

EFEKTIVITAS TEKNIK PENEBAANGAN TERARAH DENGAN BANTUAN TALI DI HUTAN RAKYAT

Effectiveness of Ropes-Assisted Directional Felling Technique in Private Forest

Ahmad Budiaman*, Hardjanto, Sarah Agustin

Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Jln. Ulin, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia

* Email : budiaman@apps.ipb.ac.id

Diterima: 04/03/2024, Direvisi: 29/08/2024, Disetujui: 31/08/2024

ABSTRACT

Directional felling is a technique that directs fallen trees in a predetermined direction to minimize damage to residual stands and understory plants and facilitate subsequent stages of timber handling. One of the felling techniques used in private forest harvesting was the rope-assisted directional felling technique. The study aimed to analyze and evaluate the effectiveness of the rope-assisted directional felling technique in private forests. The study was conducted in a private forest managed with an agroforestry system in Probolinggo, East Java. The number of sampled trees was 31 trees. The sampled trees were felled to the predetermined directions: to a stretched rope between two spar trees or the safe area. Felling errors, hang-ups, and the presence of barber chairs were used to assess the effectiveness of the rope-assisted felling technique. The average diameter of the felled trees was 23.4 cm and 20.8 m in height. The ropes-assist directional felling technique produced a hang-up tree of 19.35% of the total felled trees. Directional felling using ropes made fallen trees from close to the opposite direction of the natural felling direction. The ropes-assisted felling technique made all felled trees fall in the predetermined direction without producing barber chairs, but still causing hang-ups.

Keywords: *directional felling, private forests, rope*

ABSTRAK

Teknik penebangan terarah merupakan teknik penebangan yang mengarahkan pohon rebah ke suatu tempat yang ditentukan untuk meminimalikan kerusakan tegakan tinggal dan tanaman bawah tegakan, serta memudahkan tahapan penanganan kayu selanjutnya. Penebangan terarah dapat dilakukan dengan merancang takik rebah yang tepat atau dengan bantuan peralatan mekanis, manual ataupun menggunakan tali. Salah satu teknik penebangan yang digunakan dalam pemanenan hutan rakyat adalah teknik penebangan terarah dengan bantuan tali. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi efektivitas teknik penebangan terarah dengan bantuan tali di hutan rakyat. Penelitian dilakukan di hutan rakyat yang dikelola dengan sistem agroforestri di Probolinggo, Jawa Timur. Jumlah pohon contoh sebanyak 31 pohon. Pohon contoh ditebang ke arah tali yang direntangkan di antara dua pohon atau ke area aman (area yang memiliki tegakan tinggal sedikit). Tiga indikator, yaitu kesalahan

penebangan, pohon menggantung, dan keberadaan unusan digunakan untuk menilai efektivitas teknik penebangan terarah dengan bantuan tali. Jenis pohon yang ditebang adalah sengon. Rata-rata diameter pohon yang ditebang adalah 23,4 cm dan tinggi 20,8 m. Teknik penebangan terarah dengan bantuan tali menghasilkan pohon menggantung sebesar 19,35% dari total pohon yang ditebang. Penebangan terarah dengan menggunakan tali mampu merebahkan pohon hingga ke arah berlawanan dari arah rebah alaminya. Teknik penebangan terarah dengan bantuan tali mampu merebahkan seluruh pohon yang ditebang ke arah yang telah ditentukan tanpa menghasilkan unusan, namun masih menimbulkan pohon menggantung.

Kata kunci: hutan rakyat, penebangan terarah, tali

PENDAHULUAN

Kegiatan pemanenan hutan terdiri dari kegiatan penebangan, pembagian batang, penyaradan, serta pengangkutan kayu (Sessions 2007). Penebangan adalah kegiatan merebahkan pohon yang telah memenuhi kriteria untuk ditebang (Staaf & Wiksten 1984). Penebangan pohon dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan manual atau mekanis (Pradipta et al. 2016; Câmpu & Ciubotaru 2017; Nagaoa & Yamada 2019; Wulan et al. 2020; Yoshioka et al. 2021). Penebangan pohon merupakan tahapan paling kritis dalam operasi pemanenan hutan. Penebangan pohon menghasilkan kayu sisa terbanyak dibandingkan penyaradan kayu (Budiaman & Pradata 2013). Penebangan pohon dan penyaradan kayu merupakan tahapan pemanenan hutan yang menjadi sumber utama kerusakan tegakan tinggal (Soenarno et al. 2017; Soenarno et al. 2020; Ellis et al. 2019).

Keberlanjutan produksi kayu menuntut teknik penebangan pohon yang dapat mengurangi kerusakan tegakan tinggal dan tanaman di bawah tegakan hutan. Kegiatan penebangan pohon menimbulkan dampak yang tidak dapat dihindari, tetapi dapat dikurangi dengan menggunakan teknik penebangan yang tepat (Staaf & Wiksten 1984; Suhartana & Yuniawati 2019). Kerusakan hutan akibat penebangan hutan dapat dikurangi salah satunya dengan penebangan terarah (Cedergren et al. 2002; Hidayat et al. 2018; Soenarno et al. 2020). Kerusakan tegakan tinggal akibat penggunaan teknik penebangan konvensional adalah sebesar 31,82%, sementara dengan penggunaan teknik penebangan terarah, kerusakan tegakan tinggal yang terjadi sebesar 12,42% (Santoso et al. 2023). Kerusakan tegakan tinggal Penebangan terarah merupakan teknik penebangan yang mengarahkan pohon rebah ke suatu tempat yang telah ditentukan, untuk meminimalisir kerusakan tegakan tinggal dan tanaman bawah tegakan serta untuk memudahkan tahapan penanganan kayu berikutnya (Tavankar et al. 2013; Silva et al. 2022). Beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa dengan menerapkan penebangan terarah, kesalahan penebangan dapat dikurangi (Hidayat & Hendalastuti 2004), menyelamatkan tegakan tinggal di medan yang terjal (Cedergren et al. 2002), dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya produksi (Campu et al. 2020; Soenarno et al. 2020; Ningrum & Yuniawati 2023). Penebangan terarah dapat dilakukan dengan merancang takik rebah yang tepat atau dengan bantuan peralatan mekanis, manual, menggunakan tali, derek, dongkrak hidrolik atau kabel (Conway 1982; Nikooy et al. 2013; Nagaoa & Yamada 2019; Campu et al. 2020). Penebangan terarah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti diameter pohon yang ditebang, kerapatan tegakan, basal area, volume batang dan cabang. Semakin besar diameter pohon yang ditebang, peluang keberhasilan penebangan terarah menurun (Silva et al. 2022).

Hutan rakyat di Indonesia ditanam dengan menggunakan tiga pola tanam, yaitu monokultur, campuran dan agroforestri. Hutan rakyat dengan pola tanam agroforestri memiliki struktur dan komposisi tegakan yang lebih kompleks dari hutan rakyat yang ditanam secara

monokultur atau campuran. Tegakan hutan rakyat yang ditanam dengan pola agroforestri tersusun dari empat jenis tanaman, yaitu tanaman kehutanan, tanaman multiguna, tanaman perkebunan dan tanaman pertanian (Listiyawan et al. 2022; Budiaman et al. 2024). Di sisi yang lain, sistem pemanenan hutan yang digunakan di hutan rakyat adalah tebang butuh, yaitu menebang sejumlah pohon (tanaman kehutanan) sesuai dengan kebutuhan dana yang dibutuhkan oleh petani hutan rakyat (Hamdani et al. 2015). Berdasarkan sistem silvikulturnya, sistem tebang di hutan rakyat adalah tebang pilih.

Penggunaan sistem tebang pilih dengan teknik penebangan konvensional di semua jenis hutan, termasuk di hutan rakyat yang ditanam dengan pola agroforestri, akan menimbulkan kerusakan terhadap tegakan tinggal dan tanaman bawah tegakan (Nikooy et al. 2010; Santoso et al. 2023; Yuniawati et al. 2023). Teknik penebangan konvensional merupakan teknik penebangan yang dilakukan dengan hanya mengandalkan pembuatan takik rebah dan takik balas, tanpa bantuan alat bantu tebang dan perencanaan arah rebah (Staaf & Wiksten 1984). Teknik penebangan konvensional yang tidak tepat menyebabkan pohon rebah ke arah yang salah, sehingga berdampak pada kerusakan lingkungan dan menyebabkan pangkal batang pecah (Soenarno et al. 2020; Yuniawati & Rossi 2021). Tegakan tinggal dan tanaman di bawah tegakan hutan rakyat dengan pola agroforestri memiliki arti penting dalam pengelolaan hutan rakyat. Selain memberikan kontribusi ekonomi yang besar terhadap pendapatan petani hutan (Asmi et al. 2013; Aminah et al. 2013; Tiurmasari et al. 2016), kelompok tanaman ini juga menciptakan lingkungan hutan dengan keragaman biologi yang tinggi (Siadari et al. 2013; Tiurmasari et al. 2016; Oktaviani et al. 2017). Kelompok jenis tanaman ini adalah tanaman pohon multi guna (*multi purpose tree species*), tanaman perkebunan dan tanaman pertanian (Nadeak et al. 2013; Natalia et al. 2014; Tiurmasari et al. 2016; Maharani et al. 2022).

Salah satu teknik penebangan ramah lingkungan yang digunakan pada penebangan hutan rakyat adalah teknik penebangan terarah menggunakan bantuan tali. Teknik penebangan ini merupakan teknik penebangan yang merebahkan pohon dengan cara ditarik menggunakan tali. Teknik penarikan pohon seperti ini merupakan cara dasar untuk mengarahkan pohon ke arah yang berbeda atau berlawanan dengan arah rebah alaminya. Teknik ini berhasil digunakan pada penebangan pohon besar dan berat ke arah atas bukit dan mengurangi kayu pecah (Conway 1982). Teknik ini telah digunakan pada penebangan pohon di hutan rakyat di Ciamis, Jawa Barat (Sukadaryati et al. 2018).

Pada penebangan hutan rakyat di Probolinggo, tali tidak hanya digunakan untuk membantu perebahan pohon, tetapi juga digunakan untuk menahan pohon yang ditebang. Pohon yang ditebang diarahkan rebahnya ke tempat yang tidak banyak tegakan tinggal atau ke bentangan tali yang dipasang membentang diantara dua pohon pada ketinggian kurang lebih 10 m di atas permukaan tanah. Meskipun teknik penebangan pohon menggunakan tali sudah lama diterapkan di hutan rakyat, namun informasi tentang efektivitas teknik penebangan ini hingga saat ini masih belum tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi efektivitas teknik penebangan terarah menggunakan bantuan tali di hutan rakyat.

METODE

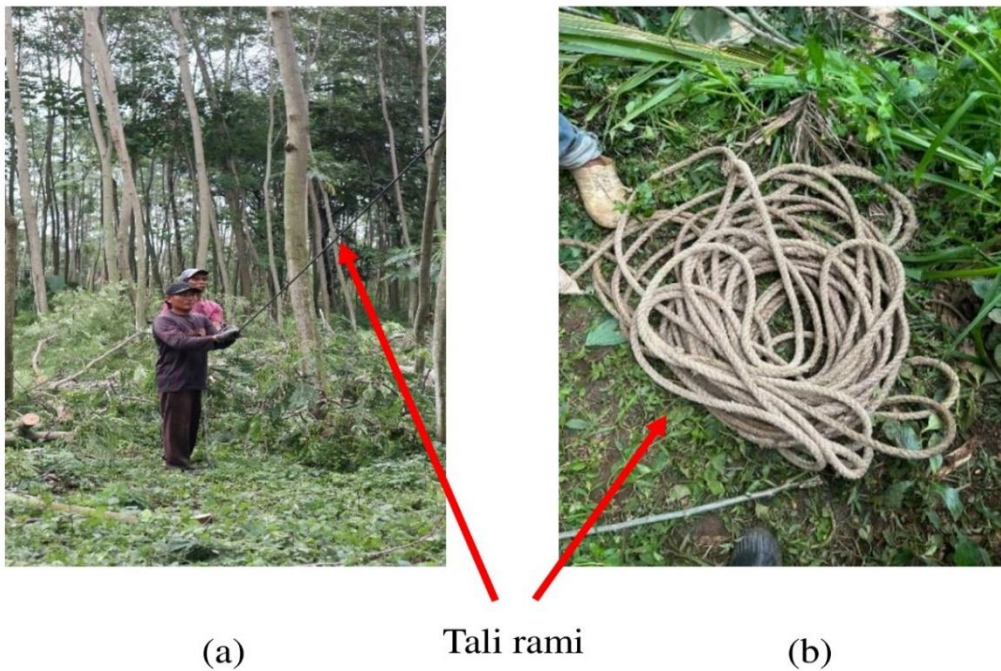
Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lahan seluas 0,59 ha di salah satu hutan rakyat yang ditanam dengan pola agroforestri milik petani hutan yang menjadi anggota Koperasi Alas Mandiri (KAM). KAM merupakan sebuah koperasi petani hutan rakyat yang terletak di Kecamatan Krucil, Kabupaten Probolinggo yang bermitra dengan PT. Kutai Timber Indonesia. Areal kerja KAM

berada di ketinggian antara 600 – 700 m di atas permukaan laut dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.297 mm. Pada tahun 2018, luas areal kerja KAM sebesar 1.004,55 hektar, yang terdiri dari 1.296 anggota dan 1.811 lahan. Kayu yang dipanen adalah sengon (*Paraserianthes molluccana*), yang digunakan sebagai bahan baku *veneer* dan *bare core*. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2023.

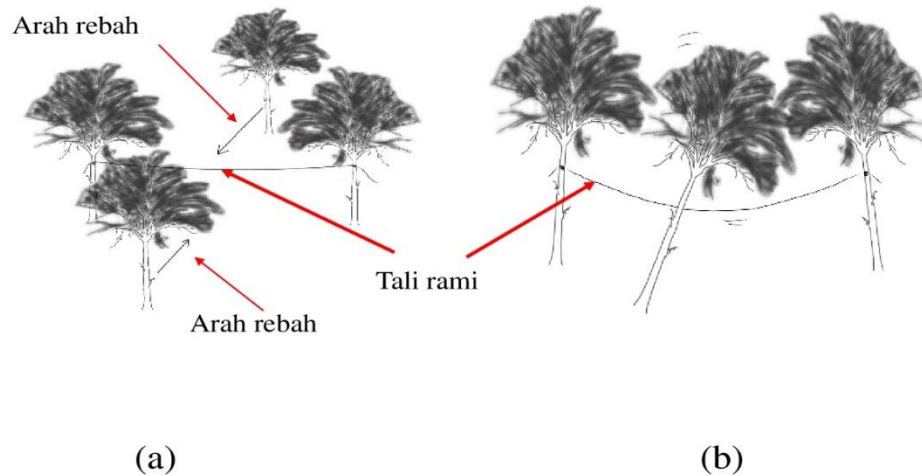
Teknik penebangan terarah

Penebangan pohon dilakukan oleh tim penebang yang beranggotakan 4 orang, yang terdiri dari 1 orang operator *chainsaw* dan 3 orang pembantu. Operator *chainsaw* telah memiliki pengalaman kerja yang cukup lama (kurang lebih 10 tahun) dan mendapatkan pelatihan tentang kesehatan dan keselamatan kerja dalam pemanenan hutan. Penebangan pohon dilakukan dengan menggunakan *chainsaw* Maestro berbobot 11 kg. Operator *chainsaw* bertugas membuat takik balas dan takik rebah, sementara untuk penarikan pohon rebah ke arah yang ditentukan dilakukan oleh 2-3 orang pekerja pembantu menggunakan tali. Tali yang digunakan adalah tali rami dengan diameter 1,5 cm dan panjang 20 meter (Gambar 1). Semua pohon yang ditetapan akan ditebang, di arahkan rebahnya ke arah yang ditentukan, yaitu ke bentangan tali yang dipasang diantara dua pohon pada ketinggian kurang lebih 10 m di atas permukaan tanah. Panjang bentangan tali bervariasi dari 10-20 m. Teknik penahanan pohon rebah dengan tali ini dikenal dengan istilah “teknik sandat” (Gambar 2).



Gambar 1. Teknik penebangan pohon dengan penarikan menggunakan tali (a) dan tali rami yang digunakan untuk menarik pohon yang ditebang di hutan rakyat di Probolinggo (b).

Table 1 Tree felling technique by pulling using a rope (a) and type rope used to pull fallen trees in a private forest in Probolinggo (b)



Gambar 2. Penebangan terarah ke bentangan tali di hutan rakyat di Probolinggo (a). Posisi pohon rebah yang menggantung di bentangan tali (b)
Table 2 Directional felling to stretched rope in a private forest in Probolinggo (a). Position of fallen trees hanging on the stretched rope (b)

Pengamatan penebangan pohon dilakukan di empat blok tebang. Dalam penelitian ini, blok tebang merujuk pada suatu areal di mana suatu teknik penebangan menggunakan tali diaplikasikan untuk menebang sejumlah pohon yang akan ditebang di areal tersebut. Pada setiap blok tebangan dipasang satu bentangan tali. Jumlah total pohon yang diamati sebanyak 31 pohon. Pengukuran dan pencatatan diameter pohon setinggi dada (dbh), tinggi total pohon dan tinggi bebas cabang pohon contoh, serta penentuan arah rebah alami dilakukan sebelum penebangan. Arah rebah alami merujuk pada arah jatuh pohon sesuai dengan pusat gravitasi pohon (Silva et al. 2022). Pada penelitian ini, arah rebah alami ditentukan berdasarkan kemiringan pohon dan kondisi tajuk pohon yang dominan. Jika pohon miring, maka arah rebah alaminya adalah arah miringnya pohon. Sementara untuk pohon tegak, arah rebah alaminya ditentukan berdasarkan kecondongan tajuk atau di arah di mana porsi tajuk paling banyak berada. Setelah penebangan, dilakukan pengukuran dan pencatatan arah rebah pohon yang sesungguhnya atau disebut juga dengan arah rebah efektif. Perbedaan arah rebah adalah selisih antara arah rebah alami dengan arah rebah efektif yang dinyatakan dalam derajat mata angin.

Efektivitas teknik penebangan terarah

Efektivitas teknik penebangan terarah dengan bantuan tali dilukur menggunakan tiga indikator, yaitu kesalahan arah rebah (*felling error*) (Nikooy et al. 2013), pohon menyangkut (*hang up*), dan unusan (*barber chairs*) (Campu et al. 2020). Kesalahan arah rebah adalah keadaan yang mana pohon tidak rebah ke arah yang telah ditentukan. Pohon menyangkut adalah kondisi pohon yang ditebang yang tidak rebah di bentangan tali, tetapi menyangkut di pohon atau

tanaman lain. Unusan adalah belahan kayu memanjang yang tertinggal di tunggak setelah pohon yang ditebang rebah.

Analisis data

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Analisis ini mendeskripsikan dan meringkas kumpulan data menjadi ukuran nilai rata dan ukuran variasi, membandingkan gambaran-gambaran tersebut antara satu kelompok subyek dan kelompok subyek lain, serta menjelaskan angka/nilai jumlah dan persentase masing-masing kelompok (Hastono 2006). Penelitian ini menjelaskan dan membandingkan kesalahan arah rebah, pohon menyangkut, unusan dan tinggi tunggak dari pohon yang ditebang antar petak tebang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter pohon yang di tebang berkisar dari 10,2-37,9 cm dengan rata-rata sebesar 23,4 cm. Sementara tinggi total pohon yang ditebang bervariasi dari 11,5-27,0 m dengan rata-rata 20,8 m. Rata-rata tinggi bebas cabang pohon yang ditebang sebesar 9,2 m dengan kisaran 2,0-15,0 m. Rata-rata proporsi tinggi bebas cabang sebesar 44% dari tinggi total pohon yang ditebang (Tabel 1).

Tabel 1 Sebaran diameter dan tinggi pohon yang ditebang di lokasi penelitian
Table 1 Diameter and height distribution of fallen trees in study site

Blok tebang	Jumlah pohon contoh	Diameter (cm)		Tinggi total (m)		Panjang batang bebas cabang (m)	
		Kisaran	Rataan	Kisaran	Rataan	Kisaran	Rataan
1	8	20,7-32,9	26,9	20,0-25,0	22,4	7,0-14,5	11,8
2	7	11,8-35,0	21,6	11,5-23,0	18,2	3,5-15,0	9,4
3	8	10,2-37,9	24,3	15,0-27,0	24,3	3,5-15,0	9,9
4	8	14,2-28,5	20,6	13,0-23,0	18,3	2,0-11,0	5,8
Rata-rata		-	23,4	-	20,8	-	9,2

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua dari empat indikator yang digunakan untuk mengukur efektivitas teknik penebangan pohon terarah dengan menggunakan bantuan tali ditemukan di lapangan, yaitu pohon menyangkut dan tunggak. Penebangan pohon terarah menggunakan tali mampu merebahkan pohon rebah ke arah yang telah ditentukan dan tidak menimbulkan unusan. Penebangan pohon terarah menggunakan tali di hutan rakyat masih menghasilkan kayu yang menyangkut di pohon lain, yaitu sebesar 19,35% atau sebanyak 6 pohon dari 31 pohon yang ditebang (Tabel 2). Sementara indikator kesalahan arah rebah dan unusan tidak ditemukan di lapangan. Penelitian ini memperoleh hasil yang berbeda dengan penelitian sebelumnya. Nikooy et al. (2013) melaporkan bahwa penebangan terarah tidak menyebabkan pohon menyangkut dan tidak terjadi unusan. Sementara kesalahan arah rebah merupakan hal yang sering terjadi dalam penebangan pohon.

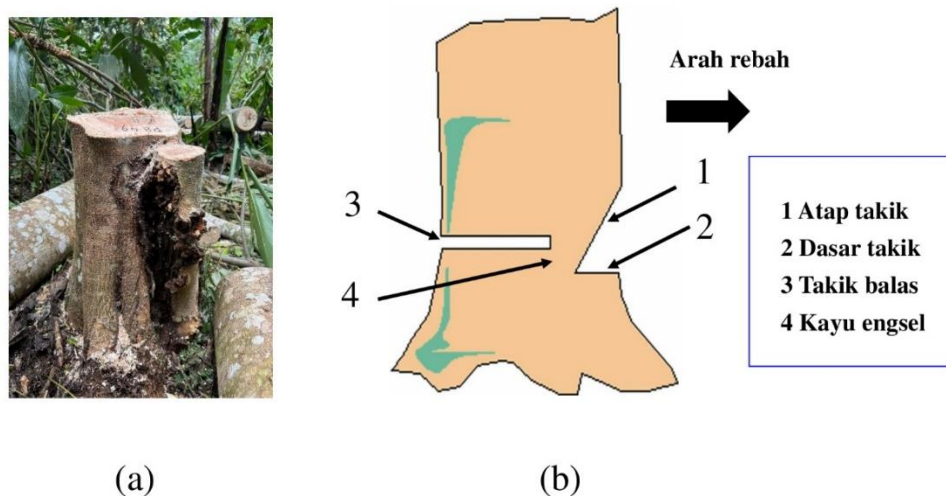
Tabel 2 Jumlah pohon rebah berdasarkan indikator efektivitas penebangan terarah
Table 2 Number of fallen trees based on indicators of effectiveness of directional felling

Blok tebang	Jumlah pohon	Indikator efektivitas penebangan		
		Kesalahan tebang	Pohon menyangkut	Unusan
1	8	0	0	0
2	7	0	2	0

3	8	0	2	0
4	8	0	2	0
Jumlah	31	0	6	0
persentase		0	19,4	0

Pada blok tebangan 1 tidak ditemukan pohon yang menyangkut di pohon lain, sementara pada ketiga blok tebangan lainnya ditemukan pohon menyangkut sebanyak 2 pohon pada setiap blok tebangan. Blok tebangan 1 memiliki kerapatan yang lebih rendah dibandingkan ketiga blok tebangan lainnya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada blok tebangan yang memiliki kerapatan pohon yang tinggi, masih terdapat resiko pohon yang ditebang menyangkut di pohon lain. Sementara pada blok tebangan yang memiliki kerapatan pohon rendah, pohon yang ditebang tidak menyangkut di pohon lain. Penelitian ini mendapatkan hasil yang mirip dengan penelitian sebelumnya. Campu et al. (2020) dan Nikooy et al. (2013) menyatakan bahwa pada saat menebang pohon, terkadang pohon tersebut gagal mencapai tanah. Pohon yang ditebang menggantung di puncak pohon-pohon di dekatnya atau mungkin bersandar pada pohon-pohon lain. Pohon-pohon yang menggantung dapat terjadi karena beberapa hal, diantaranya adalah kesalahan arah rebah, tegakan yang rapat, teknik penebangan yang buruk, dan karena angin atau salju.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa takik rebah yang dibuat pada penebangan pohon di hutan rakyat di Probolinggo terdiri dari takik rebah dan takik balas dengan tebal kayu engsel yang tipis atau hampir tidak ada. Takik rebah yang dibuat juga tidak memiliki atap takik (Gambar 3). Sementara takik rebah standar terdiri dari takik rebah yang memiliki atap takik dan alas takik, takik balas dan kayu engsel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon yang rebah sesuai arah rebah alaminya sebanyak 12,9%, sedangkan sisanya (81,1%) rebah ke arah yang berbeda dengan arah rebah alaminya. Sebanyak 29,0% pohon mengalami perubahan arah rebah sebesar 1-45°, sedangkan paling sedikit berubah arah mulai 136° hingga 180° (Tabel 3).



Gambar 3. Jenis takik rebah pada penebangan pohon di hutan rakyat di Probolinggo (a) dan takik rebah standar (b).

Figure 3. Type of felling notch in private forest in Probolinggo (a) and standard felling notch (b)

Tabel 3 Jumlah pohon rebah berdasarkan perbedaan arah rebah alami dan efektif
 Table 3 Number of fallen trees based on their natural and effective directional felling

Blok tebangan	Jumlah pohon contoh	Perbedaan arah rebah (°)				
		0	1 - 45	46- 90	91-135	136-180
1	8	2	2	2	0	2
2	7	0	2	1	4	0
3	8	0	3	4	1	0
4	8	2	2	1	2	1
Jumlah	31	4	9	8	7	3
Persentase		12,9	29,0	25,8	22,6	9,7

Penarikan pohon yang ditebang menggunakan bantuan tali pada penebangan pohon di hutan rakyat dengan pola agroforestri merupakan salah satu solusi untuk memperkecil kerusakan tegakan tinggal dan tanaman di bawah tegakan hutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tali mampu mengarahkan pohon rebah ke arah yang telah ditentukan. Semua pohon yang ditebang di lokasi penelitian rebah ke arah bentangan tali yang dipasang dan sebagian besar rebah ke arah yang berbeda dengan arah rebah alaminya. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penebangan terarah yang hanya mengandalkan pembuatan takik rebah dan takik balas semata masih menghasilkan penyimpangan dari arah rebah yang telah ditentukan, meskipun takik rendah yang dibuat sudah benar. Hidayat dan Hendalastuti (2004) melaporkan bahwa pembuatan takik rebah dan takik balas yang benar di hutan tanaman menghasilkan penyimpangan sebesar 2% dari arah rebah yang ditentukan. Penyimpangan arah rebah semakin besar jika takik balas dan takik rebah yang dibuat tidak tepat atau salah. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian Nikooy et al. (2013) di hutan Caspian di Iran. Nikooy et al. (2013) melaporkan bahwa penebangan terarah dengan mengandalkan takik rebah dan takik balas semata menghasilkan penyimpangan arah rebah dari 20° hingga lebih dari 60° dari arah rebah yang telah ditentukan. Penyimpangan arah rebah yang paling banyak terjadi adalah kurang dari 20° dari arah rebah yang telah ditentukan. Selain itu, ketidaksempurnaan takik rebah dapat menyebabkan arah rebah tidak dapat diprediksi, yang biasanya terjadi disebabkan oleh ketidakrataan potongan kayu engsel pada takik rebah. Jika kayu engsel tidak rata, maka akan timbul momen ke arah sisi kayu engsel yang lebih tebal dan meningkat seiring dengan bertambahnya luas permukaan kayu engsel. Akibatnya, kayu engsel yang lebih besar dan tidak rata akan menggeser arah rebah sebenarnya menyimpang dari arah optimal (Nagaoa & Yamada 2019).

Hasil-hasil peneliian sebelumnya melaporkan bahwa keberhasilan arah rebah pohon ditentukan oleh beberapa faktor. Faktor utama yang menentukan keberhasilan arah rebah pohon adalah kemampuan operator penebangan pohon. Operator penebangan ini harus terlatih dan mendapatkan pelatihan formal secara teratur (Soenarno et al. 2017; Campu et al. 2020; Ghaffariyan 2021; Silva et al. 2022), sementara faktor lain seperti dbh, volume pohon, kemiringan lapangan dan spesies pohon tidak memiliki korelasi yang kuat dengan keberhasilan arah rebah pohon (Nikooy et al. 2013). Selain itu, keberhasilan penebangan terarah dapat ditingkatkan dengan penggunaan alat bantu penebangan seperti baji, kabel, atau dongkrak hidrolik (Cedergren et al. 2002; Nagaoa & Yamada 2019; Silva et al. 2022).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perebahan pohon menggunakan teknik penarikan menggunakan tali efektif untuk mencegah kesalahan arah rebah dan terjadinya unusan pada penebangan hutan rakyat dengan pola tanam agroforestri. Kesalahan tebang yang masih mungkin terjadi pada penerapan teknik perebahan pohon menggunakan bantuan tali di hutan rakyat adalah pohon menggantung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik perebahan pohon menggunakan bantuan tali di hutan rakyat menghasilkan pohon yang menggantung sebesar 19,35%. Penebangan terarah menggunakan tali di hutan rakyat mampu mengarahkan pohon rebah hingga ke arah berlawanan dengan arah rebah alaminya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, L. N., Qurniati, R., & Hidayat, W. (2013). Contribution of private forest on farmers income in Buana Sakti Village Sub District of Batanghari District of Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 1(1), 47-54
- Asmi, M. T., Qurniati, R., & Haryono, D. (2013). Agroforestry composition and its contribution household income in Pesawaran Indah Village District Pesawaran Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 1(1), 55-64
- Budiaman, A., & Pradata, A. A. (2013). Low impact felling distance and allowable number of felled trees in TPTI system. *Journal of Tropical Forest Management*, 19(3), 194–200. <https://doi.org/10.7226/jtfm.19.3.194>.
- Budiaman, A., Hardjanto, Agustin, S., Lawrensia, Rahayaan, Y. N., Maharani, C. P., & Limbong, Z. (2024). Time consumption and productivity of sandat felling technique in private forests in Probolinggo, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 30(1), 1–11. <https://doi.org/10.7226/jtfm.30.1.1>
- Câmpu, V. R., & Ciubotaru, A. (2017). Time consumption and productivity in manual tree felling with a chainsaw – a case study of resinous stands from mountainous areas. *Silva Fennica*, 51(2), 657. <https://doi.org/10.14214/sf.1657>
- Câmpu, R. V., Bratu, M. A., & Ciocirlan, M. (2020). The felling of hung up trees - a work safety and productivity issue. *Forests*, 11, 1225: 2-19. doi:10.3390/f11111225
- Cedegen, J., Garcia, F.A., Goh, F., & Hagner, M. (2002). Feasibility and usefulness of directional felling in a tropical rain forest. *Journal of Tropical Forest Science*, 14(2), 179-190. <https://www.jstor.org/stable/43694451>.
- Conway, S. (1982). *Logging practices: Principles of timber harvesting systems*. San Fransisco: Miller Freeman Inc.
- Ellis, E.A., Montero, S.A., Gómez, I.U.H., Montero, J.A.R., Ellis, P.W., Rodríguez-Ward, D., Reyes, P.B., & Putz, F.E. (2019). Reduced-impact logging practices reduce forest disturbance and carbon emissions in community managed forests on the Yucatán Peninsula. Mexico. *Forest Ecology and Management*, 437, 396-410.
- Ghaffariyan, M. R. (2021). Review of studies on motor-manual felling productivity in eucalypt stands. *Silva Balcanica*, 22(1), 77-87. <https://doi.org/10.3897/silvabalcanica.22.e58750>
- Hamdani, F. A. U., Darusman, D., & Tiryana, T. (2015). Evaluation of harvesting for the urgent need in private forests of Ciamis district, West Java. *Agricultural and environmental policy briefs*, 2(1), 33-41. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jkebijakan/article/view/10387>
- Hastono, S.P. (2006). *Analisis Data*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Hidayat, A., & Hendalastuti, H. (2004). The effect of making under cut and back cut on tree felling direction: Case study at forest plantation in Pulau Laut, South Kalimantan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 22(1), 51-59. DOI:[10.20886/jph.2004.22.1.51-59](https://doi.org/10.20886/jph.2004.22.1.51-59)

- Hidayat, R., Wiyono, & Oktalina, S. N. (2018). Perbandingan efektifitas chainsaw stihl 070 dan stihl ms 381 pada kegiatan penebangan pohon. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 2(1), 47 - 53
- Listiyawan, D., Syaikat, Y., & Falatehan, A. F. (2022). The pattern of the management of the private forests through a delayed logging loan program in Wonogiri Regency, Central Java Province. *Agribusiness Forum*, 12(1), 60-75. <https://doi.org/10.29244/fagb.12.1.60-75>
- Maharani, D., Sudomo, A., Swestiani, D., Murniati, Sabastian, G. E., Roshetko, J.M., & Fambayun, R. A. (2022). Intercropping tuber crops with teak in Gunungkidul Regency, Yogyakarta, Indonesia. *Agronomy*, 12, 449. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020449>
- Nadeak, N., Qurniati, R., & Hidayat, W. (2013). Financial analysis of agroforestri cropping patterns in Pesawaran indah village Padang Cermin sub district Pesawaran district Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 1(1), 65-74.
- Nagaoa, M., & Yamada, Y. (2019). Physical effects of hinges shape on chainsaw felling direction in Japanese Cypress. *International Journal of Forest Engineering*, 30(3), 182–189 <https://doi.org/10.1080/14942119.2019.1613611>
- Natalia, D., Yuwono, S. B., & Qurniati, R. (2014). The potential carbon absorption of agroforestry systems at Pesawaran Indah Village Padang Cermin sub district Pesawaran distric Province of Lampung). *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1), 11-20
- Ningrum, M. H., & Yuniawati. (2023). Optimization of natural forest timber production through two felling techniques. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 41(1), 11-26. DOI: 10.55981/jphh.2023.677
- Nikooy, M., Rashid, R., & Kocheiki, G. (2010). Residual trees injury assessment after selective cutting in broadleaf forest in Shafaroud. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8(2), 173~179
- Nikooy, M., Naghdi, R., & Ershadifar, M. (2013). Survey of directional felling and analysis of effective factors on felling error (Case study; Iranian Caspian forests). *Caspian Journal of Environment Science*, 11(2), 177-184.
- Oktaviyani, E. S., Indriyanto, & Surnayanti. (2017). The identification and maintenance of social forest plant species in Kelungu village Kota Agung sub-district Tanggamus regency. *Jurnal Sylva Lestari*, 5(2), 63-77
- Pradipta, R. A. (2016). Risk assessment pada pekerjaan menebang kayu di hutan produksi (studi kasus pada pengoperasian chainsaw Perum Perhutani KPH Madiun). *Indonesia Jurnal Occupational Safety and Health*, 5(2), 153–162
- Santoso, P., Hidayat, R., Hasan, W., Rasyied, I.B., & Sekar, A.D.A. (2023). Tingkat kerusakan tegakan tinggal di hutan Sagu akibat penebangan di negeri Ihamahu dan Rumahkay, Maluku. *Jurnal Ilmu Ilmu Kehutanan*, 7(2), 92-102.
- Sessions, J. (2007). *Harvesting Operations in the Tropics*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Siadari, T. R., Hilmanto, R., & Hidayat, W. (2013). The potential and development strategy of timber from private forestcase study in forest of Buana Sakti Village Sub District of Batanghari District of Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 1(1), 75-84.
- Silva, U. S. C., Ruschel, A. R., & Reis, I. M. S. (2022). Factors influencing directional tree felling in the Tapajós National Forest, Amazon, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 14(7), 83-105. doi:10.5539/jas.v14n7p83
- Soenarno, Endom, W., & Bustomi, S. (2017). Residual stand damage due to timber harvesting on hilly tropical forest in Central Kalimantan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(4), 273-288. doi: 10.20886/jphh.2017.35.3.273-288
- Soenarno, Dulsalam, & Yuniawati. (2020). Uji coba penebangan kayu berbasis zero waste dan ramah lingkungan pada hutan alam di Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 38(2), 105-118
- Staaf, K. A. G., & Wiksten, N.N. (1984). *Timber Harvesting Techniques*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers.

- Suhartana, S., & Yuniawati. (2019). The economic and environmentally friendly tree felling techniques in Natural Forest. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 359, 012007. doi:10.1088/1755-1315/359/1/012007
- Sukadaryati, Yuniawati, & Dulsalam. (2018). Pemanenan kayu hutan rakyat (studi kasus di Ciamis, Jawa Barat). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 12(2), 142-155. <https://doi.org/1022146/jik.40144>
- Tavankar, F., Majnounian, B., & Bonyad, A.E. (2013). Felling and skidding damage to residual trees following selection cutting in Caspian forests of Iran. *Journal of Forest Science*, 59(5), 196-203.
- Tiurmasari, S., Hilmanto, R., & Herwanti, S. (2016). Vegetation analysis and prosperous of society agroforestry organizer in the Sumber Agung village Kemiling district Bandar Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 4(3), 71-82.
- Wulan, D. R, Itta, D., & Rezekiah, A. A. (2020). Analisis waktu efektif penebangan jenis akasia (*Acacia mangium*) di areal IUPHHK-HT PT Inhutani II Pulau Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scientiae*. 3(1), 104-111.
- Yoshioka, T., Tomioka, T., & Nitami, T. (2021). Feasibility of a harvesting system for small-diameter trees as unutilized forest biomass in Japan. *Forests*, 12, 74. <https://doi.org/10.3390/f12010074>
- Yuniawati, & Rossi, M. T. (2021). Mengurangi keterbukaan hutan melalui teknik pemanenan kayu yang tepat di hutan alam. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 373-382. doi:10.14710/jil.19.2.373-38
- Yuniawati, Andini, S., & Ningrum, M. H. (2023). Application of conventional and improved techniques in felling and skidding to residual stand damages. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 29(3), 234-241. doi: 10.7226/jtjm.29.3.234