kayu berperan penting guna mengeluarkan kayu dari dalam hutan menuju lokasi industri atau konsumen. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2013 di PT Satria Perkasa Agung, bertujuan untuk mengetahui produktivitas dan biaya pemanenan kayu di hutan tanaman rawa gambut. Data lapangan berupa produktivitas dan biaya pemanenan dari masing-masing aspek (yaitu penebangan, penyaradan, muat bongkar dan pengangkutan), diolah ke dalam bentuk tabulasi untuk dihitung rata-ratanya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1). Rata-rata produktivitas penebangan menggunakan Stihl MS-381 adalah 8 m³/jam; (2) Rata-rata produktivitas penyaradan menggunakan ekskavator Hitachi Zaxis 110 adalah 5,899 m³/jam; (3) Rata-rata produktivitas muat dan bongkar menggunakan ekskavator Kobelco SK 200-8 dan ekskavator Komatsu PC 300 masing-masing adalah 87,292 m³/jam dan 88,735 m³/jam; (4) Rata-rata produktivitas pengangkutan kayu dengan sampan besi dan pontoon 116,379 m³/jam serta menggunakan truk 111,602 m³/jam; dan (5) Pemilihan alat yang tepat pada pemanenan kayu dapat meningkatkan produktivitas dan meminimalkan biaya produksi.

Kata Kunci : Hutan tanaman rawa gambut; pemanenan kayu; produktivitas; biaya produksi

Penulis untuk korespondensi, surel: sona.suhartana@gmail.com

PENDAHULUAN

Kegiatan pemanenan kayu di hutan tanaman rawa gambut adalah kunci mata rantai pemanfaatan hutan, dituntut untuk dilakukan secara terencana agar tidak merusak keseimbangan dinamis lingkungan hutan. Kegiatan utama dalam pemanenan kayu adalah penebangan, penyaradan, pengangkutan dan muat bongkar. Namun kegiatan pemanenan kayu di areal tersebut masih menghasilkan produktivitas yang rendah dengan biaya yang relatif tinggi dan menimbulkan kerusakan lingkungan (Suhartana & Yuniawati, 2010).

Produktivitas adalah hasil kerja dalam waktu tertentu. Produktivitas pemanenan kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : dimensi kayu, waktu kerja, volume kayu, keterampilan operator, kondisi lapangan dan kondisi alat. Produktivitas sangat erat kaitannya dengan biaya pemanenan. Semakin besar produktivitas maka semakin rendah biaya pemanenan, demikian juga sebaliknya (Suhartana *et al.*, 2013).

Penebangan di hutan rawa gambut harus memperhatikan kondisi lahan dan karakteristik mayoritas pohon yang tumbuh seperti diameter batang yang kecil atau kurang dari 40 cm dengan batang kayu yang rata-rata lunak mendekati keras sehingga membutuhkan pemilihan *chainsaw* yang tepat. Selanjutnya teknik penyaradan pada lahan gambut berbeda dengan di lahan kering. Perbedaan tersebut dikarenakan karakteristik gambut yang rapuh. Suhartana *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa secara umum penyaradan kayu di hutan tanaman lahan gambut dilakukan dengan tiga cara yaitu: (1). Penyaradan sistem manual (rawa gambut kering), dengan menggunakan ongak yang ditarik oleh tenaga manusia. Satu regu penyarad terdiri dari 2 orang yang bertugas memuat, menarik dan membongkar muatan. Satu kali tarik dapat menyarad 0,30 - 0,37 m³; (2) Penyaradan kayu dengan sampan darat semi mekanis (rawa gambut tergenang air), penyaradan kayu dengan sampan darat merupakan kegiatan pengumpulan kayu dari tempat tebangan ke pinggir sungai dengan menggunakan sampan/gerobak dari besi yang

dirancang khusus untuk menyarad kayu di hutan rawa gambut yang ditarik oleh ekskavator. Kayu hasil tebangan dikumpulkan pada satu tumpukan oleh tenaga manusia kemudian dimuat ke sampan dan ditarik ke pinggir kanal oleh ekskavator. Tumpukan diatur dengan sistem jalur dengan jarak antar jalur 15 meter sehingga memudahkan pergerakan ekskavator untuk menyarad kayu; dan (3) Penyaradan kayu dengan sampan darat sistem mekanis (rawa gambut tergenang air), merupakan kegiatan pengumpulan kayu dari tempat tebangan ke pinggir sungai dengan menggunakan sampan yang ditarik oleh ekskavator. Pemuatan kayu hasil tebangan dan penarikan sampan dilakukan oleh ekskavator.

Untuk tercapainya target yang ditetapkan maka kegiatan muat bongkar sangat diperlukan. Muat bongkar adalah menaikkan kayu ke atas alat angkut dan menurunkannya dengan menggunakan alat dan cara tertentu. Penggunaan alat muat bongkar dapat berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan biaya pengangkutan kayu. Sistem kerja muat bongkar harus secepat mungkin supaya alat angkut dapat segera berjalan. Apabila kapasitas alat muat bongkar lebih kecil daripada kapasitas alat angkut menyebabkan banyak alat angkut harus menunggu demikian pula sebaliknya.

Pengangkutan kayu adalah salah satu elemen kegiatan dari serangkaian kegiatan pemanenan kayu yang dapat dilakukan melalui darat maupun air. Pengangkutan melalui darat dilakukan dengan menggunakan truk atau lori. Pengangkutan melalui air umumnya menggunakan sampan besi atau rakit. Untuk pengangkutan kayu di lahan gambut menggunakan sarana kanal dengan *tugboat*. Selama ini pengangkutan di hutan rawa gambut mengalami banyak kendala karena keadaan lapangan. Pengangkutan kayu melalui kanal dengan sampan besi yang ditarik *tugboat*. Fungsi kapal tarik sebagai penggerak dan pengendali sampan besi agar tidak berbenturan dengan tepi kanal (Suhartana *et al.*, 2009).

Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas dan biaya teknik pemanenan kayu di hutan tanaman rawa gambut.

METODE PENELITIAN

Waktu, Lokasi dan Bahan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2013 di areal kerja IUPHHK-HT PT Satria Perkasa Agung (PT SPA), Distrik Simpang Kanan. Areal ini termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

Bahan yang digunakan adalah pohon dan kayu *Acacia crasicarpa*, minyak pelumas, solar, daftar pertanyaan dan rantai Chainsaw. Alat yang digunakan alat tebang Chainsaw STIHL MS-381, alat sarad Ekskavator Hitachi Zaxis 110, alat muat Ekskavator Kobelco SK 200-8, alat bongkar Ekskavator Komatsu PC 300 dan alat angkut tugboat Mitsubishi D16 dan truk Logging Mitsubishi 6D16D, meteran, stopwatch, alat tulis dan komputer.

Prosedur penelitian

Menentukan secara purposif 1 petak tebang yang segera akan dilakukan penebangan yang mewakili kondisi fisik lingkungan setempat. Melaksanakan penebangan, penyaradan, muat, bongkar, pengangkutan dengan sampan besi dan *pontoon* dan dengan *logging truck* dengan ulangan masing-masing 15 ulangan. Setiap pengamatan dicatat waktu kerja, volume kayu, dan biaya yang dikeluarkan.

Analisis Data

Data lapangan berupa waktu kerja dan volume produksi diolah ke dalam bentuk tabulasi. Alat analisis yang digunakan adalah rata-rata dan simpangan baku. Biaya produksi penebangan, penyaradan, muat, bongkar dan pengangkutan dihitung dengan menggunakan rumus dari FAO (1992). Biaya penebangan, penyaradan, muat, bongkar, angkut per m³ dapat dihitung melalui biaya kepemilikan dan pengoperasian alat seperti tersaji pada Lampiran 1. Dari data biaya tersebut kemudian dapat dihitung komponen biaya yang disajikan pada Lampiran 2 dan berdasarkan Lampiran 1 dapat dihitung besarnya masing-masing biaya produksi pemanenan dengan cara membagi total biaya mesin dengan produktivitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penebangan

Kegiatan penebangan di areal penelitian menggunakan alat tebang *Chainsaw* STIHL MS-381 menghasilkan rata-rata volume pohon *Acacia crasicarpa* yang ditebang sebesar 0,595 m³, dengan rata-rata waktu penyelesaian penebangan sebesar 0,078 jam sehingga diperoleh rata-rata produktivitas penebangan sebesar 8 m³/jam (Lampiran 3)

Hasil penelitian penebangan di hutan tanaman rawa gambut menghasilkan rata-rata produktivitas penebangan lebih rendah daripada di hutan lahan kering. Beberapa hasil penelitian rata-rata produktivitas penebangan di hutan tanaman rawa gambut dan lahan kering disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa hasil penelitian rata-rata produktivitas penebangan di hutan tanaman rawa gambut dan di lahan kering

1. Penebangan di hutan tanaman rawa gambut (<i>Tree felling at peat swamp plantation forest</i>)		
Penelitian (<i>Research</i>)	Rata-rata produktivitas (m ³ /jam) (<i>Average productivity</i>) (m ³ /hr)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
A	5,097	Kayu <i>Acacia crasicarpa</i>
B	Riau = 0,328 Jambi = 0,982	
C	0,946	
Rata-rata (<i>Average</i>)	1,838	
Kisaran (<i>Range</i>)	0,328-5,097	
2. Penebangan di hutan lahan kering (<i>Tree felling at dry area forest</i>)		
Penelitian (<i>Research</i>)	Rata-rata produktivitas (m ³ /jam) (<i>Average productivity</i>) (m ³ /hr)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
D	12,756	Kayu <i>gmelina</i>
E	19,528	Kayu <i>gmelina</i>
F	11,230	
Rata-rata (<i>Average</i>)	14,414	
Kisaran (<i>Range</i>)	11,230-19,528	

Keterangan (*Remarks*): A = Suhartana & Yuniawati (2009); B = Suhartana & Yuniawati (2010); C = Suhartana & Yuniawati (2011); D = Suhartana & Yuniawati (2006); E = Suhartana & Yuniawati (2009); & F = Suhartana et al., (2012).

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata produktivitas penebangan di hutan tanaman rawa gambut dengan lahan kering sangat tinggi yaitu $19,528 - 5,097 = 14,431/19,528 = 0,74 \times 100\% = 74\%$. Hal ini disebabkan kegiatan penebangan di hutan tanaman rawa gambut menghadapi banyak

hambatan yaitu : 1). Ketebalan gambut di atas 1 meter dengan kondisi permukaan tanah untuk pijakan kaki selalu bergerak atau tidak stabil. Hal tersebut menyulitkan operator *chainsaw* untuk mengatur pijakan kakinya di atas tanah gambut. Gerakan pada tanah gambut dapat berakibat pada kaki operator *chainsaw* dapat amblas ke dalam gambut. Hal ini sangat membahayakan keselamatan jiwa operator *chainsaw* saat menebang. Ketebalan gambut yang dalam memberi konsekuensi terhadap kewaspadaan operator *chainsaw* sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk menebang; 2) Kondisi pohon yang dapat cepat tumbuh di hutan tanaman rawa gambut didominasi oleh *Acacia crassicarpa*, karena karakteristik jenis ini sesuai dengan persyaratan yang diinginkan oleh industri pulp dan dapat beradaptasi pada lahan gambut. Pohon *Acacia crassicarpa* yang dipanen rata-rata berdiameter 19 cm dan rata-rata tinggi pohon yang dimanfaatkan 22 m. Karakteristik pohon tersebut dengan diameter yang kecil dan tidak terlalu tinggi hanya menghasilkan volume kayu lebih kecil daripada volume kayu pohon untuk kayu pulp di areal lahan kering; dan 3) Kondisi suhu atas permukaan lahan gambut lebih panas daripada di lahan kering. Hasil penelitian Tono et al., (2016) menunjukkan bahwa suhu udara areal hutan gambut berkisar antara 30,04°C-34,45°C dan suhu tanah berkisar antara 25,9°C-30,21°C. Suhu yang panas dapat berdampak terhadap produktivitas operator alat. Tingginya suhu pada permukaan tanah dan udara pada areal hutan tanaman rawa gambut (HTRG) membawa konsekuensi kepada cepatnya terjadi kelelahan bagi para operator *chainsaw*.

Menurut Subaris & Haryono (2007) menyatakan bahwa tekanan panas yang berlebihan akan menyebabkan pekerja cepat lelah. Hal ini disebabkan oleh tubuh kehilangan banyak cairan tubuh dan elektrolit karena digunakan untuk menjaga tubuh dalam keadaan suhu normal. Penggantian cairan tubuh dan elektrolit yang tepat akan mengurangi dampak yang lebih parah akibat dehidrasi. Dalam cairan tubuh terdapat elektrolit berupa kation dan anion. Kation yang utama dalam

cairan tubuh adalah sodium (Na^+) dan Potasium (K^+), sedangkan anion utama adalah klorida (Cl^-) (Jamaludin et al., 2012).

Penyaradan

Kegiatan penyaradan di areal penelitian menggunakan alat sarad Ekskavator Hitachi Zaxis 110, dapat menyarad kayu dengan rata-rata volume kayu 9,510 m³, rata-rata jarak sarad 200 m dan rata-rata waktu sarad 1,643 jam sehingga menghasilkan rata-rata produktivitas penyaradan sebesar 5,899 m³/jam (Lampiran 3).

Hasil penelitian ini lebih rendah daripada hasil penelitian Suhartana & Yuniawati (2011) yang menunjukkan rata-rata produktivitas penyaradan dengan ekskavator Caterpillar 320D di PT KSP sebesar 21,100 m³/jam dengan rata-rata waktu sarad 0,679 jam. Tingginya rata-rata produktivitas penyaradan di PT KSP tersebut dikarenakan ketebalan gambut berkisar 1-2 m dan penggunaan *matting* pada saat penyaradan. Penggunaan *matting* dapat mengurangi gerakan berlebih pada traktor saat menyarad kayu sehingga mempercepat waktu kerja.

Penyaradan di areal gambut menghasilkan rata-rata produktivitas lebih rendah daripada di lahan kering. Hasil penelitian Suhartana et al., (2011a) menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas penyaradan sebesar 38,941 m³.hm/jam dan Suhartana & Yuniawati (2013) menggunakan ekskavator merek Hitachi tipe Zaxis 110 MF sebesar 26,040 m³.hm/jam. Tingginya rata-rata produktivitas penyaradan di lahan kering tersebut karena tidak ada kendala terhadap kondisi jalan sarad yang stabil dengan susunan tanah mineral yang padat. Berbeda dengan kondisi gambut di mana hanya tersusun oleh tumpukan batang kayu roboh yang terdekomposisi oleh air gambut akibatnya kondisi menjadi tidak stabil untuk dipijak terutama pada gambut yang tebal. Disamping itu kondisi suhu udara dan tanah di areal gambut lebih panas daripada di lahan kering, sering operator alat sarad di lahan gambut beristirahat untuk minum atau menyeka keringat.

Muat Bongkar

Kegiatan muat bongkar di areal penelitian dilakukan menggunakan alat muat Ekskavator Kobelco SK 200-8, alat bongkar Ekskavator Komatsu PC 300. Pada pemuatan, volume kayu yang dapat dimuat rata-rata sebanyak 14,705 m³ dalam waktu rata-rata 0,169 jam sehingga rata-rata produktivitas pemuatan yang dihasilkan adalah sebesar 87,292 m³/jam, sedangkan pada pembongkaran, rata-rata volume kayu yang dibongkar sebesar 14,709 m³ dalam waktu rata-rata 0,166 jam sehingga rata-rata produktivitas pembongkaran kayu sebesar 88,735 m³/jam (Lampiran 3).

Hasil penelitian ini menunjukkan rata-rata produktivitas muat bongkar lebih rendah daripada hasil penelitian Suhartana et al., (2010) muat bongkar kayu di IUPHHK-HT PT WKS Jambi menggunakan ekskavator menunjukkan rata-rata muat bongkar 91.181 m³.m/jam, dan 101.903 m³.m/jam dan hasil penelitian Yuniawati et al., (2014) pemuatan kayu *Acacia mangium* memiliki rata-rata produktivitas dan biaya muat dengan teknik RIL dan setempat berturut-turut sebesar 349,029 m³.m/jam, 339,612 m³.m/jam, Rp 927,5/ m³, dan Rp 953,2/m³; 2. Rata-rata produktivitas dan biaya bongkar dengan teknik RIL dan setempat berturut-turut sebesar 419,483 m³.m/jam, 410,273 m³.m/jam, Rp 771,9/m³, dan Rp 788,6/m³.

Rendahnya rata-rata produktivitas muat bongkar dari hasil penelitian ini disebabkan penerapan RIL belum tepat, hal ini dapat dilihat dari penyusunan penumpukan kayu pada pemuatan masih berantakan. Tumpukan kayu yang terlalu tinggi menyebabkan kayu banyak yang jatuh ke tanah akibatnya ekskavator membutuhkan waktu tambahan untuk memungut kayu tersebut. Hasil penelitian terhadap perhitungan maksimal ukuran tinggi tumpukan kayu pada saat pemuatan kayu sampai saat ini belum penulis temukan. Disamping itu perlu diperhatikan bahwa kegiatan muat bongkar menggunakan ekskavator terutama di lahan rawa gambut membutuhkan alas untuk mengurangi penggerusan lapisan tanah atas. Kegiatan muat bongkar merupakan kegiatan yang statis di mana

alat muat bongkar tidak memiliki banyak gerak seperti halnya penyaradan. Akibat gerakan statis tersebut banyak lapisan tanah di bawah *track* alat yang tergerus akibat kegiatan *manuver* alat. Penggunaan *matting* pada muat bongkar di hutan rawa gambut sangat dianjurkan untuk mengatasi kerusakan lapisan tanah seperti halnya penyaradan.

Sampai saat ini masih ditemukan kegiatan muat bongkar yang dilakukan secara manual (menggunakan tenaga manusia dengan cara dipikul). Hasil penelitian Suhartana et al (2011b) kegiatan muat bongkar kayu jati di KPH Cianjur masih menggunakan tenaga manusia menghasilkan rata-rata produktivitas masing-masing adalah 2,920 m³/jam dan 4,470 m³/jam. Hasil tersebut sangat rendah, diperlukan inovasi penggunaan alat muat bongkar sederhana yang dapat diterapkan oleh masyarakat desa sekitar hutan.

Secara umum, rata-rata produktivitas muat bongkar dipengaruhi oleh faktor ukuran kayu, volume kayu, waktu muat bongkar, keterampilan operator, kondisi alat muat bongkar dan cuaca. Pada hasil penelitian Yang et al., (2014) menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas muat adalah 56,2 m³/shif mesin. Kayu yang dipanen adalah spesies *Larix gmelinii*, *Pinus koraiensis*, *Fraxinus mandshurica* Rupr, T. Tuan Szysz dengan rata-rata DBH 24 cm, rata-rata tinggi pohon 18 m, volume kayu 244 m³/hm² dan rata-rata panjang kayu setelah *bucking* adalah 4 m.

Pengangkutan

Rata-rata produktivitas pengangkutan kayu pada penelitian ini dengan menggunakan sampan besi dan *pontoon* sebesar 116,379 m³/jam lebih tinggi daripada pengangkutan dengan truk (111,602 m³/jam) menghasilkan selisih sebesar 4,777 m³/jam. Tingginya rata-rata produktivitas pengangkutan tersebut dikarenakan rata-rata volume kayu yang dapat diangkut lebih banyak daripada menggunakan truk yaitu 31,992 m³. Walaupun jarak tempuh dengan sampan tersebut lebih jauh daripada truk tetapi dengan volume pengangkutan yang banyak dapat mempengaruhi tingginya rata-rata produktivitas.

Disamping itu pengangkutan kayu di lahan gambut membutuhkan keterampilan operator *tugboat* terutama dalam mengatasi gangguan alam seperti angin yang bertiup kencang dapat mempengaruhi arus kanal akibatnya harus hati-hati mengendalikan *tugboat* (Lampiran 3).

Biaya Pemanenan Kayu

Produktivitas pemanenan kayu dapat mempengaruhi biaya produksi pemanenan. Semakin tinggi nilai produktivitas kerja maka semakin rendah biaya produksi yang dikeluarkan. Untuk mengetahui biaya produksi dari kegiatan pemanenan kayu diperlukan hitungan biaya mesin pada setiap kegiatan pemanenan kayu. Biaya mesin pada setiap kegiatan pemanenan kayu dibagi dengan produktivitas pada setiap kegiatan akan diperoleh biaya produksi pada setiap kegiatan. Hasil perhitungan komponen biaya mesin dan biaya produksi pemanenan kayu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata biaya produksi pemanenan kayu (n = 15)

Kegiatan (<i>Aspects</i>)	Biaya mesin, Rp/jam (<i>Machine cost</i> , Rp/hr)	Produktivitas, m ³ /jam (<i>Productivity</i> , m ³ /hr)	Biaya produksi (<i>Cost production</i>) (Rp/m ³)
Penebangan (<i>Felling</i>)	93.320,78	8,000	11.959,53
Penyaradan (<i>Skidding</i>)	416.274,2	5,899	71.915,951
Muat (<i>Loading</i>)	584.360	87,292	6.699,183
Bongkar (<i>Unloading</i>)	584.360	88,735	6.596,35
Pengangkutan <i>Tugboat</i> (<i>Hauling by tugboat</i>)	626.987,6	116,379	5.398,69
Pengangkutan truk (<i>Hauling by logging truck</i>)	626.987,6	111,602	5.730,80

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata biaya produksi penyaradan lebih tinggi daripada biaya pada kegiatan pemanenan kayu yang lain. Hal ini disebabkan rata-rata produktivitas penyaradan paling rendah daripada kegiatan pemanenan kayu lainnya. Hasil penelitian ini lebih tinggi daripada hasil penelitian Suhartana & Yuniawati (2013) yang menunjukkan rata-rata biaya produksi penyaradan sebesar Rp 9.380,3/m³.hm. Apabila dilihat dari

hasil penelitian ini maka rata-rata biaya produksi penyaradan terlalu tinggi. Perusahaan perlu mengkaji kembali pemilihan alat sarad yang sesuai dengan kondisi areal.

Hasil penelitian Spinelli et al., (2014) menunjukkan bahwa pemilihan alat pada pemanenan kayu harus tepat, penggunaan *small hardware* mengeluarkan rata-rata biaya 18,3-29,7 €/ton untuk pemanenan *whole-tree* dan 22,5-34,2 €/ton untuk pemanenan kayu bakar dan tajuk pohon. Biaya penggunaan alat *small hardware* sangat rendah daripada penggunaan alat *large hardware*. Hal ini disebabkan jam operasional penggunaan alat *small hardware* lebih efektif dengan biaya investasi yang lebih rendah.

LeDoux (2010) menyebutkan bahwa penggunaan alat pemanenan kayu yang tepat dapat mengurangi waktu keterlambatan produksi. Biaya penebangan dan pengeluaran kayu adalah \$0,18/ft³ dan \$17,64/cord di mana tidak ditemukan waktu keterlambatan saat pengoperasian alat. Secara teori, produksi yang dihasilkan dari penggunaan mesin tidak membuang waktu atau *delay*.

SIMPULAN

Rata-rata produktivitas pemanenan kayu di hutan rawa gambut lebih rendah daripada di lahan kering. Rata-rata produktivitas penebangan menggunakan Stihl MS-381 adalah 8 m³/jam. Rata-rata produktivitas penyaradan menggunakan ekskavator Hitachi Zaxis 110 adalah 5,899 m³/jam. Rata-rata produktivitas muat dan bongkar menggunakan ekskavator Kobelco SK 200-8 dan ekskavator Komatsu PC 300 masing-masing adalah 87,292 m³/jam dan 88,735 m³/jam. Rata-rata produktivitas pengangkutan kayu dengan sampan besi dan *pontoon* sebesar 116,379 m³/jam dan menggunakan truk sebesar 111,602 m³/jam. Pemilihan alat yang tepat pada pemanenan kayu dapat meningkatkan produktivitas dan meminimalkan biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- FAO. 1992. *Cost control in forest harvesting and road construction*. FAO Forestry Paper No.99. Rome: FAO of the UN.
- Jamaludin, J., Lestantyo, D., & Wahyuni, I. 2012. Kelelahan pada pekerja bagian pengepakan di PT X Semarang. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 11(1): 25-33.
- LeDoux, C.B. 2010. *Mechanized system for harvesting Eastern hardwoods*. General Technical Report NRS-69. USDA Forest Service pp 1-11.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Fulvio, F.D., Bergstrom, D., Danelon, M., & Alberti, G. 2014. Comparison of cost efficiency of mechanized fuel wood thinning systems for hardwood plantations on farmland. *Croatia Journal For. Eng.* 35 (2):111-123.
- Subaris, H, & Haryono. 2007. *Hygiene Lingkungan Kerja*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Press.
- 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. *Jurnal Rimba Kalimantan*, 11(2): 99-104.
- Suhartana, S & Yuniawati. 2009. Peningkatan efisiensi pemanfaatan kayu *gmelina* melalui penerapan teknik penebangan dan sikap tubuh pada dua kelerengan di PT Purwa Permai, Kalimantan Tengah. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 25: 1-13.
- Suhartana, S., Sukanda & Yuniawati. 2009. Produktivitas dan biaya penyaradan kayu di hutan tanaman gambut: Studi kasus di salah satu perusahaan hutan di Riau. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*,27(4):369-380.
- Suhartana, S., Yuniawati & Sukanda. 2009. Pengangkutan kayu melalui kanal di hutan rawa gambut: Kasus di satu perusahaan hutan di Riau. *Jurnal Wahana Foresta*.2(2): 34-41
- Suhartana, S & Yuniawati. 2010. Studi komparasi aplikasi penebangan ramah lingkungan di Riau dan Jambi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*,28(2): 119-129.
- Suhartana, S.,Yuniawati & Rahmat. 2010. Produktivitas dan biaya muat-bongkar dan pengangkutan: Kasus di satu perusahaan hutan di Jambi (The productivity and cost of loading-unloading and hauling: A case study in a forest company in Jambi). Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIII, tanggal 10-11 Nopember 2010 di Sanur, Bali. Hlm.856-862.
- Suhartana, S, M.M. Idris & Yuniawati. 2011a. Penyaradan kayu sesuai standar prosedur operasional untuk meningkatkan produktivitas dan meminimalkan biaya produksi dan penggeseran lapisan tanah atas: Kasus di satu perusahaan hutan di Jambi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*,29(3):248-258.
- Suhartana, S., & Yuniawati. 2011. Peningkatan produktivitas pemanenan kayu melalui teknik pemanenan kayu ramah lingkungan: Kasus di satu perusahaan hutan rawa gambut di Kalimantan Barat *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29 (4): 369-384
- Suhartana, S. Yuniawati & Rahmat. 2011b. Produktivitas dan biaya muat-bongkar dan pengangkutan kayu Jati di KPH Cianjur. *Jurnal Wahana Foresta*, 4(1):37-44.
- Suhartana, S., Yuniawati & Rahmat. 2012. Increasing timber utilization efficiency and productivity through proper tree felling technique in Jambi, Indonesia. *Sepilok Bulletin* 15 & 16:27-35.
- Suhartana, S., Yuniawati & Dulsalam. 2013. Biaya dan Produktivitas Penyaradan dan Pembuatan/pemeliharaan kanal di HTI rawa gambut di Riau dan Jambi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(1): 36-48.
- Suhartana, S., & Yuniawati. 2013. Penyaradan kayu ramah lingkungan di hutan tanaman di

- Kalimantan Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(2): 170-175.
- Tono, S., Wawan & Amri, A.I. 2016. Fluks CO₂ pada berbagai kondisi hutan rawa gambut di areal konsesi PT Diamond Raya Timber Kecamatan Bangko, Kabupaten Rokan Hilir. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/viewFile/2694/2625>. [Akses 11 April 2016].
- Yang, D., Lin, W., Wu, J., & Wang, L. 2014. Study on Efficiencies of Skidding Stems and Loading Logs Based on Multifunctional Skidding Loader. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*. 7(4):31-42.
- Yuniawati, Suhartana, S & Rahmat. 2014. Peningkatan produktivitas muat bongkar dan pengangkutan kayu *Acacia mangium* melalui teknik yang ramah lingkungan. Dalam Suwinarti, W., I.W. Kusuma, Erwin & Ismail (Editors). *Prosiding Seminar Nasional APEKI 16: Pemanfaatan Sumberdaya terbarukan untuk Kesejahteraan Manusia dan Kelestarian Lingkungan 6 Nopember 2013 di Balikpapan*. Bogor: Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. Hlm. 407-414.

Lampiran 1. Spesifikasi dan data alat pemanenan kayu

Kegiatan (Aspects)	Tebang (Felling)	Sarad (Skidding)	Muat (Loading)	Bongkar (Unloading)	Angkut (Hauling)	
					Kapal tarik (Tugboat)	Truk (Logging truck)
Merek (Brand)	Stihl	Hitachi	Ekskavator Kobelco	Ekskavator Komatsu	Mitsubishi	Mitsubishi
Tipe (Type)	MS-381	Zaxis 110	SK 200-8	PC 300	D16	6D16D
Daya (Power) (HP)	4,9	79	120	120	162	162
Harga alat (Price of one equipment), (Rp/unit)	6.000.000	750.000.000	1.200.000.000	1.200.000.000	1.200.000.000	1.200.000.000
Umur pakai alat (Working time of equipment), (jam/hour)	1.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Jam kerja alat (Working hours of equipment), (jam/tahun/ hour/year)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Asuransi (Insurance), (%/ tahun)/(%/year)	3	3	3	3	3	3
Bunga bank (Bank interest) (%/tahun)/(%/year)	12	12	12	12	12	12
Pajak (Taxes)(%/tahun),/(%/ year)	2	2	2	2	2	2
Harga bensin (Price of gasoline), (Rp/liter)/(Rp/litre)	6.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Jam kerja (Working hours), (jam/hari)/(Hour/day)	8	8	8	8	8	8
Upah operator+pembantu (Salary for operator+assistant), (Rp/hari)/ (Rp/day)	625.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000

Lampiran 2. Komponen biaya pemanenan kayu

Kegiatan (Aspects)	Tebang (Felling)	Appendix 2. Logging cost component Sarad (Skidding)	Muat (Loading)	Bongkar (Unloading)	Angkut (Hauling)	
					Kapal tarik (Tugboat)	Truk (Logging truck)
Komponen biaya (Cost component)	Jumlah (Mount), (Rp/jam) (Rp/hour)	Jumlah (Mount), (Rp/jam) (Rp/ hour)	Jumlah (Mount), (Rp/jam) (Rp/ hour)	Jumlah (Mount), (Rp/jam) (Rp/ hour)	Jumlah (Mount), (Rp/jam) (Rp/hour)	Jumlah (Mount), (Rp/jam) (Rp/ hour)
Biaya penyusutan (Depreciation expenses)	5.400	67.500	108.000	108.000	108.000	108.000
Biaya asuransi (Insurance expenses)	108	13.500	21.600	21.600	21.600	21.600
Biaya bunga (Interest expenses)	432	54.000	86.400	86.400	86.400	86.400
Biaya pajak (Tax expenses)	72	9.000	14.400	14.400	14.400	14.400
Biaya bahan bakar (Fuel expenses)	3.439,8	72.522	110.160	110.160	148.716	148.716
Biaya oli/pelumas (Oil expenses)	343,98	7.252,2	10.800	10.800	14.871,6	14.871,6
Biaya perbaikan/ pemeliharaan (Maintenance expenses)	5.400	67.500	108.000	108.000	108.000	108.000
Biaya upah (Wages expenses)	78.125	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000
Biaya mesin (Machine expenses)	93.320,78	416.274,2	584.360	584.360	626.987,6	626.987,6

Lampiran 3. Rata-rata produktivitas dan biaya pemanenan kayu

Kegiatan (Activity)	Volume kayu (m ³), Volume of wood (m ³)	Waktu (jam), Time (hour)	Jarak (sarad, m, Angkut, km), Distance (Skidding, m, Hauling, km)	Produktivitas (m ³ / jam), Productivity (m ³ /hour)	Biaya produksi (Rp/ m ³), Cost production (Rp/m ³)
Penebangan (Felling)	0,595	0,078	-	8,000	11.959,53
Penyaradan (Skidding)	9,510	1,643	200	5,899	71.915,951
Muat (Loading)	14,705	0,169	-	87,292	6.699,183
Bongkar (Unloading)	14,709	0,166	-	88,735	6.595,35
Pengangkutan dengan sampan & Pontoon (Hauling by sampan & pontoon)	31,992	0,276	7,17	116,379	5.398,69
Pengangkutan dengan truk (Hauling by truck)	23,424	0,213	1,00	111,602	5.730,80