

PENETAPAN ANGKA STANDARD FAKTOR EKSPLOITASI HUTAN ALAM DAN POTENSI LIMBAH PEMANENAN KAYU SUB REGION PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

(*Determination of Standardized Natural Forest Exploitation Factor and Logging Waste of Sub Region Central Kalimantan Province*)

Soenarno, Yuniawati, Dulsalam, & Sona Suhartana

Pusat Standardisasi Instrumen Pengelolaan Hutan Berkelanjutan

Jl. Gunung Batu 5 Bogor, Telp: (0251) 8631238/8633378; Faks: (0251) 7520005/8633413

E-mail: soenarno@yahoo.co.id

Diterima 2 Agustus 2021, direvisi 18 November 2021, disetujui 24 November 2021

ABSTRACT

Currently, timber harvesting activities in natural forests are more efficient with reduced impact logging (RIL). More efficient wood harvesting will reduce waste, which increases the standardization of exploitation factors (FE). Ironically, until now, the FE standard set by the Ministry of Environment and Forestry is still based on conventional wood harvesting methods, which is 0.7. The sub-region of Central Kalimantan Province has a major role in contributing to production of natural forest logs, both regionally on the island of Kalimantan by 61.5% and nationally by 29.7%. Still, the amount of wood harvesting waste is not known with the standardized exploitation factor. This study aimed to obtain a standard number of exploitation factors for timber harvesting activities in natural production forests in the sub-regional province of Central Kalimantan. The research was conducted by initially selecting purposively logging companies with Sustainable Production Forest Management (PHPL) mandatory and voluntary certificates. The study was conducted in five of Forest Utilization Business License (PBPH) with PHPL mandatory certified and voluntary certificates. The results showed that the potential for logging waste due to stem division in felling site is an average of $0.919 \text{ m}^3/\text{tree}$ and the amount of logging waste due to testing and measurement at the TPn is on average $0.093 \text{ m}^3/\text{tree}$. The FE score ranged from 0.80-0.85 with an average of 0.82. Factors that influenced the FE coefficient include the skill of the logger and management policy of PBPH and the diameter of the tree felled.

Keywords: Timber harvesting, standard number of exploitation factors, natural forest, logging waste, sub-region Central Kalimantan

ABSTRAK

Saat ini, kegiatan pemanenan kayu di hutan alam lebih efisien dengan diterapkannya teknik pembalakan berdampak rendah (*reduced impact logging, RIL*). Pemanenan kayu yang lebih efisien akan mengurangi terjadinya limbah yang berakibat meningkatkan angka standar faktor eksplorasi (FE). Ironisnya hingga kini angka standar FE yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan masih didasarkan pada cara pemanenan kayu konvensional, yaitu sebesar 0,7. Sub region Provinsi Kalimantan Tengah mempunyai peranan besar dalam menyumbang produksi kayu bulat hutan alam baik secara regional Pulau Kalimantan sebesar 61,5% dan secara nasional sebesar 29,7%, namun belum diketahui banyaknya limbah pemanenan kayu dan besaran standar faktor eksplorasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui banyaknya limbah pemanenan kayu dan angka standar FE yang dilakukan oleh PBPH di sub region Kalimantan Tengah. Penelitian dilakukan di Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan (PBPH) yang bersertifikat Pengelolaan Hutan Produksi Lestari (PHPL) *mandatory* dan PBPH bersertifikat PHPL *voluntary*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi limbah pemanenan kayu akibat pembagian batang di petak tebang rata-rata $0,919 \text{ m}^3/\text{pohon}$ dan besarnya limbah kayu akibat pengujian dan pengukuran di TPn berkisar rata-rata $0,093 \text{ m}^3/\text{pohon}$. Angka FE berkisar antara 0,80-0,85 dengan rata-rata 0,82. Besar kecilnya angka FE lebih dipengaruhi oleh faktor ketampilan penebang, kebijakan manajemen PBPH, dan diameter pohon ditebang.

Kata kunci: Pemanenan kayu, angka standar faktor eksplorasi, hutan alam, limbah pemanenan kayu, sub region Kalimantan Tengah

I. PENDAHULUAN

Pemanenan kayu merupakan kegiatan utama untuk menghasilkan kayu dari pohon di hutan

menjadi kayu bulat, sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal dan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Pemanenan kayu meliputi serangkaian

kegiatan untuk memindahkan kayu dari lokasi pemanenan ke lokasi pengolahan, mulai dari penebangan, penyaradan, pengangkutan, sampai dengan penimbunan (Kewila & Tehupeior, 2015). Kegiatan pemanenan kayu menjadi kunci pengelolaan hutan lestari karena menentukan volume dan mutu produksi kayu bulat, efisiensi pemanfaatan kayu serta tingkat kerusakan tegakan tinggal (Ghajar & Naja, 2012; Soenarno, Endom, & Bustomi, 2017; Mirkala, 2017). Saat ini, kegiatan pemanenan kayu di hutan alam sudah lebih efisien dengan diterapkannya teknologi pembalakan berdampak rendah (*reduced impact logging/RIL*). Kendatipun demikian produksi kayu bulat yang diperoleh diduga belum optimal karena masih banyak terjadi limbah penebangan. Astana, Soenarno, dan Endom (2015) menyatakan bahwa besarnya limbah pemanenan kayu tergantung metode pemanenan kayu yang diterapkan dan jenis kayu yaitu jenis kayu pohon yang ditebang. Banyaknya limbah penebangan yang terjadi akan mempengaruhi besarnya angka standar faktor eksploitasi (FE). Bahkan, secara teknis angka standar FE juga mencerminkan tingkat efisiensi pemanfaatan kayu (Soenarno, Endom, Basari, Suhartana, Dulsalam, & Yuniawati., 2016; Soenarno, Dulsalam, & Endom, 2013). Penerapan *RIL* di lapangan tidak saja berpengaruh pada peningkatan angka standar FE tetapi juga dapat mengurangi kerusakan tegakan tinggal (Suparna et al., 2001). Ruslandi (2013) menyatakan penerapan teknologi berdampak rendah karbon (*RIL-C*) dapat meningkatkan volume kayu bulat yang dihasilkan dan efisiensi pemanfaatan kayu, serta mengurangi kerusakan tegakan tinggal. Ruslim dan Gunawan, (2008) dan Soenarno et al. (2016) menyatakan bahwa angka standar FE mempunyai peranan penting karena digunakan sebagai bilangan pengali untuk perhitungan Jatah Produksi Tahunan (JPT) dan perkiraan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP).

Saat ini, produksi kayu bulat hutan alam Indonesia, utamanya berasal dari di tiga wilayah (region), yaitu Kalimantan, Maluku, dan Papua. Dari region Kalimantan, Sub region Kalimantan Tengah mempunyai peranan penting sebagai penghasil kayu bulat dari hutan alam terbesar baik di region Kalimantan maupun secara nasional. Dalam melaksanakan pemanenan kayu pemegang Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan (PBPH) di sub region Kalimantan Tengah, sebagian besar telah menerapkan teknologi RIL dan aturan pengelolaan hutan secara lestari. Hal ini terbukti dengan telah diterbitkannya sertifikat pengelolaan hutan produksi lestari (PHPL) wajib (*mandatory*) maupun sukarela

(*voluntary*). Pada tahun 2019, dari sebanyak 57 unit PBPH di sub region Kalimantan Tengah yang aktif melakukan pemanenan kayu dengan teknologi *RIL* telah menghasilkan produksi kayu bulat sebanyak 2,327 juta m³ (Badan Pusat Statistik, 2019). Produksi kayu bulat di sub region Kalimantan Tengah tersebut telah menyumbang 61,5% produksi kayu bulat regional Pulau Kalimantan sebanyak 3,784 juta m³ atau sekitar 29,7% terhadap total produksi kayu bulat nasional sebanyak 7,845 juta m³ (Badan Pusat Statistik, 2019).

Ironisnya, selama ini angka standar FE yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan masih didasarkan pada teknologi pemanenan kayu konvensional dan diberlakukan sama untuk semua wilayah penghasil kayu bulat di Indonesia, yaitu sebesar 0,7 (Soenarno et al., 2016). Oleh karena kegiatan pemanenan kayu di sub region Kalimantan Tengah sudah menerapkan teknologi *RIL*, maka limbah pemanenan kayu yang terjadi berkang dan angka standar FE meningkat. Namun demikian, dari sejumlah produksi kayu bulat yang dihasilkan tersebut belum diketahui potensi banyaknya limbah pemanenan kayu, sehingga penetapan JPT di sub regional Kalimantan Tengah masih menggunakan angka standar FE sebesar 0,7. Oleh karena untuk memperoleh perhitungan JPT yang tepat diperlukan data besaran angka standar FE yang akurat. Tersedianya data potensi banyaknya limbah pemanenan kayu akan dapat menjadi acuan untuk pemanfaatan lebih lanjut produk kayu olahan (Astana et al., 2015).

Peranan angka standar FE dalam pemanenan kayu di hutan alam sangat penting karena digunakan sebagai salah satu faktor teknis penyusunan rencana pemanenan setiap tahunnya. JPT dihitung berdasarkan formula luas areal berhutan dikalikan potensi volume rata-rata per-hektar pohon jenis komersial yang dapat dipanen, kemudian dikalikan faktor pengaman (FP) dan angka standar FE (Soenarno et al., 2013). Dari formula tersebut maka perubahan angka standar FE yang semakin baik akan membawa implikasi terhadap jatah produksi tebangan (JPT) makin besar. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya angka standar FE bervariasi dari satu PBPH tergantung kondisi topografi, jenis kayu, keterampilan operator dalam kegiatan pemanenan, peralatan, dan manajemen perusahaan (Ruslim & Gunawan, 2008). Oleh karena itu, nilai FE pada dasarnya tidak dapat diberlakukan sama untuk seluruh perusahaan PBPH, terutama kondisi lapangan dan lokasi yang berbeda. Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, tulisan ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya limbah

pemanenan kayu dan angka standard FE yang dilakukan oleh PBPH di sub region Kalimantan Tengah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian regionalisasi faktor eksplorasi hutan dilakukan pada bulan Oktober - November 2018 di

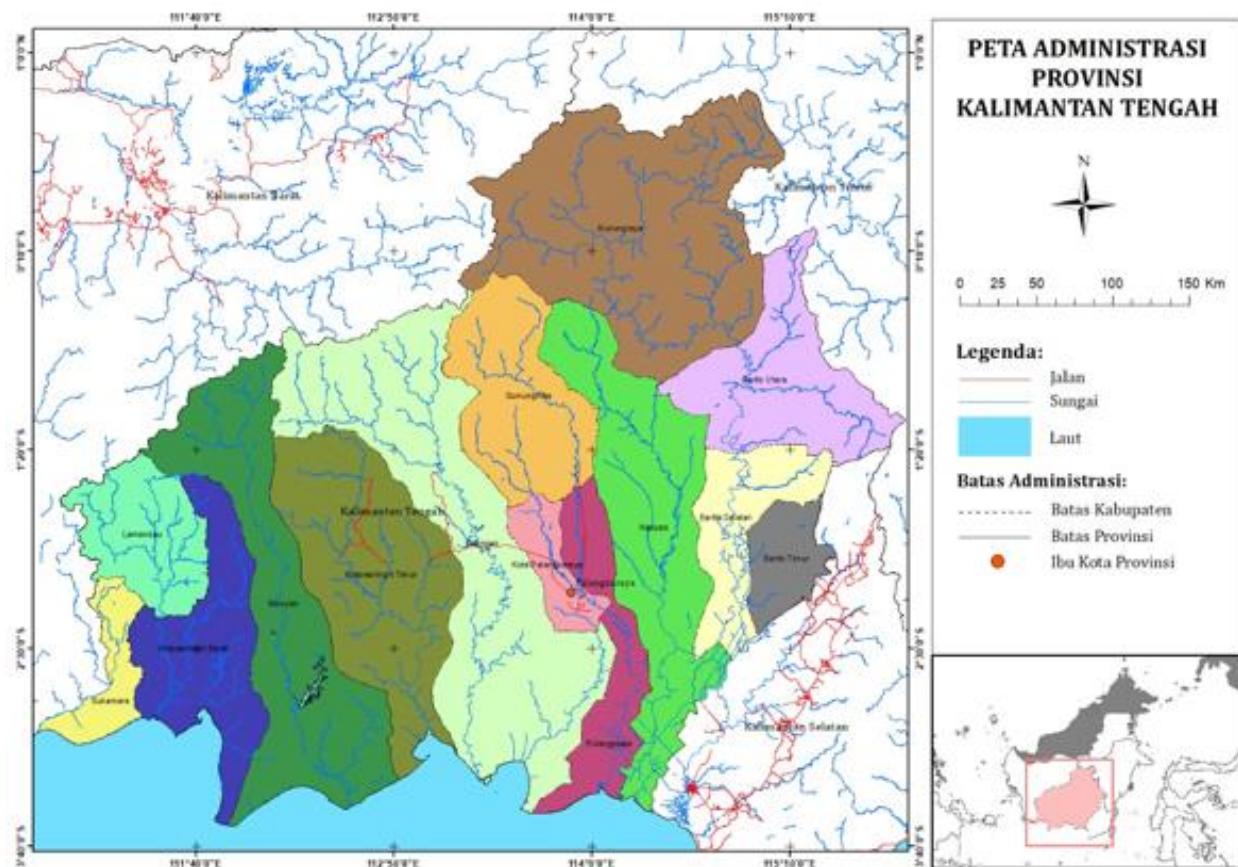
Kalimantan Tengah yaitu di lima PBPH yaitu PT. A, PT. B, PT. C, PT. D dan PT. E. Secara administratif, kelima PBPH tersebut tersebar di Kabupaten Barito Utara, Kabupaten Seruyan, Kabupaten Katingan dan Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah (Peta wilayah disajikan pada Gambar 1). Secara geografis letak lima PBPH disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Letak geografis lima PBPH

Table 1. Geographical location of five forest concession

PBPH (Forest concession)	Letak astronomi (Astronomical location)	Topografi (Topography)
A	114°45'-115°45' BT dan 0°30'-1°68' LS	Sebagian besar landai (8-15%) dan agak curam (15-25%)
B	00°52'30"-01°22'30" LS dan 111°30'00" BT	Sebagian besar landai (8-15%)
C	114°17'-114°39' BT dan 00°46'-01°33' LU	Sebagian besar landai (8-15%) dan agak curam (15-25%)
D	01°18'45"-01°22'30" LS dan 112°15'00"-112°22'30" BT	Sebagian agak curam (15-25%)
E	00°00"-01°00' LS dan 111°40-112°00' BT	Sebagian besar landai (8-15%) dan agak curam (15-25%)

Sumber (*Source*): Yayasan Climate Society dan Inobu (2021)



Gambar 1. Peta administrasi wilayah Kalimantan Tengah

Figure 1. Administration map Central Kalimantan

B. Bahan dan Alat

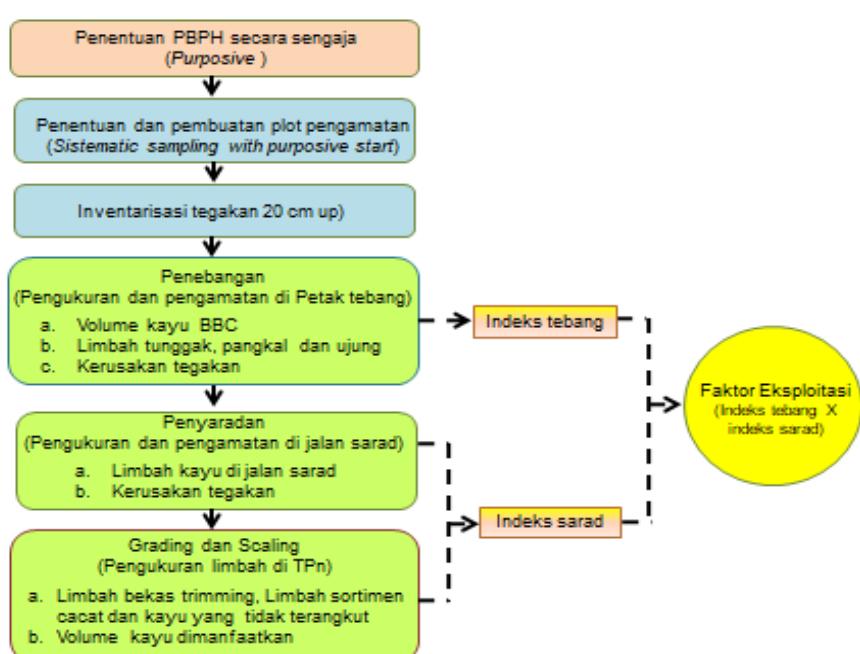
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sling kabel baja untuk membantu mengikat kayu hasil tebangan, kapur, cat, spidol, plastik untuk *labelling*, solar, minyak pelumas, dan lembar pencatatan (*tally sheet*). Alat yang digunakan yaitu gergaji rantai (*chainsaw*), traktor sarad (*skidder*), pita ukur diameter pohon (*phi-band*) dan meteran untuk mengukur panjang pohon yang ditebang, alat pengukur kemiringan lereng (*clino meter*), kompas, dan kamera digital untuk dokumentasi.

Obyek dalam penelitian ini adalah setiap pohon yang ditebang meliputi potensi kayu dari batang bebas cabang, volume kayu yang dimanfaatkan, dan limbah pemanenan kayu akibat penebangan, serta penyaradan pada plot contoh pengamatan (PCP). Penelitian dilakukan pada areal tebangan PBPH baik yang telah memiliki sertifikat pengelolaan hutan produksi lestari (PHPL) wajib (*mandatory*) maupun PHPL secara sukarela (*voluntary*). Pohon yang ditebang adalah jenis pohon komersial yang telah diberi label *IDbarcode* dengan syarat minimal diameter pangkal sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, khususnya terkait diameter pohon terkecil sesuai Peraturan Menteri Kehutanan No. P.11/Menhut-II/2009 tentang Sistem Silvikultur dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu pada Hutan Produksi (Kementerian Kehutanan, 2009).

C. Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian seperti telah disampaikan oleh Soenarno et al. (2016) dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan petak tebang terpilih dengan tujuan tertentu (*purposive*);
2. Membuat dan merancang penempatan petak contoh pengamatan (PCP). Pada petak tebang terpilih di PBPH dibuat sebanyak tiga PCP yang masing-masing berukuran minimal 2 ha (200 x 100 m). Penempatan PCP dilakukan secara *systematic sampling with purposive*, dimana PCP pertama dilakukan tujuan tertentu, pada petak tebang terpilih dan PCP selanjutnya dibuat secara sistematik dengan jarak antar PCP adalah 100 m;
3. Menghitung dan memvalidasi semua jenis pohon berdiameter lebih dari 20 cm pada setiap PCP berdasarkan laporan hasil cruising (LHC) dan peta rencana operasional pemanenan kayu (ROPK);
4. Melaksanakan penebangan dan mengukur volume kayu yang dimanfaatkan, limbah penebangan, dan menghitung jumlah pohon yang rusak di dalam PCP; dan
5. Melaksanakan penyaradan dan perhitungan limbah kayu dan jumlah pohon yang rusak di sepanjang jalan sarad di dalam PCP.



Sumber (*Source*): Soenarno et al. (2016)

Gambar 2. Prosedur pelaksanaan penelitian
Figure 2. Research implementation procedures

D. Data yang Dikumpulkan

1. Data Primer

Data primer merupakan data pokok yang diperoleh dengan cara pengamatan dan/atau pengukuran langsung di lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi potensi kayu batang bebas cabang (BBC), volume kayu yang dimanfaatkan, limbah pemanenan kayu di petak tebang, sepanjang jalan sarad dan limbah di tempat pengumpulan kayu sementara (TPn) setelah kegiatan pengujian dan pengukuran kayu bulat oleh petugas teknis di lapangan.

a. Potensi kayu BBC

Potensi kayu BBC adalah volume kayu yang diharapkan dapat dimanfaatkan yang dihitung berdasarkan pada taksiran tinggi pohon sampai dengan batas cabang pertama. Potensi kayu BBC merupakan bahan untuk penyusunan JPT sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.43/Menlhk-II/2015 tentang penatausahaan hasil hutan kayu yang berasal dari hutan hak (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015).

b. Volume kayu yang dimanfaatkan

Volume kayu yang dimanfaatkan terdiri dari volume kayu BBC setelah proses pembagian batang (*bucking*) di petak tebang dan volume kayu setelah proses pengujian dan pengukuran (*grading and scaling*) di TPn. Metode pengujian dan pengukuran kayu bulat dilakukan oleh petugas berwenang sesuai dalam Peraturan Direktur Jenderal Bina Produksi Kehutanan Nomor: P. 14/VI-BIKPHH/2009 (Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan, 2009).

c. Limbah pemanenan kayu pada kegiatan penebangan

Limbah pemanenan kayu dibedakan menjadi dua golongan yaitu limbah penebangan dan limbah penyaradan (Soenarno et al., 2016). Limbah penebangan adalah bagian kayu bulat dari batang komersial, potongan pendek sisa pembagian batang, tunggak (tunggak), cabang dan ranting (Sari & Ariyanto, 2018), tetapi dalam tulisan ini yang dimaksud limbah penebangan hanya mencakup tunggak dan potongan pendek sisa pembagian batang berupa banir, pangkal dan ujung (Soenarno et al., 2016). Limbah pemanenan penebangan diukur di petak tebang meliputi limbah tunggak, pangkal/bontos, banir dan limbah bagian ujung akibat pembagian batang, seperti disajikan pada Gambar 3.

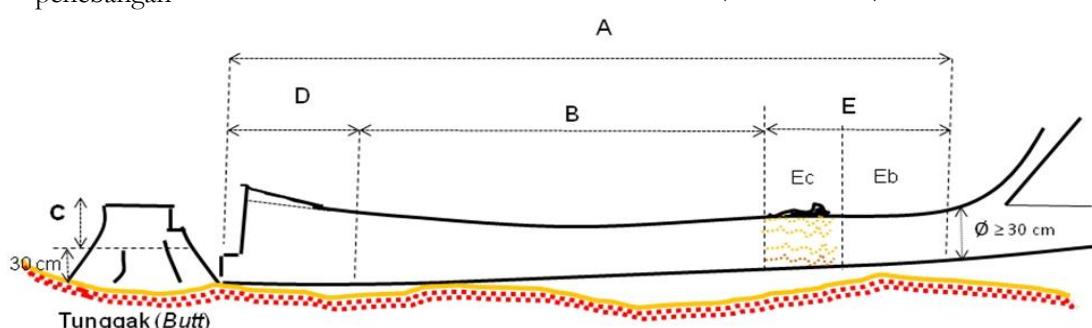
Limbah tunggak adalah selisih antara tinggi tunggak hasil pengukuran di lapangan dengan tinggi tebang yang diijinkan berkisar antara 30–50 cm (Ruslandi, 2013; Elias, Applegate, Kartawinata, & Klassen, 2001). Dalam tulisan ini tinggi penebangan yang digunakan untuk perhitungan limbah tunggak adalah maksimum 30 cm.

d. Limbah penyaradan

Volume limbah penyaradan diperoleh dari pengukuran sortimen kayu disarad yang rusak tertinggal di sepanjang jalan sarad. Dimensi limbah penyaradan yang diukur adalah panjang sortimen, diameter pangkal dan ujung serta kondisinya.

e. Limbah pengujian dan pengukuran di tempat pengumpulan kayu (TPn)

Volume limbah kayu di TPn yang diukur berupa sisa-sisa pemotongan (*trimming*) bagian pangkal dan/atau ujung dari batang bebas cabang (BBC) akibat proses pengujian dan pengukuran yang dilakukan oleh tenaga teknis penguji kayu bulat rimba (Ganis PKBR).



Keterangan (Remarks): A= Potensi batang bebas cabang, BBC (*Clear bole potency*), B= Batang dimanfaatkan siap disarad ke TPn (*Logs are utilized ready for skidding to landing point*), C= Limbah tunggak (*Butt waste*), D=Limbah pangkal (*Waste base section*), E=limbah ujung/*Top waste up to* Ø= 30 cm (Ec=cacad/*defect*, Eb=baik/*good*).

Gambar 3. Pengukuran kayu yang dimanfaatkan dan limbah pemanenan kayu (Soenarno et al. (2016))

Figure 3. The measurement of utilised timber and logging waste (Soenarno et al. (2016)

2. Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan antara lain: kondisi umum PBPH (keadaan hutan, letak dan luas areal, kondisi topografi, iklim, dan lain-lain), laporan hasil *cruising* (LHC), laporan hasil produksi (LHP) kayu bulat, sistem upah kerja penebangan dan penyaradan, pelaksanaan pengujian, dan pengukuran (*grading scaling*) kayu bulat. Data sekunder lain diperoleh dari studi pustaka hasil penelitian terkait.

3. Pengolahan Data

Perhitungan volume kayu dimanfaatkan dan limbah pemanenan kayu menggunakan rumus Brereton (Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan, 2009) sebagai berikut :

$$VL = \frac{1}{4} \pi \left[\frac{(D_p + D_u)}{100} \right]^2 \times P \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Keterangan (*Remarks*): VL = Volume limbah (m^3); Dp = Diameter pangkal (cm); Du = Diameter ujung (cm); P = Panjang limbah (m); π = phi (3,14)

Untuk menghitung angka standar FE menggunakan rumus menurut Soenarno et al. (2016) sebagai berikut:

Angka standar Faktor Eksplorasi (FE) = indeks tebang x indeks sarad (2)

Indeks tebang =

volume kayu dimanfaatkan di petak tebang (3)
potensi batang bebas cabang

Indeks sarad =

volume kayu yang dimanfaatkan di TPn (4)
volume kayu yang disarad sampai TPn

E. Analisis Data

Untuk mengetahui perbedaan angka standar FE antara PBPH *voluntary* dan PBPH *mandatory* dianalisis secara statistik dengan uji beda nyata terkecil (*least significant different*, LSD) menggunakan program PAWSTAT 23.0.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Volume Kayu Dimanfaatkan dan Limbah Pemanenan Kayu

Rekapitulasi hasil perhitungan volume kayu yang dimanfaatkan dan volume limbah pemanenan kayu disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 tampak bahwa volume kayu yang dimanfaatkan di petak tebang pada PBPH bersertifikat sukarela (*voluntary*) berkisar antara 2,927–3,228 m^3 /pohon atau rata-rata 3,078 m^3 /pohon. Tetapi, di PBPH yang bersertifikat wajib (*mandatory*) berkisar antara 4,275–9,212 m^3 /pohon atau rata-rata sebesar 6,207 m^3 /pohon. Potensi limbah pemanenan kayu pada PBPH bersertifikat PHPL *mandatory* lebih banyak (1,255 m^3 /pohon)

dibandingkan dengan yang bersertifikat *voluntary* (0,492 m^3 /pohon). Perbedaan volume kayu yang dimanfaatkan dan potensi limbah pemanenan kayu selain disebabkan oleh diameter dan tinggi banir pohon yang ditebang juga perbedaan keterampilan operator *chainsaw*. Diameter pohon ditebang rata-rata pada PBPH *voluntary* sebesar 53,2 cm lebih kecil dibandingkan pada PBPH *mandatory* sebesar 60,7 cm. Hasil penelitian Soenarno, Endom, Basari, Suhartana, Dulsalam, dan Yuniawati. (2016) di sub regional Kalimantan Timur menyatakan bahwa makin besar diameter pohon maka volume kayu yang dimanfaatkan dan potensi limbah makin banyak. Operator *chainsaw* pada PBPH *voluntary* lebih terampil karena sudah mendapat pelatihan teknis penebangan ramah lingkungan yang dilakukan di lingkungan internal perusahaan (*in house training*). Selain itu, dari keterangan operator *chainsaw* pada PBPH *voluntary* mereka mempunyai pengalaman kerja menebang pohon di hutan alam rata-rata 2 tahun. Tetapi pada PBPH *mandatory* operator *chainsaw* belum mendapatkan pelatihan teknis penebangan dan umumnya memperoleh keterampilan teknis secara otodidak dari pengalaman sebagai pembantu (*helper*) operator *chainsaw*.

Secara teknis, operator *chainsaw* yang terampil lebih patuh dibandingkan yang kurang terampil, khususnya pada kaidah dan prosedur penebangan yang benar, sehingga mengurangi terjadinya kesalahan teknis di lapangan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, kesalahan teknis yang umum dilakukan oleh operator *chainsaw* adalah kurang sempurna dalam pembuatan takik tebang, yaitu sudut takik rebah sempit, tinggi penebangan yang tidak sesuai dengan yang diijinkan, takik balas yang tidak mendatar, dan miring ke arah takik rebah. Kesalahan pembuatan takik rebah dan takik balas tidak saja mempengaruhi terjadinya serat tercabut (*barber chair*) pada tunggak juga mempengaruhi arah rebah yang telah ditentukan (Forestry Training Centre Incorporated, 2010; Soenarno, Dulsalam, Yuniawati, Suhartana, & Sukadaryati, 2019). Arah rebah yang benar akan menghasilkan kuantitas dan kualitas kayu sesuai dengan yang diharapkan sehingga pemanfaatan kayu lebih efisien (Ward, 2011).

Tinggi takik rebah yang diijinkan berkisar antara 30–50 cm dari permukaan tanah dan kedalaman 1/3–1/2 diameter pohon dengan sudut takik 45°, jarak takik balas berkisar antara 5–10 cm di atas takik rebah. Bagian kayu yang tidak terpotong antara takik rebah dan takik balas adalah 1/10–1/6 diameter pohon sebagai engsel (Forestry Training Centre Incorporated, 2010).

Tabel 2. Rata-rata kayu yang dimanfaatkan dan sebaran limbah pemanenan kayu di petak tebang

Table 2. The average of utilized wood and distribution of logging waste in felling site

No.	PBPH (Forest Utilization Business License)	Sertifikat PHPL (SFM certificate)	Jumlah sample (Number of sample, tree/PCP)	Diameter pohon (Tree diameters, cm)	Kayu dimanfaatkan (Utilized wood, m^3 /tree)	Limbah pemanenan kayu (Logging waste, m^3 /tree)	Tunggak (Butt)	BBC ^{a)} (Clear bole)	Jumlah (Total)
1.	PT. B	Sukarela	11	56,0	3,228	0,091	0,479	0,570	
2.	PT. C	(Voluntary)	23	50,3	2,927	0,001	0,414	0,415	
	Rata-rata (Average)		17	53,2	3,078	0,045	0,447	0,492	
1.	PT. A		9	82,6	9,212	0,375	1,778	2,153	
2.	PT. D	Wajib (Mandatory)	12	56,5	5,133	0,18	0,491	0,671	
3.	PT. E		6	65,4	4,275	0,311	0,631	0,942	
	Rata-rata (Average)		9	68,2	6,207	0,289	0,967	1,255	
	Total rata-rata (Grand average)		13	60,7	4,642	0,167	0,752	0,919	

Keterangan (Remarks): *) BBC=Batang bebas cabang, PHPL=Pengelolaan Hutan Produksi Lestari, SFM= Sustainable Forest Management.

Tabel 3. Hasil pengukuran tinggi banir dan tinggi penebangan

Table 3. The measurement result of buttrees height and felling height

PBPH (Forest Utilization Business License)	Sertifikat PHPL (SFM certificate)	Diameter pohon (Tree diameters, cm)	Tinggi banir pohon (Buttress height, cm)	Tinggi penebangan (Felling height, cm)
PT. B		56,0	74,3	64,6
PT. C	Sukarela (Voluntary)	50,3	77,30	75,44
Rata-rata (Average)		53,2	75,8	70,0
PT. A		82,6	104,5	87,1
PT. D	Wajib (Mandatory)	63,3	100,8	68,4
PT. E		64,8	121	105,6
Rata-rata (Average)		70,2	108,8	87,0
Total rata-rata (Grand average)		61,7	92,3	78,5

Ketidakpatuhan operator *chainsaw* juga dapat dilihat dari volume limbah tunggak dan tinggi penebangan. Rekapitulasi hasil pengukuran tinggi banir dan tinggi penebangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa tinggi penebangan pada PBPH *mandatory* adalah 87 cm, sedangkan pada PBPH *voluntary* setinggi 70 cm. Tinggi penebangan yang diijinkan sesuai pedoman teknik pembalakan berdampak rendah (*Reduced Impact Logging (RIL)*) adalah 30–50 cm di atas permukaan tanah (Ruslandi, 2013; Elias et al., 2001). Dengan demikian, maka baik pada PBPH *voluntary* dan pada PBPH *mandatory* maka tinggi penebangan belum optimal. Hal ini disebabkan karena operator *chainsaw* baik pada PBPH *voluntary* dan PBPH *mandatory* tidak melakukan pengeprasan banir pohon karena akan menurunkan produktivitas kerja, sehingga

pendapatan finansial menjadi berkurang. Di sisi lain, upah penebangan masih didasarkan sistem borongan, yaitu Rp/m³ produksi kayu bulat. Agar pelaksanaan penebangan lebih efisien maka baik di PBPH *voluntary* maupun *mandatory*, operator *chainsaw* perlu meningkatkan keterampilan dan kepatuhannya terhadap kaidah dan prosedur penebangan yang lebih benar sesuai pedoman teknik penebangan pohon hutan alam (Soenarno et al., 2019a) dan prinsip teknologi *RIL* (Elias et al., 2001).

Muhdi, Elias, Murdiyarso, dan Matangaran (2016) menyatakan bahwa dengan menerapkan teknologi *RIL* yang benar dapat meningkatkan produksi kayu bulat sebesar 9,74%. Soenarno et al. (2019) menyatakan bahwa untuk mengoptimalkan tinggi penebangan pada pohon berbanir dapat dilakukan dengan memotong terlebih dahulu banir pohon dan

membuat takik rebah dengan sudut $> 45^\circ$ pada banir pohon. Selain itu, posisi atau sikap tubuh operator *chainsaw* menjadi penting untuk diperhatikan. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa penebangan pohon umumnya dilakukan dengan posisi operator *chainsaw* berdiri. Akibatnya, pembuatan takik rebah tidak dapat dilakukan serendah mungkin, sehingga menyisakan tungggak yang cukup tinggi. Menurut Soenarno dan Dulsalam (2019b) secara garis besar ada tiga cara posisi penebang dalam melakukan penebangan di hutan alam yaitu (a) berdiri, (b) membungkuk, dan (c) jongkok, seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Sikap tubuh dengan posisi membungkuk atau jongkok

dalam melakukan penebangan pohon dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan kayu sebesar 14,5% (Suhartana & Yuniawati, 2008).

B. Perhitungan Indeks Tebang

Hasil rekapitulasi perhitungan indeks tebang disajikan pada Tabel 4. Secara umum, Tabel 4 menunjukkan bahwa indeks tebang PBPH *voluntary* lebih besar dibandingkan dengan yang *mandatory*. Hal ini dapat diartikan bahwa kegiatan penebangan di PBPH *voluntary* lebih efisien. Makin besar indeks tebang makin efisien penebangan, sehingga makin sedikit limbah pemanenan yang terjadi di petak tebang.



Keterangan (Remarks): A=posisi berdiri (*Standing*), B=posisi membungkuk (*Slightly bent*), C=posisi jongkok (*Squatting*)

Sumber (Source): Soenarno & Dulsalam, 2019b

Gambar 4. Berbagai posisi operator *chainsaw* saat menebang pohon di hutan alam
Figure 4. Various chainsaw operators position of felling trees in natural forest

Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan indeks tebang
Table 4. Recapitulation of felling index calculations

No.	PBPH (Forest Utilization Business License)	Sertifikat PHPL (SFM certificate)	Jumlah sample (Number of tree/PCP)	Potensi BBC (Clear bole potency, $m^3 / tree$)	Kayu dimanfaatkan (Utilized wood in felling site, $m^3 / tree$)	Limbah kayu di petak tebang (Logging waste in felling site, $m^3 / tree$)	Indeks tebang (Felling indexs)
1.	PT. B	Sukarela	11	3,798	3,228	0,570	0,85
2.	PT. C	(Voluntary)	23	3,342	2,927	0,415	0,87
	Rata-rata (<i>Average</i>)		17	17	3,078	0,492	0,86
1.	PT. A	Wajib	9	11,365	9,212	2,153	0,82
2.	PT. D	(Mandatory)	12	5,985	5,133	0,852	0,83
3.	PT. E		6	5,217	4,275	0,942	0,80
	Rata-rata (<i>Average</i>)		9	9	6,207	1,315	0,82
	Total rata-rata (<i>Grand average</i>)		13	13	4,463	0,904	0,84

Keterangan (Remarks): BBC = Batang Bebas Cabang, PHPL = Pengelolaan Hutan Produksi Lestari

Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi indeks tebang adalah kebijakan manajemen perusahaan dalam menetapkan dimensi kayu bulat yang akan diproduksi dan kebiasaan penebangan melakukan pembagian batang. Saat ini, banyak PBPH yang menetapkan dimensi hasil penebangan menjadi kayu bulat besar (KBB) dengan rata-rata ukuran diameter ≥ 50 cm atau diameter ujung sortimen minimal 40 cm. Padahal, kondisi tegakan di hutan alam saat ini sebagian besar merupakan areal bekas tebangan (*logged over area*) dengan ukuran diameter pangkal pohon lebih kecil dibandingkan pada hutan alam yang masih perawan (*virgin forest*).

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada PBPH *voluntary* besarnya indeks tebang berkisar antara 0,85–0,88 dengan rata-rata 0,86 lebih besar dibandingkan yang bersertifikat *mandatory* yang berkisar antara 0,81–0,68 dengan rata-rata 0,84. Makin besar indeks tebang berarti makin efisien pembagian batang yang dilakukan operator *chainsaw*. Sebaliknya makin kecil indeks tebang berarti pembagian batang tidak efisien yang berakibat makin banyak menimbulkan limbah pemanenan kayu. Lebih teknis Uusitalo, Kokko, dan Kivinen (2004) menyatakan bahwa teknik penebangan yang diikuti dengan pembagian batang yang tepat akan mempengaruhi efisiensi pemanfaatan dan kualitas kayu yang dihasilkan. Makin tinggi efisiensi penebangan pohon berarti limbah kayu yang dihasilkan dari proses penebangan semakin sedikit. Salah satu faktor penyebab lebih efisiennya penebangan pada PBPH *voluntary* adalah kepatuhan operator *chainsaw* dalam menerapkan teknologi RIL di lapangan (Soenarno, Dulsalam, & Sukadaryati, 2019c). Holmes et al. (2002) menjelaskan bahwa penerapan RIL yang benar akan mengurangi limbah tunggak, kepecahan kayu dan kurangnya limbah sebagai pembagian batang (*bucking*) yang salah.

Pada PBPH *voluntary* biasanya regu tebang didampingi oleh tenaga pengawas lapangan yang sekaligus bertugas sebagai petugas kontrol blok tebang (*checker-block*) sehingga pembagian batang lebih optimal dibandingkan PBPH *mandatory*. Pembagian batang yang benar harus dilakukan hingga batas cabang pertama dan kegiatan pemotongan hanya boleh dilakukan, apabila kondisi batang tidak lagi dapat dimanfaatkan karena mengalami pecah banting dan cacat (gerowong, banyak mata kayu/*notch*, mata buaya, tidak memenuhi limit diameter khususnya pada bagian ujung batang). Pada umumnya, limit diameter bagian ujung batang yang ditetapkan oleh PBPH agar diperoleh kayu bulat berkisar antara 38–40 cm.

Untuk mengurangi risiko terjadinya kepecahan kayu dari pohon yang ditebang adalah dengan membuat takik rebah dan takik balas yang benar dengan penentuan arah rebah pohon yang tepat. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan arah rebah adalah: (1) kondisi lapangan, (2) kondisi pohon yang akan ditebang, dan (3) arah penyaradan dan pengangkutan kayu.

Kendatipun secara teknis mudah dilakukan tetapi pembagian batang yang benar tersebut memerlukan waktu lebih lama sehingga operator *chainsaw* lebih memilih melakukannya berdasarkan kemudahan cara kerja demi pertimbangan produktivitas kerja. Hal ini dapat dipahami karena sistem upah penebangan yang diterapkan masih menggunakan borongan sesuai volume produksi kayu bulat. Penerapan kebijakan sistem borongan ini sebenarnya secara keseluruhan merugikan PBPH karena menyisakan limbah tebangan dalam volume besar dan mahalnya upah penebangan. Hasil penelitian (Soenarno, 2017) yang dilakukan di Kalimantan Tengah menunjukkan bahwa biaya penebangan dengan sistem swakelola berkisar antara Rp 4.051,11–Rp 6.800,11/m³ sedangkan sistem upah borongan berkisar antara Rp 6.000–Rp 7.000/m³.

Apabila indeks tebang tersebut dikaitkan dengan limbah pemanenan kayu di petak tebang dari Tabel 4 dapat diketahui potensi limbah pemanenan kayu di PBPH *voluntary* rata-rata 14% atau 0,494 m³/pohon dan pada PBPH bersertifikat *mandatory* sebesar 16% atau 1,255 m³/pohon. Pada tahun 2020 produksi kayu bulat di sub regional Provinsi Kalimantan Tengah adalah 2,33 juta m³ (Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah, 2020) ini berarti potensi limbah pemanenan kayu di petak tebang berkisar antara 0,33–0,40 juta m³. Potensi limbah pemanenan kayu tersebut apabila dimanfaatkan akan dapat meningkatkan produk kayu olahan primer (kayu gergajian dan vinir) yang makin merosot. Sebagai gambaran tahun 2018 produk kayu gergajian dan vinir di Provinsi Kalimantan Tengah adalah 109.134,92 m³ dan 137.539,86 m³, dan pada tahun 2019 menurun menjadi 96.690,56 m³ dan 56.843,86 m³ (Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah, 2020).

Untuk mengetahui perbedaan indeks tebang antara PBPH bersertifikat *voluntary* dan yang *mandatory* dilakukan uji statistik dan hasilnya disajikan pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan besaran F_{hitung} adalah 0,419 lebih kecil dibandingkan nilai $F_{0,05}$ (5,20) = 2,71 maka H_0 diterima yang artinya indeks tebang tidak berbeda nyata diantara PBPH *voluntary* dan yang *mandatory*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan besaran indeks tebang di sub regional Provinsi

Kalimantan Tengah adalah 0,84. Secara kuantitatif indeks tebang pada PBPH *voluntary* cenderung lebih besar dibandingkan pada PBPH *mandatory*. Fakta bervariasinya indeks tebang diduga selain disebabkan oleh perbedaan tinggi penebangan yang berakibat tinggi tumpang juga cara pembagian batang sehingga berpengaruh pada limbah BBC. Pada PBPH *voluntary* besarnya limbah BBC rata-rata adalah 0,492 m³/pohon (12,2%), sedangkan pada PBPH *mandatory* rata-rata adalah 0,904 m³/pohon (20,4%). Soenarno, Endom, dan Suhartana (2018) menyatakan bahwa selain faktor tinggi penebangan besarnya indeks tebang dipengaruhi oleh kebijakan manajemen perusahaan dalam menentukan standar ukuran kayu bulat.

C. Perhitungan Indeks Sarad

Hasil rekapitulasi pengukuran indeks sarad rata-rata akibat penyiaran dan *grading scaling* di TPn

disajikan pada Tabel 6. Tabel 6 menunjukkan bahwa indeks sarad berkisar antara 0,95–0,98 atau rata-rata 0,96 lebih rendah dibandingkan di Sub Provinsi Kalimantan Timur dengan rata-rata 0,97 (Soenarno et al., 2016). Secara teknis, baik indeks sarad maupun indeks tebang sebenarnya merupakan indikator dari kecermatan dan ketepatan hasil kerja operator *chainsaw* dalam melakukan pembagian batang. Bagi operator *chainsaw* yang terampil akan menghasilkan sedikit limbah kayu di petak tebang dan di TPn, sehingga meningkatkan indeks tebang dan indeks sarad. Sebaliknya bagi operator *chainsaw* yang kurang terampil akan lebih banyak mengakibatkan limbah kayu di petak tebang dan atau di TPn. Hal ini berarti bahwa di TPn masih terdapat limbah pemanenan kayu sebesar 4% akibat proses penyiaran maupun pengujian dan pengukuran (*grading and scaling*).

Tabel 5. Hasil uji statistik indeks tebang
Table 5. Statistical results of the felling index test

Sumber (Source)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Kuadrat rata-rata (Mean square)	F _{hitung} (F _{cal.})	Beda yata (Significant).
Model terkoreksi (Corrected Model)	0,017 ^a	6	0,003	0,869	0,535
Pengaruh (Intercept)	5,010	1	5,010	1540,476	0,000
PBPH (Forest Utilization Business License)	0,007	5	0,001	0,419	0,830
Sertifikat PHPL (SFM certificate)	0,007	1	0,007	2,054	0,167
Kesalahan (Error)	0,065	20	0,003		
Jumlah (Total)	20,051	27			
Jumlah terkoreksi (Corrected Total)	0,082	26			

Keterangan (Remarks): a. R kuadrat (R Squared) = 0,207 R kuadrat disesuaikan (Adjusted R Squared) = 0,031

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan indeks sarad
Table 6. Recapitulation of skidding index calculations

No.	PBPH (Forest Utilization Business License)	Sertifikat PHPL (SFM certificate)	Volume kayu di TPn sebelum pengujian dan pengukuran (Wood volume in landing point before grading scaling, m ³ /tree)	Volume kayu di TPn sesudah pengujian dan pengukuran (Wood volume in landing point after grading scaling, m ³ /tree)	Limbah kayu di TPn (Logging waste in landing point, m ³ /tree)	Indeks sarad (Skidding index)
1.	PT. B	Sukarela	3,228	3,181	0,047	0,99
2.	PT. C	(Voluntary)	2,927	2,851	0,076	0,97
	Rata-rata (Average)		3,078	3,016	0,061	0,98
1.	PT. A		9,212	9,028	0,184	0,98
2.	PT. D	Wajib (Mandatory)	5,133	5,030	0,103	0,98
3.	PT. E		4,275	4,190	0,085	0,98
	Rata-rata (Average)		6,207	6,083	0,124	0,95
	Total rata-rata (Grand average)		4,643	4,457	0,093	0,96

Besarnya limbah tebangan di TPn akibat pengujian dan pengukuran berkisar antara 0,061–0,124 m³/pohon dengan rata-rata 0,093 m³/pohon. Dalam kaitannya dengan indeks sarad, meskipun keterampilan operator traktor sarad cukup terampil tetapi apabila kondisi kayu bulat yang disarad banyak cacat dan tidak sesuai dengan kaidah pembagian batang (*buckling*) yang benar, maka setelah dilakukan pengujian dan pengukuran oleh petugas teknis pengukuran kayu bulat rimba (Ganis PKBR) akan mengakibatkan limbah yang banyak pula. Berdasarkan pengamatan di lapangan tidak ditemukan limbah kayu dari batang kayu bulat yang disarad di sepanjang jalan sarad.

Sampai saat ini, limbah pemanenan kayu tersebut belum dimanfaatkan dan masih tertinggal di hutan karena pertimbangan mahalnya PNBP dan biaya mengeluarkan limbah kayu ke TPn/TPK. Besarnya PNBP berupa dana reboisasi (DR) adalah 14 USD/m³ dan Provisi Sumber Daya Hutan (PSDH) adalah 10% harga patokan Kayu Bulat Kecil (KBK) sebesar Rp 310.000/m³ (Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, 2014; Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017). Untuk menarik minat para pemegang PBPH agar lebih efisien dalam pemanenan kayu dan memanfaatkan limbah maka dipandang perlu meninjau kembali definisi limbah pemanenan kayu dan/atau memberikan insentif berupa kebijakan pengurangan tarif dan harga patokan PNBP.

D. Perhitungan Angka Standar Faktor Eksplorasi

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 6 dapat diperoleh hasil perhitungan angka standar faktor eksplorasi

(FE) seperti disajikan pada Tabel 7. Secara umum Tabel 7 menunjukkan bahwa angka standar FE berkisar antara 0,80–0,85 dengan rata-rata 0,82. Dari Table 7 juga dapat diketahui bahwa angka standar FE dipengaruhi kompetensi PBPH dikaitkan dengan sertifikat PHPL secara *mandatory* dan *voluntary* dan diameter pohon. Namun demikian, melihat fakta di lapangan angka standard FE tersebut juga diduga tergantung keterampilan operator *chainsaw*, kondisi peralatan yang digunakan dan topografi lapangan.

Rata-rata angka standar FE hasil penelitian tersebut di atas tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan Soenarno, Endom, Basari. B, Dulsalam, Suhartana., dan Yuniauwati (2016) di sub region Kalimantan Timur yaitu sebesar 0,83. Lebih lanjut, dijelaskan bahwa hasil penelitian Soenarno et al. (2016) tersebut menyatakan bahwa angka FE pada PBPH *voluntary* rata-rata 0,85 dan pada PBPH *mandatory* sebesar 0,82. Melihat fakta hasil penelitian di sub Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur tersebut dapat disimpulkan bahwa angka standar FE PBPH *voluntary* lebih baik dibandingkan PBPH *mandatory*. Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mansyur, Tirkaamiana, & Sutejo, (2013) di salah satu PBPH di Kalimantan Timur menyatakan bahwa angka standar FE rata-rata sebesar 0,86. Sedangkan penelitian (Matangaran, Partiani, dan Purnamasari, (2013) di dua PBPH di Sumatera Barat dan Kalimantan Timur masing-masing adalah 0,75 dan 0,74.

Untuk mengetahui perbedaan angka standar FE antara PBPH *voluntary* dan PBPH *mandatory* dilakukan uji statistik yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan bilangan FE
Table 7. Recapitulation of FE number calculations

No.	PBPH (<i>Forest Utilization Business License</i>)	Sertifikat PHPL (<i>SFM certificate</i>)	Diameter pohon (<i>Tree diameters, cm</i>)	Indeks tebang (<i>Felling index</i> s)	Indeks sarad (<i>Skidding index</i> s)	Faktor eksplorasi (<i>Exploitation factor</i>)
1.	PT. B	Sukarela	56,0	0,85	0,99	0,84
2.	PT. C	(<i>Voluntary</i>)	50,3	0,87	0,97	0,85
		Rata-rata (<i>Average</i>)	53,2	0,86	0,98	0,84
1.	PT. A	Wajib	82,6	0,82	0,98	0,80
2.	PT. D	(<i>Mandatory</i>)	63,3	0,83	0,98	0,81
3.	PT. E		64,8	0,80	0,98	0,80
		Rata-rata (<i>Average</i>)	70,2	0,82	0,98	0,80
		Total rata-rata (<i>Grand average</i>)	61,7	0,84	0,98	0,82

Tabel 8. Hasil uji statistik faktor eksplorasi**Table 8. Statistical results of the exploitation factor test**Variabel bergantung (*Dependent Variable*): Faktor eksplorasi (*Exploitation factor*)

Sumber (<i>Source</i>)	Jumlah kuadrat (<i>Sum of Squares</i>)	Derajad bebas (<i>Degree of freedom</i>)	Kuadrat rata-rata (<i>Mean Square</i>)	F_{hitung} ($F_{cal.$)	Beda nyata (<i>Significant</i>)
Model terkoreksi (<i>Corrected model</i>)	0,011 ^a	6	0,002	0,489	0,809
Pengaruh (<i>Intercept</i>)	4,719	1	4,719	1214,275	0,000
PBPH (<i>Forest Utilization Business License</i>)	0,005	5	0,001	0,254	0,933
Sertifikat PHPL (<i>SFM certificate</i>)	0,003	1	0,003	0,889	0,357
Kesalahan (<i>Error</i>)	0,078	20	0,004		
Jumlah (<i>Total</i>)	18,623	27			
Jumlah terkoreksi (<i>Corrected Total</i>)	0,089	26			

Keterangan (*Remarks*): a. R kuadrad (*R Squared*) = 0,128. R kuadrad disesuaikan (*Adjusted R Squared*) = - 0,134)

Tabel 8 menunjukkan bahwa F_{hitung} sebesar 0,254 lebih kecil dibandingkan nilai $F_{0,05(5,20)} = 2,71$ maka H_0 diterima yang artinya standar FE tidak berbeda nyata di antara PBPH *voluntary* dan yang *mandatory*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bilangan FE di sub regional Provinsi Kalimantan Tengah berkisar antara 0,80–0,84 dengan rata-rata 0,82. Berdasarkan data Tabel 7 diduga bahwa angka standar FE tergantung pada faktor diameter pohon yang ditebang. Untuk mengetahui pengaruh diameter pohon ditebang terhadap angka standar FE dilakukan uji regresi, seperti disajikan pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan bahwa F_{hitung} sebesar 0,466

lebih kecil dibandingkan nilai $F_{0,05(1,26)} = 4,23$ sehingga angka standar FE tidak dipengaruhi oleh perbedaan diameter pohon ditebang. Berdasarkan pengamatan di lapangan, angka standar FE dipengaruhi antara lain tinggi banir pohon, topografi lapangan, kondisi peralatan, keterampilan operator *chainsaw* dan kebijakan manajemen PBPH.

Dalam kaitannya dengan kebijakan pemerintah *et al.* Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tentang penetapan angka standar FE sebesar 0,7 maka hasil penelitian pada Tabel 7 selanjutnya dilakukan uji statistik lanjutan, dan hasilnya disampaikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Analisa sidik ragam uji regresi diameter pohon terhadap angka standar FE**Table 9. Analysys of variance of the tree diameter regression test against the standard number FE**

Model	Jumlah kuadrat (<i>Sum of Squares</i>)	Derajad bebas (<i>Degree of freedom</i>)	Rata-rata standar (<i>Mean Square</i>)	F_{hitung} ($F_{cal.$)	Beda nyata (<i>Significant</i>)
1 Regresi (<i>Regression</i>)	0,004	1	0,004	0,466	.501 ^a
Sisa (<i>Residual</i>)	0,234	26	0,009		
Jumlah (<i>Total</i>)	0,239	27			

Keterangan (*Remarks*): a. Penduga (*Predictors*): Tetap (*Constant*), Diameter; b. Variabel tak bebas (*Dependent Variable*): FE**Tabel 10. Uji perbedaan bilangan FE dengan yang ditetapkan pemerintah****Table 10. The test differences of factual FE numbers and government's**

FE	t	Bilangan Uji = 0,70				Tingkat kepercayaan (<i>Selang kepercayaan, 95%</i>)
		Derajad bebas (<i>Degree of freedom</i>)	Nyata (<i>Significant</i>)	Beda rata-rata (<i>Means different</i>)	Bawah	
					Atas	
11,442	4	0,000		0,12000	0,0909	0,1491

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai t-hitung 11,442 lebih besar dibandingkan t-tabel ($5\% ; 4$) sebesar 2,1318. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara rata-rata bilangan angka standar FE hasil penelitian sebesar 0,82 dengan FE yang ditetapkan oleh pemerintah sebesar 0,70. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa angka standar FE di sub region Provinsi Kalimantan Tengah sudah meningkat dibandingkan yang ditetapkan oleh pemerintah. Oleh karena itu, agar produksi kayu bulat di Provinsi Kalimantan Tengah meningkat selayaknya Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan perlu mempertimbangkan penetapan angka standar FE di sub region Kalimantan Tengah tidak lagi sebesar 0,7 tetapi menjadi 0,82.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Potensi limbah pemanenan kayu akibat pembagian batang di petak tebang berkisar antara $0,492-1,345 \text{ m}^3/\text{pohon}$ dengan rata-rata $0,919 \text{ m}^3/\text{pohon}$; dan sebanyak $0,167 \text{ m}^3/\text{pohon}$ diantaranya berupa limbah tunggak. Besarnya limbah kayu akibat pengujian dan pengukuran di TPn berkisar antara $0,061-0,124 \text{ m}^3/\text{pohon}$ dengan rata-rata $0,093 \text{ m}^3/\text{pohon}$. Besarnya angka standar FE di sub regional Provinsi Kalimantan Tengah berkisar antara $0,80-0,85$ dengan rata-rata 0,82. Faktor utama penyebab belum optimalnya bilangan FE adalah keterampilan operator *chainsaw* dan kebijakan manajemen PBPH yang berorientasi pada tujuan penggunaan produksi kayu bulat besar (KBB).

B. Saran

Untuk meningkatkan angka standar FE manajemen PBPH perlu melakukan antara lain (1) secara selektif mempekerjakan operator *chainsaw* yang berpengalaman, (2) meningkatkan keterampilan operator *chainsaw* yang ada melalui *in-house training*, (3) merubah orientasi kebijakan pemanenan kayu yang efisien, dan (4) penelitian tentang nilai ekonomis limbah pemanenan kayu untuk mengoptimalkan nilai tambah pohon yang ditebang. Selain itu, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan perlu meninjau kembali definisi limbah pemanenan kayu dan memberikan insentif kebijakan pengurangan tarif PNBP agar pemanfaatan limbah pemanenan kayu dapat terlaksana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur APHI, pimpinan PBPH PT Erna Djuliawati, PT Austral Byna, PT Erythrina Nugraha Megah, PT Kayu Tribuana Rama, dan PT Dasa

Intiga yang telah membantu dalam kelancaran pelaksanaan penelitian.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain, dan rancangan percobaan dilakukan oleh SN; percobaan dan perlakuan pengujian dilakukan oleh SN; pengumpulan data dan analisis data dilakukan oleh SN, YN, DS, dan SS; penulisan manuskrip oleh SN dan DS; perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh SN dan YN.

DAFTAR PUSTAKA

- Astana, S., Soenarno, & Endom, W. (2015). Potensi penerimaan negara bukan pajak dari limbah pemanenan di hutan alam dan hutan tanaman. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 12(3), 227–243.
- Badan Pusat Statistik. (2019). Statistik Produksi Kehutanan. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah. (2022). Kalimantan Tengah dalam angka 2020. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan. (2009). Peraturan Direktur Jenderal Bina Produksi Kehutanan Nomor P.14/VI-BIKPHH/2009.
- Elias, Applegate, G., Kartawinata, K., Machfudh, & Klassen, A. (2001). Reduced impact logging guidelines for Indonesia. In *Reduced impact logging guidelines for Indonesia*. doi:10.17528/cifor /001384
- Forestry Training Centre Incorporated. (2010). Course in reduced impact logging : Chainsaw Use , Safety Practices & Directional Tree Felling Techniques (Issue March).
- Garland, J., & Jackson, D. (1997). *Felling and bucking techniques for woodland owners* (Issue January). <https://www.amazon.com/Felling-bucking-techniques-woodland-owners/dp/B0006QMN76>
- Ghajar, I., & Naja, A. (2012). Forest policy and economics evaluation of harvesting methods for Sustainable Forest Management (SFM) using the analytical network process (ANP). *Jurnal Forset Policy and Economics*, 21, 81–91. doi: 10.1016/j.forpol.2012.01.003.
- Holmes, T. P., Blate, G. M., Zweede, J. C., Pereira, R., Barreto, P., Boltz, F., & Bauch, R. (2002). Financial costs and benefits of reduced-impact logging relative to conventional logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00530-8.
- Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. (2014). Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 2014 tentang jenis dan tarif atas jenis penerimaan

- negara bukan pajak yang berlaku pada Kementerian Kehutanan.* Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, Jakarta.
- Kementerian Kehutanan. (2009). *Peraturan Menteri Kehutanan No. P.11/menlhk-II/2009 tentang sistem silvikultur dalam areal izin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu pada hutan produksi.* Sekretariat Jenderal Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2015). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.43/Menlhk-II/2015 tentang penatausahaan hasil hutan kayu yang berasal dari hutan bak.* Sekretariat Jenderal Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.64/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 Tentang Penetapan Harga Patokan Hasil Hutan Untuk Perhitungan Provisi Sumber Daya Hutan dan Ganti Rugi Tegakan (pp. 1–22).* Sekretariat Jenderal Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Kewila, B., & Tehupeiry, A. (2015). Effects of working time and the volume and weight of timber on productivity of log loader Caterpillar type 966 F and WL 980 C. *Wood Research Journal*, 6(1), 1–6.
- Mansyur, A., Tirkaamiana, M., & Sutejo, H. (2013). Limbah pemanenan dan faktor eksplorasi IUPHHK-HA PT Rizki Kacida Reana, Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. In *AGRIFOR: Vol. XII*.
- Matangaran, J., Partiani, T., & Purnamasari, D. (2013). Faktor eksplorasi dan kuantifikasi limbah kayu dalam rangka peningkatan efisiensi pemanenan hutan alam. *Bumi Lestari*, 13(2), 384–393.
- Mirkala, R. M. (2017). Comparison of damage to residual stand due to applying two different harvesting methods in the Hyrcanian forest of Iran : cut-to- length vs . tree length. *Caspian Jurnal Enviromnet Science*, 15(1), 13–27.
- Muhdi, Murdiyarsa, D., & Matangaran, J. R. (2016). Wood Waste Caused by Reduced Impact Logging in Indonesian Selective Cutting and Planting System , North Borneo , Indonesia. *International Journal of Sciences*, 30(1), 86-92.
- Ruslandi. (2013). Penerapan pembalakan berdampak rendah-carbon (*RIL-C*). The Nature Conservancy, Jakarta.
- Ruslim, Y., & Gunawan. (2008). Faktor eksplorasi dan faktor pengamanan pada kegiatan penebangan sistem tebang Pilih Tanam Indonesia (ITPTI) di HPH PT. Sarmiento Parakantja Timber Kalimantan Tengah. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 1(1), 95–108.
- Sari, D. R., & Ariyanto. (2018). The potential of woody waste biomass from the logging activity at the natural forest of Berau District, East Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 144(1). doi: 10.1088/1755-1315/144/1/012061
- Society, Y. C. &, & Inobu. (2021). Strategi REDD+ Kalimantan Tengah.
- Soenarno, Endom, W., & Suhartana, S. (2018). Studi faktor pemanfaatan dan limbah pemanenan kayu di hutan alam Papua Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(2), 67–84.
- Soenarno. (2017). Analisis biaya penebangan sistem swakelola: Studi kasus di dua IUPHHK-HA Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(2), 101–114.
- Soenarno, & Dulsalam. (2019). Praktik penebangan pohon pada hutan alam produksi. *Majalah FORPRO*, 8(2), 24-31.
- Soenarno, Dulsalam, & Endom, W. (2013). Faktor eksplorasi pada hutan produksi terbatas di IUPHHK-HA PT Kemakmuran Berkah Timber. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(2), 151-160
- Soenarno, Dulsalam, & Sukadaryati. (2019c). Efficiency of timber harvesting from natural forest in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 359(1), 012006. doi: 10.1088/1755-1315/359/1/012006
- Soenarno, Dulsalam, Yuniarwati, Suhartana, S., & Sukadaryati. (2019a). *Teknik penebangan pohon butan alam*. Bogor: IPB Press.
- Soenarno, Endom, W., Basari, Z., Suhartana, S., Dulsalam, & Yuniarwati. (2016). Faktor eksplorasi hutan di Sub Region Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(4), 335–348.
- Soenarno, Endom, W., & Bustomi, S. (2017). Kerusakan tegakan tinggal akibat pemanenan kayu pada hutan tropis berbukit di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(4), 273–288.
- Suhartana, S., & Yuniarwati. (2008). Efisiensi pemanfaatan kayu mangium pada berbagai penebangan, sikap tubuh dan kelerengan lapangan: Studi kasus di satu perusahaan hutan di Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 26(1), 41–56.
- Suparna, N., Harimawan, & Hardiansyah, G. (2001). Implementing reduced impact logging in the Alas Kusuma Group. diakses dari <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?>

- recordID=XF 2004405185 pada tanggal 12 Desember 2019.
- Uusitalo, J., Kokko, S., & Kivinen, V. P. (2004). The effect of two bucking methods on scots pine lumber quality. *Silva Fennica*, 38(3), 291–303.
- doi: 10.14214/sf.417.
- Ward, E. (2011). Chain saws — safety , operation , tree felling techniques. Kansas: Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service., Kansas.