

## **PENGEMBANGAN PAKET PENUNJANG KEPUTUSAN UNTUK PENEMPATAN CHIPPER DI AREAL PEMBUKAAN LAHAN TRANSMIGRASI**

### ***Development of a Decision Support Package for Chipper Allocation at the Transmigration Land Preparation Area***

Irwan Ibnu Santoso<sup>1)</sup> dan Setyo Pertiwi<sup>2)</sup>

#### **Abstract**

*This paper concerns with the development of a decision support package for chipper allocation at the transmigration land preparation area. It is intended to be used by chip entrepreneur on determining the most economical chipper allocation and man power requirement.*

*The package was developed by using Turbo Pascal, running well on the computers compatible with IBM PC (XT or AT) with minimum 640 Kb RAM and VGA/Super VGA monitor. Program testing showed that the program has a sufficient capability as a management tool.*

#### **PENDAHULUAN**

Pembukaan lahan transmigrasi yang dilakukan dengan cara Tebas Tebang Potong (TTP) dan Kurnpul Bakar Bersih (KBB) pada limbah kayunya, menimbulkan berbagai kerugian dan kerusakan lingkungan. Metode Pembukaan Lahan Tanpa Bakar (PLTB) dengan memanfaatkan limbah kayu menjadi chip kayu merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah tersebut. Alternatif ini dapat dilakukan mengingat potensi limbah kayu hasil pembukaan lahan untuk permukiman transmigrasi cukup besar, di samping itu kebutuhan chip kayu untuk bahan baku pabrik pulp dan kertas juga semakin meningkat. Agar diperoleh tingkat biaya produksi yang optimal, pelaksanaan kegiatan pemanfaatan limbah kayu tersebut perlu direncanakan dengan baik.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan paket penunjang keputusan untuk penempatan *chipper* di areal pembukaan lahan transmigrasi, yang meliputi penentuan kombinasi dan jumlah kebutuhan *chipper* serta perhitungan kebutuhan tenaga kerja. Penelitian dilakukan melalui tahapan-tahap 1) Mempelajari aspek teknis dan ekonomis *chipper* yang mungkin digunakan, 2) Pembuatan paket program komputer. Paket penunjang keputusan ini diharapkan dapat menjadi alat bantu bagi pengusaha chip kayu di areal pembukaan lahan transmigrasi dalam mengoptimalkan usahanya.

#### **PENDEKATAN MASALAH**

Pemanfaatan limbah kayu menjadi chip kayu dilakukan di areal pembukaan lahan yang diperuntukkan khusus bagi permukiman transmigrasi. Sebagai dasar

---

<sup>1)</sup> Alumnus Jurusan Mekanisasi Pertanian, FATETA-IPB

<sup>2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, FATETA-IPB

perhitungan untuk penentuan kebutuhan chipper adalah potensi limbah kayu yang tersedia dan ketentuan batas waktu pekerjaan pembukaan lahan.

Ruang lingkup proses pembuatan chip kayu dibatasi pada kegiatan ; 1) Pemotongan kayu menjadi ukuran panjang 60-100 cm, 2) Pengangkutan potongan kayu menuju chip yard (lokasi chipping), 3) Pengulitan dan pembelahan kayu dengan ukuran diameter  $\pm$  10-25 cm, 4) Pencacahan kayu (chipping), serta 5) Pengumpulan dan penimbunan chip kayu yang dihasilkan.

Pada saat ini terdapat tiga tipe *chipper* yang tersedia di pasaran dan mungkin dioperasikan di areal pembukaan lahan transmigrasi, yaitu PC 18 PK, PC 23 PK, dan PC 44 PK, yang masing-masing merupakan jenis *portable chipper*. Analisis penentuan alternatif kombinasi dan jumlah penempatan chipper dilakukan dengan langkah-langkah 1) Input data survei inventarisasi hutan, 2) Pengkelasan hutan dan pendugaan potensi chip kayu, 3) Perhitungan kebutuhan tenaga kerja, 4) Penentuan alternatif-alternatif kombinasi dan jumlah chipper yang dibutuhkan, 5) Analisis biaya, 6) Analisis titik impas, dan 7) Penentuan alternatif penempatan chipper yang disarankan untuk dilaksanakan berdasarkan biaya terkecil. Langkah-langkah analisis tersebut selanjutnya dituangkan ke dalam bentuk program komputer sebagai paket penunjang keputusan.

### **Perhitungan Kelas Hutan dan Pendugaan Potensi Chip Kayu**

Kelas hutan dan perkiraan volume kayu yang dihasilkan ditentukan dengan menggunakan formulasi perhitungan dari Dirjen Bina Marga (Departemen Pekerjaan Umum, 1978) dengan input data hasil survei inventarisasi hutan berupa kerapatan pohon pada tiap kelas diameter pohon. Limbah kayu yang bisa dimanfaatkan untuk chip kayu adalah potensi kayu yang ada dikurangi dengan sejumlah

volume kayu untuk kegiatan transmigrasi dan untuk kegiatan komersial lainnya.

### **Penentuan Kebutuhan Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja ditentukan berdasarkan tahapan kerja pembuatan chip kayu, yaitu terdiri dari tenaga pemotongan, tenaga pengangkutan, tenaga pengulitan dan pembelahan kayu, tenaga pengumpulan dan penimbunan chip kayu, serta tenaga operator chipper. Data yang dibutuhkan adalah kapasitas kerja pada masing-masing tahapan kerja dan banyaknya limbah kayu yang diolah menjadi chip.

### **Penentuan Kombinasi dan Kebutuhan Chipper**

Untuk sejumlah potensi limbah kayu tertentu, kebutuhan *chipper* dapat disusun secara kombinasi dari tiga tipe *portable chipper* berdasarkan model :

$$Y = (X_1 \cdot A) + (X_2 \cdot B) + (X_3 \cdot C)$$

di mana,

Y = Perkiraan potensi chip kayu, M<sup>3</sup>/hari

A = Kapasitas PC 18 PK, M<sup>3</sup> chip/hari

B = Kapasitas PC 23 PK, M<sup>3</sup> chip/hari

C = Kapasitas PC 44 PK, M<sup>3</sup> Chip/hari

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> = Jumlah tiap tipe *chipper* pada kombinasi ke-i, unit.

Penentuan alternatif kombinasi penempatan *chipper* dilakukan dengan model analitik, dimana semua alternatif kombinasi yang mungkin diidentifikasi.

### **Analisis Biaya**

Biaya dalam proses pembuatan chip kayu diuraikan menjadi dua komponen biaya, yaitu biaya *chipper* dan biaya penyiapan bahan baku. Biaya *chipper* terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap (Hunt, 1983), sedangkan biaya penyiapan bahan baku meliputi upah tenaga pemotongan, upah tenaga pengangkutan, upah tenaga pengulitan dan pembelahan kayu, serta upah tenaga pengumpulan dan

penimbunan chip kayu. Biaya total produksi untuk setiap alternatif kombinasi penempatan chipper adalah akumulasi dari biaya penyiapan bahan baku dengan biaya chipper pada masing-masing alternatif. Sedangkan **hasil** bagi biaya total produksi dengan potensi chip kayu yang dihasilkan, merupakan biaya pokok produksi yang **dinyatakan** dalam rupiah per satuan volume chip kayu.

### **Analisis Titik Impas**

Analisis titik **impas** digunakan untuk mengetahui pada tingkat produksi **berapakah** setiap alternatif kombinasi penempatan chipper tersebut mulai mendapat keuntungan. **Rumus** dasar yang digunakan adalah **rumus** penentuan tingkat produksi pada titik **impas** menurut Pramudya dan Dewi (1992).

$$n = \frac{F}{P-V}$$

di mana,

**n** = Jumlah produk yang dihasilkan (Unit/Th)

**F** = Biaya Tetap (Rp/Th)

**V** = Biaya Tidak Tetap (Rp/Th)

**P** = Harga Jual (Rp/Unit)

### **BAHAN DAN ALAT**

Penelitian ini merupakan desk study dan tidak memerlukan bahan secara khusus. Adapun alat yang digunakan adalah seperangkat komputer, terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

### **DATA**

Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil uji coba pemanfaatan limbah kayu oleh P.T. Indhatama Laksana Perdana yang meliputi data spesifikasi teknis dan ekonomis tiga tipe portable chipper yaitu PC 18 PK, PC 23 PK, dan PC 44 PK, serta data kapasitas kerja pada

setiap tahapan kerja dalam proses penyiapan bahan baku pembuatan chip kayu.

### **ASUMSI**

1. Jenis chipper yang dapat diajukan sebagai alternatif hanya tiga tipe chipper yaitu PC 18 PK, PC 23 PK, dan PC 44 PK.
2. Limbah kayu yang dihasilkan berasal dari jenis-jenis kayu dengan sifat-sifat yang **memenuhi** syarat untuk dibuat pulp dan kertas (Clayton, 1979).
3. Pengadaan chipper hanya dapat ditempuh dengan cara memiliki sendiri/ beli.
4. Pengadaan chain saw ditempuh dengan cara sewa.
5. Chipper ditempatkan pada lokasi yang terjangkau oleh kemampuan angkut kayu dengan menggunakan tenaga manusia.

### **RANCANGAN PAKET PENUNJANG KEPUTUSAN**

Rancangan paket program komputer sebagai penunjang keputusan secara garis besar digambarkan seperti pada Gambar 1, dimana pemrograman dilakukan dengan bahasa pemrograman Turbo Pascal. Keseluruhan program dibuat dalam satu file yang terdiri dari program utama dan prosedur-prosedur (subroutines).

Untuk memudahkan pengoperasian, program dikembangkan dengan sistem menu. Pada menu utama, pengguna diberi 5 pilihan, yaitu : (A) Asumsi Program Komputer, (B) Bagan Input-Output Program, (C) Tahapan Kerja Pembuatan Chip Kayu, (D) Input-Output Program Baru, dan (ESC) Selesai. Pilihan (A), (B), dan (C) berisi tampilan informasi mengenai asumsi yang digunakan dalam paket program, kebutuhan masukan data dan keluaran program, serta informasi tentang ruang lingkup kerja dalam proses pembuatan kayu. Bagian-bagian ini dianggap penting

untuk menjaring pemahaman pengguna paket program terhadap program yang bersangkutan sehingga bisa menggunakannya dengan baik dan efektif. Pilihan (D) dimaksudkan untuk menjalankan program dengan memasukkan nilai-nilai input baru yang diperlukan.

ke tempat lain. Dibandingkan dengan dua tipe *chipper* yang lain, PC 44 memiliki kapasitas produksi serta konsumsi bahan bakar dan minyak pelumas paling besar. Tabel 1 menyajikan data teknis ketiga tipe *chipper*.



Garnbar 1. Bagan Input-Output Program

**Batasan Teknis**

Paket program. penunjang keputusan untuk penempatan *chipper* di areal pembukaan lahan transmigrasi ini dapat digunakan dengan baik, apabila permasalahan yang dihadapi pengguna sesuai dengan asurnsi-asumsi yang telah ditentukan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Aspek Teknis Chipper**

Tiga tipe *chipper* yang diajukan sebagai alternatif memiliki spesifikasi teknis yang memungkinkan untuk ditempatkan di areal pembukaan lahan transmigrasi. Dengan ukuran yang relatif kecil, *chipper* mudah dipindah dari satu tempat

Tabel 1. Data Teknis *Chipper*

Urutan	PC 18 PK	PC 23 PK	PC 44 PK
Kapasitas	10 M <sup>3</sup>	18 M <sup>3</sup>	25 M <sup>3</sup>
Konsumsi bahan Bakar	2.7 b/jam	3.45 b/jam	6.6 b/jam
Konsumsi Minyak pelumas	0.54 b/jam	0.69 b/jam	1.32 b/jam
Efisiensi	80 %	80 %	80 %
Umur Ekonomis	2000 jam	2000 jam	2000 jam

**Aspek Ekonomis Chipper**

Komponen perhitungan biaya tetap untuk masing-masing *chipper* disajikan dalam Tabel 2. Komponen biaya tersebut meliputi harga awal mesin, persentase biaya asuransi, persentase biaya pajak, dan persentase biaya garasi.

Dari data yang tercantum dalam Tabel, terlihat bahwa ketiga tipe *chipper* memerlukan biaya tetap yang proporsinya terhadap harga awal *chipper* sarna besar. Dengan demikian, pengeluaran biaya tetap terkecil terjadi pada tipe *chipper* dengan harga awal paling kecil, yaitu PC 18 PK.

Tabel 2. Komponen Biaya Tetap *Chipper*

Urutan	PC 16 PK	PC 23 PK	PC 44 PK
Harga awal (Rp)	9000000	12000000	14000000
Persentase biaya asuransi (%Th)	1	1	1
Persentase biaya pajak (%Th)	2	2	2
Persentase biaya garasi (%Th)	1.5	1.5	1.5



**HASIL PERHITUNGAN IB ALTERNATIF**  
**PEMILIHAN CHIPPER DENGAN BIAYA PRODUKSI TERKECIL**

Alternatif: 49593.60 M3      Produksi: 46985.97 M3      Harga Pokok: 6651.13 / M3

ALTERNATIF	ALTERNATIF CHIPPER			JUMLAH TERAKHIR (ORANG)	BIAYA TOTAL (Rp)	BIAYA PRODUKSI (Rp)	SALDO (Rp)
	A	B	C				
14	0	2	2	4	329853435.56	6651.13	46985.97
15	1	0	3	4	331558545.60	6685.35	47151.88
16	0	5	0	5	332324888.80	6708.96	47380.27
16	0	1	3	4	332397713.33	6702.43	47291.94
18	1	3	1	5	333477145.60	6724.28	47474.85
17	0	0	4	4	334051818.56	6735.77	47547.26
11	0	4	1	5	334869157.70	6752.27	47632.75
13	2	1	2	5	335629745.60	6767.60	47791.95
5	2	4	0	6	337556345.60	6806.45	48187.73
4	3	3	0	6	338118145.60	6817.20	48183.91

Gambar 3. Keluaran berupa alternatif kombinasi dan jumlah chipper dengan konsekuensi finansialnya.

**OUTPUT ALTERNATIF PILIHAN**  
**HASIL PERHITUNGAN IB ALTERNATIF**  
**PEMILIHAN CHIPPER DENGAN BIAYA PRODUKSI TERKECIL**  
**SARAN DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN:**

(1)

ALTERNATIF kombinasi Chipper yang dipilih adalah alternatif no 14  
 Kebutuhan mesin: A (PC 10 PK) : 0 Unit  
 B (PC 23 PK) : 2 Unit  
 C (PC 94 PK) : 2 Unit  
 14 Harga Pokok Produksi: Rp 6651.13 / M3  
 15 Biaya Produksi Total: Rp 329853435.56  
 16 Tingkat Produksi pada Titik Input: 46985.97 M3

(2)

17 Potensi produksi chip kayu yang tersedia (49593.60 M3) lebih besar  
 18 dari tingkat produksi pada titik input (46985.97 M3). Keuntungan  
 19 yang akan diperoleh sebesar Rp 20813391.41

Tekan <ESC>

**SARAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN. Tekan <ESC>**

Gambar 4. Keluaran berupa saran keputusan

**Tabel 3.** Masukan data untuk lokasi Musi Banyuasin

Parameter	Satuan	Nilai
Diameter pohon :		
7 -30 cm	Batang/Ha	1100
31-60 cm	Batang/Ha	37
61-90 cm	Batang/Ha	6
91-120 cm	Batang/Ha	4
≥120 cm	Batang/Ha	0
Persentase bebas resin	%	70
Bunga Modal	%/Th	20
Harga bahan bakar solar	Rp/lt	500
Harga minyak pelumas	Rp/lt	6000
Upah operator chipper	Rp/hari/orang	7000
Biaya sewa chain saw	Rp/hari/unit	1500
Upah		
Tenaga pemotongan	Rplharilorang	6000
Tenaga pengangkutan	Rp/hari/orang	6000
Tenaga pengulitan	Rplharilorang	6000
Tenaga pengumpulan	Rplharilorang	6000
Jumlah tenaga kerja	orang	Tak terbatas

### Uji Coba Program

Program komputer dijalankan untuk mengevaluasi alternatif-alternatif kombinasi penempatan chipper. Setelah pengujian teknis program (pengujian algoritma dan logika program), rangkaian ujicoba dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter potensi chip kayu, batas waktu pembukaan lahan, dan harga jual chip kayu terhadap alternatif kombinasi dan jumlah kebutuhan chipper beserta biaya pokok produksi dan tingkat produksi pada titik impas. Untuk maksud tersebut, maka untuk suatu areal pembukaan lahan tertentu batas waktu pembukaan lahan dan harga jual chip kayu dibuat berubah, sedangkan parameter lain yang dapat mempengaruhi jumlah biaya dalam proses pembuatan chip kayu, seperti bunga modal, harga awal mesin, harga bahan bakar solar, harga minyak pelumas, upah operator, biaya sewa chain saw, dan upah tenaga kerja penyiapan bahan baku dibuat tetap.

Sebagai bahan ujicoba program digunakan data dari areal pembukaan lahan transmigrasi di daerah Musi Banyuasin (Sumatera Selatan), yang juga merupakan tempat ujicoba portable chipper oleh PT. Indhatama Laksana Perdana. Luas areal pembukaan lahan adalah 500 hektar, untuk 250 KK. Masukan data yang diperoleh dari areal tersebut disajikan pada Tabel 3. Dengan data seperti pada Tabel 3, areal pembukaan lahan transmigrasi Musi Banyuasin diklasifikasikan sebagai kelas hutan VII-Sekunder dengan potensi chip kayu sebesar 82656.00 m<sup>3</sup>. Hasil analisis lebih lanjut disajikan pada Tabel 4.

Rekapitulasi hasil ujicoba menunjukkan bahwa alternatif penempatan chipper yang paling dominan sebagai alternatif terpilih adalah kombinasi penggunaan PC 23 PK dan PC 44 PK. Keadaan demikian dimungkinkan karena dengan menggunakan kedua tipe chipper tersebut, jumlah unit chipper yang dioperasikan lebih kecil dari pada penggunaan kombinasi dengan PC 18 PK. Dengan sedikit/kecilnya jumlah unit chipper yang dioperasikan, maka akumu-

lasi biaya investasi dan biaya-biaya lain produksi yang dihasilkan relatif rendah relatif lebih kecil, sehingga biaya pokok

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Ujicoba untuk Luas Lahan 500 Ha-250 KK

Waktu Kerja (bulan)	Keterangan	Potensi chip kayu 82656.00 m <sup>3</sup>		
		Harga jual chip kayu		
		Rp 4000/M <sup>3</sup>	Rp 7000/M <sup>3</sup>	Rp 10000/M <sup>3</sup>
2	Produksi (M <sup>3</sup> Chip/hari) Kombinasi Chipper (A-B-C) Biaya Pokok (Rp/M <sup>3</sup> chip kayu) Produksi di titik impas (M <sup>3</sup> /Th) Jumlah Tenaga Kerja (orang) Biaya Tenaga Kerja (Rp)	1653.12 0-3-9 7242.64 161038.42 1342 448600000	1653.12 0-3-9 7242.64 85780.17 1342 448600000	1653.12 0-3-9 7242.64 58460.00 1342 448600000
4	Produksi (M <sup>3</sup> Chip/hari) Kombinasi Chipper (A-B-C) Biaya Pokok (Rp/M <sup>3</sup> chip kayu) Produksi di titik impas (M <sup>3</sup> /Th) Jumlah Tenaga Kerja (orang) Biaya Tenaga Kerja (Rp)	826.56 0-5-2 6632.51 145575.40 670 448000000	826.56 0-5-2 6632.51 77952.68 670 448000000	826.56 0-5-2 6632.51 53227.46 670 448000000
6	Produksi (M <sup>3</sup> Chip/hari) Kombinasi Chipper (A-B-C) Biaya Pokok (Rp/M <sup>3</sup> chip kayu) Produksi di titik impas (M <sup>3</sup> /Th) Jumlah Tenaga Kerja (orang) Biaya Tenaga Kerja (Rp)	551.01 0-1-3 6403.74 110760.20 417 447300000	551.04 0-1-3 6403.74 74978.59 447 147300000	551.04 0-1-3 6103.74 51098.62 447 447300000

### Perubahan Batas Waktu Pembukaan Lahan

Perubahan batas waktu pembukaan lahan secara tidak langsung berpengaruh terhadap biaya pokok produksi chip kayu, dimana untuk potensi chip kayu yang sama, biaya pokok produksi semakin kecil dengan semakin lamanya masa pembukaan lahan (lihat Tabel 4).

### Perubahan Harga Jual Chip Kayu

Hasil ujicoba menunjukkan bahwa tingkat produksi pada titik impas semakin menurun dengan meningkatnya harga jual chip kayu. Tingkat produksi pada titik impas tersebut merupakan batas produksi chip kayu yang harus dicapai sehingga usaha pengoperasian chipper tidak mengalami kerugian.

## **Kebutuhan Tenaga Kerja Penyiapan Bahan Baku**

Pada batas waktu pembukaan lahan yang sarna, semakin besar potensi chip kayu yang diproduksi, kebutuhan tenaga kerja dan biaya penyiapan bahan baku semakin besar. Sedangkan untuk potensi chip kayu tertentu, kebutuhan tenaga kerja akan **berubah** dengan adanya perubahan **batas** waktu pembukaan lahan, namun biaya yang dikeluarkan relatif sama.

## **Saran dalam Pengambilan Keputusan**

Pengambilan keputusan didasarkan atas nilai biaya pokok produksi dan tingkat produksi chip kayu pada titik **impas** dari alternatif-alternatif kombinasi chipper yang memungkinkan. Alternatif kombinasi chipper yang menghasilkan biaya pokok terkecil akan disarankan sebagai alternatif yang dipilih, sedangkan kelayakan usaha didasarkan atas perbandingan potensi chip kayu yang tersedia dengan tingkat produksi pada titik **impas**. Apabila tingkat produksi pada titik **impas** lebih kecil dari potensi chip kayu yang tersedia, maka **usaha** pembuatan chip kayu tersebut akan memperoleh keuntungan.

Sepuluh alternatif yang terpilih dengan biaya pokok terkecil, mempunyai perbedaan biaya yang jumlahnya relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa alternatif lain (selain yang disarankan) pada dasarnya bisa digunakan, apabila alternatif pada urutan pertama tidak memungkinkan pengadaannya.

Kebutuhan tenaga kerja penyiapan bahan baku relatif besar jumlahnya. Hal ini akan menjadi salah satu pertimbangan, apabila jumlah **tenaga** kerja di lokasi pembukaan lahan terbatas (tidak **menuhi** kebutuhan). Apabila kondisinya demikian, perlu kedatangan tenaga kerja dari luar dengan konsekuensi adanya perubahan biaya upah tenaga kerja. Apabila upaya tersebut secara teknis tidak memungkinkan dan secara ekonomis dinilai tidak menguntungkan, maka dapat dicoba melakukan penempatan chipper

hanya dengan memanfaatkan jumlah tenaga kerja yang tersedia. Dalam hal ini, jumlah tenaga kerja yang tersedia menjadi bagian input program dan akan diperoleh keluaran baru tentang kombinasi chipper yang optimal.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Paket penunjang keputusan untuk penempatan chipper di areal pembukaan lahan transmigrasi telah dibuat. Program dirancang untuk pengusaha chip kayu atau pihak-pihak lain yang berkaitan dengan **usaha** pemanfaatan limbah kayu hasil pembukaan lahan/hutan yang khusus diperuntukkan bagi pemukiman transmigrasi. Paket program cukup komunikatif dan dapat menampilkan hasil keluaran dalam bentuk tabel dan cetakan hasil (*print output*). Di samping itu, program ditengkapi dengan tampilan-tampilan informasi yang memberi kemudahan bagi pengguna untuk menjalankan program sesuai dengan batasan-batasan yang ada.

Pengujian terhadap program menunjukkan bahwa keluaran program benar menurut logika dan realistis. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya pengaruh nyata dari potensi chip kayu, batas waktu pembukaan lahan, dan harga jual chip kayu terhadap alternatif penempatan chipper, harga pokok, dan tingkat produksi pada titik **impas**. Dengan demikian, paket program penunjang keputusan yang dibuat cukup valid dan dapat digunakan.

### **Saran**

Paket penunjang keputusan yang telah dibuat masih dapat dimodifikasi agar lebih komunikatif dengan tampilan yang lebih menarik. Selain akan memberikan visualisasi yang lebih baik, diharapkan juga akan lebih memberikan kemudahan bagi pengguna dalam pengoperasiannya.

Penempatan chipper di areal pembukaan lahan transmigrasi untuk pembuatan chip kayu yang digunakan sebagai bahan

baku pembuatan pulp dan kertas, perlu dikaji lebih lanjut nilai ekonomisnya dengan membandingkannya dengan metode pengangkutan limbah kayu langsung menuju pabrik pulp dan kertas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1995. **Laporan Akhir Ujicoba Pemanfaatan Limbah Kayu Hasil Pembukaan Lahan Tanpa Bakar.** PT. Indhatama Laksana Perdana, Jakarta.
- Anonim, 1978. **Spesifikasi Standar Penyediaan Lahan Pemukiman Transmigrasi.** Departemen **Pekerjaan Umum,** Jakarta.
- Clayton, D.W. 1979. **The Chemistry of Alkaline Pulping.** Didalam R.G. **MacDonald** dan J.N. Franklin (eds.). **The Pulping. of Wood .** McGraw-Hill Co.,NY.
- Daywin, F.J. 1994. **Prospek Pembukaan Hutan untuk Pengembangan Lahan Transmigrasi.** Makalah didalam **Latihan Manajemen Alat Berat.** Jurusan Mekanisasi Pertanian, IPB, Bogor.
- De Garmo, E.P., N.G. Sullivan dan J.R. Canada, 1984. **Engineering Economic.** **McMillan Publishing Company.** New York.
- Hunt, D. 1983. **Farm Power and Machinery Management,** 8 th ed. Iowa State University Press, Ames.
- Pramudya, B. dan N. Dewi. 1992. **Ekonomi Teknik.** Jurusan Mekanisasi Pertanian. **FATETA IPB.** Bogor.