

**EKSTRAKSI KAYU DENGAN SISTEM KABEL LAYANG
THUNDERBIRD TTY70
PADA AREAL HUTAN PRODUKSI TERBATAS
DI KALIMANTAN TIMUR**
(*Logs Extraction by Thunderbird TTY70 Skyline On Limited
Production Forest Area in East Kalimantan*)

Oleh/By :

Zakaria Basari, Maman M. Idris dan Wesman Endom

Summary

Logs extraction using skyline system is an alternative effort for reducing forest damage, especially in the heavy terrain areas of limited production forests. The objective of this study is to determine the productivity, extraction cost and ecological impacts of using Thunderbird TTY70 skyline system.

The productivity was counted by skyline, productivity per hour. Extraction cost was consisted of fixed cost, operation cost and its work productivity. Ecological impacts were determined by crown and forest floor exposures as the result of logging activities.

The results show that average productivity is 9.81 m³/trip or 12.4 m³/hour, fixed cost Rp 431.249/hour, operation cost Rp 43.128/hour and extraction cost Rp 39,000,-/m³. The average crown exposure is 4,051 m²/row and the average forest floor exposure is 107.82 m² or 1.08% per hectar and the residual stands damage 12,27%/ha. This operation skyline system has an advantage i.e. is a friendly environment while disadvantage high capital.

Key words : Skyline, productivity, log extraction cost and ecological impact.

Ringkasan

Dewasa ini kegiatan ekstraksi kayu menggunakan sistem kabel layang di Hutan Produksi Terbatas (HPT) yang bertopografi berat merupakan salah satu pilihan untuk upaya yang tengah dicoba untuk memperkecil kerusakan hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas kerja, biaya ekstraksi kayu dan dampak ekologis penggunaan sistem kabel layang dengan yarder Thunderbird TTY 70.

Produktivitas kerja dilakukan dengan cara menghitung prestasi kerjanya per jam. Biaya ekstraksi kayu dihitung berdasarkan biaya tetap dan biaya operasi alat serta produktivitas kerjanya. Dampak ekologis diukur dengan cara menghitung keterbukaan tajuk pohon dan permukaan lantai hutan sebagai akibat penebangan dan penyaradan kayu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas kerja rata-rata sebesar 9,81 m³/rit atau 12,4 m³/jam. Biaya tetap alat sebesar Rp 431.249/jam, biaya operasi sebesar Rp 43.128/jam dan biaya ekstraksi kayu per m³ sebesar Rp 39.000/m³. Keterbukaan tajuk rata-rata 4.051 m²/jalur, keterbukaan permukaan lantai tanah hutan 107,82 m² atau 1,08 % per hektar, kerusakan tegakan tinggal akibat penebangan dan penyaradan rata-rata sebesar 12,27 %/ha. Kelebihan penggunaan alat dalam operasi pemanenan ini adalah ramah lingkungan sedang kelemahannya harganya sangat mahal.

Kata kunci : Kabel layang, hutan produksi terbatas, produktivitas, biaya dan dampak ekologis.

I. PENDAHULUAN

Salah satu hutan alam produksi terbatas (HPT) yang sekarang sedang di kelola oleh satu perusahaan kayu (HPH) di hulu sungai Mahakam Kalimantan Timur berada di daerah pegunungan yang bertopografi berat. Sistem silvikultur yang digunakan dalam pengelolaannya adalah sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), di mana kayu yang boleh dipungut jenis dan ukuran diameternya terbatas yaitu hanya kayu jenis meranti (*Shorea spp*) dan yang berdiameter di atas 60 cm.

Dengan keadaan alam yang mempunyai kemiringan lereng yang tajam ini, semula perusahaan dalam melakukan pengeluaran kayunya menggunakan sistem traktor. Akan tetapi dampak yang ditimbulkannya menjadi masalah antara lain keterbukaan tajuk tegakan menjadi bertambah besar, pengelupasan tanah lantai hutan cukup dalam dan luas sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan gangguan terhadap permudaan regenerasi alam atau buatan, dan biaya operasi traktor menjadi lebih mahal.

Basari, *et al.* (1997) mengemukakan bahwa untuk pemanenan kayu yang lokasinya terletak jauh di bawah lereng gunung (lembah), pohon berdiameter besar, tempat pengumpulannya berada di atas bukit, dan aman terhadap kerusakan permukaan tanah hutan, maka cara pengeluaran kayu yang paling efektif yaitu dengan sistem kabel layang. Penelitian seperti ini pernah dilakukan di Jawa Timur yaitu di hutan tusam dengan menggunakan mesin yarder merek Izusu pada tahun delapan puluhan dan di Kalimantan Timur yaitu di hutan alam dengan memakai mesin yarder merek Koller 300 pada tahun 1995.

Namun demikian, mengingat penggunaan alat ini dalam kegiatan sistem silvikultur TPTI baru pertama kali dilakukan, maka kelayakan teknis, ekonomis dan ekologis dari pengoperasiannya di lapangan, merupakan persyaratan yang harus dipenuhi terlebih dahulu sebelum penerapan alat tersebut dikembangkan secara lebih luas. Untuk keperluan ini, suatu kajian lapangan kiranya sangat diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik pemasangan instalasi sistem kabel layang, produktivitas kerja, biaya ekstraksi kayu dan dampak ekologis penggunaan alat terhadap kondisi hutan tegakan sisa. Sedangkan sasarannya untuk informasi mengenai kelayakan cara ekstraksi kayu dengan sistem kabel layang di hutan alam produksi terbatas.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan untuk dasar pertimbangan para pengambil keputusan di bidang kehutanan agar dalam pemanfaatan hutan produksi terbatas dapat dilakukan secara berkelanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem kabel layang adalah suatu cara mengeluarkan kayu melalui kabel baja yang terbentang di udara dengan menggunakan tenaga mesin yang disebut yarder. Yarder yang digunakan sifatnya bisa stasioner ataupun mobil. Sebagian besar pengeluaran kayu dilakukan tanpa menyentuh atau merusak permukaan tanah, karena itu sistem ini layak diterapkan terutama di hutan pegunungan yang selain bertopografi berat juga curah hujannya tinggi dan bersifat vulkanik, sehingga

perlindungan terhadap gangguan erosi dan pengaturan tata air cukup baik (Anonim, 1979).

Dalam sistem kabel layang teknik pengeluaran kayu bisa dilakukan secara turun ke bawah (downhill) atau naik keatas (uphill). Sementara itu Aulerich (1996) mengemukakan bahwa sistem kabel layang dapat dibagi kedalam 3 (tiga) katagori yaitu : 1) Standing skyline system atau sistem 2 tiang penyangga yang keduanya tetap dan kabel utamanya tidak bergerak turun naik selama terjadinya proses ekstraksi kayu; 2) Live skyline system yaitu sistem di mana mesin yarder mempunyai 2 - 3 buah tromol kabel, pengoperasian sistem kabel layang lebih bersifat dinamis yaitu kabel utama bisa bergerak turun naik pada saat beroperasi; 3) Running skyline system atau sistem kombinasi antara kabel utama dengan kabel pengulur (haul back cable), dimana fungsi kereta penarik muatan kayu (carriage) diganti oleh katrol penjepit (grapple). Jika dibanding dengan kedua sistem di atas, sistem running skyline dalam operasinya lebih cepat.

Purwanto Tjahyo (1982) mengemukakan sistem ekstraksi kayu dengan menggunakan sistem kabel layang ini sangat baik karena mempunyai beberapa hal, diantaranya : 1) Sesuai bagi daerah yang topografinya berat, terutama di daerah-daerah tertentu yang curah hujannya tinggi, hingga erosi bisa dihindari; 2) Tidak memerlukan pembuatan jalan di dalam hutan yang padat investasi (mahal/besar); 3) Mampu menyanggah beban berat, dengan perencanaan dan perhitungan desain yang cermat, dengan demikian dapat meningkatkan produktivitas; 4) Jangkauan kabelnya dapat mencapai bagian hutan yang sulit dicapai.

Basari, *et al* (1997) menyatakan, bahwa berdasarkan hasil pengamatan sistem kabel layang dengan mesin yarder berkekuatan 115 HP yang pernah dilakukan di hutan pinus Jawa Timur menunjukkan produktivitas kerja rata-rata 17,29 m³/hari, biaya ekstraksi kayu sebesar Rp 18.596/m³ dan kerusakan lapisan permukaan tanah sebesar 205,8m²/ha atau hanya sebesar 1,75%.

Beberapa faktor yang perlu sekali diperhatikan bagi perencanaan lapangan dan para pekerja dibidang sistem kabel layang agar keamanan tetap terjamin antara lain adalah (Anonim, 1979) :

1. Mengetahui standar angka faktor keselamatan (safety factor) dari masing-masing penggunaan kabel. Yang dimaksud "faktor keselamatan" yaitu perbandingan kekuatan kabel dan beban yang akan dipikul dinyatakan dengan angka. Adapun sebagai standar faktor keselamatan untuk masing-masing kabel sesuai dengan fungsinya, adalah :
 - kabel utama (Ø 12 mm – 18 mm) = 2,7
 - kabel pengulur (Ø 6 mm – 12 mm) = 4,0
 - kabel penarik (Ø 6 mm – 8 mm) = 6,0
 - kabel penahan (Ø 6 mm – 12 mm) = 4,0
2. Mengetahui teknik mendesain dan menguji desain sistem kabel layang serta perhitungan beban muatan.
3. Mengetahui dan hafal kode-kode pelaksanaan operasi sistem kabel layang.

III. METODE PENELITIAN

A. Peralatan, Lokasi dan Waktu Penelitian

Alat utama yang dijadikan obyek penelitian adalah mesin yarder merek Thunderbird TTY70 buatan Amerika Serikat, kekuatan mesin 430 HP dan kapasitas sebesar 8-10 m³. Sedangkan alat bantu yang digunakan terdiri dari: meteran sepanjang 20 meter, meteran logam sepanjang 3 meter, kompas, helling meter, phiband, stop watch, alat tulis menulis, dan golok tebas.

Penelitian dilakukan di areal kerja perusahaan PT. Sumalindo Lestari Jaya pada petak 91 jalur azimut 220° dan 230° yang berada di wilayah kerja Dinas Kehutanan Propinsi Dati I Kalimantan Timur. Waktu penelitian berlangsung sekitar pertengahan bulan Nopember - Desember 1996. Keadaan topografi secara umum bergelombang ringan sampai dengan berat, dengan kemiringan lereng berkisar antara 2° - 30°.

B. Analisis Data

1. Gatra teknis

- a. Produktivitas kerja dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Anonim, 1996) :

$$P = \frac{V}{T} \dots\dots\dots (1)$$

di mana : P = Produktivitas (m³/jam); V = Volume kayu yang dikeluarkan (m³); dan
T = Waktu kerja efektif (jam).

- b. Volume kayu di hitung dengan menggunakan rumus berikut (Vademecum Kehutanan Indonesia, 1976) :

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

di mana : V = volume kayu (m³); dp = diameter pangkal (cm); du = diameter ujung (cm); dan L = panjang batang kayu (m).

2. Gatra ekonomi

Biaya pemilikan dan operasi alat dihitung berdasarkan rumus berikut (Anonim, 1984) :

- a. Biaya pemilikan alat :

$$BP = D + B + A \dots\dots\dots (4)$$

di mana: BP = Biaya tetap alat (Rp/jam); D = Biaya Penyusutan (Rp/jam);
B = Biaya Bunga Modal (Rp/jam); dan A = Biaya Asuransi (Rp/jam)

b. Biaya penyusutan :

$$D = \frac{M - R}{N \times t} \dots\dots\dots (5)$$

di mana : D = Penyusutan (Rp/jam); M = Investasi alat (Rp); R = Nilai alat bekas 10% (Rp); N = Umur pakai alat (8 tahun); dan t = waktu kerja alat (1248 jam/tahun).

c. Bunga modal dihitung dengan rumus :

$$B = \frac{\frac{(M - R)(N + 1)}{2} + R \times 0,0p}{t} \dots\dots\dots (6)$$

di mana: B = bunga modal (Rp/jam); M = investasi alat (Rp) ; R = nilai alat bekas 10% (Rp); N = umur pakai alat (1248 jam/tahun); dan 0,0p = suku bunga per tahun (12%).

d. Biaya asuransi :

$$A = \frac{M \times (i + N)}{n.t} \times 1/h \dots\dots\dots (5)$$

di mana: A = Biaya asuransi (Rp/jam); i = Nilai asuransi per tahun dalam desimal; n = Umur pakai alat (tahun); dan h = Jumlah jam kerja dalam 1 tahun (jam).

e. Biaya operasi alat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$BO = \text{Biaya BBM} + \text{Biaya bahan pelumas} + \text{Biaya reparasi} + \text{Biaya upah kerja} \dots\dots\dots (8)$$

di mana : BO = Biaya operasi (Rp/m³); BBM = Bahan bakar mesin

$$\text{Biaya BBM} = \text{kebutuhan BBM / jam} \times \text{harga BBM/lt} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Biaya pelumas} = \text{kebutuhan pelumas/jam} \times \text{harga pelumas/lt} \dots\dots\dots (10)$$

Biaya reparasi dihitung berdasarkan rumus :

$$Br = \frac{Fp \times hm}{n} \dots\dots\dots (11)$$

di mana: Br = Biaya reparasi (Rp); Fp = Faktor perbaikan (10%); dan hm = Harga mesin (Rp).

Upah kerja pekerja dihitung berdasarkan rumus :

$$Upk = \frac{Uop + Upb}{Jop} \dots\dots\dots (12)$$

di mana : Upk = Upah pekerja (Rp); Uop = Upah kerja operator/bulan (Rp); Upb = Upah kerja pembantu per-bulan (Rp); dan Jop = Jam operasi/bln (jam)

f. Biaya ekstraksi kayu/m³ dengan sistem kabel layang, dihitung dengan rumus :

$$BEK = \frac{BP + BO}{Pd} \dots\dots\dots (13)$$

di mana: BEK = biaya ekstraksi kayu (Rp/m³); BP = biaya pemilikan (Rp/jam) ; BO = biaya operasi (Rp/jam) ; dan Pd= Produktivitas kerja (m³/jam).

3. Gatra ekologi

a. Keterbukaan tajuk dibagi dua yakni keterbukaan tajuk aktual (KTa) dan keterbukaan tajuk relatif (KTr) yang dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Anonim, 1996) :

$$Kta = P \times L (m^2) \dots\dots\dots (14).$$

di mana: KTa = Keterbukaan tajuk dalam jalur (m²); P = Panjang jalur kabel (m); L = Lebar rata - rata keterbukaan tajuk di sepanjang kiri dan kanan jalur kabel (m).

$$Ktr = \frac{Kta}{Lck} 100\% \dots\dots\dots (15)$$

di mana: Ktr = Keterbukaan tajuk relatif (%); KTa = Keterbukaan tajuk aktual (m²); Lck = Luas cakupan kabel maksimum (m²), dengan perhitungan lebar cakupan maksimum 2 x 30 meter.

b. Keterbukaan tanah dihitung dengan rumus sama seperti di atas, meliputi keterbukaan aktual dan keterbukaan tanah relatif dengan rumus sebagai berikut :

$$Kta = P \times L (m^2) \dots\dots\dots (16)$$

di mana: Kta = Keterbukaan tanah dalam jalur (m²); P = Panjang jalur kabel (m); L = Lebar rata - rata keterbukaan tanah di sepanjang kiri dan kanan jalur kabel (m).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keadaan Peralatan dan Lapangan

Peralatan sistem kabel layang yang diteliti adalah mesin yarder merek thunderbird TTY70 yang berkekuatan 450 HP dengan kapasitas 8 - 10 m³. Mesin ini digunakan khusus untuk mengeluarkan kayu yang berdiameter besar (60 cm ke atas) yang berada jauh di seberang atau di bawah lereng gunung. Di mana pada lokasi yang demikian traktor tidak mampu untuk mengeluarkan kayu tersebut. Untuk mengetahui alat sistem kabel layang Thunderbird TTY 70 dan spesifikasinya dapat dilihat pada lampiran 1.

Lokasi yang diteliti adalah areal khusus untuk uji coba ekstraksi kayu bundar di petak kerja nomor 91 azimuth 220° dan 230° dengan kemiringan lereng berkisar antara 2° - 30°. Sedangkan panjang jalur lereng masing - masing adalah 300 dan 400 m, atau rata - rata panjangnya 350 m.

B. Penanganan Alat

Mesin yarder Thunderbird TTY 70 yang dioperasikan ini termasuk mesin yang berukuran kelas menengah dengan kekuatan 430 HP, di mana di dalamnya terdapat 3 buah tromol besar dan 2 buah tromol kecil. Model operasi sistem kabel layang ini adalah model sistem kabel layang dinamis (live skyline) di mana sistem operasinya kabel dapat bergerak secara dinamis seperti kabel utama dapat diturun-naikkan, kecepatan kabel penarik muatan dan jarak tempuh dapat diatur dan dikendalikan secara mudah oleh operator yang berada di dalam kabin.

Sementara itu dalam melaksanakan kegiatan pengoperasian sistem kabel layang di lapangan, di lakukan dalam 2 tahap kegiatan, yaitu tahap persiapan lapangan (setting) dan tahap pelaksanaan. Tahap persiapan cara kerjanya secara garis besar meliputi kegiatan sebagai berikut :

1. Penempatan unit yarder pada lokasi TPn (tempat pengumpulan) yang sudah ditetapkan dan dipersiapkan.
2. Penandaan pohon yang akan ditebang untuk kebutuhan jalur kabel (cable coridor) dan pohon produksi.
3. Penandaan pohon yang akan dijadikan sebagai tiang pohon penyangga (spartree), tiang pohon utama (head tree), tiang pohon penyangga untuk penahan kabel tiang besi (guy line).
4. Penebangan pohon untuk jalur kabel dan pohon produksi.
5. Pemasangan instalasi sistem kabel layang , antara lain :
 - Pemanasan mesin dan pemeriksaan keadaan unit yarder.
 - Menegakkan tiang besi (tower).
 - Pemasangan 5 buah kabel penahan tiang besi.
 - Pemasangan katrol pembantu, katrol utama (sadle block) pada tiang pohon utama dan pembantu.
 - Menarik kabel pembantu (strawline cable) pada jalur yang sudah dipersiapkan.
 - Pemasangan kabel pengulur (haulback cable).
 - Pemasangan kabel penarik (main line cable).

- Pemasangan kabel utama (skyline cable).
 - Pemasangan kereta penarik muatan (carriage).
6. Uji coba kereta penarik muatan (carriage).

Adapun pelaksanaan pengeluaran kayu balak (yarding), secara garis besar meliputi kegiatan kerja sebagai berikut:

1. Posisi kereta penarik muatan yang berada di TPn diturunkan menuju lokasi kayu produksi yang tergeletak di lereng bawah.
2. Kabel layang utama dikendorkan sehingga kereta penarik muatan berada dibawah.
3. Kabel pemasok (dropline cable) dikendorkan, kemudian ditarik oleh pekerja (choker setter) menuju kayu produksi yang tergeletak.
4. Kabel pemasok diikatkan sedemikian rupa pada salah satu ujung kayu balak yang tergeletak.
5. Kabel pemasok dijalankan sampai kayu balak yang tergeletak tersebut ikut tertarik mendekat kereta penarik muatan.
6. Kabel utama dikencangkan sampai dengan kereta penarik dan kayu balak yang akan dimuat ikut terangkat ke atas.
7. Kabel penarik dijalankan, sehingga kereta yang menarik kayu bundar tersebut ikut tertarik ke atas menuju TPn yang berada di lereng atas.
8. Bongkar muatan di TPn.

Untuk mengetahui operasi sistem kabel layang dan teknik pemasangan katrol pada tiang pohon (spartree) dapat dilihat dalam gambar 2 dan 3 pada lampiran 1 c dan 1 d.

Dari uraian cara kerja tersebut di atas, nampaknya penanganan alat kerja pada sistem kabel layang lebih sulit dibandingkan dengan sistem traktor, karena pada sistem traktor tahap kerjanya jauh lebih sederhana. Selain itu dalam operasi sistem traktor, operator lebih bersifat individu karena anggota tenaga kerja biasanya hanya berjumlah 2 (dua) orang yang terdiri dari 1 orang operator dan 1 orang pembantu operator (helper), sedangkan pada sistem kabel layang anggota tenaga kerja berjumlah sekitar 8 orang.

Selanjutnya perlu diketahui bahwa, dalam melaksanakan sistem kabel layang, agar produktif dan aman, maka idealnya semua anggota tenaga kerja harus benar-benar terampil serta menguasai ilmu perencanaan dan desain operasional sistem kabel layang, menguasai pengetahuan teknik pemasangan katrol pada tiang pohon penyangga, menguasai pengetahuan teknik menyambung atau menjalin kabel (splicing), menguasai pengetahuan sistem kode (alarm), menguasai pengetahuan teknik kombinasi operasional sistem kabel layang yang menggunakan kereta dan tanpa kereta/penjepit dan kombinasi menggunakan sistem tanpa kabel pengulur (shotgun system), mengetahui daerah operasi yang rawan kecelakaan, kompak serta disiplin terhadap setiap komando dari pimpinan lapangan (foreman/supervisor) dan lain-lain. Oleh karena itu seyogyanya para pekerja di bidang ini diperlukan para anggota yang mempunyai pendidikan sekurang-kurangnya setingkat SLTA, sedangkan untuk pimpinan lapangannya (foreman/supervisor) sekurang-kurangnya berpendidikan sarjana muda kehutanan.

C. Produktivitas Kerja

Pengukuran produktivitas kerja pada jalur azimuth 230° dilakukan selama waktu 5 hari kerja, sedangkan pengukuran pada azimuth 220° dilakukan selama waktu 1 hari kerja. Pengukuran pada jalur azimuth 220° ini perlakuannya hanya satu kali karena pada hari selanjutnya terjadi kerusakan teknis pada kereta penarik muatan (carriage), sehingga kegiatan operasi diberhentikan. Hasil pengukuran secara rinci dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produktivitas kerja ekstraksi kayu dengan sistem kabel layang pada azimuth 220° dan 230°.

Table 1. Logs extraction productivity of the skyline system on azimuth 220° and 230°.

Azimut <i>Azimuth</i>	Produksi (<i>Production</i>)		Volume (<i>m³</i>)	Waktu kerja efektif (<i>Effective time</i>)		Jumlah waktu efektif (jam) (<i>Time total (hours)</i>)	Produktivitas (<i>Productivity</i>)	
	Jumlah rit (<i>Total trip</i>), (<i>n</i>)	Jumlah batang (<i>Total sortimen</i>) (<i>n</i>)		Persiapan (jam) (<i>Preparation</i>) (<i>hours</i>)	Operasi(jam) (<i>Operation</i>) (<i>hours</i>)		m³/rit (<i>m³ /trip</i>)	m³/jam (<i>m³ /hours</i>)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
230°								
1	4	4	30,52	3,55	1,35	4,98	7,63	6,23
2	11	11	97,32	0,16	5,52	5,58	8,85	16,69
3	7	7	62,66	2,00	3,51	5,51	8,95	11,37
4	4	4	55,14	0,38	2,34	2,72	13,78	20,27
5	4	4	28,67	0,16	4,44	4,60	7,17	6,23
220°								
1	7	7	62,21	0,16	4,55	4,71	13,67	13,21
Rata-rata (<i>Average</i>)			56,08	1,06	3,65	4,65	9,21	12,41

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa waktu kerja efektif rata-rata 4,65 jam/hari, yang terdiri dari waktu persiapan (pembenahan kabel, pemeriksaan areal operasi dan pemanasan mesin) rata - rata 1,06 jam/hari dan waktu operasi rata-rata selama 3,57 jam/hari. Waktu efektif yang diperlukan untuk menyarad kayu per batang 0,99 jam / batang . Produktivitas kerja per rit rata - rata 9,21m³ atau sebesar 12,41 m³/jam. Selanjutnya untuk mengetahui besar diameter dan panjang batang kayu bundar yang diekstraksi dapat dilihat pada Tabel 2, yang menunjukkan bahwa rata - ratanya 104,48 cm dan panjang rata - ratanya 12,45 m. Perlu dikemukakan bahwa produktivitas kerja sebesar 12,41 m³/jam tersebut adalah ditempuh dengan jarak sarad rata - rata sejauh 2,1 hm atau 5,45 m³/jam/hm.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu mengenai penggunaan sistem kabel layang dengan mesin yarder Isuzu yang pernah dilakukan di hutan tusam Jawa Timur, hasilnya menunjukkan bahwa waktu kerja efektif rata - rata 5,77 jam/hari dan produktivitas kerja per rit rata rata 0,55 m³/rit atau 2,65 m³/jam (Basari *et al*, 1997). Dengan demikian mesin Thunderbird TTY 70 ini lebih

produktif. Hal ini terjadi karena selain kekuatan daya mesin (horse power) Thunderbird TTY70 lebih besar juga mekanisme kerja dalam mengoperasikan alatnya lebih praktis. Sementara itu jika dibandingkan dengan pemakaian traktor Caterpillar D7' G, ternyata produktivitasnya jauh lebih tinggi traktor yaitu produktivitas kerja traktor mencapai 92,09 m³/jam/hm (Dulsalam dan Sukanda, 1990). Hal ini terjadi diduga karena pada kegiatan operasinya traktor tidak ada persiapan untuk melakukan pemasangan tiang- tiang penyangga kabel sebagaimana yang ada pada sistem kabel layang yang cukup banyak menyita waktu lama, selain itu pengoperasian Thunderbird TTY70 ini masih baru dan dalam taraf uji coba.

Tabel 2. Diameter dan panjang batang kayu bundar yang diekstraksi pada jalur azimuth 220° dan 230°.

Table 2. The length and diameter of logs extracted on azimuth 220° and 230°.

No.	Azimut (Azimuth) (°)	Diameter rata-rata (Diameter average) (cm)	Selang (Range) (cm)	Panjang rata-rata (Length average) (m)	Selang (Range) (m)
A	220°				
1		97	70 - 125	10,10	10,00 - 10,67
2		81	60 - 100	15,39	9,70 - 24,00
3		90	67 - 116	14,20	6,00 - 19,30
4		137	122 - 153	9,30	7,50 - 11,40
5		133	74 - 167	13,30	8,50 - 18,60
B	230°				
		91	60 - 122	12,50	10,24 - 14,80
Rata (Average)		104,48		12,55	

Tabel 3. Biaya investasi sistem kabel layang Thunderbird TTY 70

Table 3. Investment cost of the Thunderbird skyline system TTY70

No	Biaya (Cost)	Rp
1.	Mesin yarder (Yarder machine)	961.233.867
2.	Pengangkutan Amerika- Jakarta (Transportation)	68.085.560
3.	Asuransi pengangkutan (Asurance)	4.734.307
4.	Administrasi pengapalan (Administration)	2.053.815
5.	Pengangkutan Jakarta - Samarinda (Transportation)	10.000.000
6.	Pengangkutan Samarinda -Lortbagun (Transportation)	3.500.000
7.	Berbagai perlengkapan lapangan (Unit equipment)	773.660
8.	Berbagai peralatan kunci dll (Key, personil use and P3K)	7.089.661
	Jumlah (Total)	1.057.520.661

Sumber/Source : Anonim, 1995

Selanjutnya mengenai biaya pengadaan alat Thunderbird TTY 70 ini, berdasarkan informasi yang diperoleh dari data perusahaan pada tahun 1995 adalah tercatat sebesar Rp 1.057.520.661 atau sebesar 423008,2644 \$ US. Sedangkan harga alat mesin yarder merek Isuzu yang berkekuatan 115 HP milik Perum Perhutani ditaksir sebesar Rp 600.000.000 atau sebesar 240000 \$ US . Harga alat

ini berlangsung pada saat sebelum terjadi krisis moneter dimana kurs 1 \$ US sebesar Rp 2.500,00. Untuk mengetahui biaya investasi alat Thunderbird TTY 70 secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.

Selanjutnya untuk mengetahui besarnya biaya ekstraksi kayu terlebih dahulu perlu dihitung biaya pemilikan dan biaya operasi mesin. Yang dimaksud biaya pemilikan ini adalah biaya tetap yang merupakan jumlah dari biaya yang dikeluarkan untuk biaya penyusutan, bunga modal dan asuransi. Sedangkan biaya operasi mesin atau biaya tidak tetap (variable cost) adalah biaya yang terdiri dari jumlah biaya penggunaan bahan bakar, pelumas, perawatan dan upah kerja. Secara rinci untuk mengetahui biaya tetap dan biaya tidak tetap dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya tetap dan biaya tidak tetap pengoperasian Thunderbird TTY 70
Table 4. Fixed cost and variable cost of using by Thunderbird TTY 70

No.	Biaya tetap (Fixed cost)	Rp perjam (Rp per hour)	(%) (%)	Biaya tidak tetap (Variable cost)	Rp perjam (Rp per hour)	(%) (%)	Jumlah (Total) Rp	%
1.	Biaya penyusutan (Depretation cost)	95.324	21,00	Biaya bahan bakar (Fluid cost)	4.000	0,84	99.324	21,84
2.	Bunga modal (Interes terate)	330.475	70,81	Biaya pelumas (Oil cost)	700	0,14	334.175	70,95
3.	Biaya asuransi (Insurance cost)	5.445	0,10	Biaya perawatan (Maintenance cost)	15.428	3,25	20.873	3,35
4.	—	—	—	Upah kerja 10 orang (Salary for 10 men)	23.000	3,86	23.000	3,86
	Jumlah (Total)	431.249	91,91		43.128	8,69	474.377	100,00

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka dapat diketahui bahwa biaya pemilikan dan pengoperasian sistem kabel layang mencapai Rp 474.377/jam.

Dengan demikian biaya ekstraksi kayu bundar dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$BEK = \frac{Rp\ 431.249/jam + Rp\ 43.128/jam}{12,41\ m^3/jam} = Rp\ 39.000/m^3.$$

Biaya ekstraksi sebesar itu dilakukan dalam proses penyaradan rata - rata sejauh 2,1 hm. Dengan demikian biaya ekstraksi menjadi sebesar Rp 19.500/m³/hm atau US \$ 7,8 /m³/hm (1 US \$ = Rp 2.500,00). Sementara itu jika dibandingkan dengan penggunaan sistem traktor, biaya operasi Thunderbird TTY70 tetap lebih mahal, dimana biaya operasi traktor di hutan alam tanah kering sebesar 5,7 US \$ / m³ (Anonim, 1996). Hal ini terjadi karena jumlah anggota tenaga kerja dan komponen alat pada sistem kabel layang lebih banyak. Namun demikian kelebihan teknik penggunaan sistem kabel layang adalah cara kerja operator di dalam kabin lebih ringan karena semua tombol dapat dikendalikan secara otomatis, selain itu juga

ramah lingkungan, sehingga mungkin apabila dampaknya terhadap hasilnya dinilai dengan rupiah, akan lebih murah dibanding penggunaan sistem traktor.

D. Dampak Terhadap Lingkungan

Yang dimaksud dengan dampak terhadap lingkungan ini cakupannya meliputi 2 katagori yaitu : 1) Dampak terhadap keterbukaan tajuk dan tanah hutan. 2) Dampak penebangan dan penyaradan terhadap pohon tegakan sisa. Secara rinci uraiannya adalah sebagai berikut :

1. Dampak terhadap keterbukaan tajuk dan tanah hutan.

Yang dimaksud dengan keterbukaan tajuk ialah bagian lahan yang tidak tertutup lagi oleh tajuk dari tingkat pohon sebagai akibat dari adanya kegiatan penebangan untuk jalur penyaradan (cable coridor) dan penebangan pohon. Sedangkan yang dimaksud dengan keterbukaan tanah ialah proporsi dari bagian permukaan lapisan lantai hutan, di mana lapisan penutup tanah aslinya yang berupa humus, serasah atau bagian - bagian bahan organik di atasnya hilang/tersingkirkan, sehingga lapisan tanah bagian atas terbuka. Kegiatan pengamatan dilakukan pada 5 (lima) buah jalur yaitu azimuth 335, 220, 320, 400 dan 295°. Hasil pengamatan keterbukaan tajuk sebagai akibat penebangan pembuatan jalur penyaradan dan penebangan pohon, serta keterbukaan lantai permukaan tanah pada masing - masing jalur dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Keterbukaan tajuk dan lantai permukaan tanah hutan akibat kegiatan pemanenan kayu menggunakan kabel sistem kabel layang

Table 5. The crown and forest floor exposure as the result of logs extraction by skyline system

No Jalur (Strip number)	Panjang (Length) (m)	Azimut (Azimuth) (°)	Keterbukaan rata-rata tajuk (Mean opening crown)		% Keterbukaan tanah terhadap (% Soil exposure for)			
			Lebar (Width) (m)	Luas (Area) (m²)	Lapisan lantai hutan (Forest floor) (m)	Tajuk pohon (Tree crown) (%)	Cakupan jalur kabel maksimum (Cable scope maximum) 60 m (%)	Rata-rata per ha (Mean per ha) (%)
1.	250	335	14,21	3552,50	33,81	0,95	0,23	0,34
2.	400	220	13,63	5452,00	84,06	1,54	0,35	0,84
3.	240	320	13,60	3264,00	5,30	0,16	0,04	0,05
4.	230	400	15,25	3507,50	306,00	8,72	2,22	3,06
5.	280	295	16,00	4480,00	109,95	2,45	0,65	1,10
Rata2(Mean)	280	-	14,54	4051,20	107,82	2,76	0,70	1,08

Dari Tabel 5 di atas terlihat bahwa rata - rata panjang jalur pengeluaran kayu (cable coridor) adalah 280 m, dengan lebar keterbukaan tajuk rata-rata 14,54 m. Dengan demikian luasan rata-rata yang terbuka tajuknya adalah 4.051,20 m². Sedangkan luas keterbukaan lantai permukaan hutan seluas 107,82 m² atau sebesar

3,35%. Dari data ini juga diperhitungkan bahwa luas operasi sistem kabel layang aktual rata-rata sebesar 1,84%. Jika dikaitkan dengan kemampuan jangkauan kabel dalam menarik ke arah samping (lateral yarding) selebar 60 meter (arah kiri dan kanan), besar keterbukaan tanah rata-rata hanya 0,70% atau rata-rata 1,08% per hektar.

Sementara itu jika dibandingkan dengan hasil pemantauan penggunaan traktor di lapangan pada saat itu, dampaknya terhadap keterbukaan permukaan lantai tanah hutan, sistem kabel layang jauh sangat kecil. Hasil pengamatan dari seluas 4 hektar di lokasi yang sama, terhadap bekas penggunaan traktor di lapangan menunjukkan bahwa keterbukaan permukaan lantai hutan rata-rata mencapai 3.050m²/ha. Sementara dari penggunaan sistem kabel layang, rata-rata hanya menunjukkan 107,82 m²/ha. Dengan demikian dapat diketahui bahwa akibat dari penggunaan sistem kabel layang terhadap keterbukaan permukaan lantai tanah hutan 28 kali lipat lebih kecil dibanding traktor. Perbedaan yang sangat mencolok ini terjadi karena pada sistem kabel layang, kayu bundar yang dikeluarkan sedikit menyentuh permukaan tanah lantai hutan, sedangkan sistem traktor pisaunya mendorong lantai tanah permukaan hutan.

Dengan demikian atas dasar hasil pengkajian tersebut di atas, maka dapatlah dikatakan bahwa dampak penggunaan sistem kabel layang di areal hutan yang bertopografi curam terhadap erosi dan sedimentasi relatif sangat kecil. Disamping itu kerusakan hutan tidak perlu dikhawatirkan selama dalam areal penggunaannya tidak tumpang tindih dengan penggunaan traktor.

2. Dampak penebangan dan penyaradan terhadap tegakan tinggal

Yang dimaksud dengan dampak terhadap tegakan tinggal disini itu adalah pohon-pohon yang lain menjadi rusak akibat adanya penebangan untuk jalur kabel dan penebangan produksi, juga selain itu kerusakan pohon akibat penyaradan karena terbentur oleh kereta (carriage) yang sedang menarik muatan kayu. Pengamatan dilakukan pada 3 (tiga) jalur azimuth 230, 220, 275°. Hasil pengamatan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 6 .

Tabel 6. Kerusakan tegakan sisa akibat kegiatan penebangan dan penyaradan kayu pada sistem kabel layang

Table 6. Destructed of the risidual stand due to felling and wood extraction on skyline system activity

No	Azimut (Azimuth) (°)	Luas cakupan kabel (Cable scope) (ha)	Pohon produksi (Trees production) (n)	Volume (Volume) (m ³)	Kerusakan pohon (Trees destructed) (n)
1.	230	2,40	6	84,10	72
2.	220	2,46	7	96,34	49
3.	275	1,65	5	79,08	31
Rata-rata (Mean)		2,17	6	85,50	50,6

Dengan melihat Tabel 6 di atas, penjelasannya dapat dikemukakan sebagai berikut :

(1). Jalur azimuth 230° TPn IV petak 91.

Dari cakupan kabel 2,40 Ha diperoleh gambaran bahwa untuk memproduksi sebanyak 6 pohon, eksekusi yang ditimbulkan dari kegiatan tersebut ialah terjadi kerusakan pohon tegakan tinggal sebanyak 72 pohon atau rata - rata 30 pohon per ha. Untuk mengetahui keadaan hutan sebelumnya maka di petak kerja nomer 81 dilakukan cruising (ITSP) dengan luas sample plot 2 Ha hasilnya memberikan gambaran bahwa jumlah pohon seluruhnya 846 buah dengan rata - rata per hektar 448 pohon. Bilamana keadaan tegakan awal pada petak kerja 81 ini dianggap sama kondisinya dengan petak kerja nomer 91, di mana sistem kabel layang dioperasikan, maka penurunan jumlah pohon akibat kegiatan penebangan dan pembuatan jalur adalah sebesar 16% per hektar.

Thaib (1995) mengemukakan bahwa pada sistem traktor penebangan 5 - 9 pohon per hektar mengakibatkan kerusakan 11,7 - 31,8% per hektar. Dengan demikian pemanenan menggunakan sistem kabel layang dapat dipandang aman dengan masih tersisanya tegakan tinggal dalam jumlah yang cukup.

(2). Jalur azimuth 220° landing IV, petak 91.

Pada azimuth ini pohon yang ditebang untuk kegiatan produksi 7 pohon. Sedangkan eksekusi yang ditimbulkan adanya kegiatan tersebut menyebabkan kerusakan pohon sebanyak 49 buah.

Bila kondisi tegakan awal pada jalur ini juga dianggap sama seperti pada azimuth 230°, maka dapat diperhitungkan bahwa penurunan jumlah pohon dalam tegakan hanya sebesar 9,48%. Hal ini jika ditinjau dari segi kesinambungan produksi kondisi tegakan tinggal untuk rotasi tebang 35 tahun berikutnya tidak mengkhawatirkan.

(3). Jalur azimuth 275° TPn V petak 82.

Pada jalur ini kegiatan pemungutan pohon produksi sebanyak 5 pohon, mengakibatkan kerusakan terhadap tegakan tinggal sebanyak 31 pohon. Sementara luas cakupan kabel mencapai 1,53 Ha. dengan demikian rata - rata pohon yang rusak adalah 24,84 pohon per hektar. Bilamana diasumsikan keadaan tegakan awal juga sama dengan keadaan awal jalur - jalur tebang sebelumnya, maka penurunan jumlah pohon pada jalur ini hanya sebesar 9,2%. Dengan demikian penggunaan sistem kabel layang untuk pengeluaran kayu menimbulkan efek terhadap tegakan tinggal relatif rendah yakni di bawah 10%.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dapat diketahui, bahwa kerusakan tegakan tinggal sebagai akibat pengoperasian sistem kabel layang termasuk didalamnya kegiatan penebangan ternyata rata rata sebanyak 55 pohon/ha atau sebesar 12,77% dari jumlah tegakan semula.

D. Kelebihan dan Kekurangan Alat

Berdasarkan hasil kajian secara teknis terhadap pengoperasian sistem kabel layang Thunderbird TTY70, maka dapat diketahui kelebihan dan kekurangannya sebagai berikut :

1. Kelebihan :

Dapat dioperasikan dengan tidak tergantung cuaca namun demikian apabila hujan perlu dipertimbangkan tenaga kerjanya, dapat dioperasikan secara ke atas dan ke bawah lereng, gangguan pada mesin mudah diketahui karena adanya panel kontrol yang lengkap, dampak operasional alat terhadap erosi sangat kecil, bekas areal operasi sangat memudahkan untuk melakukan pembinaan dan pengawasan hutan, memungkinkan untuk digunakan dalam mengeluarkan limbah kayu dari areal tebangan, penempatan unit tidak memerlukan lapangan yang luas, jalur pengoperasian (cable coridor) berkisar antara 1 - 5 jalur tetapi untuk penerapan sebenarnya dilapangan yang sistem silvikulturnya TPTI perlu dianjurkan jumlah jalur hanya 1 - 3 jalur saja.

2. Kekurangan :

Tidak efisien bilamana digunakan pada daerah yang topografinya ringan, sistem rem tidak dapat langsung menghentikan tarikan tetapi memerlukan jarak waktu tertentu dan kabel banyak bergerak, ukuran komponen unit besar dan berat sehingga memerlukan tenaga yang cukup banyak, memerlukan tingkat kewaspadaan tinggi karena di semua lini kegiatan beresiko kecelakaan cukup besar, memerlukan keahlian khusus dan ketrampilan yang tinggi dalam menanganinya, memerlukan keahlian dan kecermatan dalam proses perencanaannya sebab jika terjadi kesalahan dalam penempatan unit dan pembuatan jalur maka proses operasi menjadi tidak efektif dan efisien, perpindahan unit dari satu TPn ke TPn yang lain jauh lebih lambat dibanding dengan traktor.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Waktu kerja efektif rata - rata mencapai 4,65 jam/hari yang terdiri dari waktu persiapan 1,06 jam/hari dan waktu operasi 3,57 jam/hari. Produktivitas rata-rata mencapai 12,4 m³/jam. Waktu tempuh efektif pengeluaran kayu rata-rata 17/batang/ hm. Penggunaan bahan bakar rata - rata per hari 54 liter atau rata 11,71 liter /jam.
2. Biaya tetap sebesar Rp 431.249/jam dan biaya ekstraksi kayu sampai ke TPn sebesar Rp 39.000 / m³.
3. Keterbukaan tajuk pohon per jalur lebarnya rata-rata 15 m pada panjang jalur rata-rata 314 m. Keterbukaan tanah lantai hutan rata-rata mencapai 107,7 m²/ jalur (1,08%/jalur). Kerusakan pohon tegakan tinggal sebesar 12,27% per ha.

4. Untuk menghindari kerusakan pohon yang fatal disarankan perlu diadakan perbaikan teknik penebangan yang sesuai dengan arah sistem tulang ikan.
5. Disarankan tenaga perencana dengan tenaga operator berikut tenaga teknisi sistem kabel layang, perlu ada kerja sama didalam penunjukan lokasi jalur kabel, agar dalam pelaksanaan kayu yang dikeluarkan tidak memotong pematang gunung .
6. Untuk menghindari kecelakaan yang fatal, di sekitar lokasi pengoperasian perlu dipasang rambu-rambu peringatan bahaya.
7. Perlu dibuat kereta (carriage) cadangan hasil rekayasa sendiri, sebab kalau kereta yang orisinil rusak tidak perlu menunggu kiriman komponen (sparepart) dari Amerika sehingga kegiatan produksi tidak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

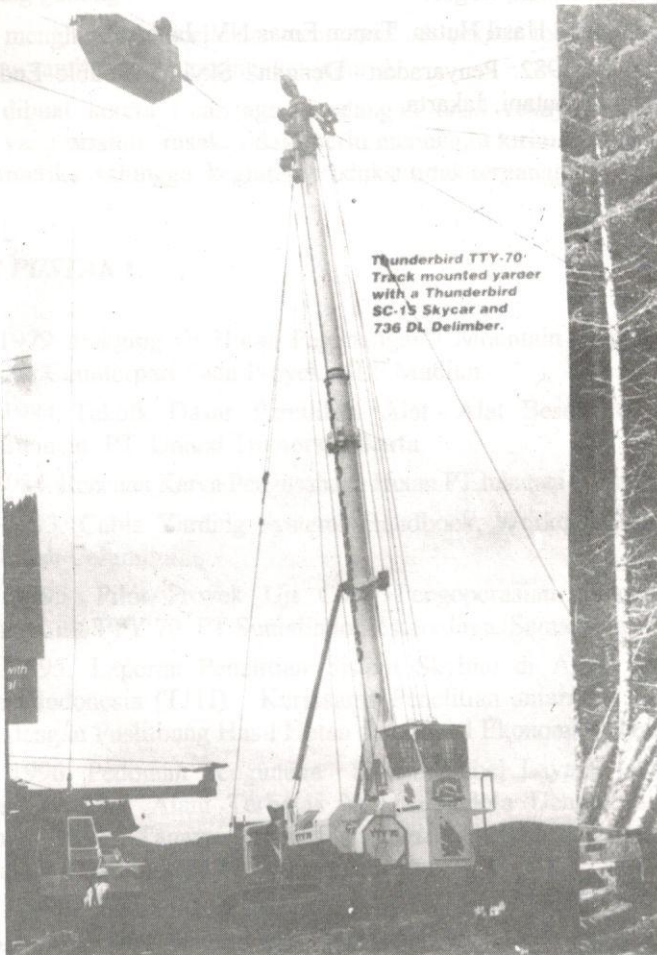
- Anonim. 1979. Logging Di Hutan Pegunungan (Mountain Logging). Para Expert Jica dan Counterpart Pada Proyek MLP Madiun.
- . 1984. Teknik Dasar Pemilihan Alat - Alat Besar. Technical Consulting Departement. PT. United Tractors, Jakarta.
- . 1984. Rencana Karya Pengusahaan Hutan PT.Inhutani II Kalimantan Selatan.
- . 1993. Cable Yarding Systems Handbook. Workers Compensation Board Of British Columbia.
- . 1995. Pilot Proyek Uji Coba Pengoperasian Sistem Kabel Layang Thunderbird TTY 70. PT Sumalindo Lestari Jaya. Samarinda .
- . 1995. Laporan Penelitian Sistem Skyline di Areal Tebang Jalur dan Tanam Indonesia (TJTI) Kerjasama Penelitian antara PT Sumalindo Lestari Jaya dengan Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- . 1996. Pedoman Penggunaan Sistem Kabel Layang (skyline system) di Hutan Produksi Alam Terbatas Yang Dikelola Dengan Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan, Jakarta .
- . 1996. Draft Response To Proposed IMF Forestry Sector Reforms. Indonesia – UK Tropical Forest Management Programme, Manggala Wanabakti. Jakarta.
- Aulerich .1996. Cable Logging Planning. PT. Sumalindo Lestari jaya. Samarinda - Indonesia.
- Basari, Z.D. Sumanto dan W.Endom. 1997. Analisis Produktivitas Kerja Ekstraksi Kayu Dengan Sistem Kabel Layang Dalam Sistem Tebang Habis Di Hutan Jawa Timur. Buletin Penelitian Hasil Hutan,15 (3):169-189.
- Dulsalam dan Sukanda. 1990. Pengaruh Jarak Sarad dan Volume Kayu yang Disarad Terhadap Produktivitas Traktor Penyaradan. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 8 (3) : 83 - 87.

- Thaib, J.1985. Pengaruh Penggunaan Traktor Terhadap tegakan Tinggal Pada beberapa Pengusahaan Hutan di Kalimantan Timur. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 2.(3): 10 - 14.
- Tinambunan, D .1987. Pemilihan Cara Ekstraksi Kayu (Yarding) Secara Modern. Kertas Kerja Dalam Rangka Ujian Dinas Tingkat III . Tidak diterbitkan. Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.
- Yuta, 1954. Pemungutan Hasil Hutan. Timun Emas NV, Jakarta.
- Tjahyo Purwanto, E. 1982. Penyaradan Dengan Skyline Double Endless. Duta Rimba. Perum Perhutani, Jakarta.



Lampiran 1 a. Gambar alat sistem kabel layang Thunderbird TTY70 dan alat muat bongkar di TPn.

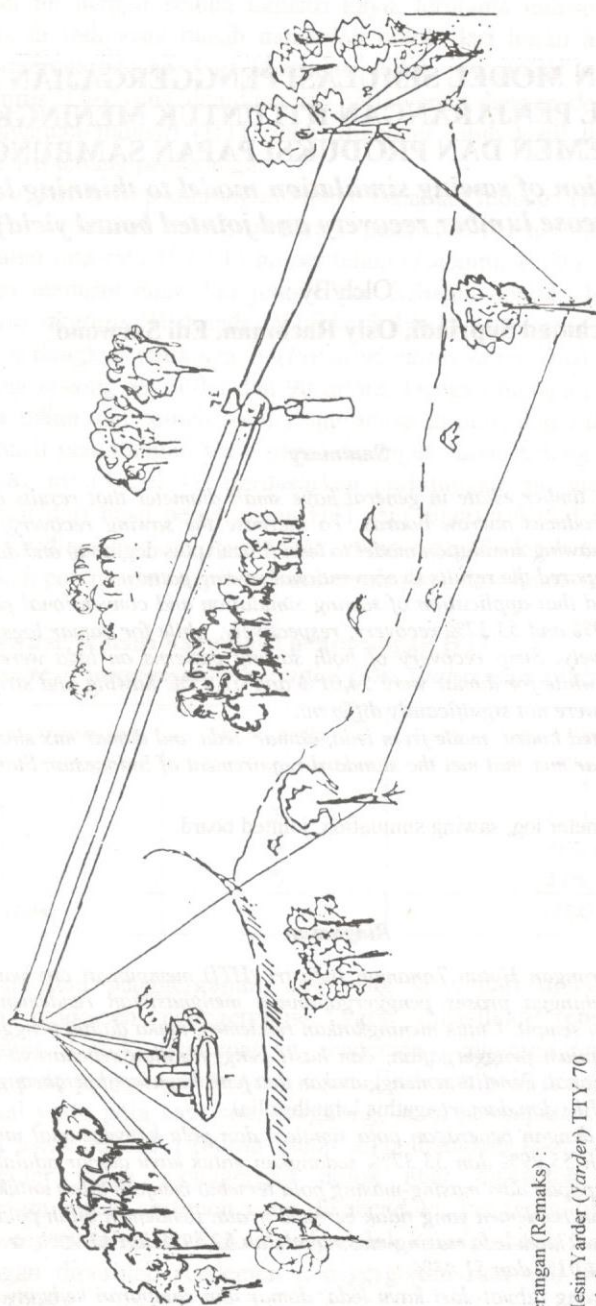
Appendix 1 a. Skyline system unit of the thunderbird TTY70 and Creane in the platform.



Spesifikasi thunderbird TTY70 (*Specification of the thunderbird TTY70*):

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. Kekuatan mesin (<i>Power</i>) | : NTA 355Cummins Engine 430 HP |
| 2. Tiang (<i>Tower</i>) | : 70 feet telescop |
| 3. Kecepatan jalan (<i>Travel speed</i>) | : 2 - 4 MPH |
| 4. Panjang maximum (<i>maximum span</i>) | : 2200 feet |
| 5. Kapasitas (<i>Payload limit</i>) | : 8 - 10 m ³ |

Lampiran 1 b. Gambar ekstraksi kayu bulat sistem kabel layang Thunderbird TTY70
Appendix 1 b. Skyline system operationed of Thunderbird TTY70



Keterangan (Remarks) :

1. Mesin Yarder (Yarder) TTY 70
2. Kabel utama (Main line cable)
3. Kabel penarik kereta (Endless cable)
4. Kabel pemasok (Drop line cable)
5. Kereta (Carriage)
6. Pohon penyangga utama (Tail tree)
7. Kabel penahan (Guy line)
8. Kabel utama yang ditahan (Anchor cable)
9. Kayu bulat yang diekstraksi (Log extraction)