

PRODUKTIVITAS DAN BIAYA REKAYASA MESIN PEMBUAT SERPIH KAYU YANG MUDAH DIPINDAH (*Productivity and Cost of Engineering Design of a Mobile Chipper*)

Wesman Endom

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610, Telp (0251) 8633378, Fax (0251) 8633413
e-mail: wesmanendom@yahoo.com

Diterima 26 Desember 2012, Disetujui 09 Oktober 2013

ABSTRACT

A prototype mobile chipper was built to convert small logs (diameter less than 20 cm). Testing runs were undergone in the village of Cipari, Sub District of South Sukaregara, Cianjur and Sub District of Sadang Purwakarta. Performance of the chipper much better than the-I type which could convert the waste into chips in average capacity of about 582 kg/hour. The owning and operation costs of wood chipper was about Rp 62,929/hour, with operation cost Rp 108/kg. The owning and cost operation using the type-1 prototype chipper was about Rp 249/kg. Cost analysis using rental cost Rp 125/kg, the NPV is achieved at about Rp 13.209.928 with IRR at about 30%.

Keywords: Utilization, logging waste, chipper, equipment, prototype, mobile

ABSTRAK

Sebuah alat pencacah kayu mudah pindah telah dibuat dengan tujuan untuk membuat serpih dari limbah tebangan berdiameter di bawah 20 cm. Pengujian prototipe alat dilakukan Kampung Cipari, BKPH Sukaregara Selatan, KPH Cianjur dan di BKPH Sadang Purwakarta. Kinerja alat pencacah prototipe yang baru mampu merubah seluruh limbah menjadi serpih dengan hasil rata-rata sebanyak 582 kg/jam. Biaya pemilikan dan operasi pembuatan serpih secara keseluruhan berjumlah Rp 62.929,-/jam, maka biaya untuk pembuatan serpih adalah Rp 108,-/kg. Pada prototipe pembuat serpih Tipe-1 biaya pemilikan dan operasi adalah sebesar Rp 247,-/kg, oleh karena itu prototipe pembuat serpih ke dua semakin lebih baik dan biaya pembuatan serpihnya lebih murah. Dengan biaya sewa alat sebesar Rp 125/kg diperoleh NPV sebesar Rp 13.209.928,- dengan IRR sebesar 30%.

Kata kunci : Pemanfaatan, limbah tebangan, alat pencacah kayu, prototipe alat, mudah pindah

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan kayu limbah pembalakan hingga saat ini masih belum optimal. Hasil kajian menunjukkan potensi limbah kayu pembalakan dan pada peremajaan kayu karet cukup besar dapat mencapai lebih dari 12,75 juta m³ per tahun (Puspitodjati, 2006 dan Sasmita, 2003). Belum optimalnya pemanfaatan potensi limbah tersebut disebabkan oleh harga kayu bundar kurang dari

satu meter relatif rendah dan kualitas kayu kurang baik yang dicirikan antara lain berupa pecah, bengkok, dan bermata buaya, sementara biaya pengeluarannya relatif tinggi (P3HH, 2007).

Dengan mengetahui potensi dan karakteristik limbah, upaya pemanfaatan sebenarnya dapat diarahkan sehingga bisa dihasilkan dalam berbagai produk setengah jadi seperti galar, papan, kaso maupun reng, sedangkan dari limbah yang sulit dibuat menjadi bahan setengah jadi dapat dipakai

sebagai bahan baku bagi industri papan tiruan dan arang atau dibuat menjadi bahan serpih.

Secara finansial, hanya sebagian limbah yang layak dimanfaatkan untuk industri. Limbah layak dimanfaatkan jika jarak pengangkutan limbah terbang ke industri di bawah 100 km, dan kisaran jarak angkut ini dipengaruhi oleh ada tidaknya pengolahan (awal) limbah di hutan (Puspitodjati dalam Endom 2012).

Upaya meningkatkan pemanfaatan limbah untuk di hutan rakyat, dapat dilakukan melalui kemitraan dengan industri pengolahan. Misal *wood pellet, pulp and paper*, arang, papan semen dan sebagainya, sedang harganya dapat disesuaikan dengan mutu bahan yang dihasilkan, seperti kebersihan, kemurnian, jenis kayu dan sebagainya. Dengan demikian kayu limbah menjadi lebih berharga dari pada sekedar menjadi kayu bakar.

Penelitian rekayasa alat pembuat serpih ini merupakan penelitian tahun kedua yang dimulai baru pada tahun 2011. Pada kegiatan penelitian tahun ini prototipe alat dilengkapi dengan komponen tambahan berupa unit pembersih kulit, pemotong kayu limbah dan gerinda pengasah pisau. Uji coba dilakukan di daerah Cipari Kabupaten Cianjur dan Sadang Kabupaten Purwakarta.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan prototipe rekayasa alat pembuat serpih yang praktis dan operasional dengan kemampuan kinerja lebih tinggi dibanding prototipe sebelumnya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

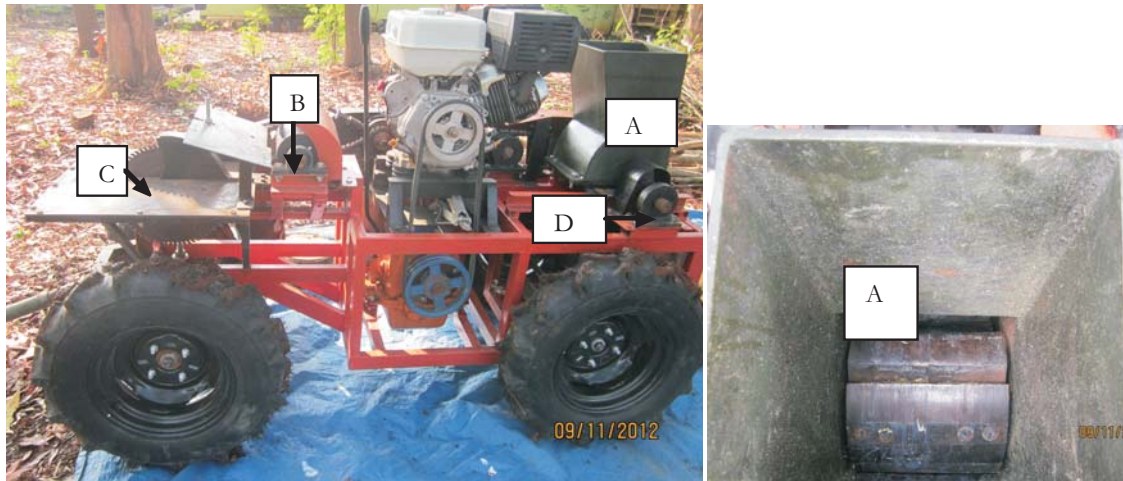
Penelitian dilakukan pada Bulan Oktober-Nopember 2012 di hutan rakyat Kampung Cipari, BKPH Sukanegara Selatan, Cianjur dan di Sadang, Purwakarta. Lokasi pertama berada sekitar ± 7 km dari jalan raya umum Sukanegara-Pagelaran, kemudian sekitar 600 m masuk ke kebun rakyat. Uji coba kedua dilakukan di Sadang dengan catatan jenis pohon terpilih juga dipakai sebagai bahan pengamatan pertumbuhan tunas yang diperlukan untuk pengamatan penyediaan kayu bakar. Jalan akses ke Kampung Cipari diperkeras dengan lebar jalan sekitar 3 m, namun jalan mengalami kerusakan berat sehingga bila turun hujan kendaraan roda 4 sulit untuk bisa masuk di sini.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan terdiri dari bensin untuk mesin berbahan bakar bensin 13 HP. Bahan lain yang digunakan yaitu oli, sarung tangan, tambang, dan *tally sheet*, sedangkan peralatan yang digunakan adalah mesin prototipe pembuat serpih Type 2, seperangkat kunci, kamera digital, *stop watch*, meteran timbangan duduk 150 kg. Spesifikasi prototipe alat yang dibangun disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi prototipe mesin pembuat serpih serbaguna
Table 1. Prototype spesification of a multipurpose chipper machine

Spesifikasi (<i>Spesification</i>)	Model pemasangan pisau (<i>model of chipper knife set-up</i>) Di depan (<i>At the edge</i>)
Mesin penggerak (<i>Power machine</i>)	Bensin 9 PK (<i>Gasoline, 9 HP</i>)
Pisau pemotong (<i>Knife cut</i>)	2 buah (<i>2 Pieces</i>)
Ukuran pisau (<i>Size of knife</i>)	200 x 80 x 16 mm
Jenis hasil pemotongan (<i>Kind of products</i>)	Variasi (3 macam) (<i>Variation 3 types</i>)
Kecepatan putar (<i>Rolling speed</i>)	810-1200 rpm
Ukuran hasil layak (<i>Size of feasible product</i>)	1 macam (1 type) Variasi (<i>Variation</i>)
Panjang chip (<i>Length of chips</i>)	Variasi (<i>Variation</i>)
Berat mesin (<i>Weight of machine</i>)	260 kg
Manuver	Roda empat (<i>4 wheel</i>)
Asesoris (<i>Accessories</i>)	Dilengkapi sistem pembuang kulit, pemotong panjang dan pengasah pisau (<i>Completed with burking device, cut of length and knife sharper</i>)
Konstruksi (<i>Construction body</i>)	Pipa kotak kosong (<i>Empty box pipe</i>)
Ukuran unit mesin (<i>Size of machine unit</i>)	1500 x 900x1000 mm



Gambar 1. Konstruksi pembuat serpih tipe-2 dengan kelengkapan pisau pembuat serpih (A), alat pengupas kulit (B), alat pemotong panjang kayu (C) dan pengasah pisau (D)
Figure 1. Chipper construction type-2 completed with chipper knife (A), barking tool (B), cutter knife (C) and sharpener (D)

C. Prosedur Kerja

1. Pembuatan prototipe mesin

Prototipe mesin pembuat serpih yang dibangun memiliki fungsi utama pembuat serpih kayu, fungsi lainnya yakni satu unit alat pembersih kulit, fungsi pemotong kayu dan fungsi pengasah pisau jika pisau tumpul. Pembangunan dan pembuatan prototipe dibuat sendiri di Laboratorium Bengkel Keteknikan Hutan Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (Pustekolah), Bogor.

Untuk menjalankan putaran, pembuatan serpih dan pengasah pisau dipisahkan dari kesatuan unit fungsi pembuang kulit dan pemotong dengan menggunakan media gigi eksentrik. Putaran itu sendiri bersumber dari mesin bensin bertenaga 13 HP. Mesin ini dihidupkan dengan cara menarik tali yang terhubung dengan sistem pembakaran dan mesin hidup bila putarannya berjalan dengan kecepatan tinggi.

Prototipe ini juga dilengkapi dengan 4 buah roda traktor yang berukuran sama dengan rangka besi kotak berukuran 6 cm x 10 cm. Panjang ukuran prototipe adalah 1,5 m dengan lebar sekitar 90 cm.

2. Dudukan mesin penggerak

Pada saat ini dudukan mesin sudah dibuat sedemikian rupa berdasarkan pengalaman pada uji coba prototipe pertama. Dengan cara dipasang pada sebuah alas yang alasnya dapat dinaik-

turunkan, kini dudukan mesin dengan mudah dapat diangkat menggunakan sistem dongkrak mekanik untuk pengangkat bodi mobil. Dengan demikian sewaktu akan menghidupkan mesin tidak lagi harus membuka atau melonggarkan baut. Kini cara menghidupkan mesin yang dilakukan dapat dilakukan lebih mudah.

3. Konstruksi unit pisau pembuat serpih

Konstruksi unit pisau pembuat serpih yang dipasang pada ujung piringan telah menunjukkan keberhasilan kinerjanya dengan baik. Oleh karena itu model ini tetap dipertahankan dengan memperbesar ukuran pisau menjadi 20 cm. Dalam perjalanannya diketahui bahwa *box* tempat pemrosesan limbah menjadi serpih kurang baik dan upaya perbaikan langsung di lapangan telah dilakukan. Namun dari pengalaman itu *box* tadi masih kurang miring ke depan agar tahanan hantaman pisau lebih kuat saat mulai jalan. Oleh karena itu, kini diperbaiki lagi konstruksinya sesuai dengan pengalaman tersebut.

4. Alat pembersih kulit

Memperhatikan bahwa hasil serpih akan lebih baik bila tak tercampur dengan kulit maka pada prototipe ini dicoba dibangun alat pembersih kulit. Alat ini cukup sederhana berupa pipa ukuran diameter sekitar 10 cm panjang 25 cm kemudian di atas permukaan pipa dipasang behel yang diruncingkan dan dipipihkan lalu dimasukkan pada lubang pada pipa tersebut untuk kemudian di las.

5. Alat pemotong kayu

Alat ini berupa gergaji bulat berdiameter 25 cm dipasang di depan unit pembersih kulit yang berada pada bagian prototipe. Alat ini untuk dipergunakan untuk memotong limbah yang terlalu panjang.

6. Alat pengasah pisau

Alat ini disiapkan bila sewaktu-waktu pisau pembuat serpih perlu diasah sehingga tajam lagi saat dipakai pada proses pembuatan serpih.

D. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan di lapangan meliputi jenis dan ukuran kayu (diameter dan panjang), waktu pengulitan, pemotongan dan pemrosesan menjadi serpih dicatat dalam detik. Selain itu diamati kelemahan alat serta dampaknya bagi pengelolaan hutan khususnya kesinambungan hutan.

E. Pengolahan Data

1. Menghitung produktivitas kerja pembuatan-pembuat serpih dengan rumus,

$$PK = \frac{V}{W} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

- PK = Produktivitas kerja (m³/menit)
- V = Volume muat kayu (m³)
- W = Waktu kerja efektif (menit) ;

2. Menghitung volume kayu dengan rumus,

$$V = 0,25 \times 3,14 \left(\frac{Dp + Du}{2} \right)^2 \times L \dots\dots\dots (2)$$

Di mana:

- V = Volume kayu (m³)
- Dp = Diameter pangkal (cm)
- Du = Diameter ujung (cm)
- L = Panjang (m)

3. Pembiayaan

Biaya pengolahan limbah kayu (BE) = Biaya tetap + Biaya tidak tetap + Biaya persiapan (Sastrodimedjo, 1965), FAO (1974) dan Nugroho (2002).

a. Biaya tetap terdiri atas biaya penghapusan alat dan bunga serta biaya perawatan. Biaya ini termasuk pajak dan asuransi. Untuk biaya perawatan dihitung sebesar 10% dari harga alat.

b. Biaya tidak tetap terdiri atas biaya penggunaan bahan bakar (solar, bensin), oli, gemuk dan upah pekerja termasuk operator.

c. Biaya persiapan yakni operator untuk menurunkan dan membawa alat dari truk ke lapangan, termasuk dengan saat bongkar.

F. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengacu pada Endom (2013) dan data diolah untuk mengetahui nilai rata-rata, simpangan baku dan simpangan nilai tengah serta koefisien variasi (Sudrajat 1985). Untuk mengetahui titik impas (BEP) dihitung dari jumlah biaya (biaya investasi dan biaya produksi dibagi dengan harga jual serpih. Dalam analisis itu harga sewa alat dihitung sebesar Rp 360.000 per ton (Roliadi dan Pasaribu, 2005, dan ditambah dengan inflasi sejak 2006 hingga kini sebesar 10% per tahun).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kinerja Mesin

Dari uji coba yang telah dilakukan diperoleh hasil seperti pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat ada dua perlakuan yang dicoba yakni dengan melakukan pengupasan kulit dan tanpa pengupasan kulit. Perlakuan tanpa pengupasan dilakukan pada kayu yang kulitnya tipis seperti kayu sengon dan percabangan jenis kayu lainnya yang berdiameter 5 cm seperti mangium. Untuk limbah berdiameter > 6 cm pada kayu mangium dicoba dikupas dulu sebelum diolah menjadi serpih.

Dengan melakukan pengupasan terlebih dahulu berarti ada penambahan waktu olah, kinerjanya dapat dicapai antara 147 - 800 kg/jam, sedang tanpa pengupasan kinerjanya berkisar antara 339 - 1200 kg/jam. Pencapaian lebih besar dapat dicapai pada kategori jenis kayu lunak dan masih segar seperti sengon, yang dapat mencapai 1200 kg/jam. Secara keseluruhan rata-rata kinerja alat ini sebesar 582 kg/jam.

Dibanding dengan kinerja dari prototipe sebelumnya yang dapat mencapai 380,8 kg/jam, maka berarti dengan prototipe yang baru memberikan peningkatan 152% lebih banyak, artinya secara nyata perbaikan konstruksi lebih berhasil dibanding dengan hasil sebelumnya (Tabel 3).

Tabel 2. Proporsi bahan limbah dan produktivitas serpih
Table 2. Proportion of waste material and chips produced

No	Berat asal (Initial weight) (kg)	Diameter (cm)	Pajang (Length) (m)	Waktu (Time) (menit/Minute)		Jumlah (Total) (menit)	Rendemen		Produktivitas (Productivity) (kg/jam)
				Kupas (Barking)	Olah (chipping process)		(kg)	(%)	
Rata-rata/ (Mean)	8,98	9,03	76,57	0,77	0,86	2,40	8,72	90,77	581,82
Kisaran (Ranged)	3-22	6-14	2-183	0,30-1,11	0,24-2,25	0,25-16,5	2,5-16,5	43-100	147-1200
Sd	5,52	2,50	71,62	0,42	0,65	3,74	5,35	12,62	277,26
Sx	0,71	0,48	2,55	0,19	0,24	0,58	0,70	1,07	5,02
CV (%)	61,51	27,68	93,54	54,10	75,51	156,00	61,32	13,91	47,65

Keterangan (Remarks) : Jumlah contoh 22 buah (number of samples is 22)
 Sd = Simpangan baku (Standard deviation)
 Sx =Simpangan baku nilai tengah (Standard error of the mean)
 CV = Koefisien variasi (Coefficient of variation)

Tabel 3. Kinerja prototipe-1 pembuat serpih dengan model pisau di depan piringan
Table 3. The performance of prototype chipper-1 with knife at edge plate

No	Berat ikatan (Weight) (Kg)	Hasil serpih (Chips produced) (Kg)	Waktu olah (Time processing) (Menit) (Minute)	Kecepatan olah (Speed of processing)		Rendemen (%)
				(Kg/menit)/ (Kg/minute)	(Kg/jam) (Kg/ hour)	
1	51,5	46,5	7,05	7,3	438,3	90
2	55,5	51,5	10,3	5,39	323,3	93
Jumlah (Total)	107	98	17,35	12,69	761,6	183
Rata-rata (Average)	53,5	49	8,675	6,345	380,8	91,5



Gambar 2. Produk hasil perserpihan dari pembuat serpih tipe-2
Figure 2. Product of chips by chipper type-2



Gambar 3. Macam bentuk dan ukuran chips hasil pengolahan pembuat serpih
Figure 3. Size and types of chips produced by chipper

Sumber (Source) : website, 2011)

Di sisi lain, dengan model pisau di depan piringan kini sudah tak ada lagi sisa kayu limbah sebagaimana pada prototipe pembuat serpih tipe-1 model pisau-1. Kini semua bahan yang masuk di dalam proses pengolahan dapat menjadi chip kecuali kulit dan serbuk. Gambaran hasil penserpihan yang diperoleh disajikan pada Gambar 2 sebagai perbandingan bentuk serpih kayu di *website* www.jsgmic.com (2011) disajikan seperti pada Gambar 3.

Memperhatikan Gambar 2 tampaknya untuk serpih besar tidak begitu berbeda dengan serpih pada Gambar 3, kecuali untuk bentuk serutan panjang kecil, sementara untuk hasil dalam bentuk serbuk dapat dikatakan sama. Kendati demikian semua bahan yang masuk dalam pengolahan seluruhnya dapat diolah. Setelah *box* diganti sesuai dengan perbaikan yang baru diperoleh hasil disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pembuatan serpih pada *box* yang dibuat agak miring ke dalam
Table 4. Chips produced using new box incline inside

No	Berat asal (Initial weight) (kg)	Diameter (cm)	Pajang (Length) (m)	Waktu (Time) (Menit/Minute)		Jumlah (Total) (menit) (Min.)	Rendemen		Produktivitas (Productivity) (kg/jam) (kg/ hour)
				Kupas (Barking)	Olah (chipping process)		(kg)	(%)	
Rata-rata/ (Mean)	12,71	8,21	159,57	-	71,07	71,07	11,83	92,07	602,43
Kisaran (Ranged)	1-42	3-17	87-240	-	39-145	39-145	0,9-38,8	90-96	164-1029
Sd	11,84	4,39	38,34	-	52,47	52,47	11,03	1,86	299,88
Sx	1,04	0,63	1,87	-	2,18	2,18	1,00	0,41	5,22
CV (%)	93,13	53,48	24,03	-	73,82	73,82	93,28	2,02	49,78

Keterangan (Remarks): Jumlah contoh 22 buah (Number of samples is 22)
 Sd = Simpangan baku (Standard deviation)
 Sx = Simpangan baku nilai tengah (Standard error of the mean)
 CV = Koefisien variasi (Coefficient of variation)

Hasil perolehan serpih dengan mengubah posisi *box* ternyata tidak memberikan hasil yang berbeda nyata. Sebelum *box* dirubah hasil yang diperoleh adalah sebesar 582 kg sedangkan setelah ada perubahan hanya sebesar 585 kg serpih. Ini berarti terjadi perubahan namun jumlahnya sedikit sehingga tidak banyak membantu pada perubahan kinerja. Perubahan yang besar diduga terjadi bila ada pada perubahan kecepatan.

Jika dihitung dengan menggunakan nilai konversi yang umum berlaku dimana 1 stapel meter (sm) kayu limbah setara dengan 0,5 m³ kayu solid yang beratnya kurang lebih 400 kg, maka berarti 582 kg serpih adalah berasal dari 582/400 x 1 sm = 1,455 sm. Memperhatikan hasil akhir ini maka dapat dikatakan kinerja alat semakin lebih baik dan keberadaannya dapat dipakai pada pemanfaatan limbah langsung yang ada di petak tebangan karena tidak memerlukan angkutan material

C. Analisis Biaya

Perhitungan biaya dilakukan dengan pendekatan asumsi bahwa harga alat unit prototipe pembuat serpih yang dilengkapi sistem pemotong, pembersih kulit dan pengasah pisau dihargai sebesar Rp 41.750.000. Dari perhitungan pembiayaan di atas maka besaran harga per jamnya disajikan pada Tabel 5. Lebih murah nya harga alat dibanding prototipe sebelumnya adalah karena pada prototipe-2 tidak ada komponen drum untuk pengeluaran limbah sistem kabel layang dan kelengkapan peralatan lainnya (kabel, katrol dan tirror dan sebagainya) sehingga menyebabkan biaya pada prototipe-1 lebih mahal.

Dengan demikian biaya pemilikan dan operasi penserpihan kayu secara keseluruhan berjumlah Rp 62.929/jam. Bila biaya ini dikaitkan dengan kinerja yang saat ini sudah ada maka produktivitasnya adalah Rp 62.929/jam : 582 kg/jam = Rp 108/kg. Pada prototipe pembuat

serpih Tipe-1 biaya pemilikan dan operasi Rp 93.938/jam : 380,8 kg/jam = Rp 247/kg. Dengan demikian terlihat bahwa prototipe pembuat serpih Tipe-2 semakin lebih murah. Apalagi bila kinerja itu bisa rata-rata mencapai 800 kg/jam, atau bahkan lebih, maka biaya pembuatan serpih per jam akan menjadi lebih murah lagi.

Selanjutnya apabila alat ini dikerjasamakan atau disewa dengan catatan kinerjanya tetap rata-rata 582 kg/jam dan biaya sewa dalam pembuatan chip sebesar Rp 115/kg, ternyata nilai masih belum dapat mencapai BEP. BEP dapat tercapai pada nilai sewa sebesar Rp 115,6/kg. Pada biaya sewa sebesar Rp 122,5 nilai NPV positif sebesar Rp 5.067.509 dengan nilai IRR 23% dan semakin layak pada harga sewa lebih tinggi dari Rp 125/kg dengan perhitungan suku bunga bank sebesar 18%. Hasil lengkap NPV dan IRR dari alat bila

dikukan penyewaan sebagai berikut.

Pada analisis pembiayaan prototipe pembuat serpih tipe-1 tahun lalu, dibanding dengan pisau serupa pada prototipe pembuat serpih tipe-2, hasil yang diperoleh dari analisis finansial disajikan pada Tabel 7. Dari Tabel 7 terlihat bahwa dengan biaya sewa sebesar Rp 280/kg pada pembuat serpih Tipe-1 kelayakan usaha baru dapat dicapai cukup memadai. Namun bila dibanding dengan alat pembuat serpih tipe-2 yang dapat dikerjasamakan dengan biaya Rp 125/kg sudah cukup memadai. Ini artinya alat pembuat serpih tipe-2 semakin baik dan produktif. Masih cukup wajarnya usaha juga ditunjukkan oleh penggunaan bahan bakar mesin baik bahan bakar bensin untuk mesin 13 HP yang pemakaian bahan bakarnya kurang dari 1 liter per jam.

Tabel 5. Biaya pemilikan dan operasi prototipe pembuat serpih Tipe-2
Table 5. Owing and operation cost of prototype chipper Type -2

Uraian (<i>Description</i>)	Jenis biaya (<i>Cost aspects</i>)	Rp/jam (<i>Rp/ hour</i>)
Biaya tetap (<i>Fixed cost</i>)	Biaya penyusutan (<i>Depreciation cost</i>)	37.575
	Bunga modal (<i>Interest rate cost</i>)	4.509
	Biaya pajak (<i>Tax cost</i>)	501
	Biaya asuransi (<i>Insurance cost</i>)	752
	Jumlah (<i>Total</i>) A	43.337
Biaya variabel (<i>Variabel cost</i>) (<i>Variable cost</i>)	Operator mesin (<i>Machine operator</i>)	5.833
	Upah tenaga kerja pembantu (<i>Labor</i>)	4.375
	Biaya bahan bakar (<i>Fuel cost</i>)	5.000
	Oli dan pelumas (<i>Grease and oil</i>)	209
	Biaya perawatan (<i>Maintenance cost</i>)	4.175
	Jumlah (<i>Total</i>) B	19.592
Jumlah (<i>Total</i>)		62.929

Keterangan (*Remark*): Bila ada penggunaan sistem kabel layang, biaya operasi penserpihan ditambah dengan biaya persiapan dan bongkar sebesar Rp 7.500 per jam (*If there is logging extraction by sky-line so cost of operation should be add by preparation cost of about Rp 7.500/ hour*)

Tabel 6. Analisis finansial pemanfaatan prototipe pembuat serpih tipe-2.
Table 6. Financial analysis the usage of chipper type -2

No	Biaya sewa (<i>Rental fee</i>) (Rp/kg)	Kinerja (<i>Performance</i>) (kg/jam)	NPV	IRR (%)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
1	120	582	-3.074.910	15%	Tidak layak (<i>Not feasible</i>)
2	122,5	582	5.067.509	23%	Cukup Layak (<i>Light feasible</i>)
3	125	582	13.209.928	30%	Layak (<i>Feasible</i>)
4	115,6	582	17.405.567	0%	BEP

C. Pembahasan

Prototipe mesin pembuat serpih tipe -2 yang telah dicoba menunjukkan kinerja lebih baik dibanding pembuat serpih tipe-1. Mesin pembuat serpih tipe-2 juga sedang dicoba pada *box* pengolahnya yang dibuat lebih sedikit miring ke arah dalam. Namun hasilnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, kecuali adanya sedikit kemudahan dalam menangani bahan saat pemrosesan serpih menjadi semakin mudah.

Bila dilihat dengan hasil serpih sebelumnya, serpih yang dihasilkan dapat berupa serpih ukuran kecil, ukuran sedang dan sebagian dalam bentuk serbuk. Dengan ukuran serpih yang sudah dicapai ini berarti produk serpih dapat diolah menjadi bahan pulp sesuai harapan. Yang diperlukan lebih lanjut adalah bagaimana secara teknis hasil penserpihan ini bisa lebih seragam agar dapat

lebih sesuai dengan syarat pembuatan *pulp and paper* pada industri kertas. Ukuran serpih yang diminta adalah berukuran 300 x 200 x 0,2-0,4 mm. Selain itu juga diperoleh model konstruksi prototipe yang lebih kuat, lebih menarik dan lebih terapan.

Di sisi lain, sesuai dengan perkembangan maka agar penggunaannya bisa lebih luas sesuai dengan kebutuhan yang ada saat ini yaitu agar limbah apapun ukuran dan bentuknya dapat diolah menjadi bahan serbuk kayu. Untuk itu maka pisau yang digunakan dapat diganti dengan pisau sesuai dengan kebutuhan dimaksud. Dengan demikian manfaat prototipe mesin pembuat serpih bisa lebih luas.

Model prototipe yang dikembangkan pada dasarnya tidak jauh berbeda dengan pembuat serpih berukuran besar dan canggih sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Salah satu mesin pembuat serpih dengan gambaran kelengkapan bagian dalamnya
Figure 4. One type of chipper machine with complementary device inside)

Sumber (Source): www.jsgmic.com (2011)

Gambar 4 memperlihatkan konstruksi bagian dalam pembuat serpih besar, canggih dengan posisi pisau pembuat serpih serta cara masuk pasokan kayunya yang datang memanjang dari arah depan pisau. Karena pemasukan bahan kayunya memanjang seperti tampak pada gambar tersebut, maka diyakini serpih yang dihasilkan akan terpotong melintang. Artinya serpih yang dihasilkan lebih memanjang ke arah melintang dan bukan ke arah serat kayu. Dengan demikian serat yang terbentuk sebagai bahan pulp dan kertas pendek-pendek. Kendati demikian alat ini dalam *website* (2012) tersebut sebagai salah satu dari pembuat serpih yang baik dengan produktivitas tinggi.

Memperhatikan realita dari Gambar 4 di atas maka *chipping* dari prototipe alat yang telah dibangun baik tipe-1 maupun tipe-2 sudah tergolong sesuai harapan karena potongan serpih yang dihasilkan lebih ke arah panjang serat agar pulp dan kertas yang dihasilkan berasal dari serat yang cukup panjang.

Website (2011) menyebutkan bahwa sebuah alat serpih kayu rumahan yang baik selayaknya memiliki mesin bertenaga minimal 5 HP sehingga dapat memproses cabang hingga diameter 3 cm ke atas. Untuk itu perlu adanya pengecekan agar mesin yang akan digunakan harus kuat dan stabil. Makin besar mesin, maka lebih besar pula kapasitas penanganan dapat dilakukan dan hasil

lebih baik. Bila diinginkan banyak daun dan ranting dapat diolah maka perlu dipertimbangkan agar dipilih mesin yang banyak memiliki “palu penyobek”. Dalam pengadaan mesin pembuat serpih bila mungkin pilihlah sebuah pembuat serpih yang memiliki sebuah pemegang (*clutch*) namun biasanya harganya lebih mahal. Dengan adanya media pemegang bahan serpih pada mesin, proses pengolahan tak hanya menekan ke bawah (*gear down*) lebih kuat, tetapi juga penserpihan menjadi lebih baik ketika beroperasi. Pembuat serpih dan *shredders* bersama alat pemegang cenderung mengolah serpih lebih halus dari pada yang tidak ada pemegangnya, dan bekerja lebih cepat ketika dimulai. *Box* pembuat serpih kayu lebih sederhana dengan sistem *pneumatic* atau roda *semi-peumatic* dan membuat lebih halus saat membawa dan memproses bahan serpih. Beberapa pembuat serpih bisa sangat berisik karena itu, hati-hati dan lakukan pengecekan agar tidak membeli mesin pembuat serpih yang mahal dan jelek.

Di sisi lain hal penting yang perlu diperhatikan adalah masalah mengenai keamanan saat mencari dan memanfaatkan mesin pembuat serpih. Ada cerita yang tak dapat dihitungkan bahwa ada banyak dari orang-orang yang kehilangan jari, tangan, dan bahkan beberapa meninggal akibat kecelakaan. Karena itu senantiasa gunakan sarung tangan, penutup telinga, pelindung mata, dan jaket atau baju tebal untuk membantu mencegah hal-hal yang tidak dikehendaki atau kecelakaan selama melakukan operasi pembuatan serpih.

Beberapa merek pembuat serpih rumahan terkenal adalah Troy Bilt, Echo Bearcat, Craftsman, MTD dan Patriot. Informasi ini dapat diperoleh dalam tiga forum pelayanan publik, forum *landscaping* pada *popular mechanics.com*, dan online seperti Amazon.com untuk memberikan "*best of the best*". Dilaporkan bahwa pembuat serpih rumahan dari merk Troy-Bilt CS499 bertenaga 10 HP yang dapat dipakai untuk mengolah limbah berukuran diameter hingga kapasitas 7,5 cm. Alat ini dapat dipakai pada halaman sempit dan dapat memproses cabang dan ranting. Dengan demikian pekerjaan besar untuk membersihkan semak belukar yang setiap tahun harus dilakukan dan bukan pekerjaan mudah dapat diantisipasi dengan penggunaan pembuat serpih berkualitas dengan harga murah.

Di sisi lain dengan masih terus berlanjutnya fenomena kebakaran lahan dan hutan terutama di Sumatera dan Kalimantan, yang selama ini sangat mengganggu kehidupan (sesak nafas) dan mengganggu lalu lintas darat, laut maupun udara, maka sebaiknya limbah semak belukar maupun kayu pada proses pembersihan lahan dapat dimanfaatkan menjadi bahan pembuatan serpih untuk pembuatan pulp dan kertas. Dengan demikian selain udara tetap bersih juga dapat menambah nilai ekonomi dari limbah-limbah tersebut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Prototipe mesin pembuat serpih tipe-2 serbaguna yang dilengkapi pemotong kulit dan pemotong kayu telah dicoba dengan hasil menunjukkan kinerja cukup baik dan lebih baik dari pada tipe-1.
2. Produktivitas kerja mesin pembuat serpih tipe-2 mencapai 582 kg/jam atau lebih tinggi dari pembuat serpih tipe -1 yang menghasilkan serpih sebesar 380,8 kg/jam.
3. Biaya pemilikan dan operasi pengeluaran kayu secara keseluruhan berjumlah Rp 62.929.000,-/jam. Dengan kinerja sebesar 582 kg/jam maka biaya pembuatan serpih adalah Rp 108,-/kg.
4. Pembuatan serpih dengan biaya sewa alat sebesar Rp 115/kg, ternyata nilai masih belum dapat mencapai BEP. BEP tercapai pada nilai sewa sebesar Rp 115,6,-/kg. Dengan biaya sewa Rp 125,-/kg, nilai NPV sebesar Rp 13.209.928,- dengan IRR 30%.
5. Memperhatikan hasil di mana limbah tebangan dapat diproses menjadi bahan serpih di tempat dengan produksi cukup tinggi, maka sosialisasi ke arah pemanfaatan limbah menjadi bahan serpih dapat dilakukan dan diperkenalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Endom, W. 2013. Produktivitas dan biaya alat hasil Rekayasa dalam pengeluaran kayu Jati di daerah curam. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 31(1) 12:16. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Hutan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.

- FAO. 1974. Logging and log transport in tropical high forest. FAO Forestry Development Paper. No. 18. Rome.
- P3HH. 2007. Konsep. Pemanfaatan limbah tebangan. Naskah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor. Tidak diterbitkan.
- Roliadi, Hans dan R.Pasaribu. 2005. Uji coba mesin serpih mudah dipindahkan untuk produksi serpih dari limbah industri penggergajian kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 23 (23) : 219-227. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Sasmita, R.L. 2003. Limbah pemanenan hutan alam di Indonesia. Skripsi Sarjana Kehutanan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak dipublikasi.
- Nugroho, B. 2002. Analisis biaya proyek kehutanan. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Puspitodjati, T. 2006. Kajian teknis dan finansial pemanfaatan limbah kayu. Draft.
- Sastrodimedjo S. 1965. Perhitungan biaya pemakaian alat-alat setiap satuan. Naskah. Lembaga Penelitian Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Sudrajat. M. 1985. Statistika Non-parametrik. Armico. Bandung
- Suparto, R.S. 1980. *Whole tree logging* menekan limbah. Prosiding Seminar Eksploitasi Hutan dengan tema Usaha Mengurangi Limbah Eksploitasi Hutan di Luar Jawa. Cisarua, 8 Juli 1980. Pusat penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- www.jsgmic.com (2011). Drum chipper. [Http://www.jsgmic.com/en_index.html?glicd=CjyKkoGz9KCFUoa6wodlhxSw](http://www.jsgmic.com/en_index.html?glicd=CjyKkoGz9KCFUoa6wodlhxSw). Diakses pada tanggal 9 Desember 2011.

Lampiran : Gambar kegiatan uji coba pembuat serpih tipe 2.

Appendix : Figure of chipper type-2 test at the field



Keterangan (Remarks)

1. Pembuat serpih type -2 sedang dibawa ke lokasi uji coba
(*Chipper type -2 was beeing brought to test site area*)
2. Salah satu pohon yang ditebang sebagai bagian dari contoh uji coba
(*One of tree that had been cut as an example for test*)
3. Penimbangan ranting yang akan dijadikan bahan pembuatan serpih
(*Weighting of twigs that would be done experiment of chipping*)
4. Pembuangan kulit kayu (*Burking out of the sample*)
5. Pembuangan kulit kayu (*Burking out of the sample*)
6. Uji coba pembuatan serpih dari cabang panjang (*Chipping from long branch*)