

PRODUKTIVITAS PENYARADAN KAYU DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI PT. TOBA PULP LESTARI SEKTOR AEK NAULI, KABUPATEN SIMALUNGUN***THE PRODUCTIVITY OF TIMBER SKIDDING IN THE INDUSTRIAL PLANT FOREST PT. TOBA PULP LESTARI SECTOR AEK NAULI, SIMALUNGUN DISTRICT***

Rozalina^{*}, Meylida Nurrachmania², Yudistira P. Sembiring³
Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Simalungun
rozalina.lubis@gmail.com

ABSTRAK : Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas penyaradan kayu di Hutan Tanaman Industri PT. Toba Pulp Lestari. Produktivitas penyaradan dihitung dengan cara mencatat waktu sarad dengan metode null-stop, jarak sarad dan volume kayu yang disarad dengan masing- masing ulangan sebanyak 30 rit. Adapun elemen kerja penyaradan adalah sebagai berikut berjalan kosong ke tempat kayu, memuat (meliputi persiapan memuat dan memuat kayu ke atas excavator), menyarad, membongkar kayu dan pengaturan kayu di TPn. Produktivitas penyaradan kayu dipengaruhi oleh jarak sarad, waktu kerja penyaradan, volume kayu yang disarad, keahlian operator, dan faktor topografi. Rata-rata produktivitas penyaradan kayu menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 mf dengan bantuan Ponton Darat yaitu sebesar 16,128 m³hm/jam.

Kata Kunci: Produktivitas, Penyaradan, HTI

ABSTRACT : *The purpose of this study was to determine the productivity of tree skidding in PT. Toba Pulp Lestari. Skidding productivity was calculated by recording the skid time using the null-stop method, skid distance and volume of wood with 30 repetitions of each. The elements of skidding work are as follows walking empty into the logs, loading (including preparation of loading and loading wood onto the excavator), skidding, unloading logs and setting wood at the yard. The productivity of skidding is affected by skid distance, skidding time, volume of wood, operator expertise, and topographic factors. The average productivity of skidding logs using the Hitachi Zaxis 110 mf excavator with the help of the land pontoon is 16,128 m³hm / hour.*

Keywords: *Productivity, Skidding, HTI*

A. PENDAHULUAN

Penyaradan merupakan tahap pertama dari pengangkutan kayu, yang dimulai pada saat kayu diikatkan pada rantai penyarad di tempat tebangan kemudian disarad ke tempat tujuan (TPn/landing, tepi sungai, tepi jalan rel atau jalan rel) dan berakhir setelah kayu dilepaskan dari rantai penyarad. Faktor-faktor yang mempengaruhi cara penyaradan adalah jatah terbang tahunan, volume kayu, topografi, iklim, pertimbangan silvikultur, jarak sarad, ukuran dan sifat kayu yang disarad (Muhdi, 2015).

Sesuai dengan pendapat Muhdi (2015), yang menyatakan agar kegiatan penyaradan kayu dapat dilakukan secara sistematis, efisien, dan dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi, penyaradan dilakukan dengan terkontrol maksudnya penyaradan yang dilakukan diatas jaringan jalan sarad yang sudah direncanakan yang dibuat sebelum penebangan dan *winching*. Penyaradan terkontrol ini umumnya terdiri dari tahapan kegiatan seperti perencanaan jaringan jalan sarad, konstruksi jalan sarad, teknik *winching*, dan teknik penyaradan.

Tingkat produktivitas juga dipengaruhi oleh keterampilan dan kekompakan dari regu penyarad. Sebagai contoh pada saat pemberian aba-aba ada yang belum siap, serta ada anggota yang sudah tua. Begitu juga keadaan cuaca pada saat melakukan penyaradan dapat mempengaruhi kegiatan penyaradan, bila saat penyaradan terjadi hujan maka sabun sebagai pelicin jalan akan tercuci, sehingga terjadi gesekan antara alat dengan landasan jalan sarad. Produktivitas penyaradan akan meningkat apabila volume log yang disarad lebih besar, dan sebaliknya apabila volume log yang disarad rendah maka produktivitas rendah. Pengaruh jarak sarad juga dapat mempengaruhi, semakin jauh jarak yang ditempuh oleh penyarad maka produktivitas penyaradan akan semakin rendah dan sebaliknya semakin pendek akan memperbesar produktivitas penyaradan (Aggraini, 2011).

Dalam kegiatan penyaradan ini diupayakan sedikit mungkin terjadinya kerusakan pada pohon tinggal lainnya serta kerusakan tanah hutan. Untuk mengurangi kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan penyaradan kayu, penyaradan seharusnya dilakukan sesuai dengan rute penyaradan yang sudah direncanakan di atas peta kerja, selain itu juga dimaksudkan agar prestasi kerja yang dihasilkan cukup tinggi. Perencanaan jalan sarad biasanya dilakukan satu tahun sebelum kegiatan penebangan dimulai. Letak jalan sarad ini harus ditandai di lapangan sebagai acuan bagi pengemudi atau penyarad kayu (Anggraini, 2011).

Excavator dengan Ponton Darat merupakan salah satu alat untuk menyarad kayu. Ponton Darat ini terbuat dari rangka besi dengan panjang 5 m, lebar 2,5 m dan tinggi 1,5 meter. Ponton Darat ini disambungkan di belakang Excavator dengan sebuah besi penghubung berbentuk leher angsa dengan panjang kayu yang dibawa 4 m dan kapasitas 11 ton. Penarikan kayu dengan Ponton Darat dapat memuat 8 – 10 ton kayu, dengan panjang kayu \pm 4 meter. Sistem ini dapat dikombinasikan dengan sistem tarik panjang (shovel logger) dimana saat menarik Ponton Darat, Excavator dapat juga menggondong kayu panjang dengan *grapple*. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas penyaradan kayu di Hutan Tanaman Industri PT. Toba Pulp Lestari.

B. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Tanaman Industri PT. Toba Pulp Lestari, Tbk sektor Aek Nauli yang beralamat di Nagori Pondok Bulu, Kec Dolok Panribuan, (Kab.Simalungun). Secara Geografis letak sektor Aek Nauli berada pada : 2⁰40'00"LU dan 98⁰50'00"BT-99⁰10'00"BT.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah 2 buah stopwatch dan meteran. Alat yang digunakan adalah alat tulis dan excavator (alat yang dioperasikan di lapangan)

2.3. Metode Penelitian

Pengukuran produktivitas penyaradan adalah sebagai berikut, yaitu dihitung dengan cara mencatat waktu sarad dengan metode null-stop, jarak sarad dan volume kayu yang disarad dengan masing- masing ulangan sebanyak 30 rit. Adapun elemen kerja penyaradan adalah sebagai berikut (Muhdi, 2015):

- a. Berjalan kosong ke tempat kayu.
- b. Memuat, meliputi persiapan memuat dan memuat kayu ke atas excavator.
- c. Menyarad
- d. Membongkar kayu dan pengaturan kayu di TPn.

2.4. Pengolahan Data

Data lapangan berupa produktivitas sarad dari masing-masing sistem penyaradan, diolah ke dalam bentuk tabulasi dengan menghitung nilai rata-ratanya.

1. Produktivitas sarad dihitung dengan rumus berikut (Dulsalam dan Sukadaryati, 2002 dalam Anggraini, 2011):

$$Ps = (V \times J) / W$$

di mana:

Ps = produktivitas sarad (m³.hm/jam);

J = jarak sarad (hm);

W = waktu kerja sarad (jam);

V = volume kayu (m³) diperoleh dari $V = 0,25 \pi D^2 L$ dimana: π = konstanta 3,1416; L = panjang batang (m); D = diameter rata-rata (m) diperoleh dari: $D = 0,5 (D_p + D_u)$ di mana D_p = diameter pangkal dan D_u = diameter ujung.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Komponen Waktu Kerja Penyaradan Menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 mf dengan bantuan Ponton Darat

Waktu kerja penyaradan merupakan waktu yang dibutuhkan oleh regu penyarad untuk mengeluarkan kayu dari petak tebangan sampai kayu diatur ke tempat penimbunan sementara (TPn). Pada kegiatan penyaradan, waktu kerja yang diukur adalah setiap waktu yang berhubungan langsung dengan kegiatan penyaradan yaitu waktu berjalan kosong, memuat, berjalan dengan muatan, dan waktu membongkar muatan. Komponen waktu kerja penyaradan disajikan pada Lampiran 1. Hasil pengamatan rata-rata dari persen waktu total penyaradan menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 MF dengan bantuan Ponton Darat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata waktu kerja kegiatan penyaradan menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 MF dengan bantuan Ponton Darat

No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (menit)	Persen Waktu Total
1	Waktu berjalan kosong	5,882	9,42
2	Waktu memuat muatan	34,225	54,80
3	Waktu memasang pengait	0,095	0,15
4	Waktu Berjalan bermuatan	6,025	9,65
5	Waktu melepas pengait	0,091	0,15
6	Waktu membongkar muatan	16,132	25,83
Waktu total penyaradan		62,450	100

Hasil pengamatan terhadap waktu kerja komponen kegiatan penyaradan, didapati waktu kerja untuk waktu berjalan kosong terendah yaitu pada trip ke-19 sebesar 03.41.02 menit dengan jarak sarad 124,47 meter dan tertinggi pada trip ke-17 sebesar 08.39.45 menit dengan jarak sarad 213,11 meter. Hal ini disebabkan karena jarak sarad yang ditempuh pada trip ke-19 lebih pendek dibandingkan jarak sarad pada trip ke-17 dan merupakan jarak sarad terkecil dari semua trip.

Kegiatan pemuatan biasanya dipengaruhi terhadap adanya penambahan waktu hilang berupa kegiatan *skid track* dan volume kayu yang dimuat. Seperti waktu kerja pada pemuatan kayu ke Ponton Darat terendah didapati sebesar 25.34.57 menit pada trip ke-5 dan tertinggi sebesar 43.10.61 menit pada trip ke-24. Hal ini sesuai dengan banyaknya volume kayu yang disarad dimana pada trip ke-24, volume kayu yang disarad lebih banyak daripada volume kayu pada trip ke-5 dan merupakan volume kayu ke-2 terbesar dari semua trip. Panambahan waktu untuk *skid track* pun lebih besar dibandingkan pada trip ke-5.

Waktu berjalan dengan Ponton Darat telah terisi muatan kayu didapati trip ke-19 yang terendah sebesar 04.02.16 menit dengan jarak sarad 124,47 meter dan tertinggi pada trip ke-17 sebesar 08.41.69 menit dengan jarak sarad sebesar 213,11 meter. Hal ini juga dipengaruhi terhadap

jarak sarad yang ditempuh. Dimana pada trip ke-19 jarak sarad yang ditempuh lebih kecil dibandingkan pada trip ke-17. Sedangkan waktu kerja terendah untuk kegiatan membongkar kayu yaitu sebesar 12,08 menit pada trip ke-12 dan tertinggi sebesar 22,36 menit pada trip ke-19. Hal ini dipengaruhi terhadap besarnya volume kayu yang dibongkar.

Berdasarkan Tabel 1 didapati waktu total rata-rata kegiatan penyaradan sebesar 62,45 menit dengan lama waktu pengamatan untuk 30 trip yaitu selama 7 hari, dimana waktu kerja tersingkat dalam kegiatan penyaradan yaitu pada kegiatan pelepasan pengait dari Ponton Darat dengan waktu rata-rata sebesar 0,091 menit yaitu sekitar 0,15% dari keseluruhan total waktu yang digunakan dalam kegiatan penyaradan. Ini disebabkan karena kegiatan pelepasan pengait hanya berupa kegiatan alat untuk melepaskan pengait dari excavator dengan menjepit tali pengait dan mengeluarkan tali pengait dari excavator oleh *grapple*.



Gambar 1. Berjalan kosong tanpa muatan

Selanjutnya waktu terendah yaitu pada saat berjalan kosong menuju tempat penumpukan kayu sementara di lapangan yaitu sebesar 5,882 menit (9,42%). Waktu kegiatan ini lebih kecil dari kegiatan berjalan bermuatan yang mempunyai waktu rata-rata 6,025 menit (9,65%) karena dalam kegiatan berjalan bermuatan dipengaruhi oleh jarak sarad dan besarnya muatan volume kayu yang dibawa, semakin jauh jarak sarad menyebabkan waktu menuju Tpn semakin lama, sedangkan besarnya muatan volume kayu yang dibawa membutuhkan waktu yang lebih lama.



Gambar 2. Berjalan bermuatan

Rata-rata waktu tertinggi adalah pada saat Excavator melakukan pemuatan kayu ke Ponton Darat yaitu 34,225 menit dengan persentase 54,80% dari total waktu penyaradan. Hal ini disebabkan karena pada kegiatan pemuatan kayu, alat menjepit kayu oleh *grapple* tidak hanya sekali saja menjepit kayu tetapi sampai beberapa kali sampai Ponton Darat terisi penuh dengan muatan kayu. Hal ini berbeda dengan kegiatan penyaradan kayu yang tidak menggunakan Ponton Darat yang hanya sekali menjepit muatan kayu.

Selain itu, pada saat pemuatan kayu Excavator juga sekali-kali membuat *skid track* (berupa sampah ranting, dan cabang) untuk memadatkan jalan sarad sehingga memudahkan Excavator dengan Ponton Darat yang terisi muatan kayu berjalan menuju Tpn. Oleh karena itu, pada kegiatan pemuatan kayu ini membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan komponen kegiatan penyaradan lainnya. Namun, volume kayu yang dimuat lebih banyak dibandingkan dengan Excavator tanpa Ponton Darat.



Gambar 3. Memuat kayu (log) ke Ponton Darat

Selain keempat komponen waktu kerja penyaradan, didapati juga waktu hilang/*idle time* pada saat kegiatan penyaradan berupa *skid track*, kondisi topografi (terjebak lumpur, belokan), dan kelalaian operator excavator saat bekerja seperti yang disajikan pada Lampiran 1, rata-rata waktu hilang tertinggi terjadi untuk *skid track* sebesar 0,244 menit (41%) dilanjutkan dengan kerusakan alat sebesar 0,152 (26%), terjebak lumpur 0,136 (23%), dan belokan sebesar 0,060 (10%) seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata waktu hilang / *idletime* kegiatan penyaradan menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 MF dengan bantuan Ponton Darat

No	Elemen Waktu Hilang	Waktu rata-rata (menit)	Persen Waktu Total
1	Skid Track	0,703	24
2	Belokan	0,452	15,43
3	Terjebak lumpur	0,383	13,08
4	Kelalaian operator	1,391	47,49
Total waktu hilang rata-rata		2,929	100

Dalam pengukuran waktu kerja kegiatan penyaradan ditemukan beberapa waktu hilang/*idle time* yang tertinggi yaitu penambahan waktu untuk *kelalaian operator* sebesar 1,391 menit (47,49%), hal ini disebabkan karena pada waktu kegiatan penyaradan, operator yang mengoperasikan excavator berulang kali membuang waktu pada hal-hal yang tidak penting dalam kegiatan ini termasuk berbicara pada pekerja lain, melihat ke arah jalan cabang yang dimana truk pengangkut kayu lewat, turun dari excavator untuk membeli cemilan yang ada di jalan cabang, membuang air kecil, dan lain-lain.

Pada waktu pengamatan kegiatan penyaradan, keadaan cuaca pada musim hujan sehingga jalan sarad tergenang air dan berlumpur sehingga memerlukan pemadatan jalan dengan membuat *skid track* oleh excavator tersebut. Selain itu jalan sarad yang dilewati memiliki kondisi topografi berupa belokan yang menyebabkan Excavator kesusahan jalan, sehingga dengan keadaan ini diperlukan juga keahlian operator dalam membawa Excavator dengan Ponton Darat yang terisi muatan. Tentu saja dengan keadaan ini produktivitas yang dihasilkan akan berkurang dibandingkan dengan kegiatan tanpa adanya waktu hilang/*idle time*.

Seperti halnya pendapat Elias (1997), yang menyatakan kondisi jalan sarad (topografi tidak sulit) dapat mempengaruhi waktu kerja penyaradan. Seperti halnya, jalan sarad dibuat selurus mungkin mengikuti kontur, belokan hanya diperlukan untuk mencapai batang yang akan disarad dan menghindari daerah curam, lembah, dan tanahnya labil. Lebar jalan sarad maksimal yaitu sebesar 4,5 meter dengan kemiringan memanjang jalan sarad pada umumnya tidak melebihi 250 (46%), kecuali untuk jarak pendek saja (<25 m) dan persyaratan drainase memadai untuk menghindari jalan sarad tergenang air ketika musim hujan.

3.2. Produktivitas Penyaradan Kayu Menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 mf dengan Bantuan Ponton Darat

Produktivitas adalah perbandingan antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*). Produktivitas penyaradan menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 MF dengan bantuan Ponton Darat adalah prestasi kerja atau hasil pemuatan kayu yang dihasilkan dalam kegiatan penyaradan dengan Hitachi Zaxis 110 MF. Dalam perhitungan produktivitas penyaradan, *output*nya disini adalah besarnya volume kayu (m^3) yang disarad dan dibandingkan dengan waktu (*input*) yang digunakan untuk menyarad volume muatan tersebut (menit).

Hasil pengamatan untuk besarnya volume kayu yang disarad dan produktivitas penyaradan kayu tiap trip disajikan pada Lampiran 2. Sedangkan hasil pengamatan berupa kisaran dan rata-rata dari volume, waktu, jarak sarad, dan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata produktivitas penyaradan kayu menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 mf dengan bantuan Ponton Darat

No	Uraian	Satuan	Kisaran	Rata- Rata
1	Volume Kayu	m^3	7,68 – 14,76	11,06
2	Waktu Kerja	Menit	50.05.09 - 75.51.06	65,383
3	Produktivitas	m^3 hm/jam	11,427 – 19,877	16,128
4	Jarak Sarad	Hm	1,2447 – 2,1522	1,6289

Volume kayu (m^3) yang didapati pada saat kegiatan penyaradan dengan Excavator Hitachi Zaxis 110 mf didapati volume kayu (m^3) terendah yaitu sebesar $7,68 m^3$ pada trip ke-18 dan tertinggi sebesar $14,76 m^3$ pada trip ke-19. Sedangkan rata-rata volume kayu yang disarad sebesar $11,06 m^3$ dengan waktu kerja penyaradan sebesar 65,383 menit dan rata-rata produktivitasnya sebesar $16,128 m^3$ hm/jam seperti yang disajikan di Tabel 3.

Pada Tabel 3 juga dapat dilihat jarak sarad yang ditempuh Excavator Hitachi Zaxis 110 MF berkisar antara 1,2447-2,1522 hm dengan jarak sarad rata-rata 1,6289 hm. Hal ini berbeda dengan kegiatan penyaradan dengan Excavator Caterpillar 313D yang tidak menggunakan Ponton Darat, dimana volume kayu yang disaradnya lebih kecil yaitu berkisar 2,172 - 3,693 m^3 dengan rata-rata volume kayu yang disarad sebesar $3,144 m^3$ dan rata-rata waktu kerja penyaradan 4,141 menit.

Hasil yang diperoleh dapat dilihat produktivitas penyaradan kayu menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 MF dengan bantuan Ponton Darat bervariasi, dengan produktivitas penyaradan terbesar pada trip-16 sebesar $19,877 m^3$ hm/jam pada jarak 2,1055 hm, dengan volume kayunya $9,28 m^3$ dan waktu kerja sebesar 58.58.81 menit dan produktivitas terendah penyaradan kayu diperoleh pada trip ke-1 sebesar $11,427 m^3$ hm/jam pada jarak sarad 1,3641 hm, dengan volume kayu $10,44 m^3$ dan waktu penyaradannya 74.46.60 menit.

Dari hasil ini dapat dilihat produktivitas kayu yang disarad tergantung pada jarak sarad yang ditempuh, volume kayu yang disarad, dan waktu kerja yang diperlukan untuk penyaradan. Hal ini sesuai dengan pendapat Muhdi *et al* (2004), bila jarak sarad yang ditempuh terlalu jauh dan waktu yang digunakan terlalu lama dengan volume kayu yang disarad kecil maka produktivitas penyaradan kayu yang dihasilkan juga akan sedikit.



Gambar 4. Pengukuran panjang kayu (log)



Gambar 5. Pengukuran diameter kayu (log)

Produktivitas penyaradan kayu dapat ditingkatkan dengan cara mengefektifkan salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas tersebut, misalnya waktu kerja dipersingkat dengan cara memilih jalan sarad dengan kelerengan yang lebih kecil, dan jalan sarad yang lebih pendek. Selain itu produktivitas penyaradan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan volume kayu yang disarad. Dengan volume kayu yang disarad besar mungkin produktivitas yang dicapai akan lebih besar dengan biaya penyaradan bisa ditekan seminimal mungkin. Volume kayu merupakan pembatas kemampuan alat dalam menyarad kayu, namun volume kayu kadang dimuat melebihi kapasitas muatan Ponton Darat sehingga akan mengganggu jalannya kegiatan penyaradan.

Disamping faktor-faktor kondisi lapangan dan faktor-faktor lainnya, kemampuan alat sarad juga dapat mempengaruhi besar kecilnya produktivitas yang dihasilkan. Tipe alat sarad erat kaitannya dengan tenaga motor yang dimilikinya. Seperti dalam penelitian ini yang menggunakan alat Excavator Hitachi Zaxis 110 MF yang mempunyai tenaga motor 100 *horse power*, sehingga kemampuan dari alat sarad Excavator Hitachi Zaxis 110 MF ini lebih lambat dibandingkan Excavator Komatsu PC 200-5 yang mempunyai tenaga motor 200 *horse power*.

Kondisi alat sarad yang digunakan dalam penelitian ini masih dalam kondisi baik setelah pemakaian selama 3 tahun 8 bulan. Kondisi alai ini dikatakan baik karena mampu menghasilkan produktivitas rata-rata per jamnya sebesar 16,128 m³hm/jam bila dibandingkan dengan Excavator Hitachi PC 100 yang hanya menghasilkan produktivitas sebesar 10,02 m³hm/jam dan dengan jenis alat yang berbeda dengan memakai traktor pertanian *Type Ford* menghasilkan produktivitas sebesar 2,075 m³hm/jam.

Dengan demikian produktivitas penyaradan kayu yang dihasilkan dengan menggunakan Hitachi Zaxis 110 MF jauh lebih besar dibandingkan menggunakan Excavator Hitachi PC 100 dan traktor pertanian. Tetapi lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan Excavator Komatsu PC 200-5 yang memiliki produktivitas sebesar 19,173 m³hm/jam, pada penelitian Anggraini (2011).

D. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Produktivitas penyaradan kayu dipengaruhi oleh jarak sarad, waktu kerja penyaradan, volume kayu yang disarad, keahlian operator, dan faktor topografi. Rata-rata produktivitas penyaradan kayu menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 110 mf dengan bantuan Ponton Darat yaitu sebesar 16,128 m³hm/jam, dengan volume kayu yaitu 11,06 m³, dengan waktu kerja 65,383 menit, dan jarak sarad sepanjang 1,6289 hm^v

4.2. Saran

Diadakan penelitian lanjutan dengan tipe alat dan metode yang sama tetapi pada tempat yang berbeda untuk dapat melihat perbandingan produktivitas kerja alat serta biaya yang dikeluarkan dalam pengoperasiannya dengan keadaan tempat dan topografi yang berbeda, sehingga nantinya dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak pengelola dalam pemakaian alat untuk kegiatan penyaradan yang lebih efektif dan efisien.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R. 2011. *Analisis Biaya dan Produktivitas Penyaradan Kayu Menggunakan Eskavator Komatsu PC 200-5 dengan Bantuan Ponton Darat di Hutan Tanaman Industri (Studi kasus di PT. Toba Pulp Lestari tbk, Sektor Tele, Kab. Toba Samosir, Sumatera Utara)*. Fakultas Kehutanan USU. Medan
- Departemen Kehutanan. 1999. Panduan Kehutanan Indonesia. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Kartadinata, A. 2000. Akutansi dan Analisis Biaya. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Muhdi. 2015. *Analisis Biaya dan Produktivitas Penyaradan Kayu Dengan Traktor Caterpillar D7G di Hutan Alam Tropika Basah PT INHUTANI II, Kalimantan Utara*. Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa Vol. 1 No. 2 : 63 – 68.).
- Nasution, M. Nur. 2004. Manajemen Transportasi. Penerbit Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Purnomo, H. 2003. Pengantar Teknik Industri. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sinungan, M. 2000. Produktivitas Apa dan Bagaimana. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Staaf, K.A.G. & N.A.Wiksten. 1984. Tree Harvesting Techniques. Martinus Nijhoff / Dr.W.Junk Publisher. Dordrecht/Lancaster.
- Suhartana, S., Idris, M.M & Yuniawati. 2011. *Penyaradan Kayu Sesuai Standar Prosedur Operasional untuk Meningkatkan Produktivitas dan Meminimalkan Biaya Produksi dan Penggeseran Lapisan Tanah Atas : Kasus di Satu Perusahaan Hutan di Jambi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Wackerman, A. E. 1949. Harvesting Timber Crops. Mc Graw-Hill Book Company. New York.
- Wignjosobroto, S. 2000. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Penerbit Guna Widya. Surabaya.