

**PRODUKTIVITAS DAN BIAYA ALAT HASIL REKAYASA DALAM  
PENGELUARAN KAYU JATI DI DAERAH CURAM**  
*(Productivity and Operating Cost of Ingeniously Engineer Tool for  
Extracting Teak Log at Steep Terrain)*

Wesman Endom<sup>1)</sup>

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

Diterima 20 Maret 2012, disetujui 12 Februari 2013

**ABSTRACT**

*This study deals with the trial on teak wood-log extraction on a steep terrain using skyline system. This system used a small capacity yarder machine (5.5 PK) of generation II's Expo prototype. The wood log was pulled from a tree-felling plot all the way about 50-m distance to the hill slope. As such, the yarder afforded the productivity in average  $0.6263 \text{ m}^3/\text{hour}$ , implying that it was still below the targeted range ( $2.5\text{-}5 \text{ m}^3/\text{hour}$ ). The investment cost reached Rp 72,000,000 or correspond to Rp 102,986/hour or Rp 156,351/ $\text{m}^3$ . Financial analysis using the actual performance of such tool at the rents price similar to the log-extracting cost brought out negative NPV and IRR values. Such values could have been positive had the rents price been greater, equal to Rp 185,000/ $\text{m}^3$ .*

*Keywords: Skyline, yarder, small capacity machine, teak log extraction, effective*

**ABSTRAK**

Pada studi ini dikaji pengeluaran kayu balak pada medan sulit dengan sistem kabel layang menggunakan mesin kecil yarder prototipe alat Expo generasi-II yang bertenaga 5,5 PK. Kayu balak ditarik dari petak tebang ke pinggir jalan angkutan yang berada di atas lereng pada jarak sejauh 50 m.

Produktivitas yarder baru tercapai rata-rata  $0,6363 \text{ m}^3/\text{jam}$  berarti masih di bawah target kisaran  $2,5\text{-}5 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Biaya investasi Rp 72.000.000 atau sebesar Rp 102.986/jam atau Rp 156.351/ $\text{m}^3$ . Analisis finansial menggunakan data aktual kinerja alat dan pada harga sewa alat sama dengan biaya pengeluaran kayu diperoleh nilai NPV dan IRR negatif. NPV dan IRR positif saat harga sewa lebih besar yaitu Rp 185.000/ $\text{m}^3$ .

Kata kunci : Kabel layang, yarder, mesin kecil, pengeluaran kayu, efektif

**I. PENDAHULUAN**

Pengumpulan kayu balak dengan cara manual dapat dilakukan secara perorangan, 2 orang, 4 orang dan seterusnya, tergantung berat dan ukuran kayu. Namun, cara pikul ini bukan sesuatu

yang mudah karena untuk kayu balak berukuran panjang hanya 1,2 m dan diameter 20 cm, ternyata banyak para pekerja tidak mampu melakukan pemikulan.

Safitri (2000) menyebutkan bahwa rata-rata ukuran kayu bulat yang dipikul pada cara

penyaradan manual relatif kecil yakni berdiameter pangkal 21 cm dan diameter ujung 19,91 cm dan panjang batang 1,5 m, sedangkan jarak sarad pikul rata-rata 32 m dan jarak sarad maksimum adalah 48 m. Terbatasnya volume kayu pikul disebabkan oleh kekuatan fisik pemikul dan keadaan lapangan yang tidak landai. Misal pada jenis kayu rasamala maupun jati yang tumbuh pada kondisi lapangan yang tidak datar, jalan untuk pemikulan naik turun serta terkadang harus menyebrangi parit/selokan dan jaraknya cukup jauh (Anonim, 2011).

Dua kendala umum yang menjadi hambatan dalam pengeluaran kayu balak baik jati maupun non jati dari areal tebangan adalah keadaan topografi berat dan akses yang rendah. Terkait itu sekalipun tersedia alat modern semisal traktor D7, D8 atau TTY 70, tidak menjadi otomatis praktis, efektif dan efisien untuk digunakan dalam pengeluaran kayu balak. Oleh sebab itu kesulitan ini menyebabkan pengeluaran kayu menjadi mahal.

Untuk mengantisipasi permasalahan itu, telah dilakukan uji coba penggunaan kombinasi seperangkat alat yakni 1) penyaradan kayu balak dengan alat *winch* manual, 2) mengangkat kayu hasil penyaradan ke kereta gantung pada sistem kabel layang juga dengan alat *winch* manual, dan 3) penarikan kayu yang tergantung pada kereta gantung (*carriage*) ke arah atas lereng sampai ke tempat penyimpanan di pinggir jalan angkut yang ditarik dengan mesin berukuran kecil (*yarder*).

Dalam dunia usaha kehutanan modern, kegiatan membolak-balik, mengangkat dan atau memindahkan kayu balak, banyak digunakan alat sejenis *crane*, sedang untuk mengeluarkan kayu balak pada jarak jauh digunakan teknologi kabel layang (Anonim, 1988). Dalam pengeluaran kayu balak itu penggunaan sistem kabel layang dapat dilakukan dengan cara ditarik ke arah atas bukit, atau sebaliknya ke arah bawah lereng menggunakan gaya berat *Gravity Skyline System* (GSS) dengan ataupun tanpa mesin (Anonim, 1988). Namun demikian, permasalahan pokok dari penggunaan sistem kabel layang ialah bagaimana agar kayu balak yang sudah dipotong-potong di petak tebang dapat dikumpulkan ke dekat jalur kabel agar kayu tersebut menjadi lebih mudah untuk diangkut lebih lanjut.

Dalam kaitan itu keberadaan alat bantu untuk mempermudah pengumpulan kayu hasil tebangan dengan mutu yang baik menjadi penting, terutama

pada wilayah yang berlereng curam sebagaimana banyak terdapat di Jawa Barat. Sebagai antisipasi kesulitan itu maka dilakukan penelitian rekayasa prototipe alat bantu berukuran kecil untuk membantu pengeluaran kayu di daerah curam sehingga untuk membawa peralatan di lapangan dapat dilakukan tanpa harus banyak menemui kesulitan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja seperangkat prototipe peralatan termasuk *yarder* mini Expo Generasi II dalam hal produktivitas dan biayanya serta mekanisme alat pada kemiringan lapangan curam dengan mesin kecil (5,5 PK).

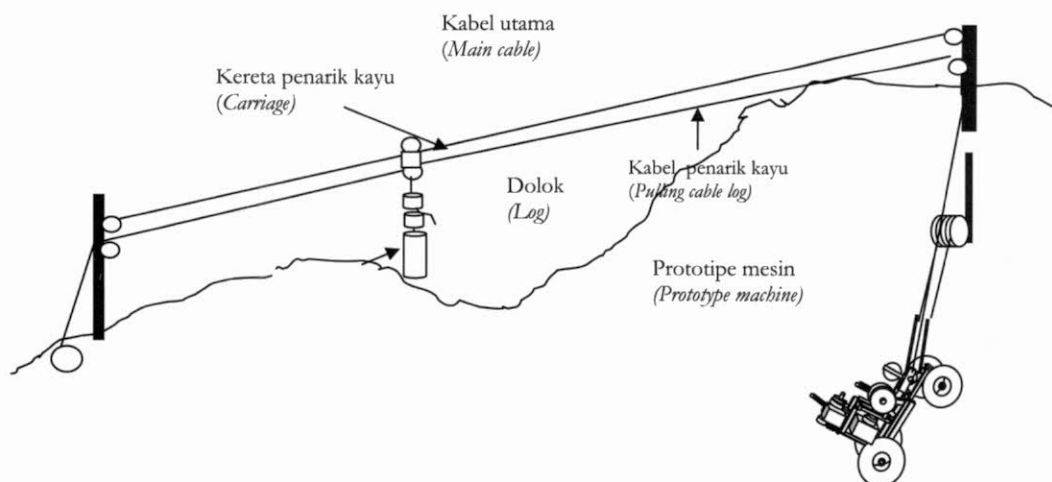
## II. METODOLOGI

### A. Lokasi dan Kondisi Lapangan

Lokasi uji coba dilakukan di areal penebangan jati di petak 24 C Kampung Cibenteng, RPH Cikalong, BKPH Cikalong Barat, KPH Cianjur, Jawa Barat. Kondisi lapangan tergolong curam dengan panjang bentangan kabel yang diperlukan hampir mencapai 400 m, sedangkan jarak efektif pengumpulan kayu ke jalur kabel dengan alat *winch* secara manual sekitar 50 m. Profil keadaan lokasi uji coba dapat dilihat secara visual seperti pada skema berikut.

### B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan dolok jati yang telah berumur sekitar 40 tahun yang dipanen dengan cara tebang habis. Alat yang digunakan terdiri dari 3 macam yakni 1) alat untuk menyarad kayu sejauh maksimum 50 m secara manual yang ditarik dan dikumpulkan ke dekat jalur kabel dengan cara *winching*, 2) alat pengangkat kayu di jalur kabel sampai kayu balak menggantung dengan aman pada kereta gantung setinggi lebih dari 9 m dengan cara *winching* yang juga manual; 3) alat penarik yang bekerja setelah kayu menggantung pada kereta gantung ke arah atas lereng hingga mencapai tempat pengumpulan kayu di dekat jalan angkut. Alat penarik kayu sistem kabel layang ini merupakan prototipe hasil perekayasaan yang didesain dengan ukuran tidak terlalu besar dan berat, serta beroda agar mudah dibawa dan dipindah dengan mesin penggerak berbahan



**Gambar 1. Skema profil kondisi lapangan uji coba pengeluaran kayu sistem kabel layang menggunakan mesin kecil**

**Figure 1. Scheme of configuration field test of log extraction of the skyline system using small engine**

bakar bensin dengan daya 5,5 PK. Namun demikian, diharapkan alat ini dirancang cukup kuat untuk menarik hingga kapasitas beban 300-500 kg dengan kecepatan putaran drum untuk menarik beban sekitar 60-100 m/menit.

**C. Prosedur Kerja**

1. Menyarad kayu ke jalur kabel

Setelah alat *winch* ditempatkan dan dipasang sedemikian rupa dengan cara diikat kuat pada tunggak pohon, kabel pada gulungan kemudian diulur hingga mencapai kayu balak yang telah dipotong-potong. Potongan kayu balak kemudian dikaitkan pada kabel yang terhubung pada alat *winch* dan secara perlahan kayu ditarik ke dekat jalur kabel dengan cara memutar pipa.

2. Mengangkat kayu balak ke kereta gantung

Kayu balak yang telah berada di sekitar jalur kabel kemudian diikatkan pada kabel yang terhubung dengan kereta angkut yang telah menggantung pada kabel utama. Hal serupa seperti pada *winching* untuk penyaradan, kayu balak kemudian secara perlahan dinaikan menuju ke kereta angkut dan pemutaran untuk mengangkat dihentikan setelah kayu balak benar-benar dapat tergantung sempurna (terkunci dengan baik).

3. Menarik kayu dan menurunkan muatan

Kayu yang telah tergantung aman pada *carriage* kemudian ditarik dengan mesin prototipe sejauh ± 50 m ke arah atas lereng yang melintasi jalan sogokan. Pada proses ini untuk kemudahan dalam

menurunkan muatan dipasang alat bantu penahan kereta muatan agar tali pembuka kunci dapat dioperasikan dengan baik. Setelah kunci terbuka, kayu balak akan segera turun ke tanah dan kemudian dilepaskan dari ikatan dan dikumpulkan untuk siap diangkut dengan truk menuju tempat pengumpulan sementara. Kabel baja yang digunakan untuk mengangkat kayu berukuran 8 mm.

4. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan meliputi jenis dan ukuran kayu (diameter dan panjang dalam cm), jarak angkut (meter) waktu pengumpulan kayu (menit) serta produktivitas masing-masing penggunaan alat.

5. Pengolahan data

a. Menghitung produktivitas kerja penyaradan (Suhartana, dkk, 2009).

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

di mana PK = Produktivitas sarad (m<sup>3</sup>.hm/jam); V = Volume kayu (m<sup>3</sup>); J = jarak sarad (hm), W = Waktu sarad (jam).

b. Menghitung volume kayu

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

di mana V = Volume kayu (m<sup>3</sup>); Dp = Diameter pangkal (cm); Du = Diameter ujung (cm) dan L = Panjang (m)

**D. Analisis Data**

Data yang diperoleh diolah secara tabulasi untuk dihitung nilai rata-rata (x), simpangan baku (Sd) dan Kofisien varisi (CV). Selain itu dilakukan juga analisis biaya dengan mengikuti cara perhitungan Sastrodimedjo (1965), FAO (1974) dan Nugroho (2002) yang dapat disederhanakan sebagai berikut:

- Biaya pengeluaran kayu (BE) = Biaya tetap + Biaya tidak tetap + Biaya persiapan
- Biaya pengeluaran kayu per m<sup>3</sup> = BE/ Produktivitas kerja
- Biaya tetap terdiri dari biaya penghapusan alat dan bunga serta biaya perawatan. Dalam biaya ini juga dimasukkan pajak dan asuransi. Untuk biaya perawatan dihitung sebesar 10% dari harga alat.
- Biaya tidak tetap terdiri dari biaya penggunaan bahan bakar (solar, bensin), oli, gemuk dan upah pekerja termasuk operator.
- Biaya persiapan. Misal pemasangan jaringan kabel. Dihitung dengan disesuaikan dengan tingkat kesulitan lapangan. Dalam biaya ini sudah termasuk dengan saat bongkar.

Selain itu dicoba dianalisis nilai IRR dan NPV dengan menggunakan *software* Excel.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Produktivitas Alat**

Secara umum hasil perekayasaan berupa tiang ikat kabel utama, alat bantu *winch* manual untuk

menyarad kayu balak, alat *winch* pengangkat kayu ke kereta kayu maupun yarder prototipe alat Expo-Generasi II yang bertenaga 5,5 PK memperlihatkan unjuk kerja cukup baik. Pada uji coba ini, operator mesin tidak dapat melihat langsung teknis pengeluaran kayu, karena di samping jarak cukup jauh juga posisinya terhalang bukit. Oleh karena itu untuk menjalankan pengoperasian mesin dibantu dengan penugasan dua tenaga lapangan yang terpisah dengan salah satunya terlihat operator dengan jelas. Untuk operasi itu digunakan bendera. Bendera warna kuning berarti mesin dapat dijalankan maju, bendera putih untuk mundur dan bendera merah berarti kegiatan harus berhenti.

Hasil kegiatan uji coba disajikan dalam Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa produktivitas penyaradan kayu balak dengan alat sistem *winching* dari 11 kali ulangan hanya menghasilkan volume sebesar 0,08 (0,03-0,15) m<sup>3</sup>/jam pada jarak rata-rata 100 m (1 hm).

Untuk pengangkatan kayu balak pada kereta kayu, digunakan kereta model KM Exp-I mini yang dibuat dari bahan pipa besi berdiameter 10 cm. Produktivitas kerja alat bantu ini disajikan pada Tabel 2.

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa dari 9 kali ulangan kemampuan mengangkat kayu ke kereta gantung adalah berkisar antara 0,4081 -1,5079 m<sup>3</sup>/jam dengan rata-rata 0,7427 m<sup>3</sup>/jam. Dilihat dari target capaian dan kebutuhan untuk tujuan produksi kayu yang ideal secepatnya kayu dikumpulkan di tempat penimbunan kayu (TPn),

**Tabel 1. Produktivitas pengumpulan kayu alat trik manual hingga ke jalur kabel**  
*Table 1. Productivity of log collecting to cable line by using manual winch*

| No                            | Menyarad kayu ke jalur kabel ( <i>Skidding to cable line</i> ) |               |                               |                                 |                          | Produktivitas ( <i>Productivity</i> )<br>(m <sup>3</sup> /jam)<br>(m <sup>3</sup> /hr) |
|-------------------------------|--|---------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--|
|                               | Panjang ( <i>Length</i> )<br>(m)                               | Diameter (cm) | Jarak ( <i>Dist.</i> )<br>(m) | Waktu ( <i>Time</i> )<br>(mnt.) | Volume (m <sup>3</sup> ) |  |
| Rata-rata/<br>( <i>Mean</i> ) | 2,14   | 21,82         | 15,0                          | 10,53                           | 0,08                     | 0,456  |
| Sd                            | 0,2111   | 4,7501        | 4,00                          | 9,9516                          | 0,0401                   | 0,0204   |
| CV (%)                        | 0,90   | 1,98          | 2,42                          | 8,59                            | 4,33                     | 30,244   |

Keterangan (*Remarks*): Sd = Standar deviasi (*Standard deviation*)  
 CV = Koefisien variasi (*Coefficient of variation*)

**Tabel 2. Produktivitas alat bantu manual dalam pengangkatan kayu balak ke atas kereta gantung kabel**  
**Table 2. Productivity of manual aid device for lifting-up logs to carriage**

| No                            | Menyarad kayu ke jalur kabel ( <i>Skidding to cable line</i> ) |                  |                                  |                                    |                             | Produktivitas<br>( <i>Productivity</i> )<br>(m <sup>3</sup> /jam)<br>(m <sup>3</sup> /hr) |
|-------------------------------|--|------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|
|                               | Panjang<br>( <i>Length</i> )<br>(m)                            | Diameter<br>(cm) | Jarak<br>( <i>Dist.</i> )<br>(m) | Waktu<br>( <i>Time</i> )<br>(mnt.) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |   |
| Rata-rata/<br>( <i>Mean</i> ) | 2,175  | 20,958           | 9,0                              | 7,860                              | 0,083                       | 0,7427  |
| Sd                            | 0,226  | 5,404            | -                                | 2,840                              | 0,0401                      | 0,3653  |
| CV (%)                        | 0,87   | 2,15             | -                                | 3,01                               | 4,09                        | 4,10  |

Keterangan (*Remarks*): Sd = Standar deviasi (*Standard deviation*)  
 CV = Koefisien variasi (*Coefficient of variation*)

**Tabel 3. Produktivitas alat penarik kayu dengan daya mesin 5,5 PK**  
**Table 3. Productivity of yarder using mchine of 5.5 HP**

| No                            | Penarikan dan penurunan kayu balak ke TPn<br>( <i>Pulling and put down of log at logyard</i> ) |                  |                                  |                                    |                             | Produktivitas<br>( <i>Productivity</i> )<br>(m <sup>3</sup> /jam)<br>(m <sup>3</sup> /hr) |
|-------------------------------|--|------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|
|                               | Panjang<br>( <i>Length</i> )<br>(m)  | Diameter<br>(cm) | Jarak<br>( <i>Dist.</i> )<br>(m) | Waktu<br>( <i>Time</i> )<br>(mnt.) | Volume<br>(m <sup>3</sup> ) |   |
| Rata-rata/<br>( <i>Mean</i> ) | 2,12   | 21,00            | 50,0                             | 6,54                               | 0,080                       | 0,6363  |
| Sd                            | 0,233  | 4,031            | -                                | 1,297                              | 0,034                       | 0,3184  |
| CV (%)                        | 1,221  | 2,1328           | -                                | 2,204                              | 5,013                       | 5,5599  |

Keterangan (*Remarks*): Sd = Standar deviasi (*Standard deviation*)  
 CV = Koefisien variasi (*Coefficient of variation*)

maka kinerja yang tercapai masih tergolong rendah. Dalam upaya mempecepat dan meningkatkan capaian hasil, penggunaan mesin kecil yang dipasang pada *winch* diyakini akan sangat membantu memperingan beban penarikan. Untuk pengangkutan kayu prestasi kerjanya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa kinerja dari 9 kali ulangan pengeluaran kayu balak menggunakan yarder bertenaga 5,5 PK yang ditarik ke arah atas lereng sejauh 50 m adalah berkisar antara 0,4541 - 1, 3578 m<sup>3</sup>/jam dengan rata-rata 0,6363 m<sup>3</sup>/jam pada jarak penarikan rata-rata 50 m (0,5 hm). Pada uji coba ini untuk memperingan beban mesin digunakan katrol ganda yakni berupa pasangan dari tiga buah katrol.

Dalam hal penggunaan bahan bakar, tangki bensin mesin berukuran 22 cm x 19 cm x 6 cm untuk bagian atas dan berukuran 17 cm x 20 cm x 4 cm untuk tangki bagian bawah. Saat pengukuran penuh, tinggi tangki 11,5 cm; dengan demikian isi tangki adalah 0,339 liter/cm. Pada saat uji coba dilakukan selama 2,24 jam terjadi pengurangan tinggi persediaan bensin sebanyak 2,3 cm, yang berarti pemakaian bahan bakar = (2,3 cm x 0,339 liter/cm)/2,24 jam = 0,348 liter/jam ~ 0,4 liter/jam.

### B. Biaya Pengeluaran Kayu

Biaya investasi alat Expo-2000 Generasi II dengan perlengkapannya diperhitungkan sebesar Rp 72 juta. Biaya ini terdiri dari mesin penarik

**Tabel 4. Komponen dasar biaya pengumpulan kayu dengan alat Expo-2000 Generasi II**  
**Table 4. Base component of cost in collecting logs using Expo 2000 Generation II**

| No | Uraian (Description)                      | Satuan (Unit)           | Rp         |
|----|---|-------------------------|------------|
| 1  | Harga (Price)                             | Rp/unit                 | 72.000.000 |
| 2  | Upah operator (Operator wage)             | Orang/bulan (Man/month) | 1.000.000  |
| 3  | Upah pembantu operator (Helper wage)      | Orang/hari (Man/day)    | 25.000     |
| 4  | Hari kerja (Working days)                 | Hari/bulan (Day/month)  | 20         |
| 5  | Waktu kerja (Working hour)                | Jam/hari (Hour/day)     | 8          |
| 6  | Waktu kerja alat (Equipment working hour) | Jam/tahun (Hour/year)   | 1000       |
| 7  | Masa pakai alat (Life time)               | Tahun (Year)            | 10         |
| 8  | Bunga modal (Capital interest)            | %                       | 18         |
| 9  | Bahan bakar (Fuel)                        | Liter/jam (Litre/hour)  | 0,4        |
| 10 | Harga bahan bakar (Fuel cost)             | Rp/liter (Rp/litre)     | 5.000      |

**Tabel 5. Komponen biaya operasi pengeluaran kayu**  
**Table 5. The component of cost operation on wood extraction**

| Uraian (Description)           | Jenis biaya (Cost aspects)   | Rp/jam (Rp/hour) |
|--------------------------------|--|------------------|
| Biaya tetap (Fixed cost)       | Biaya penyusutan (Depreciation cost)                                 | 64.800           |
|                                | Bunga modal (Interest rate cost)                                     | 7.776            |
|                                | Biaya pajak (Tax cost)   | 864              |
|                                | Biaya asuransi (Insurance cost)                                      | 1.296            |
|                                | Jumlah (Total) A   | 74.736           |
| Biaya variabel (Variabel cost) | Operator mesin (Machine operator)                                    | 9.375            |
|                                | Upah tenaga kerja pembantu (Labor)                                   | 4.375            |
|                                | Biaya bahan bakar (Fuel cost)  | 2.000            |
|                                | Oli dan pelumas (Grease and oil)                                     | 250              |
|                                | Biaya perawatan (Maintenance cost)                                   | 5.000            |
|                                | Jumlah (Total) B   | 21.000           |
| Persiapan (Preparation)        | Pasang dan bongkar jalur kabel<br>(Set-up and set-off of cable line) | 7.250            |
| Jumlah (Total)                 |  | 102.986          |

kayu seharga Rp 50 juta, tirfor Rp 7 juta, takel Rp 5 juta dan kabel sebesar Rp 10 juta. Untuk perhitungan biaya pemeliharaan khususnya penggunaan oli dan pelumas, biaya hanya dihitung untuk penggunaan mesin karena untuk peralatan lain (tirfor, takel dan kabel dan dua buah *winch* manual) penggunaan oli maupun gemuk sangat sedikit sekali oleh karena itu biaya untuk keperluan itu diabaikan. Untuk perhitungan analisis biaya beberapa komponen yang dijadikan perhitungan dalam penggunaan alat Expo-2000 Generasi II disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 5 memperlihatkan jumlah biaya untuk mengoperasikan mesin pengeluaran kayu sistem kabel layang seluruhnya berjumlah Rp 102.986/jam; terdiri dari biaya tetap sebesar Rp 74.736/jam, biaya variable sebesar Rp 21.000/jam

dan biaya pemasangan dan bongkar kabel layang sebesar Rp 7.250/jam. Bila diperhitungkan dengan hasil kayu yang dapat dikeluarkan dengan sistem kabel sebesar  $0,6363 \text{ m}^3/\text{jam}$ , berarti biaya pengeluaran kayu per  $\text{m}^3$  adalah sebesar Rp 156.351.

Menurut keterangan, upah blandong yang berlaku di Perhutani ditetapkan sekitar Rp  $35.000/\text{m}^3$  per hm untuk lapangan yang tidak bermasalah, untuk medan agak sulit dapat mencapai Rp  $120.000/\text{m}^3$  dan pada medan sulit Rp  $200.000/\text{m}^3$  dan bahkan pada lapangan yang sangat sulit bisa mencapai Rp  $500.000/\text{m}^3$ .

Memperhatikan biaya pengupahan di atas maka dilihat berdasarkan kondisi lapangan seperti yang berada pada uji coba yang termasuk kategori

sulit maka dengan pengupahannya sebesar Rp 200.000/m<sup>3</sup>; berarti biaya dengan menggunakan sistem kabel layang masih lebih rendah. Namun demikian sebagai bagian dari prinsip digunakannya alat maka secara logika penggunaan mesin seharusnya dapat menekan biaya yang jauh lebih rendah dibanding upah yang berlaku. Dengan demikian di samping ada kecepatan dan ketepatan waktu, juga secara ekonomi bisa mendapatkan keuntungan yang memadai karena harga per satuan yang rendah.

Terkait dengan pengeluaran kayu yang sulit karena terkendala konfigurasi lapangan dan jarak pikul, maka peran penyaradan atau pemikulan (umumnya di Jawa) dan pengangkutannya dapat mencerminkan besaran tersebut terhadap biaya-biaya lain. Menurut Elias (1988) besarnya proporsi biaya per m<sup>3</sup> pada kegiatan eksploitasi terhadap biaya total dalam pengelolaan hutan jati adalah sebesar 28,5%. Proporsi biaya ini memberi pengertian bahwa biaya eksploitasi hutan murni yaitu sebesar 30,48% dipakai untuk penyaradan dan 51,77% dipakai untuk pengangkutan, atau 23,44% dari pengeluaran total perusahaan adalah dipakai untuk pengangkutan (Elias, 1988). Sedangkan di luar Jawa menurut Muharam dan Suparto (1982), proporsi biaya eksploitasi kayu per m<sup>3</sup> di enam HPH di Maluku adalah sebesar 48,43%, selebihnya 19,89% berupa biaya umum, 0,10% biaya pembinaan hutan, dan 31,58% biaya pemasaran.

Dilihat dari besaran di atas tampak jelas ketersediaan jalan akses yang memadai (panjang, sebaran dan kualitas/mutu jalan) sangat penting karena akan berpengaruh besar terhadap pembiayaan dan harga jual kayu. Bila dilakukan telaahan lebih jauh, faktor-faktor yang terkait dengan biaya angkutan adalah 1. jarak pengeluaran angkutan; 2. standar kualitas jalan, 3. alat muat bongkar, 4. ukuran kayu dan 5. kapasitas muatan truk, sedang standar jalan akan berpengaruh terhadap kecepatan angkutan. Makin tinggi kecepatan makin rendah biayanya, tapi biaya operasi truk perjam pada berbagai kecepatan praktis sama saja (Elias, 1988). Mengingat hal itu, maka rencana pembuatan jalan, tata letak TPn, prestasi kerja muat bongkar dan pengorganisasiannya yang tepat sangat penting.

Menurut Wiradinata (1981), tenaga kerja merupakan faktor penting dalam mengukur

produktivitas dan efektifnya waktu kerja terjadi bila seorang pekerja mengerjakan secara aktif pekerjaannya sedangkan waktu istirahat dalam kerja tidak perlu digunakan sebagai pengurangan waktu, melainkan sebagai pengurangan efisiensi kerja. Terkait itu maka sumber daya manusia merupakan elemen yang paling strategis dalam organisasi, harus diakui dan diterima oleh manajemen.

Kussriyanto (1993) mengatakan bahwa peningkatan produktivitas kerja dapat dilakukan dengan empat hal yakni 1. menghilangkan praktek kerja tidak produktif, 2. menyempurnakan metode kerja; 3. menyempurnakan manajemen personalia dan 4. mengganti tenaga manusia dengan mesin/mekanisasi.

Berdasarkan penelusuran di internet diketahui bahwa yarder untuk penyaradan berukuran kecil sulit diperoleh, karena tampaknya mesin-mesin kabel layang umumnya bertenaga di atas 100 PK. Namun bila keadaan lapangan relatif lebih landai, pilihan cara pemanenan yang lain dapat dipakai. Untuk kondisi seperti itu pemanenan dapat dilakukan dengan sedikit menyarad (*ground skidding*) yakni dengan bagian salah satu kayu ujung yang disarad menyentuh tanah.

Terkait dengan kondisi lapangan yang curam (> 40%) sementara ruang untuk dapat menempatkan alat secara tepat cukup tersedia, maka jalan akses sementara (*a temporary access road*) dapat dibangun untuk dapat dipakai sebagai jalan angkut. Memperhatikan kebutuhan itu maka perencanaan awal untuk penyaradan ini harus dilakukan sebaik mungkin untuk menghindari gangguan tanah, pemadatan tanah, serta terhadap aliran air (Endom, 2006).

Dalam kaitan itu dampak pengoperasian sistem kabel layang terhadap kerusakan tanah sangat kecil sekali karena kayu yang dikeluarkan menggantung di udara kecuali dilokasi penurunan muatan karena terkadang sedikit menggerus tanah saat ditarik ke tempat penyimpanan sementara. Oleh karena itu pengaruh terhadap kerusakan tanah dapat diabaikan.

Berdasarkan wawancara dengan pelaku bisnis (Rizki) menyebutkan bahwa penggunaan alat selayaknya mampu menjadikan suatu kegiatan menjadi lebih ekonomis dan nilai rasionalitas biaya yang dikeluarkan idealnya bisa mencapai 50% per harga satuan hasil dibanding cara konvensional biasa. Andaikan nilai ini dapat dipakai sebagai

acuan pendekatan, berarti biaya yang seharusnya dikeluarkan pada operasi kabel layang agar mendapatkan hasil usaha yang ekonomis adalah dengan biaya pengeluaran kayu maksimal Rp 100.000/m<sup>3</sup>.

Untuk mendapatkan biaya sebesar itu maka upaya yang dapat dilakukan adalah mengusahakan agar kinerja alat lebih besar. Untuk biaya sebesar Rp 100.000/m<sup>3</sup> berarti setara dengan volume produksi sebesar Rp 156.351/100.000 \*0,6363 m<sup>3</sup>/jam = 0,9948 m<sup>3</sup>/jam dibulatkan menjadi 1,0 m<sup>3</sup>/jam. Volume ini masih di bawah tujuan perekrasan alat antara 2,5-5 m<sup>3</sup>/jam. Terkait itu maka upaya perbaikan dan penyempurnaan prototipe alat sangat diperlukan.

Menyimak syarat peningkatan produktivitas di atas, cukup tegas bahwa cara mekanisasi yang praktis, kuat dan ekonomis merupakan solusi yang harus dipertimbangkan selain ketiga syarat lainnya yang juga penting dalam upaya peningkatan hasil (Kussriyanto, 1993). Terkait dengan syarat itu maka bila dilihat dari pemakaian bahan bakarnya saja berupa solar yang dijual di lokasi setempat seharga Rp 5.000/liter, maka dalam operasi pengeluaran kayu dengan sistem kabel dengan prototipe yang telah dibangun hanya diperlukan biaya sebesar Rp 2000/jam. Dengan pemakaian bahan bakar sebanyak 0,4 liter/jam maka sekalipun pengeluaran kayu baru tercapai 0,6363 m<sup>3</sup>/jam berarti khusus untuk pemakaian bahan bakarnya saja hanya memerlukan biaya sebesar Rp 3.143 /m<sup>3</sup>. Suatu besaran biaya yang cukup rendah apalagi bila kinerjanya meningkat hingga 2,5 -5 m<sup>3</sup>/jam tentu akan menjadi lebih murah lagi.

Dari uraian di atas terlihat bahwa produktivitas pengeluaran kayu dengan sistem kabel layang ini ternyata belum mampu mencapai target yang diharapkan sebesar 2-5 m<sup>3</sup>/jam. Masih rendahnya capaian pengeluaran kayu diyakini karena beberapa hal antara lain: 1. daya mesin yang terlalu kecil (5,5 PK); 2. efisiensi tenaga putar mengecil akibat penggunaan katrol ganda dengan jarak putaran kabel cukup jauh mencapai 30 m dengan jumlah lilitan 3 buah, 3. peran alat bantu untuk menahan penarikan saat akan dilakukan pelepasan muatan belum optimal dan 4. peran petugas pembantu di lapangan belum berjalan sebagaimana diharapkan sehingga menambah waktu saat proses pengeluaran kayu dilakukan.

Dari hasil analisis biaya diketahui bahwa dengan suku bunga bank yang diperhitungkan 18% dan produktivitas kerja tetap 0,6363 m<sup>3</sup>/jam diperoleh hasil nilai NPV dan IRR sebagai berikut.

Dari Tabel 6 dapat diketahui pada sewa sebesar biaya pengeluaran kayu menggunakan sistem kabel ternyata baik NPV maupun IRR masih tidak layak. Hal yang sama untuk sewa hingga Rp 180.000/m<sup>3</sup>. Usaha positif ketika dikenakan sewa alat sebesar Rp 185.000 walau usaha masih belum mendapat keuntungan yang lebih memadai. Pada pengenaan sewa sama dengan upah yang berlaku yakni Rp 200.000/m<sup>3</sup> usaha untuk menyewakan alat memang jauh lebih layak dengan NPV dan IRR masing-masing sebesar Rp 59.589.998 dan 48%. Nilai NPV dan IRR tentu akan jauh lebih besar bila kinerja alat makin produktif, misal menjadi 2,5 m<sup>3</sup>/jam, terlebih kalau mencapai 5 m<sup>3</sup>/jam. Keinginan untuk mencapai kinerja sebesar itu tentu bukan hal yang

**Tabel 6. Analisis finansial pemanfaatan prototipe alat Expo-2000 Generasi II**  
**Table 6. Financial analysis of the utilization prototype Expo-2000 Generation II**

| No | Biaya sewa<br>(Rental cost)<br>(Rp/m <sup>3</sup> ) | Kinerja<br>(Productivity)<br>(kg/jam) | NPV   | IRR<br>(%)  | Keterangan (Remarks) |  |
|----|---|---------------------------------------|-------|-------------|----------------------|--|
| 1  | 156.351   | 0,6363                                | 380,8 | -82.240.564 | 0%                   | Tidak layak ( <i>unfeasible</i> )  |
| 2  | 170.000   | 0,6363                                |       | -70.464.485 | -10%                 | Tidak layak ( <i>unfeasible</i> )  |
| 3  | 180.000   | 0,6363                                |       | 7.875.497   | 14%                  | Belum layak ( <i>not yet feasible</i> )                                  |
| 4  | 185.000   | 0,6363                                |       | 9.928.699   | 23%                  | Layak tapi keuntungan masih rendah ( <i>Feasible with small profit</i> ) |
| 5  | 190.000   | 0,6363                                |       | 27.732.895  | 32%                  | Layak, keuntungan cukup baik ( <i>Feasible but profit still low</i> )    |
| 6  | 200.000   | 0,6363                                |       | 59.569.998  | 48%                  | Layak, keuntungan memadai ( <i>Feasible at sufficient profit</i> )       |



mustahil dan oleh karenanya perbaikan dan penyempurnaan prototipe alat sistem kabel layang beserta kelengkapan alat pendukungnya perlu dilanjutkan.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Prototipe alat bantu pengeluaran kayu yarder Expo-2000 Generasi II yang digerakan mesin berkekuatan 5,5 PK dan dua alat pemutar setelah dilakukan uji coba di lapangan berhasil, namun produktivitas kerjanya masih rendah yakni 0,6363 m<sup>3</sup>/jam. Produktivitas yang diharapkan adalah 2,5-5 m<sup>3</sup>/jam.
2. Dengan biaya investasi alat sebesar Rp 72,0 juta, biaya pemilikan dan operasi diperoleh sebesar Rp 102.986/jam. Dari besaran ini kajian biaya pengeluaran kayu diperoleh sebesar Rp 156.351/m<sup>3</sup>, masih lebih rendah dibanding upah manual sebesar Rp 200.000/m<sup>3</sup>.
3. Analisis finansial dengan menggunakan data aktual kinerja alat menggambarkan bahwa pada harga sewa alat sama dengan biaya pengeluaran kayu dan produktivitas kerja sebesar 0,63.63 m<sup>3</sup>/jam diperoleh nilai NPV dan IRR negatif. NPV dan IRR positif saat harga sewa lebih besar yaitu Rp 185.000/m<sup>3</sup>. Pada harga sewa sama dengan upah kerja blandong sebesar Rp 200.000/m<sup>3</sup>, NPV dan IRR jauh lebih layak. Kendati demikian harga sewa akan jauh lebih murah dengan NPV dan IRR positif bila kinerja bisa naik minimal 1 m<sup>3</sup>/jam apalagi mencapai sesuai tujuan yang diinginkan sebesar 2,5-5 m<sup>3</sup>/jam.
4. Agar kinerja menjadi lebih baik diperlukan upaya perbaikan baik pada prototipe Expo-2000 Generasi II maupun alat putar mekanik manual.

#### DAFTAR PUSTAKA

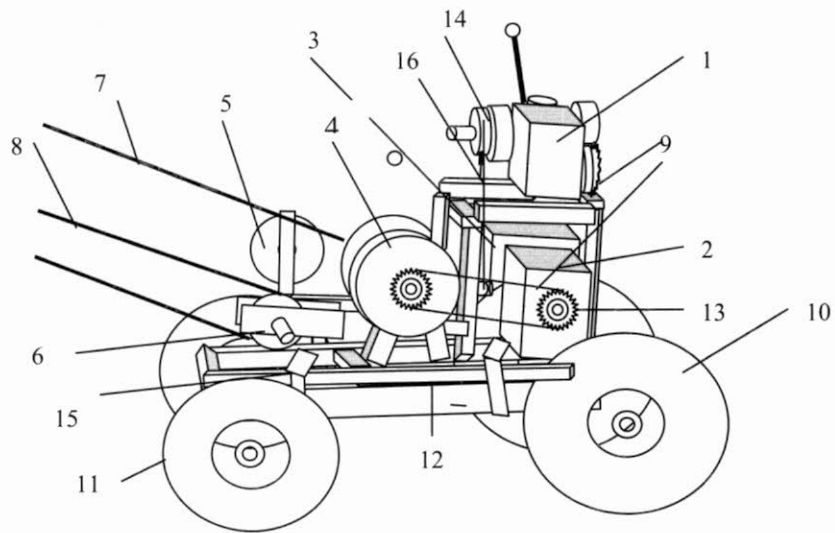
Elias. 1988. Pembukaan wilayah Hutan. Fakultas Kehutanan IPB Bogor. Bogor.

Endom, W. 2006. Strategi meminimalkan kerusakan tanah dalam pembalakan kayu di wilayah topografi berat. Info Hasil Hutan

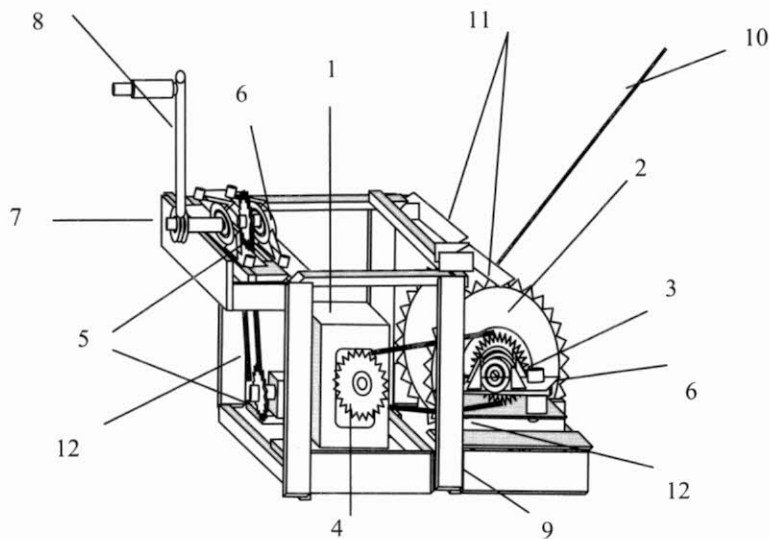
12 (2) 75:151. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

- FAO. 1974. Logging and log Transport in Tropical High Forest. FAO Forestry Development Paper. No 18. Rome.
- Idaho Forest Product Commision. 2011. Timber Harvesting Skyline Logging Unit. Use the Economically Feasible Yardig System That will Minimize Road Densities. <http://www.idahoforests.org/timber02.htm>. Diakses pada tanggal 30 April 2011.
- Kussriyanto B. 1993. Meningkatkan Produktivitas Karyawan. Jakarta : PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Muharam, H dan Suparto, R.S. 1982. Produktivitas dan Biaya Angkutan dengan Loko Jenbach 15 di Kalimantan. Laporan N0 161. LPHH. Bogor.
- Nugroho, B.2002. Anlisis Biaya Proyek Kehutan. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Safitri DE. 2000. Pengaruh Volume, Jarak Sarad dan Kelerengan Jalan Sarad terhadap Prestasi Kerja dan Biaya Penyaradan dengan Pikulan. Skripsi pada Fakultas Kehutanan IPB. Tidak dipublikasikan. Bogor.
- Sudrajat, M. 1985. Statistika Non-parametrik. Armico. Bandung.
- Sastrodimedjo, S. 1965. Perhitungan biaya pemakaian alat-alat setiap satuan. Naskah. Lembaga Penelitian Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Suhartana, S; Sukanda dan Yuniawati. 2009. Produktivitas dan Biaya penyaradan Kayu di hutan tanaman rawa Gambut: Studi Kasus di Salah satu Perusahaan di Riau. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 27(4) : 369-380. Pusat penelitian dan pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- VanNatta Forestry and logging. 1988. Gravity or shotgun logging system. VanNatta Forestry and logging page. Website: <http://www.vannattabros.com/cable1.html>. Diakses tanggal 17 Juli 2008.
- Wiradinata S. 1981. Pengantar Analisis Biaya Pembalakan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

**Lampiran 1. Alat yarder Expo Generasi II bertenaga kecil (5,5 PK)**  
*Appendix 1. Component of yarder of expo generation-II with small engine (5,5 HP).*



**Gambar 1 Rancangan alat pengeluaran kayu (yarder) bermesin kecil untuk daerah curam**  
*Figure 1. Design of yarder with small engine that used on steep slope areas*



**Gambar 2. Prototipe alat sarad dan alat angkat kayu**  
*Figure 2. The prototype of manual skidding and lift-up device*

**Lampiran 2. Nama bagian dan ukuran komponen Expo 2000 Generasi II**  
**Appendix 2. Name and size of components of design Expo 2000 Generation -II**

| No | Nama komponen<br>(Name of components)   | Spesifikasi ukuran<br>(Spesification)  | Fungsi<br>(Function)  |
|----|---|--|---|
| 1  | Marine gear box   | Tipe (Type) 6, 1 : 2,5, berat (weight) 75 kg, ukuran (size) 43 x 42 x 40 cm  | Pengendali gerakan maju atau mundur melalui gerakan tongkat ke arah kiri atau kanan.<br><i>Movement of forward and backward control through panel that drove to the left or right side</i>                      |
| 2  | Mesin bakar bensin<br>(Gasoline machine)  | 5,5 PK (HP), berat (weight) ± 20 kg  | Sumber pembangkit tenaga gerakan untuk memberdayakan penggunaan gerakan putar maju atau balik .<br><i>(Source of power to empowering movement forward or backward)</i>  |
| 3  | Reducer   | 1: 10, ukuran (size) 18 x 25 x 38  | Pengendali pemindahan kecepatan putar tenaga dengan perbandingan menjadi 10 kali lebih kecil dari sumber putar awal.<br><i>(Remove speed control of power with comparison 10 times lower from the original)</i> |
| 4  | Drum kabel<br>(Drum cable)  | Gulungan untuk menarik /mengangkat muatan berdiameter 20 cm dan gulungan untuk pemutaran drum untuk kabel tanpa ujung berdiameter 35 cm .<br><i>(Drum for pulling/ lift-up load of diameter 20cm and drum for endless cable of diameter 35 cm)</i> | Melakukan penarikan muatan dari lokasi tebang ke tempat pengumpulan.<br><i>(To do pulling of load from felling site to log yard)</i>  |
| 5  | Katrol ganda<br>(Double pulley)   | Diameter 22,5 cm   | Memperingan daya tarik beban yang dipasang pada konstruksi tak permanen<br><i>(To reduce weight of load that setup on unpermanent constructon)</i>  |
| 6  | Katrol ganda berbahan besi baja hasil rekayasa<br>(Steel-iron double pulley design by self) | 3 buah pasangan per unit ukuran masing-masing lebar 3 cm dan diameter 14 cm .<br><i>(3 pairs per unit of the size width 3 cm and diameter 14 cm each)</i>  | Memperingan daya tarik yang dapat dipasang bongkar pada dudukan mesin sesuai kebutuhan .<br><i>(To reduce load of pulling that can be setup/ unsetting on the machine frame as required)</i>                    |
| 7  | Kabel (Cable)   | Diameter 6 mm atau (or) 8 mm   | Media penarik muatan <i>(Medium of pulling facilities)</i>  |
| 8  | Kabel (Cable)   | Diameter 8 atau (or) 10 mm   | Media pengangkat, penarik muatan <i>(Medium for lift-up, and pulling of load)</i>   |
| 9  | Rante (Chains)  | Ukuran (size) 50   | Media penghubung putaran gir <i>(Medium for conection of turning gear sbift)</i>  |
| 10 | Roda besar (Big tire)   | 5,5 -13,36   | Media manuver alat <i>(Medum for manuver device)</i>  |
| 11 | Roda kecil (Small tire)   | 5,00-10  | Media manuver alat <i>(Medium for manuver device)</i>   |
| 12 | Rangka dudukan mesin dan lainnya<br>(Frame of machine and others)                           | 70 x 60 x 3 mm   | Tempat dipasangnya seperangkat alat dan komponen lainnya <i>(Location for equipment set-up and others)</i>  |
| 13 | Gir 32<br>(Gear sbift 32)   | Ukuran (Size) 50   | Roda penghubung dengan sistem rantai <i>(Tire conection with chains system)</i>   |
| 14 | Pully   | Ukuran (Size) 15   | Media pemutar fen <i>(Medium for turning of fan)</i>  |
| 15 | Klem  | Gabungan dari plat dan mur baud<br><i>(Grouping from plat and screw)</i>   | Pengikat dudukan rangka mesin <i>(Tighten for machine frame)</i>  |
| 16 | Fan belt  | B 21   | Media penghubung putaran pully <i>(Medium conection for pulley turning)</i>   |

**Lampiran 3. Nama bagian dan ukuran komponen dari alat sarad dan alat angkat kayu**  
**Appendix 3. Component names and size of manual skidding and lift-up device**

| No | Nama komponen<br>(Components name)  | Spesifikasi ukuran (Specific size)  | Fungsi (Functions)  |
|----|-------------------------------------|---|---|
| 1  | Reducer mini                        | 1: 10   | Pengcil kecepatan (Speed reducer)                                       |
| 2  | Piringan dari drum (Plate and drum) | Diameter 30 cm, pipa (pipe) diameter 20 cm  | Tempat penyimpanan kabel (A place for putting the cable)                |
| 3  | Gir                                 | Gigi 28   | Media pemutar rantai (Medium for chains turn)                           |
| 4  | Gir                                 | Gigi 28 untuk alat angkat dan gigi 14 untuk alat sarad (Teeth 28 for lift-up and 14 for skidding) | Media pemutar rantai (Medium for chains turn)                           |
| 5  | Sproket                             | Ukuran (Size) 50 dengan jumlah gigi (With number of teeth) 28                                     | Media pemutar rantai (Medium for chains turn)                           |
| 6  | Mur baud                            | Kunci (Lock) 17   | Pengencang bearing (Tight tool of bearing)                              |
| 7  | Dudukan pemutar (Turning frame)     | Diameter 3 cm   | Tempat pemasangan pemutar kabel (A place for setting the cable)         |
| 8  | Pemutar (turner)                    | Panjang (Length) 25 cm  | Alat pemutar kabel pada drum (Device turning on drum)                   |
| 9  | Rangka (Frame)                      | Besi siku ukuran (Size of upright iron) 40 x 60 x 4 mm  | Dudukan semua komponen (Frame of all components)                        |
| 10 | Kabel (Cable)                       | Diameter 6 atau (or) 8 mm   | Media penarik atau pengangkat kayu (Medium for pulling or lift-up wood) |
| 11 | Rantai (Chains)                     | Ukuran (Size) 50  | Media putaran (Medium for turn)   |