Bioindikator: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi
Volume 1 Nomor 1 (Juni 2024) : 39-45
ISSN (Online): 3063-6264 | DOI: 10.71024/bioindikator/2024/v1i1/2

Penerapan *Reduced Impact Logging* Dalam Perencanaan Pemanenan Hutan Di Hutan Hujan Tropis Indonesia

(Application of Reduced Impact Logging in Forest Harvesting Planning in Indonesian Tropical Rainforests)

Penza Lindiani[1,2*]

[1]Magister Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Jl. Lingkar Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia
[2]Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia

*email: penzalindiani@gmail.com

Diterima: 18 Februari 2024, Diperbaiki: 26 April 2024, Disetujui: 30 Juni 2024

Abstract. *The Indonesian forests occupied the third area in the world with tropical forests as well as donations of rainforests in Kalimantan and Papua. Currently, wood is still the prima in a forestry sector so that the highest income generated by the forest comes to wood shoppers. The destructive logging process can cause damage to the environment. Forest harvesting planning needs to be carried out as an effort to reduce the impact of soil or the upright damage caused by logging. In addition, the use of Reduced Impact Logging (RIL) techniques in forest harvesting are other solutions to reduce the impact of the damage caused by for harvesting activities. This paper is made with the aim of knowing the influence of the use of RIL engineering on the impact of damage caused by forest harvesting activities in tropical rainforests in Indonesia. Data collection is conducted using the literature study method, while the data analysis techniques used are the analysis method for obtaining valid inference and can re-check the context. The results of the literature study indicate that the forest harvesting planning system used in the Indonesian Tropical Rainforests is composed of strategik planning, operational planning, and task planning. Forest harvesting techniques used in the Indonesian Tropical Rainforests consist of Conventional Logging (CL) and Reduced Impact Logging (RIL). The application of RIL techniques has a positive impact on the environment, as it can reduce the upright rate of damage, reducing the level of carbon mass reduction caused by forest harvesting, as well as from the aspects of RIL-eating financial analysis of wood-eating analysis, better than conventional wooden wasteers if the wooden-eating waste is calculated.*

Key words : *Forest, Harvesting planning, Harvesting Technique, Reduced Impact Logging*

Abstrak. Hutan Indonesia menduduki urutan ketiga terluas di dunia dengan hutan tropis serta sumbangan hutan hujan di Kalimantan dan Papua. Saat ini, kayu masih menjadi primadona dalam sektor kehutanan sehingga pendapatan tertinggi yang dihasilkan oleh hutan bersumber pada pemanenan kayu. Proses penebangan yang bersifat destruktif dapat menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan. Perencanaan pemanenan hutan perlu dilakukan sebagai upaya mengurangi dampak kerusakan tanah atau tegakan tinggal yang diakibatkan oleh penebangan. Selain itu, penggunaan teknik *Reduced Impact Logging* (RIL) dalam pemanenan hutan menjadi solusi lain untuk memperkecil dampak kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan pemanenan. *Paper* ini dibuat dengan tujuan mengetahui pengaruh penggunaan teknik RIL terhadap dampak kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan pemanenan hutan pada hutan hujan tropis di Indonesia. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur, sedangkan teknik analisis data yang digunakan yaitu metode analisis isi untuk mendapatkan inferensi yang valid dan bisa meneliti kembali menurut konteksnya. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa sistem perencanaan pemanenan hutan yang digunakan pada Hutan Hujan Tropis Indonesia terdiri dari perencanaan strategik, perencanaan operasional, dan perencanaan tugas. Teknik pemanenan hutan yang digunakan di Hutan Hujan Tropis Indonesia terdiri dari teknik konvensional dan *Reduced Impact Logging* (RIL). Penerapan teknik RIL memiliki dampak positif terhadap lingkungan, karena dapat mengurangi tingkat kerusakan tegakan tinggal, mengurangi tingkat penurunan massa karbon yang diakibatkan oleh pemanenan hutan, serta dari aspek analisis finansial pemanenan kayu teknik RIL lebih baik dibandingkan dengan pemanenan kayu konvensional apabila limbah pemanenan kayu diperhitungkan.

Kata kunci : Hutan, Perencanaan pemanenan hutan, *Reduced Impact Logging,* Teknik pemanenan hutan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan biodiversitas didalamnya. Hutan Indonesia menduduki urutan ketiga terluas di dunia dengan hutan tropis serta sumbangan hutan hujan (*rain forest*) di Kalimantan dan Papua (Sutarno & Setyawan, 2015). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2018) 79553,7 hektar (ha) luas daratan masih tertutup hutan, yang terdiri atas 42150,3 ha hutan primer, 34023,6 ha hutan sekunder, dan 3379,7 ha hutan tanaman.

Hutan menjadi salah satu kekayaan alam yang dapat dimanfaatkan baik berupa hasil hutan kayu maupun bukan kayu. Saat ini, kayu masih menjadi primadona dalam sektor kehutanan sehingga pendapatan tertinggi yang dihasilkan oleh hutan bersumber pada pemanenan kayu. Pemanenan kayu adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan kayu dari hutan ke tempat pengolahan kayu (Elias 2012). Pemanenan dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan berbagai aspek seperti ekologi, ekonomi, dan sosial guna menghasilkan pemanenan hutan yang lestari.

Kegiatan pemanenan kayu terdiri dari beberapa tahapan diantaranya penebangan, penyaradan, pengangkutan, dan penimbunan. Penebangan adalah kegiatan mempersiapkan kayu seperti menebang pohon serta memotong kayu sebelum disarad jika dianggap perlu. Penyaradan yaitu usaha untuk memindahkan kayu dari tempat penebangan ke tepi jalan angkutan. Pengangkutan merupakan usaha mengangkut kayu dari hutan ke tempat penimbunan atau pengolahan, sedangkan penimbunan yaitu usaha untuk menyimpan kayu dalam keadaan baik sebelum digunakan atau dipasarkan (Conway 1976).

Proses penebangan yang bersifat destruktif dapat menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan. Dampak kerusakan yang paling dominan yaitu dampak kerusakan tanah dan tegakan tinggal. Kerusakan tanah dapat menyebabkan menurunnya kapasitas penyerapan air oleh tanah sehingga memicu terjadinya erosi, dalam jangka panjang dapat menyebabkan menurunnya kesuburan tanah dan produktivitas lahan hutan (Atmoko 2014). Kerusakan tegakan tinggal adalah kerusakan atau luka yang terjadi pada bagian-bagian pohon-pohon dalam strata-strata tajuk tegakan yang sebenarnya tidak termasuk dalam rencana untuk dipanen pada waktu pemanenan kayu (Elias 2012).

Perencanaan pemanenan hutan perlu dilakukan sebagai upaya mengurangi dampak kerusakan tanah atau tegakan tinggal yang diakibatkan oleh penebangan. Selain itu, penggunaan teknik *Reduced Impact Logging* (RIL) dalam pemanenan hutan menjadi solusi lain untuk memperkecil dampak kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan pemanenan. *Paper* ini dibuat dengan tujuan mengetahui pengaruh penggunaan teknik RIL terhadap dampak kerusakan yang diakibatkan oleh kegiatan pemanenan hutan pada hutan hujan tropis di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur. Studi literatur merupakan teknik mengumpulkan referensi yang terdiri beberapa penelitian terdahulu yang kemudian dikompilasi untuk menarik kesimpulan. Hasil kompilasi tesebut digunakan untuk menyimpulkan: (1) Bagaimana jenis perencanaan pemanenan hutan di hutan hujan tropis, Indonesia? (2) Bagaimana teknik pemanenan hutan yang digunakan di hutan hujan tropis, Indonesia? (3) Bagaimana dampak penerapan teknik RIL dalam pemanenan hutan di hutan hujan tropis, Indonesia?.

Prosedur yang dilakukan dalam pengerjaan *paper* ini diantaranya memilih tema, melakukan eksplorasi informasi, menentukan arah penelitian, mengumpulkan sumber data, menyajikan data, dan menyusun laporan. Adapun teknik analisis data yang digunakan yaitu metode analisis isi untuk mendapatkan inferensi yang valid dan bisa meneliti kembali menurut konteksnya. Dalam analisisnya akan dilakukan

pemilihan, pembandingan, penggabungan, dan pemilahan sehingga ditemukan yang relevan (Hartanto dan Dani 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Pemanenan Hutan di Hutan Hujan Tropis, Indonesia

Perencanaan pemanenan hutan perlu dilakukan sebagai salah satu upaya untuk memperkecil dampak yang ditimbulkan dari pemanenan tersebut. Dalam kegiatan perencanaan harus diperhatikan standar-standar yang akan ditetapkan sebagai pedoman atau batasan-batasan realisasi dari perencanaan pengelolaan suatu sumberdaya tertentu. Perencanaan pemanenan hutan perlu memperhatikan beberapa aspek, yaitu aspek ekonomi, ekologi dan sosial. Perencanaan pemanenan hutan diperlukan untuk membuat mekanisme perencanaan strategik dan kegiatan yang menjamin nilai-nilai hutan yang akan terlindungi selama pemanenan hutan. Mekanisme ini juga menyebutkan pemanfaatan lahan dan sumberdaya hutan secara maksimum dan bertanggungjawab bagi semua pihak yang berkepentingan dengan memperhatikan dampak sosial, ekonomi dan lingkungan (Asmar 2011).

Perencanaan pemanenan kayu di hutan hujan tropis Indonesia terdiri dari perencanaan strategik (*strategic plan*), perencanaan operasional (*operasional plan*), dan perencanaan tugas (*task plan*). Perencanaan strategik merupakan perencanaan jangka menengah, yang menurut aturan TPTI, adalah untuk kurun waktu 5 tahun dan disebut Rencana Kerja Lima Tahun (RKL). Di negara-negara lain, rencana strategik dapat mencakup periode yang lebih lama (10-20 tahun). Beberapa informasi yang ada dalam perencanaan strategik yaitu perkiraan batas dan luas tebangan tahunan, perkiraan volume tegakan dan volume pohon yang dapat ditebang di setiap petak, perkiraan lokasi jalan untuk rute jalan utama, teknik pengeluaran kayu yang akan digunakan, langkah-langkah konservasi khusus yang akan diterapkan, tipe vegetasi di kawasan yang tercakup dalam rencana, serta kawasan-kawasan yang akan ditebang dan kawasan-kawasan yang akan dikeluarkan dari silvikultur (Sist *et al.* 1999).

Perencanaan operasional adalah perencanaan jangka pendek dan berhubungan dengan skala tahunan. Perencanaan operasional ini digunakan sebagai arahan selama satu periode dalam satu tahun. Perencanaan ini disebut juga sebagai Rencana Kerja Tahunan (RKT). Informasi yang terdapat pada perencanaan operasional yaitu deskripsi areal kerja/blok kerja sebagai areal perencanaan kerja tahunan (lokasi, sub blok, kompartemen, dll) dan garis-garis besar yang menggambarkan topografi dan panorama alam; potensi hutan terdiri dari areal-areal yang tidak efektif dan areal-areal yang efektif untuk dipanen serta jenis-jenis dominan dan volume/ukuran kayu yang dapat dipanen; perencanaan pembukaan wilayah hutan (lokasi, desain, pembuatan dan daerah pemeliharaan jalan, TPn, logpond, jembatan, dan jaringan jalan sarad ataupun sistem pengangkutan kayu); peralatan pemanenan kayu yang diperlukan dan skedul aktifitas; serta perencanaan rehabilitasi setelah pemanenan.

Adapun perencanaan tugas adalah perencanaan karya yang dipersiapkan setelah perencanaan taktis/operasional dibangun. Perencanaan tugas menggambarkan secara detail tanggung jawab staff dan kelompok kerja serta arahan-arahan detail bagaimana pekerjaan tersebut dilakukan. Bentuk dari perencanaan tugas diantaranya Rencana Karya Pengusahaan Hutan (RKPH) dan Rencana Karya Lima Tahun (RKLT). Ketiga perencanaan inilah yang digunakan sebagai pedoman pelaksanaan pemanenan hutan di hutan hujan tropis Indonesia.

Teknik Pemanenan Hutan di Hutan Hujan Tropis, Indonesia

Pemanenan hasil hutan merupakan suatu usaha pemanfaatan kayu dengan mengubah tegakan pohon berdiri menjadi sortimen kayu bulat dan dikeluarkan dari hutan untuk kemudian dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya (Fermana *et al*. 2019). Proses pemanenan hutan mulai dari

penebangan pohon hingga pengeluaran kayu menuju TPn atau jalan angkut menimbulkan dampak yang negatif terhadap keterbukaan areal maupun tegakan tinggal di sekitar tebangan. Dampak yang ditimbulkan terkadang menimbulkan kerusakan yang cukup parah.

Banyak upaya dilakukan untuk mengurangi kerusakan yang ditimbulkan dari kegiatan pemanenan hutan guna mencapai tujuan pengelolaan hutan lestari (*sustainable forest management*). Salah satu upaya yaitu dengan menerapkan sistem pengelolaan hutan produksi lestari (PHPL) (Addelinetina *et al*. 2019). Teknik pemanenan hutan yang digunakan juga dapat mempengaruhi tingkat kerusakan yang terjadi. Pada hutaj hujan tropis Indonesia, pemanenan hutan dilakukan dengan menggunakan dua teknik berbeda, yaitu *Reduced Impact Logging* (RIL) dan *Conventional Logging* (CL). Beberapa perbedaan antara teknik pemanenan hutan RIL dan CL yaitu pemanenan kayu dengan teknik CL selama ini dilakukan tanpa perencanaan dan teknik pelaksanaannya masih kurang baik serta lemahnya pengawasan yang menyebabkan kerusakan lingkungan yang besar. Jaringan jalan sarad dan arah rebah pada teknik CL tidak direncanakan dalam peta dan saat operasi penebangan, teknik penebangan belum tepat, dan operator belum berkoordinasi satu sama lain dengan menggunakan peta sebaran pohon. Pemanenan kayu dengan teknik CL umumnya menyebabkan kerusakan lebih dari 50% pada areal yang ditebang bila intensitas penebangan lebih dari 10 pohon/ha (Husrianto 2020).

Lain hal nya dengan teknik pemanenan hutan CL, teknik RIL merupakan teknik pemanenan kayu yang direncanakan secara intensif dan terkendali dengan para pekerja terlatih agar mengurangi dampak yang ditimbulkan dari pemanenan kayu. Hal lain yang membedakan yaitu dalam pelaksanaan teknik RIL dilakukan perencanaan pembuatan tempat pengumpulan kayu (TPN), jaringan jalan sarad, penentuan arah rebah, dan pemotongan liana. Pemanenan kayu dengan teknik RIL bertujuan mengurangi kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan areal, dan limbah pemanenan kayu. Saat ini, banyak pengusaha hutan yang menggunakan teknik RIL guna mendorong pelaksanaan pengelolaan hutan lestari, diantaranya PT. Batasan Camp Tontang, Kalimantan Barat; PT Kusuma Perkasa Indah Timber, Kalimantan Barat; PT Barito Pacific Timber Unit I, Kalimantan Barat; PT. Salaku Summa Sejahtera, Sumatera Barat; dan PT. Ratah Timber, Kalimantan Timur.

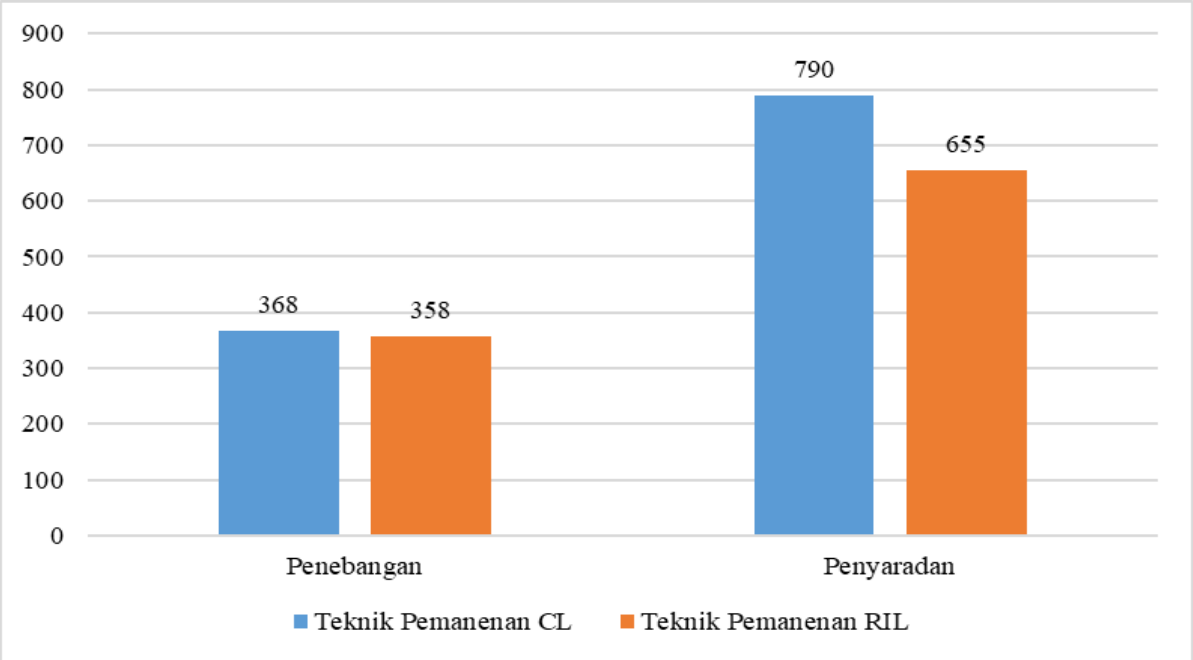
Dampak kerusakan lainnya yang diakibatkan oleh kegiatan pemanenan hutan yaitu berkurangnya tingkat serapan dan simpanan karbon. Upaya yang dilakukan dalam mengatasi permasalahan ini yaitu menerapkan teknik pemanenan hutan *Reduced Impact Logging-Carbon* (RIL-C). Teknik pemanenan hutan RIL-C merupakan salah satu strategi penting untuk mengurangi emisi di sektor kehutanan dari degradasi hutan. Namun, dalam pelaksanaan di lapang, penggunaan teknik RIL-C memiliki tantangan seperti perlunya peningkatan komitmen pemilik dan manajemen untuk menerapkan teknik ini. Tidak adanya kejelasan regulasi yang mewajibkan penggunaan teknik RIL-C menjadi alasan pihak manajemen perusahaan tidak menerapkan RIL-C dalam sistem pengelolaan hutannya. Selain itu, penggunaan sistem kontraktor pada pemanenan hutan yang umumnya dipegang oleh IUPHHK juga dapat menghambat penerapan RIL-C di lapangan, mengingat kontraktor hanya berorientasi keuntungan jangka pendek (Subarudi *et al*. 2018).

Dampak Penerapan Teknik RIL pada Pemanenan Hutan di Hutan Hujan Tropis, Indonesia

Penerapan teknik RIL dalam pemanenan hutan dapat mengurangi dampak kerusakan tegakan tinggal maupun keterbukaan areal. Bentuk kerusakan tegakan tinggal yang diakibatkan oleh kegiatan penebangan dapat berupa rusak banir, miring/condong, patah batang, patah dahan, roboh, luka batang, dan pecah batang (Elias 2008). Pada kegiatan penyaradan, bentuk kerusakan tegakan tinggal tidak jauh berbeda dengan kegiatan penebangan. Namun, pada penyaradan bentuk kerusakan

berupa pohon tumbang/roboh disebabkan oleh kegiatan penyaradan kayu secara manual dan mekanis (Suwarna 2014).

Pengaruh penerapan teknik RIL dapat dilihat pada contoh kasus pemanenan hutan di PT. Arfak Indra yang terletak di Kabupaten Fak-fak, Provinsi Papua Barat. Pemanenan hutan yang dilakukan PT. Arfak Indra menggunakan teknik *Conventional Longging* (CL) dan *Reduced Impact Logging* (RIL). Berdasarkan penerapan kedua teknik tersebut, terdapat perbedaan besar kerusakan tegakan tinggal yang terjadi. Besar kerusakan tinggal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat Kerusakan Pohon Akibat Pemanenan di PT. Arfak Indra
Sumber: Ricardo (2008).

Gambar 1 menunjukkan besar kerusakan yang diakibatkan masing-masing teknik berbeda. Kerusakan yang diakibatkan oleh teknik pemanenan CL lebih besar dibandingkan teknik pemanenan RIL. Kerusakan tegakan tinggal jenis pohon pada kegiatan penebangan dengan teknik CL sebesar 368 pohon/ha, sedangkan kerusakan pohon akibat penebangan dengan teknik RIL sebesar 358 pohon/ha. Berdasarkan data tersebut, terdapat perbedaan besar kerusakan pohon sebesar 10 pohon/ha antara teknik CL dan RIL. Dilain sisi, besar kerusakan pohon yang diakibatkan oleh penyaradan juga pada teknik CL jauh lebih tinggi dibandingkan teknik RIL. Besar kerusakan pohon pada teknik CL sebesar 790 pohon/ha, sedangkan teknik RIL mengakibatkan kerusakan pohon sebesar 655 pohon/ha.

Adapun penelitian Muhdi *et al*. (2012) yang menjelaskan bahwa penerapan teknik RIL pada pemanenan hutan dapat mengurangi tingkat penurunan massa karbon yang diakibatkan oleh pemanenan hutan. Berdasarkan penelitian tersebut, penurunan cadangan massa karbon tegakan akibat penggunaan teknik CL sebesar 70,87% dari massa karbon sebelum pemanenan. Setelah satu siklus tebang (30 tahun) potensi massa karbon pada tegakan bekas pemanenan teknik CL adalah sebesar 108,22 ton C/ha atau 73,22% dari massa karbon tegakan sebelum pemanenan.

Dilain sisi, besar penurunan massa karbon tegakan akibat pemanenan dengan teknik RIL sebesar 54,79 % dari massa karbon sebelum pemanenan. Setelah satu siklus tebang (30 tahun) massa karbon tegakan bekas pemanenan dengan teknik RIL

sebesar 174,99 ton C/ha atau 128,79 % dari massa karbon tegakan sebelum pemanenan. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pemanenan kayu dengan teknik RIL dapat mencapai kelestarian hasil setelah 30 tahun (satu siklus tebang), sedangkan pemanenan kayu dengan teknik konvensional baru mencapai massa karbon sebesar 73,22 % dari massa karbon tegakan sebelum pemanenan, yang berarti belum mencapai kelestarian hasil. Selain itu, Boltz *et al*. (2003) menyatakan bahwa dari aspek analisis finansial pemanenan kayu teknik RIL lebih baik dibandingkan dengan pemanenan kayu konvensional apabila limbah pemanenan kayu diperhitungkan.

SIMPULAN

Perencanaan pemanenan hutan perlu dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan yang terjadi. Perencanaan pemanenan hutan di Hutan Hujan Tropis Indonesia terdiri dari perencanaan strategik (*strategic plan*), perencanaan operasional (*operasional plan*), dan perencanaan tugas (*task plan*). Teknik pemanenan hutan yang digunakan di Hutan Hujan Tropis Indonesia terdiri dari teknik *Conventional Logging* (CL) dan *Reduced Impact Logging* (RIL). Penerapan teknik RIL memiliki dampak positif terhadap lingkungan, karena dapat mengurangi tingkat kerusakan tegakan tinggal, mengurangi tingkat penurunan massa karbon yang diakibatkan oleh pemanenan hutan, serta dari aspek analisis finansial pemanenan kayu teknik RIL lebih baik dibandingkan dengan pemanenan kayu konvensional apabila limbah pemanenan kayu diperhitungkan.

DAFTAR PUSTAKA

[KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Data dan Informasi Pemetaan Tematik Kehutanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Addelinetina, R.R., Dewantara, I., & Manurung, T.F. (2019). Keterbukaan tajuk akibat kegiatan pemanenan dengan teknik *Reduced Impact Logging* dalam pengelolaan hutan alam (studi kasus pada petak tebangan L37 RKT 2015 IUPHHK–HA PT. Batasan Camp Tontang). *Jurnal Hutan Lestari*, 7 (3), 992-998.

Asmar, N. (2011). Kinerja izin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu-hutan alam dalam pelaksanaan pemanenan hutan ramah lingkungan : studi kasus di PT. Austral Byna, Kalimantan Tengah [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Atmoko, R.D. (2014). Kerusakan tegakan tinggal akibat pemanenan kayu di areal IUPHHK-HA PT. Wapoga Mutiara Timber Unit II Papua [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Boltz, F., Holmes, T.P., Carter, D.R. (2003). Economic and environmental impacts of conventional and reduced-impact logging in tropical south America: a comparative review. *Forest Policy and Economics,* 5 (1), 69–81.

Conway, S. (1976). *Logging Practices: Principle of Timber Harvesting System*. Washington: Miller Freema Publication.

Elias. (2008). *Pembukaan Wilayah Hutan*. Bogor: IPB Press.

Elias. (2012). *Pembukaan Wilayah Hutan*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.

Fermana, J.S., Sadjati, E., & Ikhwan, M. (2019). Analisis biaya pemanenan dan produktivitas produksi kayu ekaliptus (studi kasus: HPHTI PT. PSPI Distrik Petapahan). *Wahana Forestra,* 14(2), 38-55.

Hartanti, R.S.W dan Dani, H. (2020). Studi literatur : pengembangan media pembelajaran dengan *software autocad*. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 6(1), 1-6.

Husrianto, M.R. (2020). Studi literatur penerapan teknik *Reduced Impact Logging* (RIL) di hutan alam tropika Indonesia [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Muhdi., Elias., & Matangaran, J.R. (2012). Analisis finansial pemanenan kayu teknik *reduced impact logging* melalui skema REDD+, Kalimantan Utara. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2(1), 13-16.

Ricardo. (2008). Perbandingan jumlah karbon tegakan pohon yang rusak akibat penebangan dengan menggunakan teknik RIL (*Reduced Impact Logging*) dan CL (*Conventional Logging*) pada IUPHHK PT. Arfak Indra Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.

Sist, P., Dykstra, D., and Fimbel, R. (1998). Reduced-impact logging guidelines for lowland and hill dipterocarp forests in Indonesia. *CIFOR Occasional Paper,* 1(15), 1-19.

Subarudi., Alviya, I., Salaka., dan Salminah, M. (2018). *Reduced impact logging-carbon* (RIL-C): kunci sukses pengelolaan hutan lestari dan penurunan emisi. *Policy Brief*, 12(17), 1-4.

Suwarna, U., Matangaran, J.R., & Harmawan, F. (2014). Kerusakan tegakan tinggal akibat pemanenan kayu di hutan alam rawa gambut. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(1), 83-89.