

**TEKNOLOGI TEPAT GUNA DALAM PEMANENAN HUTAN
DI INDONESIA: PERKEMBANGAN, KEUNGGULAN,
KELEMAHAN DAN KEBIJAKAN YANG DIPERLUKAN
UNTUK OPTIMASI PEMANFAATANNYA**
*(Appropriate Technologies in Forest Harvesting in Indonesia:
Development, Advantages, Disadvantages and Policy Required for
Optimizing Their Uses)*

Oleh/By :
Djaban Tinambunan¹⁾

ABSTRACT

Until 1960s, Indonesia had only used various simple tools for forest harvesting which was not effective and could not handle large scale operations. Since 1970s, Indonesia has been using modern and mostly large equipment for forest harvesting which are very expensive and damaging forests and forest land.

To avoid the weaknesses of those technologies and to increase the participation of local community in forest activities, it seems that the best choice is to use equipment that categorized as appropriate technology. This kind of technology has been used successfully in many foreign countries. In Indonesia, this technology has been developed in small scale for quite long time but it is very difficult to further develop in large scale because of lack appreciation from the society and very minimum attention and support from the government. Whereas, using this technology has many advantages, among others: less expensive, made locally, environment friendly and high local community participation.

From now on, the government needs to formulate policy for encouraging the development and application of appropriate technology in forest harvesting so that government intention of increasing community participation, improving community welfare and sustaining forestry can be realized.

Keywords: Appropriate technology, forest harvesting, community participation and forest sustainability.

ABSTRAK

Sampai tahun 1960-an Indonesia hanya menggunakan alat-alat pemanenan hutan dari kategori teknologi sederhana yang ternyata tidak mampu beroperasi secara efektif dan tidak bisa menangani operasi berskala besar. Sejak tahun 1970-an, Indonesia langsung menggunakan alat-alat pemanenan hutan modern berukuran besar-besar yang ternyata selain harganya mahal, juga merusak hutan dan tanah hutan.

Untuk menghindari kelemahan dari kedua kategori teknologi tersebut di atas dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam kegiatan kehutanan maka pilihan yang lebih sesuai digunakan di Indonesia adalah alat-alat pemanenan tingkat teknologi tepat guna. Teknologi ini sudah banyak digunakan di luar negeri dengan hasil baik. Di Indonesia teknologi ini sudah relatif

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

lama dimulai pengembangannya dengan skala kecil-kecil tetapi tidak dapat maju lebih jauh karena kurangnya apresiasi masyarakat dan hampir tidak ada dukungan dari pemerintah. Padahal, teknologi ini mempunyai banyak keunggulan, antara lain: lebih murah, dibuat lokal, ramah lingkungan dan partisipasi masyarakat sangat besar.

Ke depan, pemerintah perlu mengambil kebijakan untuk mendorong pengembangan dan penggunaan teknologi tepat guna dalam pemanenan hutan sehingga dalam operasi kehutanan, partisipasi masyarakat optimal, ekonomi masyarakat baik dan hutan lestari.

Kata kunci: Teknologi tepat guna, pemanenan hutan, partisipasi masyarakat dan hutan lestari.

I. PENDAHULUAN

Sebelum masa Pembangunan Lima Tahun (PELITA) I, teknologi pemanenan hutan di Indonesia umumnya masih sederhana, yaitu dengan menggunakan alat-alat sederhana dengan mengandalkan tenaga manusia dan/atau hewan. Teknologi tersebut mempunyai beberapa ciri seperti: produktivitas rendah, tidak mampu menangani kayu berukuran besar, tidak mampu mengeluarkan kayu dari daerah sulit atau lokasinya jauh dari jalan atau sungai, menguras tenaga kerja (manusia/hewan), tidak mampu beroperasi dengan skala besar atau luas, ramah terhadap lingkungan, partisipasi masyarakat dalam kegiatan pemanenan sangat tinggi, biaya pemilikan dan operasi alat/tenaga murah dan lain-lain.

Sejak PELITA I (1969 – 1974), sebagai akibat dikeluarkannya UUD No. 1 tahun 1967 (tentang PMA) dan UU No. 6 tahun 1968 (tentang PMDN) oleh Pemerintah Indonesia, pengusaha hutan di luar Pulau Jawa dalam bentuk hak pengusaha hutan (HPH) berkembang dengan sangat pesat dan teknologi yang digunakan secara drastis berubah dari kategori sederhana ke kategori modern. Hampir semua tahap kegiatan pemanenan hutan dilakukan dengan menggunakan alat-alat berat yang modern yang diimpor dari luar negeri. Dalam prakteknya selama ini terlihat bahwa teknologi modern tersebut mempunyai beberapa ciri seperti: mampu menangani kayu-kayu berukuran besar, mampu mengatasi medan yang berat, produktivitas tinggi, mampu menangani kegiatan berskala besar, biaya pemilikan dan operasi peralatan sangat tinggi, partisipasi masyarakat lokal dalam pengoperasian alat-alat besar hampir tidak ada, kerusakan terhadap hutan sangat tinggi, kerusakan terhadap tanah hutan sangat tinggi, dan lain-lain.

Melihat banyak dan beratnya kelemahan kedua kategori teknologi pemanenan hutan di atas, sejak awal reformasi (akhir 1990-an), Departemen Kehutanan mulai mengubah paradigma pengelolaan hutan dari *State-based forest management* ke *Community-based forest management* di mana kebijakan yang diambil adalah memberikan kesempatan seluas-luasnya kepada masyarakat, khususnya masyarakat sekitar hutan, dalam pengusaha hutan (Fatah, 2000 dan Suryodibroto, 2000). Kebijakan yang baik ini sulit untuk direalisasikan jika masyarakat tetap pada tingkatan teknologi pemanenan sangat sederhana (manual), sedangkan untuk mengadakan dan menggunakan teknologi modern masih tidak terjangkau karena kemampuan ekonomi dan teknologi sangat rendah. Untuk mengatasi hal tersebut, sebenarnya sudah lama mulai dan sedang berkembang satu tingkatan teknologi yang berada terutama di antara kedua teknologi tersebut di atas dan

sebagian kecil berada di dalam keduanya. Tingkatan teknologi tersebut dinamakan teknologi tepat guna (*appropriate technology*).

Dalam tulisan ini disajikan gambaran hutan Indonesia dilihat dari kacamata teknologi tepat guna (TTG), pengertian tentang TTG, perkembangannya, keunggulan dan kelemahannya serta kebijakan yang diperlukan untuk memanfaatkan teknologi tersebut dalam pemanenan hutan yang lebih baik menuju hutan lestari dan masyarakat di sekitarnya yang lebih makmur.

II. KEADAAN HUTAN INDONESIA DILIHAT DARI SEGI PEMANENAN DENGAN MENGGUNA-KAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Hutan Indonesia terdiri dari hutan alam dan hutan tanaman. Pada dekade 1970-an kayu yang dipanen dari hutan alam pada umumnya berdiameter besar bahkan di antaranya banyak yang berdiameter di atas 140 cm (Sianturi, *et al.*, 1984). Akan tetapi belakangan ini, seperti yang dilaporkan Suhartana dan Dulsalam (1996) di hutan alam Kalimantan dan Sukadaryati, *et al.* (2002) di hutan alam Jambi, diameter kayu yang dipanen hanya berkisar dari 50 – 90 cm. Kayu dari hutan tanaman jelas diameternya lebih kecil lagi. Sebagai contoh, kayu hasil panen hutan tanaman di Pulau Laut mempunyai diameter 10 – 45 cm dengan rata-rata 24 cm (Dulsalam dan Tinambunan, 2002). Jelas terlihat bahwa kecenderungan dimensi kayu yang dipanen adalah menurun.

Selain itu, paradigma pengelolaan hutan di Indonesia juga sudah mengalami perubahan, yaitu dari paradigma *State-based forest management* ke *Community-based forest management*. Akibatnya adalah kenyataan telah mulai banyak bentuk peningkatan peran masyarakat dalam pengelolaan hutan di Indonesia yang berasal dari inisiatif pemerintah. Awang (2000) mengemukakan beberapa bentuk yang sudah ada seperti: Perhutanan sosial, Hutan kemasyarakatan (HKM), Pembangunan masyarakat di sekitar hutan (PMDH) di sekitar HPH, PMDH terpadu di areal Perum Perhutani, Pengelolaan hutan alam produksi oleh masyarakat tradisional (PHPMT), HTI transmigrasi dan Pembangunan hutan rakyat. Selain itu disebutkan juga adanya bentuk Pengelolaan hutan bersama masyarakat (*Cooperative forest management – CFM*) berupa beberapa pilot proyek yang berkembang di daerah Perum Perhutani. Terlihat bahwa, berdasarkan pengalaman melaksanakan perhutanan sosial di Pulau Jawa, Perum Perhutani sedang berusaha mengubah paradigma pembangunan kehutanan dari sikap-sikap polisional menuju sikap yang kooperatif dengan masyarakat.

Berbagai bentuk keikutsertaan masyarakat dalam pengelolaan hutan di atas mempunyai beberapa ciri seperti: skala usaha yang relatif kecil, kemampuan pendanaan kecil, tingkat teknologi rendah sesuai dengan tingkat kemampuan masyarakat, dan lain-lain. Dalam keadaan demikian adalah benar untuk mengatakan bahwa penggunaan peralatan pemanenan modern dengan alat-alat berat yang sangat mahal sudah pasti tidak layak.

Pada masa reformasi di bagian akhir dekade 1990-an lalu, Departemen Kehutanan telah menetapkan beberapa kebijakan penting mengenai pengelolaan hutan. Untuk hutan alam ditetapkan bahwa pembinaan hutan alam produksi ditingkatkan antara lain melalui

pemilihan, penerapan dan pengembangan sistem silvikultur yang tepat untuk suatu jenis utama dari hutan alam pada satu daerah tertentu serta memanfaatkan teknologi yang sesuai untuk meningkatkan potensi hutan alam. Untuk pengelolaan hutan tanaman, masyarakat di dalam dan sekitar hutan didorong keterlibatannya secara langsung dalam pembangunan hutan tanaman sehingga sikap masyarakat mengklaim areal hutan sebagai miliknya dapat dikompensasikan dengan pemberian hak pengelolaan hutan tanaman (Suryodibroto, 2000).

Sekarang ini, dua di antara program Departemen Kehutanan pada Kabinet Indonesia Bersatu (2004 – 2009) adalah Pembangunan hutan tanaman (terutama HTI) dan Revitalisasi industri kehutanan nasional. Percepatan pembangunan HTI merupakan satu kebijakan pemerintah untuk mempercepat realisasi pembangunan HTI dalam rangka memenuhi kebutuhan bahan baku industri pengolahan hasil hutan kayu sehingga dengan kebijakan ini diharapkan pada tahun 2009 jumlah relisasi tanaman dari perusahaan pemegang Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri (IUPHHK-HTI) mencapai 5 juta ha (Santosa, 2008a dan Santosa, 2008b). Dengan mendorong percepatan pembangunan HTI dan hutan tanaman rakyat (HTR), Departemen Kehutanan memroyeksikan sampai tahun 2016 total pembangunan hutan tanaman akan mencapai 9 juta ha, yaitu 3,6 juta ha (40%) dialokasikan untuk tambahan HTI oleh BUMN dan badan usaha swasta dan 5,4 juta ha (60%) diarahkan untuk HTR (Santosa, 2008b).

Gambaran di atas menunjukkan bahwa pemerintah terus berusaha mendorong keterlibatan masyarakat dalam pembangunan dan pengelolaan hutan, baik di Pulau Jawa maupun di luar Pulau Jawa. Keadaan hutan tanaman ke depan, terutama hutan tanaman rakyat, dilihat dari segi pemanenan hutan, sangat sesuai dengan gambaran dalam rumusan hasil Diskusi Panel Pengembangan Hutan Rakyat tahun 1995 di Bandung sebagai berikut (Ditjen RRL, 1995):

1. Lokasi hutan rakyat terbatas pada lahan milik, lahan marga/adat, kawasan hutan produksi yang dapat dikonversi yang tidak berhutan dan tanah negara yang terlantar/HGU terlantar.
2. Usaha hutan rakyat ditinjau dari segi usaha, sebagian besar berskala kecil sampai menengah yang dalam pengembangannya menghadapi masalah pemilikan lahan yang sempit (di P. Jawa) dan status lahan sering belum jelas.
3. Pelaksana pengelolaan hutan rakyat biasanya adalah stratum masyarakat paling bawah yang mempunyai kemampuan teknis, ekonomis dan manajemen minimal.
4. Pola penanaman hutan rakyat tidak monokultur (homogen) tetapi bersifat heterogen, yaitu penanaman berbagai jenis tanaman di satu areal lahan pada waktu bersamaan.
5. Pelaksana pengelolaan hutan rakyat umumnya kurang mempunyai ketrampilan dalam pengelolaan hutan.
6. Kelembagaan pengelolaan hutan rakyat belum berkembang ke taraf yang mantap.
7. Dalam peraturan perundangan yang ada, seperti dalam uraian kegiatan pelaksanaan pengelolaan hutan rakyat yang mencapai 10 butir (Badan Litbang

- Kehutanan, 1998), tidak ada yang mencakup keteknikan hutan.
8. Dimensi kayu yang dipanen biasanya kecil. Sebagai contoh di beberapa hutan rakyat Jawa Barat terlihat bahwa diameter maksimum hanya mencapai sekitar 35 cm.
 9. Pola penanaman lain yang khas terdapat di Gunung Kidul, seperti dikemukakan Simon (1995), ada tiga pola, yaitu (1) penanaman pohon di sepanjang batas lahan milik, (2) penanaman pohon di teras bangku, dan (3) penanaman pohon di seluruh lahan milik.

Keadaan hutan Indonesia seperti digambarkan di atas memerlukan peralatan yang berukuran kecil/relatif kecil, mudah dipindah-pindah, biaya pengadaan dan operasinya murah dan pengoperasiannya mudah namun mampu bekerja efektif dan efisien serta tidak merusak hutan dan lahan hutan. Alat-alat berat yang biasa digunakan di hutan alam selama ini tidak sesuai digunakan untuk hutan tanaman, hutan rakyat dan hutan tanaman rakyat. Oleh karena itu perlu dikembangkan alat-alat yang berada pada tingkatan teknologi tepat guna agar kelemahan-kelemahan kedua tingkat teknologi sederhana dan teknologi modern dapat dihindari atau setidaknya diminimalkan.

III. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA DALAM PEMANENAN HUTAN

A. Pengertian Teknologi Tepat Guna

Dalam Ensiklopedia Wikipedia disebutkan bahwa teknologi tepat guna (TTG) adalah teknologi yang didesain dengan pertimbangan khusus aspek-aspek lingkungan, etika, budaya, sosial dan ekonomi masyarakat yang menggunakannya. Dengan pertimbangan tersebut maka TTG memerlukan lebih sedikit sumberdaya, lebih mudah dipelihara, memerlukan biaya lebih kecil dan mempunyai dampak lingkungan lebih rendah dibanding teknologi industri modern. Di negara-negara sedang berkembang, istilah TTG biasanya digunakan untuk menggambarkan teknologi sederhana yang sesuai untuk digunakan di negara-negara sedang berkembang atau di daerah kurang maju (*rural areas*) negara industri. Bentuk TTG ini biasanya memilih solusi padat karya (*labor intensive*). Dalam praktek, TTG sering digambarkan sebagai penggunaan tingkat teknologi sederhana yang dapat secara efektif beroperasi sesuai tujuan di suatu lokasi. Di Negara-negara industri, TTG mempunyai pengertian berbeda dan sering dimaksudkan untuk teknologi yang secara khusus mempertimbangkan aspek-aspek sosial dan lingkungan (Anonim, 2008a).

Istilah TTG mulai terkenal pada saat krisis energi tahun 1973 dan munculnya gerakan pencinta lingkungan pada tahun 1970-an. Istilah TTG digunakan di dua arena yaitu: (1) penggunaan teknologi yang paling efektif untuk memenuhi keperluan negara-negara sedang berkembang; dan (2) penggunaan teknologi yang dari segi sosial dan lingkungan dapat diterima di negara-negara industri (Anonim, 2008a).

TTG adalah jenis teknologi yang sesuai untuk kegiatan ekonomi berskala kecil, akar rumput (*grassroots*) dan berfokus pada ekonomi masyarakat. Gambaran yang baik

tentang TTG adalah sebagai berikut (Anonim, 2008b):

- a. TTG sangat memperhatikan apa yang kita lakukan dan sadar akan konsekwensinya.
- b. Definisi TTG berubah sesuai dengan situasi. TTG harus menyesuaikan diri kepada variasi kehidupan yang tak terbatas di bumi ini, bukan memaksa kehidupan menyesuaikan diri dengan teknologi.
- c. TTG adalah teknologi yang sesuai (*technology that fits*).
- d. TTG adalah subyek yang mempunyai cakupan sangat luas – sebagai filosofi dan juga teknologi, cara melihat sesuatu.

TTG adalah solusi masyarakat akar rumput terhadap kebutuhan ekonominya. Solusi yang sesuai untuk masyarakat perkotaan (*urban areas*) biasanya tidak sesuai untuk masyarakat pedesaan (*rural areas*) di mana pengembangan konvensional dari metode, material dan teknologi mungkin tidak sesuai. Keadaan ini memerlukan pendekatan yang samasekali baru di mana solusi diperoleh secara lokal. TTG digunakan untuk memecahkan masalah teknologi dengan menyediakan solusi yang berkesinambungan yang menguntungkan bagi masyarakat lokal. TTG meratakan jalan untuk hidup berkesinambungan dan oleh karena itu prosesnya berjalan dari bawah ke atas (*bottom up*) untuk memenuhi kebutuhan ekonomi rakyat akar rumput; bukan proses dari atas ke bawah (*top down*). TTG menggunakan sumberdaya terbarukan dan mendaur ulang bahan limbah sedapat mungkin karena hal itu sangat sensitif terhadap kebutuhan mengurangi polusi terhadap lingkungan. TTG dimulai dari teori bahwa masyarakat lokal mengetahui masalah lokal mereka lebih baik sehingga mempunyai tanggungjawab yang tinggi terhadap penggunaan sumberdaya untuk memenuhi kebutuhan mereka. Masyarakat lokal juga dapat menentukan prioritas solusi untuk menghemat dana dan tenaga. Solusi berkesinambungan terhadap masalah teknologi adalah lebih efektif bila menggunakan keahlian lokal (*local skills*) dan pengetahuan serta pengalaman yang ada pada mereka yang dapat dibagikan (*sharing*) dengan seluruh anggota masyarakat. Cara ini juga dapat membantu penghematan biaya secara keseluruhan (Anonim, 2008c).

Menurut Jurvelius (1997), TTG dapat didefinisikan sebagai pemenuhan dua kriteria sangat penting, yaitu: (1) ia harus berkelanjutan; dan (2) ia harus diterima dan digunakan oleh masyarakat lokal. Kesenambungan mengandung arti bahwa peralatan atau mesin apa pun digunakan ke dalam sistem untuk meningkatkan efisiensi haruslah tersedia secara lokal atau dapat dibuat lokal. Kesenambungan juga dimaksudkan dalam kaitan dengan kerusakan atau gangguan terhadap lingkungan yang harus dihindari.

B. Perkembangan TTG di Beberapa Negara Lain

Di Filipina pada tahun 1980, atas kerjasama ILO, FAO, ADB dan USAID dalam mempromosikan pembangunan hutan tanaman, telah membangkitkan minat sektor swasta untuk mengembangkan TTG untuk pemanenan hutan tanaman. Perkembangan tersebut terjadi terutama di daerah Tenggara Filipina yang selanjutnya menjadi pusat pengembangan hutan tanaman, di mana banyak orang menanam pohon di tanahnya sendiri. Penelitian dan pengembangan perbaikan alat-alat kategori tepat guna dan pengoperasiannya dilakukan berkesinambungan, mencakup alat-alat untuk semua tahap

pemanenan hutan. Mereka telah menyadari perlunya membuat sendiri peralatan yang disempurnakan untuk pemanenan hutan secara manual dan dengan tenaga hewan. Mereka berkeyakinan bahwa teknologi baru adalah tepat guna hanya bila teknologi tersebut tersedia secara lokal dengan harga yang terjangkau oleh masyarakat setempat. Menurut pengalaman Filipina, ada beberapa faktor yang diperlukan untuk memajukan TTG, yaitu: (1) harus ada atau dibangun kapabilitas manufaktur lokal; (2) harus ada distributor lokal; (3) harus tersedia fasilitas kredit; dan (4) harus ada insentif memadai dan dukungan penggunaan TTG. Filipina telah berhasil mengatasi semua itu dan pada tahun 1992 saja tidak kurang dari 18.000 buah alat-alat berkualitas baik telah dihasilkan dan didistribusikan di Filipina Tenggara. Pada waktu yang sama, sebanyak 25.000 buah alat-alat berkualitas baik lainnya telah diekspor ke Fiji, Indonesia, Mozambik, Sri Langka, Thailand, Tanzania dan Zimbabwe (Jurvelius, 1997).

Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan negara-negara di Eropa, peralatan andalan dalam pengelolaan hutan rakyat adalah alat-alat mekanis yang sudah modern dan setengah modern. Namun di dalam memanfaatkan tenaga alat-alat tersebut untuk tujuan tertentu, telah dikembangkan dan terus dikembangkan banyak alat bantu sehingga pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien serta mengurangi beban tenaga pekerja dan pekerjaan lebih menyenangkan. Di Amerika Serikat misalnya yang negaranya sudah demikian maju, terdapat lima pusat penelitian dan pengembangan (litbang) peralatan kehutanan yang diberi nama *Equipment Development Center* di bawah naungan *USDA Forest Service*. Pusat-pusat litbang tersebut mendata semua peralatan yang ada beserta berbagai aspeknya, melakukan penelitian untuk perbaikan/penyempurnaan, mendata industri yang memproduksi alat-alat tersebut, lalu menerbitkan dan menyebarkan seluruh informasi tersebut ke semua pihak terkait. Proses tersebut berlangsung secara bersamaan dan berkesinambungan sehingga pengelola hutan selalu dapat mengikuti perkembangan dan memanfaatkan teknologi terbaru.

Sebagai contoh hasil kerja pusat litbang peralatan di Amerika Serikat adalah buku *Nursery Equipment Catalog* yang dikeluarkan oleh *Equipment Development Center*, Missoula, Montana, berisi informasi lengkap dan jelas berbagai peralatan, disajikan dalam bentuk gambar, sketsa dan keterangan teknis serta industri yang memproduksinya dengan alamat yang lengkap (Lowman dan McLaren, 1976). Informasinya mencakup alat-alat untuk semua tahap kegiatan pesemaian, mulai dari alat-alat untuk mengumpulkan biji, penyimpanan, pengelolaan dan fumigasi biji, pengolahan tanah, penaburan biji, irigasi, pemupukan, penyemprotan, sampai ke pengepakan dan pengangkutan bibit. Contoh produk lain dari instansi litbang tersebut adalah *Revegetation Equipment Catalog* (Larson, 1980) yang memuat secara lengkap informasi alat-alat penanaman hutan, serta buku *Equipment for Reforestation and Timberstand Improvement* (Larson and Hallman, 1980) yang berisikan informasi alat-alat pembangunan hutan mulai dari tahap awal pembangunan hutan sampai ke masalah keselamatan dalam kegiatan kehutanan. Inti dari informasi ini adalah adanya kegiatan penelitian dan pengembangan keteknikan hutan yang berkesinambungan walaupun sebenarnya alat-alat modern sudah banyak. Perbaikan/penyempurnaan terus dilakukan agar dapat mencapai operasi yang lebih efektif dan efisien serta proses pelaksanaan kegiatan lebih menyenangkan atau lebih ringan bagi pekerja.

Di Negara-negara Eropa, perkembangan keteknikan hutan boleh dikatakan sama dengan di Amerika Serikat. Hanya dalam hal pengembangan peralatan tertentu yang biasanya di Amerika Serikat dikenal dengan ukuran besar, belakangan di Eropa justru telah dikembangkan dengan ukuran kecil sehingga penggunaannya lebih fleksibel dan biayanya lebih murah. Dua contoh utama dapat disebutkan, yaitu alat kabel layang (*skyline*) Koller 300 dan gergaji mesin (*chainsaw*) Husqvarna, keduanya buatan Austria. Kabel layang Koller 300 jauh lebih kecil dari sistem kabel biasa (hanya 50 HP) sehingga pemasangan dan pemindahannya lebih mudah dan murah. Alat ini telah digunakan di Kalimantan Timur oleh PT Surya Hutani Lestari pada pertengahan tahun 1990-an dengan hasil baik. Gergaji mesin Husqvarna tipe 36 berukuran kecil dan ringan (hanya 2 HP) sehingga sangat cocok untuk digunakan dalam pengelolaan hutan rakyat. Sekarang ini alat tersebut telah mulai digunakan beberapa pengelola hutan tanaman industri di Indonesia.

Di Inggris, jenis hutan produksi hampir seluruhnya hutan tanaman dan dikelola oleh masyarakat (hutan rakyat) yang memerlukan program pemanenan penjarangan di samping tujuan akhir tebang habis. Zaman dulu, pengeluaran kayu dilakukan dengan menggunakan tenaga kuda. Lama kemudian, karena jumlah kuda menurun, mereka beralih ke sistem kabel kerekan kecil (*small winches*) yang diimpor dari Skandinavia pada pertengahan tahun 1960-an. Sistem kabel tersebut terdiri dari dua drum yang disambungkan dengan traktor sehingga disebut *double drum tractor mounted winch*. Karena kecil, jarak ekstraksinya hanya sampai 150 m. Tahun 1968 dikembangkan sistem kabel tiang ganda (*fixed skyline multispan system*) sehingga mampu mencapai jarak ekstraksi 350 m. Pembangunan sistem kabel tersebut dilakukan dengan menggunakan traktor pertanian standar sebagai alat dasar (*base power unit*) dalam membuat kelengkapan sistem kabel seperti tiang, kereta muatan (*carriage*) dan lain-lain yang dilakukan di bengkel-bengkel sendiri. Hal ini dilakukan karena adanya tekad untuk membangun dan menggunakan peralatan yang murah, mesin sederhana, andal, mudah dalam pemeliharaan dan tidak memerlukan operator yang berkeahlian tinggi. Hasilnya adalah semua berjalan dengan baik dan pengelolaan hutan berjalan efisien (Hughes, 1979).

Penelitian dan pengembangan TTG di negara-negara maju terus berlangsung tanpa batas waktu dan teknologi meskipun pada saat ini mereka sudah sangat maju. Hal itu bisa terjadi karena mereka sudah sadar bahwa TTG itu dapat membantu dalam meningkatkan terus efektivitas dan efisiensi kerja serta mencari terus perbaikan dan kemudahan kerja bagi para pekerjanya.

C. Perkembangan TTG di Indonesia

1. Peralatan sederhana/manual

Salah satu kesepakatan yang diambil dalam Seminar/Diskusi Panel Pengembangan Hutan Rakyat di Bandung tahun 1995 adalah kesadaran akan perlunya pemerintah untuk mendorong pertumbuhan usaha hutan rakyat yang salah satunya adalah dengan pembinaan keterampilan teknik, operasional dan manajemen. Sebagai tindak lanjut seminar tersebut, pemerintah bersama pihak terkait lainnya seharusnya sudah mengembangkan teknik operasional pengelolaan hutan rakyat.

Praktek pengelolaan hutan rakyat dari dulu sampai sekarang masih secara tradisional dengan andalan utama tenaga manusia (manual) yang hanya menggunakan peralatan sederhana dan tidak mengalami perubahan/perbaikan signifikan karena kurang atau tidak mendapat perhatian dari para pihak terkait. Beberapa peneliti pada Direktorat Kehutanan tahun 1960-an sebenarnya berkeinginan untuk meneliti dan mengembangkan peralatan tradisional sehingga didirikan Lembaga Penelitian Daya Guna Tenaga dan Peralatan di Gunung Batu, Bogor. Lembaga tersebut meneliti peralatan kehutanan di P. Jawa dan Madura dan hasil penelitiannya dimuat dalam majalah *Kerdjantara* yang jadwal terbitnya tergantung kepada ketersediaan naskah dan masing-masing nomor memuat 5–8 tulisan mengenai peralatan sederhana dalam pengelolaan hutan. Misalnya untuk tahun 1963 majalah tersebut terbit 5 nomor (*Kerdjantara* No. 4–9 tahun 1963). Dalam majalah tersebut disajikan gambar-gambar sketsa alat dan informasi teknis seadanya sehingga terkesan masih bersifat pengenalan secara umum saja. Mungkin peneliti penerus diharapkan melanjutkan penelitian dalam rangka penyempurnaan alat-alat tersebut dan kajian berbagai aspeknya, namun selama ini perhatian peneliti terfokus ke hutan alam di luar P. Jawa sebagai akibat maraknya kegiatan di sana.

Alat utama dalam pengelolaan (pemanenan dan pengolahan) hutan rakyat adalah gergaji tangan. Untuk mendukung penggunaan alat tersebut, Danuwinoto (1964) telah menulis buku pegangan bagi pengguna, mencakup pengenalan bagian-bagian gergaji, cara pemeliharaan, berbagai alat bantu pemeliharaan gergaji dan cara mengoperasikannya serta cara-cara penggunaan gergaji tangan yang benar. Pada akhrit tahun 1960-an sempat dilakukan beberapa kali pelatihan pemeliharaan dan pengoperasian gergaji tangan namun tidak meluas dan berkelanjutan.

Peralatan yang dapat digunakan dalam pengelolaan hutan rakyat sebenarnya cukup banyak jenis dan variasinya dari satu tempat ke tempat lain. Khusus untuk P. Jawa dan Madura, Lembaga Penelitian Ekonomi Kehutanan (nama baru bagi Lembaga Penelitian Daya Guna Tenaga dan Peralatan Perhutanan di atas) telah menginventarisasi peralatan kehutanan tradisional yang ada (Danuwinoto, 1965). Informasi yang dikumpulkan baru bersifat umum meliputi bahan, ukuran, berat dan pemakaian dan belum mencakup efektivitas, ekonomi, apalagi kemungkinan penyempurnaannya. Dari hasil inventarisasi tersebut diketahui ada sebanyak 84 jenis alat-alat manual yang digunakan di semua tahap pengelolaan hutan, mulai dari kegiatan pengerjaan tanah dan persiapan tanaman, pengumpulan dan penyimpanan biji, pembibitan dan persemaian, penjarangan, penebangan, pengangkutan, muat-bongkar sampai ke pengukuran isi tegakan dan bahkan pengukuran cuaca.

Upaya yang telah dimulai para peneliti senior kehutanan tahun 1960-an tersebut ternyata terhenti sampai di situ saja padahal peranan peralatan tersebut sebenarnya sangat penting dalam melaksanakan pengelolaan hutan rakyat secara baik. Alat-alat tradisional tersebut yang merupakan dasar pengembangan TTG bagi perusahaan hutan rakyat sangat potensial untuk diteliti dan selanjutnya dikembangkan ke arah yang lebih baik sehingga dapat digunakan secara efektif dan efisien dengan upaya sendiri, tanpa ketergantungan kepada barang-barang impor.

Di beberapa perguruan tinggi di Indonesia diduga telah ada upaya-upaya penelitian TTG akan tetapi informasinya sulit diperoleh. Salah satu yang diketahui adalah hasil

pembuatan alat sadap kopal dari pohon damar yang dikembangkan oleh Santosa (2006) dalam rangka penelitian disertasi doktor di Institut Pertanian Bogor, Bogor. Yang bersangkutan mengembangkan/memodifikasi alat sadap karet sedemikian rupa sehingga ditemukan alat penyadap kopal yang mudah digunakan, tidak merusak kayu, hasil kopalnya lebih banyak dan alatnya ergonomis.

2. Kerjasama Indonesia dengan Jerman

Selama kerjasama antara Pemerintah Indonesia dan Pemerintah Jerman pada periode 1963 – 1968 telah dilakukan banyak penelitian keteknikan hutan, baik alat-alat mekanis maupun alat-alat sederhana yang dioperasikan secara manual. Semua penelitian tersebut, terutama yang menyangkut alat-alat manual, sangat gayut dengan pengelolaan hutan tanaman dan hutan rakyat. Banyak alat manual yang dibawa oleh Jerman ke Indonesia, diaplikasikan, diteliti dan dilakukan pelatihan-pelatihan dalam menggunakan peralatan tersebut dengan benar serta pelatihan pemeliharaan alat-alat tersebut secara baik. Semua itu dimaksudkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pekerjaan dan menurunkan beban kerja bagi para pekerja. Beberapa di antara alat-alat tersebut dapat dikemukakan sebagai berikut (Wasono, 1967a, Wasono, 1967b):

- 1) *Greifzug* atau *bandy andy* adalah alat yang sangat bermanfaat dalam pemanenan hutan, digunakan untuk menyangrad kayu yang susah dikeluarkan, mengatur arah roboh pohon, membongkar tuggak, mengatur letak kayu dan sebagainya.
- 2) Gergaji tangan untuk memotong, terdiri dari berbagai bentuk gerigi dan ukuran gergaji yang khusus untuk memotong kayu.
- 3) Gergaji tangan untuk membelah, juga terdiri dari bermacam-macam bentuk gerigi dan ukuran gergaji, digunakan khusus untuk membelah kayu.
- 4) Baji tebang, terdiri dari berbagai bentuk dan ukuran baji, digunakan untuk memudahkan kerja gergaji dan menentukan arah rebah.
- 5) Baji potong, juga terdiri dari berbagai bentuk dan ukuran, digunakan untuk membantu memperlancar pemotongan kayu.
- 6) Kampak (kapak), terdiri dari banyak macam dan ukuran, digunakan untuk berbagai kegiatan potong-memotong kayu dan kegiatan pendukung lainnya.
- 7) Alat ungit, ada beberapa ukuran, digunakan sebagai alat bantu untuk mengungkit kayu yang sedang dikerjakan.
- 8) Kikir, terdiri dari bermacam-macam bentuk dan ukuran kikir yang fungsinya adalah untuk menajamkan gergaji.
- 9) Alat-alat bengkel, terdiri dari berbagai alat perbengkelan yang digunakan untuk memelihara, memperbaiki atau menyempurnakan alat-alat yang digunakan dalam kegiatan kehutanan, meliputi mesin bubut, mesin bor, mesin las, mesin gerinda, penjepit (*file*), palu dan berbagai alat-alat kecil lainnya.

Alat-alat tepat guna yang dibawa dan diperkenalkan oleh para ahli Jerman ini sebenarnya sangat baik dan mampu memperbaiki berbagai praktek pengelolaan hutan secara manual, namun setelah kerjasama selesai, kegiatan lanjutannya tidak ada sehingga alat-alatnya tinggal menumpuk begitu saja menunggu prosesnya menjadi besi tua.

3. Upaya Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor

Sejak sekitar tahun 1970-an, institusi litbang kehutanan di Gunung Batu, Bogor (namanya sejak dulu sudah sering berubah dan sekarang bernama Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor) sudah mulai melakukan penelitian dan pengembangan alat-alat pada tingkat TTG. Hasilnya sudah ada beberapa macam alat tepat guna yang cocok digunakan dalam pengelolaan hutan rakyat. Namun karena perhatian para pihak terkait akan bidang keteknikan sangat kurang, hasil-hasil yang telah dicapai tersebut tidak termanfaatkan dan berbagai penelitian lanjutan yang diperlukan tidak dapat dilaksanakan. Di sisi lain, praktek pengelolaan hutan rakyat masih menggunakan cara-cara tradisional yang sangat sederhana dan masih kurang maju.

Alat-alat hasil rekayasa dan penelitian Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor yang tepat guna dan gayut dengan pengelolaan hutan rakyat, antara lain:

- 1) Sistem kabel gaya berat (*gravity skyline system*) adalah alat hasil rekayasa berupa alat untuk mengeluarkan kayu dari daerah perbukitan dan sudah diuji coba di daerah KPH Sukabumi, KPH Lawu Ds dan KPH Pekalongan Barat dengan hasil cukup baik (Sinaga, *et al.*, 1980).
- 2) Roda I dan Roda II adalah alat sederhana yang dirancang dan dibuat untuk memudahkan kegiatan penyaradan, telah dicoba di KPH Pekalongan Timur dengan hasil cukup baik (Sutopo dan Idris, 1985).
- 3) Ngglebek adalah alat bantu penyaradan kayu bulat yang mampu menyarad kayu dengan panjang 2 m dan diameter 30 cm.
- 4) Transkit adalah alat yang berfungsi sebagai pengungkit kayu saat memuat ujung kayu ke atas alat angkut, untuk kemudian diangkut dengan relatif ringan dan ternyata mampu menyarad kayu dengan panjang 3 m dan diameter 40 cm.
- 5) Alat muat dengan lir adalah berupa alat bantu untuk memuat kayu dari samping bak truk ke atas truk angkutan yang mampu memuat kayu sampai 1,5 m³ (Suparto dan Elias, 1999).
- 6) Alat muat KPH2 adalah berupa alat hasil rekayasa dari bahan-bahan besi pipa, kabel dan katrol sedemikian rupa sehingga dapat digunakan memuat kayu ke atas truk dengan lancer (Basari, *et al.*, 2002).
- 7) Kabel layang (*skyline system*) sederhana, yaitu merupakan alat sistem kabel hasil rekayasa untuk mengeluarkan kayu dari medan yang bertopografi berat. Semula dengan mesin 20 HP dan telah diujicoba di Sukabumi, Sumedang dan P. Laut dengan hasil yang menjanjikan tetapi kelemahannya terletak pada mesin yang terlalu kecil. Perbaikan dilakukan dengan mengganti mesin menjadi 24 HP dan penyempurnaan berbagai konstruksinya, lalu diujicobakan di Pekalongan dan Sukabumi. Hasilnya menunjukkan cukup baik dan sebenarnya tinggal memerlukan perbaikan kecil-kecil saja untuk penyempurnaannya dan alat tersebut siap dioperasikan (Sukadaryati dan Dulsalam, 2006).
- 8) Alat serbaguna EXP2000 yang direkayasa untuk digunakan menyarad kayu dari medan yang sulit dengan menggunakan sistem kabel berukuran kecil. Semula dengan mesin 11 HP dan dicoba di Jawa Barat, ternyata tenaganya kurang besar. Selanjutnya mesin diganti menjadi berkekuatan 24 HP dan dirancang juga sekaligus untuk memuat/membongkar kayu ke/dari atas truk angkutan. Alat ini telah diujicobakan di

beberapa lokasi di Kabupaten Bogor dan tampak sangat prospektif untuk pengelolaan (pemanenan) hutan rakyat sehingga perlu didorong pengembangannya lebih lanjut agar jangan sampai mandek di tengah jalan. Nantinya alat ini direncanakan akan dilengkapi juga dengan alat tambahan untuk mengolah (menggergaji) kayu di hutan agar pemungutan kayu rakyat dari hutan lenih efisien (Endom, 2006).

- 9) Alat bantu untuk mengeluarkan kayu dengan traktor pertanian, adalah rekayasa alat bantu dalam memanfaatkan traktor pertanian untuk menyangkut kayu telah dimulai tahun 1999 bekerjasama dengan Korea Selatan. Selanjutnya diteruskan oleh Pusat Litbang Hasil Hutan dengan menggunakan traktor Ford 5660 dan telah dicoba di P. Laut dan beberapa tempat di Jawa Barat. Secara umum hasilnya cukup baik dan menjanjikan namun terkendala oleh keterbatasan dana dan tiadanya traktor pertanian yang secara leluasa dikuasai, dirancang alat bantu dan dioperasikan di lapangan sehingga penelitian traktor pertanian ini tidak berjalan lancar. Traktor yang pernah digunakan adalah traktor sewaan yang di samping sulit memperolehnya, juga mahal sewanya dan sangat terbatas waktu penggunaannya. Padahal, melihat kecenderungan peralatan kehutanan di negara-negara maju dan kebutuhan nyata di dalam pengelolaan hutan rakyat, penggunaan traktor pertanian ini merupakan salah satu alternatif terbaik dan penelitian dan pengembangan alat-alat bantu yang sesuai kebutuhan pengelola hutan rakyat sangat penting untuk didorong dan dilaksanakan secara berkelanjutan.

IV. KEUNGGULAN DAN KELEMAHAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Seperti halnya teknologi lain, TTG di samping mempunyai beberapa keunggulan, juga kelemahan dibandingkan dengan teknologi modern seperti disajikan berikut ini.

A. Keunggulan TTG

Beberapa keunggulan TTG dibandingkan dengan teknologi modern adalah sebagai berikut:

- a. Memerlukan biaya lebih kecil dalam pengadaan dan operasinya.
- b. Memerlukan lebih sedikit sumberdaya.
- c. Lebih mudah dipelihara.
- d. Mempunyai dampak lingkungan yang minimal.
- e. Lebih sesuai untuk masyarakat di sekitar hutan.
- f. Menggunakan teknologi sederhana atau relatif sederhana.
- g. Dapat dioperasikan dan dipelihara oleh orang yang tingkat penguasaan teknologinya rendah.
- h. Sesuai untuk kegiatan ekonomi berskala kecil.
- i. Berfokus pada ekonomi masyarakat kelas menengah dan bawah.
- j. Pembangunan dan penggunaan TTG membuka seluas-luasnya partisipasi masyarakat lokal.
- k. Tidak perlu tergantung pada barang impor.

B. Kelemahan TTG

Di samping berbagai keunggulan tersebut di atas, terdapat juga beberapa kelemahan TTG sebagai berikut :

- a. Kurang mampu beroperasi di medan yang berat.
- b. Kurang mampu menangani kayu berukuran besar.
- c. Biasanya sulit meyakinkan masyarakat untuk memberikan apresiasi pada produk lokal.
- d. Biasanya sulit mendapatkan orang yang kreatif dalam mengembangkan TTG di masyarakat tingkat bawah.
- e. Biasanya sulit mendapatkan kredit untuk mengembangkan TTG di kelas masyarakat ekonomi lemah.

V. KEBIJAKAN YANG DIPERLUKAN UNTUK OPTIMASI PEMANFAATAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA

Gambaran keadaan hutan alam dan tanaman di Indonesia (Bab II), perkembangan penggunaan TTG dalam pemanenan hutan di beberapa negara lain (Bab III), dan keunggulan dan kelemahan penggunaan TTG (Bab IV) menunjukkan bahwa sesungguhnya penggunaan TTG dalam pemanenan hutan di Indonesia sangat cocok. Hutan alam yang masih ada dan yang akan dibangun dan dipanen masa mendatang akan menghasilkan kayu yang mempunyai ukuran semakin kecil. Porsi hutan tanaman untuk memenuhi kebutuhan kayu industri perkayuan semakin besar di mana diameter kayu hasil tanaman tersebut yang akan dipanen mempunyai diameter yang kecil. Di samping itu pemerintah mendorong makin banyaknya partisipasi masyarakat sekitar hutan dalam pengelolaan dan pemanenan hutan. Dengan keadaan hutan yang akan dipanen demikian maka pemanfaatan TTG sangat sesuai dan menjanjikan dan hal tersebut dapat direalisasikan bila perencanaan dilakukan dengan baik, pengoperasiannya dilakukan oleh tenaga terlatih baik. Oleh karena itu, agar Indonesia dapat mengambil manfaat dari perkembangan TTG, perlu diambil kebijakan yang terencana, terarah dan konsisten pada aspek-aspek berikut.

A. Aspek Teknis

Teknologi pembuatan alat-alat sederhana untuk pemanenan hutan sudah lama dikuasai rakyat Indonesia. Selama ini upaya-upaya kreatif beberapa peminat pemanenan hutan terus berjalan. Bibit-bibit yang potensial ini perlu didorong pemerintah dan swasta agar kemampuan teknis mereka dalam merekayasa alat-alat berteknologi tepat guna dapat berkembang. Pemerintah perlu memfasilitasi kegiatan pengembangan TTG berupa sarana dan prasarana kegiatan rekayasa dan pihak swasta dan masyarakat didorong untuk menggunakan TTG hasil dalam negeri tersebut.

B. Sumberdaya Manusia

Tenaga-tenaga lokal yang kreatif sebagai penemu-penemu lokal (*inventors*), pendesain (*designers*), teknisi (*technicians*) dan manufaktur peralatan (*tool manufactures*) perlu dibangun, dikembangkan dan dibina secara berkesinambungan agar mereka mampu menghasilkan peralatan pada tingkatan TTG untuk digunakan oleh masyarakat dalam pengelolaan dan pemanenan hutan. Tenaga-tenaga tersebut haruslah dari masyarakat lokal yang berada di sekitar hutan.

C. Kelembagaan

Perlu dibangun kelembagaan yang mantap dan dengan tugas yang jelas untuk menangani berbagai aspek penggunaan berbagai TTG dalam pemanenan hutan, mulai dari organisasi, peraturan perundangan, pembinaan, pengawasan sampai evaluasi. Lembaga tersebut hendaknya dikondisikan sebagai organisasi pembelajaran (*learning organisation*) yang mampu mendorong upaya-upaya perbaikan dan penyempurnaan terus-menerus menuju kemajuan teknologi pemanenan hutan yang diharapkan. Perlu dibangun beberapa pusat pengembangan peralatan kehutanan seperti halnya *Equipment Development Centers* di Amerika Serikat.

D. Kemauan Politik

Penggunaan TTG, yang merupakan penyesuaian teknologi dalam pemanenan hutan yang selama ini banyak menggunakan teknologi modern yang ternyata menimbulkan kerusakan terhadap hutan dan lahan, memerlukan kemauan yang sungguh-sungguh dari pemerintah. Dasar utama yang digunakan dalam hal ini adalah azas manfaat yang diperoleh bila pemanenan hutan dengan TTG dapat dilaksanakan, di mana biaya lebih murah, melibatkan masyarakat lokal secara optimal, ramah terhadap lingkungan dan banyak keuntungan lainnya.

E. Kesadaran dan Kemauan Para Pihak Terkait

Perlu dibangun kesadaran dan kemauan para pihak terkait agar teknologi pemanenan hutan dengan TTG diaplikasikan di Indonesia. Pengembangan dan penggunaan TTG dalam pemanenan hutan tidak dapat dilakukan hanya oleh satu pihak, tetapi harus melibatkan unsur-unsur peneliti/ilmuan (*academician*), pengusaha (*businessmen*) dan pemerintah (*government*). Hal ini akan memberikan banyak manfaat seperti terbukanya peluang bisnis, penambahan lapangan kerja, perbaikan pengelolaan hutan dan lain sebagainya.

F. Sosialisasi

Penggunaan TTG dalam pemanenan hutan belum populer di Indonesia, termasuk oleh para rimbawan. Oleh karena itu perlu ada kegiatan sosialisasi agar penentu kebijakan, pelaku pemanenan hutan dan masyarakat luas memahami betul manfaat penggunaan TTG dalam pemanenan hutan dan berkeinginan ikut ambil bagian di dalamnya bilamana perlu.

G. Penelitian dan Pengembangan

Perlu membangun dan meningkatkan kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang TTG dalam pemanenan hutan dan berbagai aspeknya, dengan cara membangun tenaga peneliti yang andal, laboratorium, sarana dan prasaranan penelitian, organisasi yang mantap, pendanaan yang cukup dan pengelolaan penelitian dan pengembangan yang baik serta berkesinambungan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian dalam bab-bab terdahulu maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Kecenderungan diameter kayu yang dipanen di Indonesia pada masa mendatang akan makin kecil, baik di hutan produksi alam lebih-lebih di hutan tanaman yang pembangunannya semakin giat didorong pemerintah.
2. Penggunaan alat-alat pemanenan hutan tingkat teknologi sederhana kurang efektif dan tidak mampu untuk operasi berskala besar. Sedang penggunaan alat-alat berteknologi modern, harganya sangat mahal dan kerusakan hutan dan tanah yang ditimbulkannya sangat besar dan sukar dipulihkan.
3. Pemerintah makin bersungguh-sungguh untuk meningkatkan partisipasi masyarakat sekitar hutan dalam pengelolaan hutan, di mana di dalamnya termasuk pemanenan hutan, terutama untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar hutan dan keamanan serta keselamatan hutan. Sedangkan kemampuan ekonomi dan penguasaan teknologi masyarakat tersebut masih rendah.
4. Dengan kondisi seperti disebutkan pada butir 1 sampai 3 di atas maka tingkatan teknologi yang paling sesuai dikembangkan dan diterapkan dalam pemanenan hutan di Indonesia adalah teknologi tepat guna karena teknologi ini mempunyai banyak keuntungan, juga lebih sesuai dengan keadaan masyarakat dan hutan Indonesia, lebih-lebih dalam upaya pemerintah meningkatkan partisipasi dan kesejahteraan masyarakat sekitar hutan.
5. Untuk mengembangkan teknologi tepat guna dalam pemanenan hutan, perlu dibangun sentra-sentra pengembangan peralatan kehutanan tersebar di seluruh Indonesia, di mana tugas utamanya adalah meningkatkan kemampuan sumberdaya manusia, meneliti dan mengembangkan alat-alat berteknologi tepat guna, pelatihan-pelatihan, bimbingan dan sosialisasi, evaluasi dan penyediaan pedoman/petunjuk kerja kehutanan. Dengan kebijakan ini, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan hutan makin besar, teknologi yang digunakan terjangkau harganya dan ramah lingkungan sehingga kelestarian hutan dapat dicapai serta kesejahteraan masyarakat sekitar hutan meningkat menjadi baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008a. Appropriate technology. Website: http://en.wikipedia.org/wiki/Appropriate_technology. Diakses tanggal 17 Oktober 2008.
- , 2008b. Appropriate technology. Website: <http://journeytoforever.org/at.html>. Diakses tanggal 17 Oktober 2008.
- , 2008c. Appropriate technology. Website: http://www.copperwiki.org/index.php/Appropriate_tecchnology. Diakses tanggal 17 Oktober 2008.
- Awang, S.A. 2000. Polici reform menuju distribusi manfaat sumberdaya hutan secara lestari bagi kesejahteraan masyarakat. Prosiding Diskusi Nasional Pola Sinergi Ekonomi, Ekologi dan Sosial dalam Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Produksi Sebagai Kesatuan Ekosistem, tanggal 18 – 19 Agustus 1999 di Bogor. Hlm. 49 – 61. Kerjasama Perum Perhutani dengan Fahutan, IPB.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 1998. Buku tatanan praktek pengelolaan hutan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Basari, Z., S. Suhartana, W. Endom, Dulsalam dan Y. Sugilar. 2002. Kajian produktivitas alat muat kayu KPH2 di BKPH Gunung Halu, KPH Bandung Selatan, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. Bul. Penelitian Hasil Hutan 20(2):165-176. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Danuwinoto, S.H. 1964. Gergaji: guna dan pemeliharanya. Laporan No. 3. Lembaga Penelitian Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- , 1965. Daftar peralatan tangan kehutanan di Jawa dan Madura. Lembaga Penelitian Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (Ditjen RRL). 1995. Prosiding Seminar/Diskusi Panel Pengembangan Hutan Rakyat di Bandung. Ditjen RRL. Jakarta.
- Dulsalam dan D. Tinambunan. 2002. Uji coba pengeluaran kayu di hutan tanaman Pulau Lautdengan system kabel layang P3HH20 yang disempurnakan. Bul. Penelitian Hasil Hutan 20(4):313-330. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Endom, W. 2006. Studi penggunaan kereta kayu KM Exp-I dan alat Bantu lain pada operasi pengeluaran kayu system kabel layang EXPO-2000. Konsep laporan. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Fatah, A. 2000. Sistem pengelolaan hutan di Pulau Jawa sesuai visi dan misi Perum Perhutani. Prosiding Diskusi Nasional Pola Sinergi Ekonomi, Ekologi dan Sosial dalam Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Produksi Sebagai Kesatuan Ekosistem, tanggal 18 – 19 Agustus 1999 di Bogor. Hlm. 11 – 14. Kerjasama Perum Perhutani dengan Fahutan, IPB.

- Hughes, A.J.G. 1979. Cable crane development for harvesting plantation forests in the United Kingdom. Proceeding Symposium on Mountain Logging, September 1979 in Corvallis, Oregon. College of Forest Resources, University of Washington. Seattle, USA.
- Larson, J.E. 1980. Revegetation equipment catalog. Equipment Development Center. USDA Forest Service. Missoula, Montana.
- Larson, J. and R. Hallman. 1980. Eequipment for reforestation and timber stand improvement. Equipment Development Center, USDA Forest Service. Missoula, Montana.
- Lowman, B.J. and J. McLaren. 1976. Nursery equipment catalog. Equipment Development Center. USDA Forest Service. Missoula, Montana.
- Jurvelius, M. 1997. Labor intensive harvesting of tree plantations in the Southern Philippines. Forest Harvesting Case Study No. 9. FAO. Bangkok.
- Santosa, B. 2008a. Integrasi vertikal percepatan pambanunan hutan tanaman industri dan revitalisasi industri pulp dan kertas. Makalah pada Seminar Teknologi Pemanfaatan Limbah Industri Pulp dan Kertas untuk Mengurangi Beban Lingkungan, tanggal 24 November 2008 di Bogor. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Santosa, B. 2008b. Percepatan pembangunan hutan tanaman dalam rangka memenuhi bahan baku industri pulp dan kertas. Makalah pada Seminar Teknologi Pemanfaatan Limbah Industri Pulp dan Kertas untuk Mengurangi Beban Lingkungan, tanggal 24 November 2008 di Bogor. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Santosa, G. 2006. Pengembangan metode penyadapan kopal melalui penerapan teknik sayatan. Disertasi Doktor. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sianturi, A., I. Surianegara, R.S. Suparto dan S. Manan. 1984. Faktor eksploitasi di hutan alam dipterokarpa Pulau Laut. Jur. Penel. Hasil Hutan 1(1):1-10. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Simon, H. 1995. Strategi pengembangan pengelolaan hutan rakyat. Prosiding Seminar/Diskusi Panel Pengembangan Hutan Rakyat di Bandung. Ditjen RRL. Jakarta.
- Sinaga, M., S. Sastrodimedjo dan E. Tjarmat. 1980. Penggunaan system kabel gaya berat dengan rem untuk penyaradan kayu di daerah pegunungan. Laporan Penelitian Hasil Hutan 152:1-10. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Suhartana, S. dan Dulsalam. 1996. Penebangan serendah mungkin untuk meningkatkan produksi kayu: studi kasus di dua perusahaan hutan di Kalimantan Timur. Bul. Penelitian Hasil Hutan 14(9):374-381. Pusat Litbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.

- Sukadaryati, Dulsalam dan M. Sinaga. 2002. Kerusakan tegakan tinggal, keterbukaan lahan, pergeseran tanah dan biaya pada penyaradan terkendali. *Bul. Hasil Hutan* 20(5):379-399. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Sukadaryati dan Dulsalam. 2006. Pengeluaran kayu dengan system kabel layang P3HH24 di hutan tanaman BKPH Bojong Lopang, Sukabumi. *Konsep Laporan*. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Suryodibroto, W. 2000. Menuju pola sinergi ekonomi, ekologi dan social dalam pemanfaatan sumberdaya hutan produksi sebagai kesatuan ekosistem. *Prosiding Diskusi Nasional Pola Sinergi Ekonomi, Ekologi dan Sosial dalam Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Produksi Sebagai Kesatuan Ekosistem*, tanggal 18 – 19 Agustus 1999 di Bogor. Hlm. 29 - 48. Kerjasama Perum Perhutani dengan Fahutan, IPB.
- Sutopo, S. dan M.M. Idris. 1985. Sistem penyaradan pada eksploitasi hutan pinus di Jawa Tengah. *Jur. Penelitian Hasil Hutan* 2(3):1-9. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Suparto, R.S. dan Elias. 1999. Adaptasi teknologi serbaguna dalam pemanenan kayu menuju system semi mekanis. *Makalah pada Diskusi Pola Sinergi Ekonomi, Ekologi dan Sosial dalam Pemanfaatan Sumberdaya Hutan Produksi Sebagai Kesatuan Ekosistem*. Kerjasama Perum Pehutani, Fak. Kehutanan IPB dan Perhimpunan Peminat Pemanenan Hutan Indonesia. Bogor.
- Wasono, P. 1967a. Pengalaman mengenai pemakaian greifzug guna eksploitasi di hutan jati. *Laporan No. 13*. Lembaga Penelitian Eksploitasi Hutan. Bogor.
- , 1967b. Pengaruh usaha efisiensi penebangan terhadap prestasi kerja dan produksi kayu terutama kayu ekspor. *Laporan No. 12*. Lembaga Penelitian Eksploitasi Hutan. Bogor.