

Model Pengelolaan Lahan untuk Tanaman Energi (Studi Kasus Penanaman Kayu Energi di Areal Pabrik Semen PT. Holcim Narogong Plant)

(Land Management Model for Energy Plants; Case Study of Energy Wood Planting in PT Holcim Narogong Plant Cement Factory Area)

Tekak Dwi Cahyono^{1,*}

¹Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon.

*Email : tekakdwicahyono@gmail.com

Abstract

Timber planting activities that are used as substitute fuels, especially for the internal needs of the cement plant, need to be planned well. This study answers two problems, namely (1) simulation of plant growth during the forest cultivation process and (2) economic feasibility during planting activities. The simulation is done with the assist of Stella software version 8 and then presented descriptively. The results of the research show that during 30 years of exploitation, there were fluctuations in plant growth. The dominant factor that influenced it was the carrying capacity of the former mining land. Net Present Value (NPV) Simulation and Calculation also shows that energy wood exploitation activities are also economically feasible.

Keywords: Cultivation, substitute fuels, plant growth.

Abstrak

Kegiatan penanaman kayu yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar substitusi, khususnya untuk kebutuhan internal pabrik Semen perlu direncanakan dengan baik. Penelitian ini menjawab dua permasalahan, yaitu (1) simulasi pertumbuhan tanaman selama proses pengusahaan hutan dan (2) kelayakan ekonomis selama kegiatan penanaman. Simulasi dilakukan dengan bantuan *software* Stella versi 8 dan selanjutnya di sajikan secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama 30 tahun pengusahaan, terdapat fluktuasi pertumbuhan tanaman. Faktor yang dominan yang mempengaruhinya adalah daya dukung lahan bekas tambang. Simulasi dan perhitungan *Net Present Value* (NPV) juga menunjukkan bahwa kegiatan pengusahaan kayu energi juga layak secara ekonomis.

Kata kunci: Bahan bakar substitusi, daya dukung lahan, pabrik semen, penanaman kayu.

I. Pendahuluan

Pemanfaatan sumber energi terbarukan pada sebuah industri merupakan suatu keharusan. Hal ini disebabkan karena sumber energi yang telah umum digunakan seperti batu bara merupakan sumber energi yang terbarukan dalam waktu yang cukup lama. Industri yang masih menggunakan batu bara dalam skala besar adalah Industri Semen.

Secara umum, kegiatan pabrik semen terdiri dari tiga tahap, yaitu penambangan bahan baku, proses produksi paparan semen dan proses pemasaran. Proses produksi secara khusus terdiri dari 4 tahap yaitu penggilingan bahan baku, pembakaran, penggilingan akhir dan pengantongan semen. Kegiatan pembakaran dalam proses produksi merupakan proses inti, karena sebagian besar energi diperlukan dalam proses ini. Ditinjau dari pengaruh lingkungan, maka proses ini termasuk salah satu yang paling berpotensi (disamping juga kegiatan penambangan) dalam mempengaruhi kualitas lingkungan (Bertschinger, 2006).

Kegiatan pembakaran proses produksi selama ini menggunakan bahan baku tradisional, yaitu batu bara dan beberapa bahan baku alternatif lainnya yang telah diatur oleh keputusan menteri lingkungan hidup, diantaranya pemanfaatan cangkang kelapa sawit dan limbah-limbah B3 dari Industri lain. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang pemanfaatan bahan baku alternatif ini antara lain tertuang dalam KepMenLH No. 372 Th. 2005 tentang Pemanfaatan *Copper Slag*, KepMenLH No. 33 Th. 2004 tentang pemanfaatan bahan bakar sintetik, KepMenLH No. 150 Th. 2003 tentang Penyimpanan Minyak Pelumas Bekas, KepMenLH No. 136 Th. 2004 tentang Pemanfaatan Kiln sebagai Incinerator limbah B3 Internal. Batu bara merupakan bahan baku tradisional yang ketersediaannya di alam tidak dapat terbarukan dalam waktu singkat, sedangkan bahan baku lain yang selama ini ditambahkan belum dapat menghasilkan energi yang cukup untuk menggantikan batu bara.

Harga batu bara di pasar nasional maupun internasional yang fluktuatif dan cenderung semakin mahal juga merupakan salah satu alasan mengapa pabrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar mulai mensubstitusi batubara dengan bahan bakar dan material alternatif (BBMA) lainnya. Para produsen batu bara menaikkan harga batu bara dari Rp. 272.000 per ton menjadi di atas Rp. 325.000 per ton. Alasannya, biaya produksi meningkat akibat kenaikan bahan bakar minyak (BBM) yang terjadi pertengahan tahun 2005. Selain itu, kenaikan itu juga dipengaruhi tingginya harga batu bara di pasar internasional yang jauh di atas US\$30 per ton (Rp. 285.000) per ton, sehingga penambang (pemasok) lebih memilih meningkatkan eksponnya. Akibatnya, harga batu bara dalam negeri naik, bahkan akan terjadi kelangkaan. Harga batu bara internasional yang tinggi itu membuat transportir lebih banyak melayani ekspor. Hal ini berakibat pada kelangkaan tongkang/kapal pengangkut batu bara dalam negeri sehingga pasokan batu bara dari Kalimantan mengalami hambatan (BPS, 2006).

Kegiatan penanaman hutan (dalam hal ini untuk penyediaan kayu energi) adalah investasi tipikal, yaitu pembiayaan besar pada awal tahun, proses produksi yang lamanya bertahun-tahun dan dibayangi oleh ancaman kegagalan, serta hasil kegiatannya baru diperoleh sekian tahun setelah ditunggu. Untuk itu perlu dilakukan analisis awal atau pertimbangan terhadap prospek investasi tersebut. Proses analisis adalah melihat side back (kebelakang) dan sekaligus kedepan. Harapannya adalah pemilihan teknik yang tepat akan menghasilkan profit yang optimal. Faktor-faktor yang dapat menentukan prospek investasi pada kegiatan penanaman antara lain adalah kepastian lahan usaha, luas lahan, skala investasi dan teknologi yang diperlukan (Sumitro, 1993; Sumitro, 2003). Salah satu strategi untuk melakukan prediksi kegiatan penanaman hutan adalah menggunakan model. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat dan menganalisis model sistem penanaman kayu energi pada lahan yang dimiliki oleh Pabrik Semen dalam mendukung program pemanfaatan energi alternatif bersama masyarakat.

II. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai bulan Agustus 2007 di Pabrik Semen PT. Holcim Narogong Plant, Bogor. Bahan yang dibutuhkan adalah peta lokasi dan data finansial proyek penanaman kayu energi. Alat yang digunakan adalah seperangkat komputer untuk analisis data, termasuk *software* stella versi 8.0 dan ekstensi yang dibutuhkan, printer dan kertas.

Tahapan analisis sistem yang dilakukan dalam penelitian ini didasarkan atas tahapan yang dilakukan Grant et al (1997), yaitu :

1. Formulasi model konseptual

Tujuan tahapan ini adalah untuk menentukan suatu konsep dan tujuan model sistem yang akan dianalisis.

- a. Menentukan tujuan model
 - b. Batasan model
 - c. Kategorisasi komponen-komponen dalam sistem, terdiri atas :
 - State variable*, menggambarkan akumulasi materi dalam sistem.
 - Driving variable*, variabel yang dapat mempengaruhi variabel lain namun tidak dapat dipengaruhi oleh sistem.
 - Konstanta adalah nilai numerik yang menggambarkan karakteristik sebuah sistem yang tidak berubah atau suatu nilai yang tidak mengalami perubahan pada setiap kondisi simulasi.
 - Auxiliary variable*, variabel yang dapat dipengaruhi dan mempengaruhi sistem.
 - Material transfer*, menggambarkan transfer materi selama periode tertentu. Material transfer terletak diantara dua *state*, *source* dan *state*, *state* dan *sink*.
 - Information transfer*, menggambarkan penggunaan informasi tentang *state* dari sistem untuk mengendalikan perubahan *state*.
 - Source* dan *sink*, berturut-turut menggambarkan awal dimulainya proses dan akhir dari masing-masing transfer materi.
 - d. Pengidentifikasi hubungan antar komponen
 - e. Menyatakan komponen dan hubungannya dalam model yang lazim
 - f. Mengambarkan pola yang diharapkan dari perilaku model
 - g. Menentukan pola perilaku dari model sesuai dengan pengetahuan dan teori yang ada.
2. Spesifikasi model kuantitatif
- Tujuan tahap ini adalah untuk mengembangkan model kuantitatif dari sistem yang diinginkan. Langkahnya adalah sebagai berikut :
- a. Memilih struktur kuantitatif umum untuk model
 - b. Memilih unit waktu dasar untuk simulasi
 - c. Mengidentifikasi bentuk-bentuk fungsional dari persamaan model
 - d. Menduga parameter dan persamaan model
 - e. Memasukkan persamaan ke dalam program simulasi
 - f. Menjalankan sesuai acuan (baseline simulation)
 - g. Menetapkan persamaan model
3. Evaluasi model
- Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui keterandalan model yang dibuat sesuai tujuan yang telah ditetapkan. Langkah evaluasi yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :
- a. Mengevaluasi kewajaran dan kelogisan model
 - b. Mengevaluasi hubungan perilaku model dengan pola yang diharapkan.
 - c. Membandingkan model dengan sistem nyata.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengelolaan Tegakan

Tegakan yang akan dibangun pada areal PT. Holcim pabrik Narogong adalah areal terbuka bekas tambang dan areal yang akan ditambang sebelum 30 tahun. Total area yang akan ditanam seluas 500 Ha. Jenis tanaman yang akan ditanam didominasi oleh tanaman sengon buto, karena selama 5 tahun (2000-2005) tegakan yang telah ditanam adalah sengon buto dan sudah terbukti mampu hidup dengan riap optimal walaupun kondisi top soil area bekas pertambangan krisis hara.

Tanaman lainnya sedang dilakukan penelitian adalah akasia mangium, glirisidia, angsana dan kalidandra.

Tahapan strategi pengelolaan tegakan disesuaikan dengan urutan sistem menurut Purnomo (2004) adalah sebagai berikut :

a. Stock

Tegakan utama yang dimanfaatkan oleh perusahaan untuk kayu energi adalah :

- Sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*)
- Glirisidia (*Glirisida maculata*)
- Angsana (*Pterocarpus indica*)
- Gmelina (*Gmelina arborea*)

Sedangkan tegakan sampingan yang dimanfaatkan oleh masyarakat terdiri atas :

- Kaliandra (untuk dimanfaatkan sebagai bahan nektar lebah madu)
- Tanaman buah-buahan.

b. Controls

- Batas kritis pemanenan kayu pada tegakan dalam m^3 .
- Konversi tegakan yang boleh ditebang menjadi nilai uang.
- Kebutuhan kayu harian.
- Randemen konversi tegakan menjadi chip.
- Perhitungan nilai kalor total dari tiap pemanenan.

c. Outputs (Benefit)

Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah :

- Tegakan kayu energi setiap yang ditebang pada saat umur lima tahun. Alasan pemilihan umur lima tahun adalah diameter optimal untuk pemanfaatan kayu bakar dan perhitungan alat kemampuan alat pencacah (*chipper* untuk kayu)
- Peningkatan kualitas lingkungan
- Peningkatan citra perusahaan

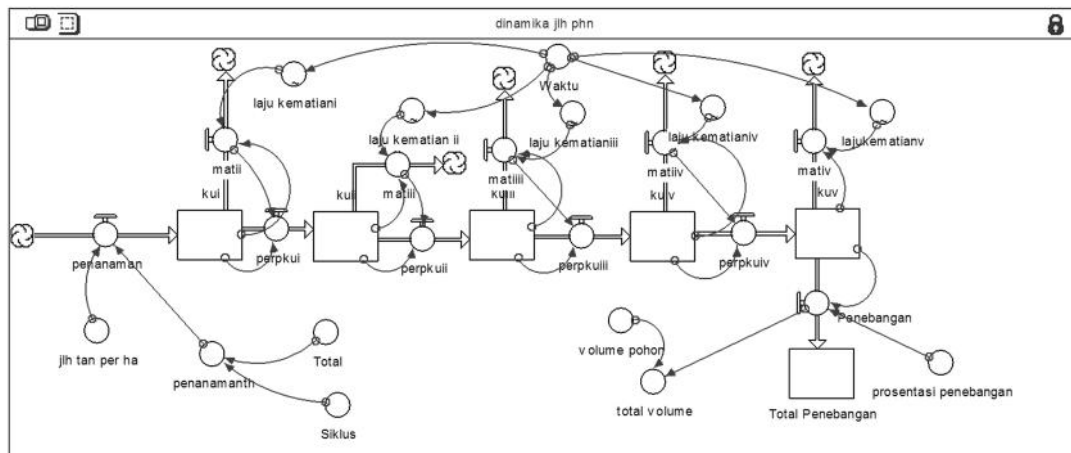
Sedangkan untuk masyarakat adalah sebagai berikut :

- Tanaman palawija tiap periode tanam.
- Tanaman buah-buahan untuk periode tertentu.
- Penjualan lebah madu
- Sistem bagi hasil pemungutan kayu

Tegakan disimulasikan dengan lima kelas umur, di mana pada tahun kelima tanaman ditebang. Luas area yang ditebang tiap tahun 100 Ha dengan pertimbangan pada tahun ke lima, maka penanaman kembali ke petak semula. Perhitungan jumlah pohon per hektar pada saat penanaman dan rencana pemanenan menggunakan data inventarisasi tegakan pada sebagian areal yang telah ditanam di kawasan PT. Holcim, yaitu meliputi areal tanaman sengon buto seluas 10 Ha, yang sudah terbagi dengan tanaman umur 1 sampai 5 tahun. Prediksi pengelolaan untuk jangka waktu dinamis 30 tahun dengan asumsi terjadi penurunan kualitas lahan. Pemeliharaan yang dilakukan hanya pada tahun pertama dan kedua dianggap belum mampu memperbaiki kualitas tanah secara optimal.

Sub model yang dibuat dalam model ini terdiri atas tiga sub model, yaitu model pengelolaan tegakan, model perhitungan biaya dan benefit cost rasio. Sub model pengelolaan tegakan menggambarkan sistem dinamis jumlah tegakan per hektar pada tahun pertama sampai tahun kelima pada saat tanaman akan dipanen. Pemanenan dilakukan pada tahun ke lima dengan perhitungan potensi mengarah pada data yang diperoleh pada PT. Holcim untuk tanaman sengon

buto rata-rata mendekati 1 m^3 per pohon pada usia 5 tahun. Tanaman sengon buto dan beberapa jenis lainnya yang ditanam di sekitar kawasan pertambangan dimanfaatkan seluruhnya oleh perusahaan untuk kayu energi, yaitu dicampur dengan batu bara dalam proses pembuatan semen (Cahyono et al, 2008c). Jika hasil simulasi dan hasil perhitungan nyata di lapangan ternyata hasilnya baik, maka diharapkan pada masa mendatang, semua bahan bakar semen dapat diganti dengan bahan bakar kayu yang ditanam di kawasan pertambangan semen PT. Holcim. Untuk mempermudah perhitungan, maka kayu sengon yang ditebang juga disesuaikan dengan harga pasar, dengan maksud agar keuntungan perusahaan dapat digambarkan dalam model. Sub model pengelolaan tegakan pada *software* stella 8.0 dapat dilihat pada Gambar 1.

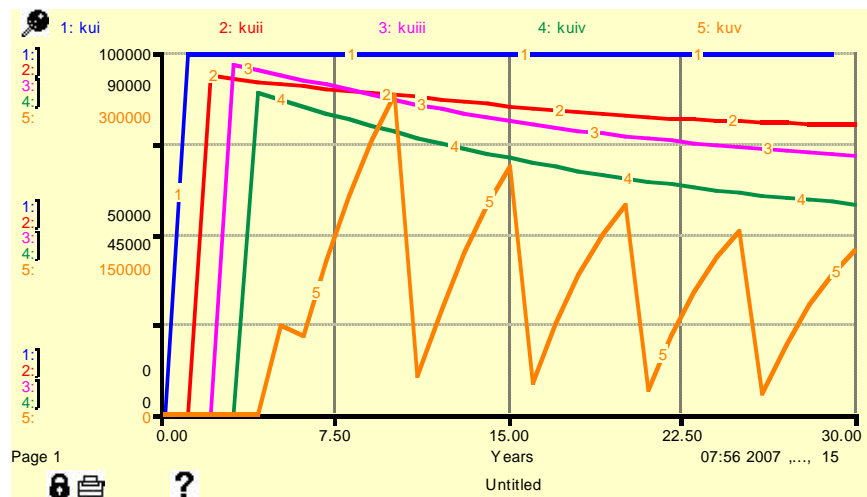


Gambar 1. Sub model pengelolaan dinamika pohon

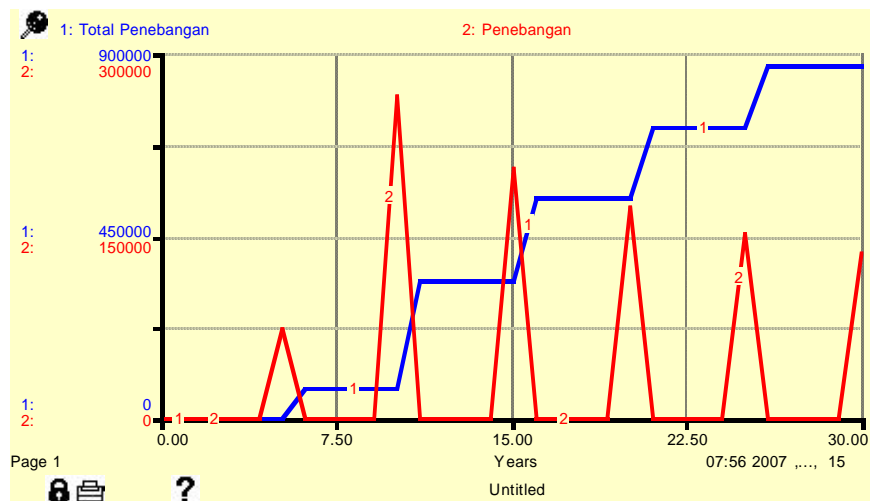
Penyusunan model dilakukan dengan asumsi luasan yang diusahakan tiap tahun adalah 100 Ha, ada proses kerusakan selama pemeliharaan dan ada penjarangan oleh masyarakat selama proses pengusahaan. Namun pemeliharaan dan penjarangan tidak dimasukkan dalam model karena sasaran akhirnya adalah tegakan akhir tiap kelas umur tanaman sengon buto.

Hasil analisis yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tidak ada tegakan pada tahun pertama, kemudian dilakukan penanaman dan pada model dinamis terlihat bahwa tegakan kelas umur I tersedia konstan selama 30 tahun, sedangkan kelas umur lainnya mengalami penurunan karena adanya kematian tanaman dan kualitas hara tanah yang semakin berkurang. Sementara itu untuk kelas umur V, terlihat fluktuasi osilasi, karena pada tahun ke 5, 10, 15, 20 dan 25 tahun dilakukan penebangan, walaupun penebangan tidak 100 % sehingga grafik tegakannya akan menurun drastis pada tahun-tahun tersebut karena telah ditebang.

Terlihat fluktuasi penebangan pada areal pengusahaan, dimana agak kecil pada tahun kelima, meningkat pada tahun ke 10 dan terlihat kecenderungan menurun pada tahun penebangan berikutnya (Gambar 3). Penurunan penebangan di tahun tersebut dipengaruhi oleh penurunan potensi tegakan pada kelas umur V (Gambar 2) karena pengaruh daya dukung lahan dan pemeliharaan. Pemeliharaan dalam pengusahaan hutan mutlak diperlukan (Davis, 1996; Tiarks et al, 1998; Awang & Taylor, 1993). Teknik dan metode pemeliharaan juga beragam, salah satunya dengan melibatkan masyarakat sekitar hutan (Telaumbanua, 2003).



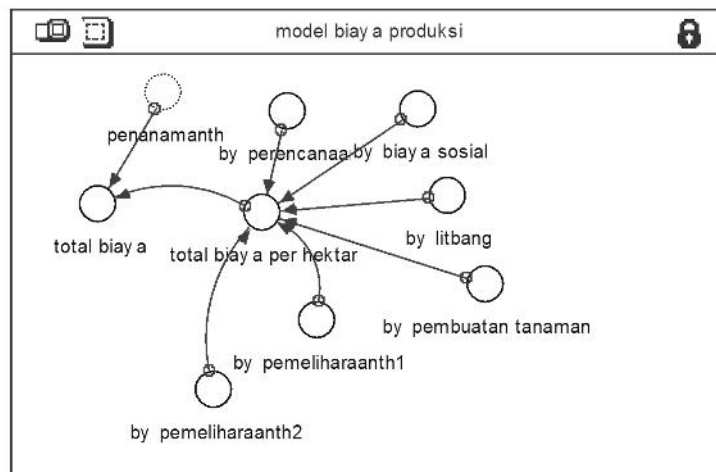
Gambar 2. Kondisi tegakan pada setiap kelas umur sengon buto.



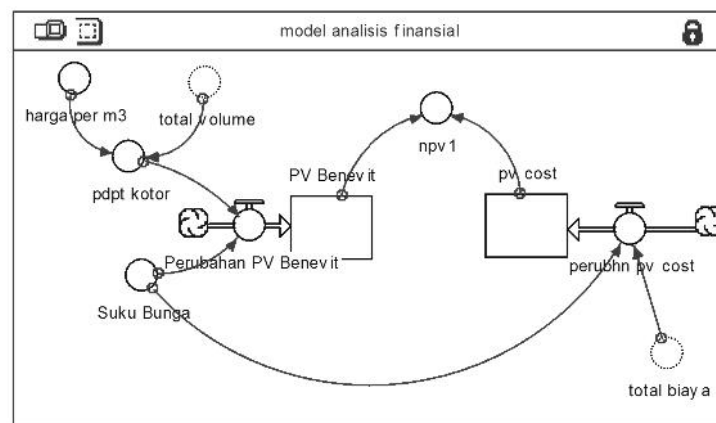
Gambar 3. Kondisi Penebangan selama 30 tahun.

3.2. Analisis Ekonomi

Sub model berikutnya yang dianalisis adalah sub model biaya produksi dan sub model analisis finansial. Komponen biaya yang dianalisis mengacu pada konsensi hutan akasia mangium untuk studi kasus PT. Musi Hutan Persada (Sumitro, 2003) ditambahkan dengan data yang diterima dari PT. Holcim pada penanaman sengon buto mulai tahun 2001. Komponen biaya yang dianalisis antara lain adalah pengadaan tanaman, penjarangan, biaya sosial, biaya penelitian dan biaya perencanaan. Seperti pada perusahaan hutan tanaman lainnya, tahun-tahun awal adalah tahun yang berat bagi perusahaan, karena pada tahun tersebut tidak akan ada pemasukan tetapi biaya selalu keluar. Pemasukan baru bisa direalisasikan pada tahun kelima setelah tegakan kelas umur V ditebang dan dikonversi menjadi nilai uang dan dilakukan perhitungan perbandingan dengan penyediaan batu bara. Sub model biaya dan analisis finansial dapat dilihat pada gambar 4a dan 4b.



Gambar 4a. Sub Model Biaya Produksi

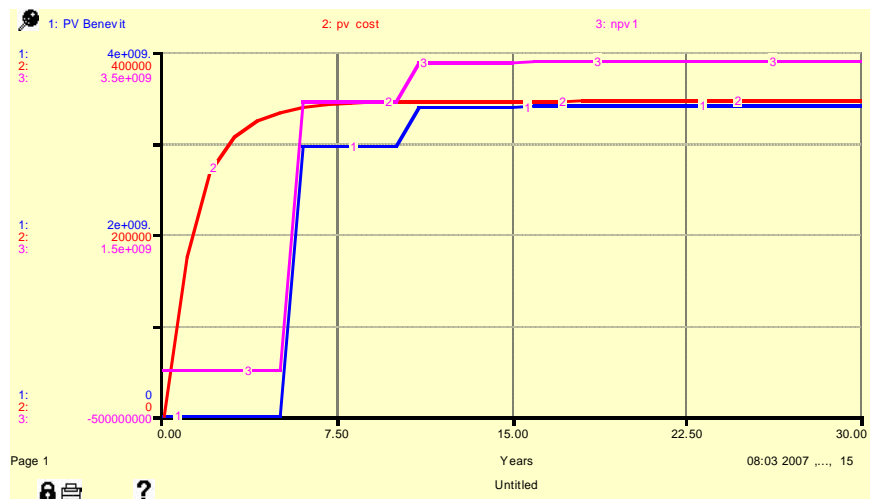


Gambar 4b. Sub Model Analisis Finansial

Net Present Value (NPV) merupakan perbedaan antara nilai manfaat dan biaya dalam bentuk nilai sekarang (*Present value*). Oleh karena itu, jika NPV positif maka proyek akan menguntungkan. Sebaliknya, jika NPV negatif, maka proyek mengalami kerugian. Pada penelitian ini, analisis yang digunakan adalah analisis NPV, karena beberapa kriteria investasi dapat digunakan tersendiri secara terpisah atau bersamaan (Gregory, 1987; Pramudya & Dewi, 1991).

Masukan tetap untuk hutan tanaman antara lain pembibitan, penanaman dan pemeliharaan yang dikeluarkan pada awal-awal tahun, biaya tahunan berupa gaji, pajak dan lain-lain yang dikeluarkan tiap tahun; sedangkan biaya variabelnya adalah waktu dari saat penanaman sampai panen. Pada kegiatan penanaman hutan, waktu menjadi sangat penting dan merupakan masukan satu-satunya. Waktu adalah biaya yang dikontribusikan untuk budidaya hutan berupa bunga modal. Modal diinvestasikan di hutan tanaman dengan laju pertumbuhan tertentu (riap/th), analog dengan modal yang diinvestasikan di deposito bank yang menghasilkan bunga yang tumbuh dengan laju tertentu (Sumitro, 2003).

Hasil analisis finansial dengan menggunakan pendekatan sistem dapat menggambarkan aliran keuangan perusahaan selama 30 tahun pada saat area tersebut diusahakan. Perilaku model analisis finansial terhadap nilai NPV disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perilaku model perhitungan NPV

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada awal perusahaan, tidak ada benefit yang dapat diterima oleh perusahaan, karena tidak ada pohon yang ditebang. Setelah tahun kelima, perusahaan mulai mendapatkan pemasukan dari penebangan. Pemasukan dari penebangan yang dimaksudkan adalah nilai kayu yang akan dijadikan bahan bakar. NPV semakin meningkat dengan semakin meningkatnya benefit dan berada pada garis diatas pendapatan dan tidak menunjukkan penurunan nilai walaupun tegakan pada kelas umur V (seperti yang disajikan pada Gambar 2) menunjukkan fluktuasi karena kondisi lahan. Model ini kongruen dengan penelitian terdahulu oleh Cahyono et al, (2008a, 2008b).

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Perbedaan pertumbuhan tanaman kelas umur V tiap periode panen disebabkan karena faktor daya dukung lahan.
2. Jumlah total penebangan meningkat, namun hasil tiap periode penebangan bervariasi mengikuti perilaku jumlah pohon pada kelas umur V.
3. Pemanfaatan lahan terbuka sebelum dan setelah ditambang disekitar pabrik semen seluas kurang lebih 840 Ha layak untuk dijalankan dengan nilai NPV lebih dari 1.

4.2. Saran

Pembuatan model belum dilakukan secara detail, sehingga untuk mengatur perhitungan masih bisa dilakukan dengan pendekatan yang lebih rasional setelah melakukan perhitungan dan survei sesuai sifat model yang sangat terbuka terhadap perubahan. Berikutnya perlu dilanjutkan dengan simulasi beberapa skenario model untuk estimasi hasil penebangan terbaik.

Daftar Pustaka

- Telaumbanua, K., 2003. Pengaruh agroforestry terhadap kehidupan sosial ekonomi dan sikap petani agroforestry pada lingkungannya di Desa Genengsari Kecamatan Toroh Kabupaten Grobogan Tahun 2002.

- Awang, K. dan Taylor, D., 1993. *Acacia mangium: Growing and utilization. MPTS monograph series No. 3* (No. PB-95-160032/XAB). Winrock International Inst. for Agricultural Development, Arlington, VA (United States).
- Bertschinger, P. 2006. Laporan Pelaksanaan RKL dan RPL PT Holcim Indonesia. Tbk Pabrik Narogong. Bogor.
- Cahyono, T.D., Coto, Z. dan Febrianto, F., 2008a. Analisis nilai kalor dan kelayakan ekonomis kayu sebagai bahan bakar substitusi batu bara di pabrik semen. *Forum Pascasarjana* (Vol. 31, No. 2, pp. 105-116).
- Cahyono, T.D., Coto, Z dan Febrianto, F., 2008b. Aspek Teknis dan Kelayakan Ekonomis Pemanfaatan Kayu Sebagai Bahan Bakar Substitusi di Pabrik Semen. Tesis. Tidak dipublikasikan.
- Cahyono, T.D., Coto, Z. dan Febrianto, F., 2008c. Aspek termofisis pemanfaatan kayu sebagai bahan bakar substitusi di pabrik semen. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 1(1), pp.45-53.
- Davis, K.P. 1996. *Forest Management*. MC. Graw Hill CO. New York.
- Grant, William E, Ellen K. E, dan Sandra L. M. 1997. *Ecology and Natural Resources Management; System analisis and simulation*. John Willey & Sons, Inc. New York
- Gregory, G.R. 1987. *Resource Economics for Forester*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Harris, M. and Fraser, I., 2002. Natural resource accounting in theory and practice: A critical assessment. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 46(2), pp.139-192.
- Harrison, S., 2001. Research approaches to environmental-economic issues in small-scale forestry. *Economic sustainability of small-scale forestry*, p.201.
- [Indopolex] Indonesian Polex. 2002. Hutan Kerakyatan Gaya Eropa. www.cifor.cqiar.org/docs/_ref/polex/indonesia/2002/2002_04_01.htm-30k. Dikunjungi 18 Januari 2006.
- Irhamna, 2006. Model Simulasi Pengaturan Hasil Dinamik (Kasus di HPH Blora, Cepu dan Randublatung, Perum Perhutani Unit I Jateng. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB. Tidak dipublikasikan.
- Pramudya B, Dewi N. 1992. Ekonomi Teknik. Bogor : Japan International Cooperatian Agen dengan Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Purnomo H. 2004. Teori Sistem Kompleks, Pemodelan dan Manajemen Sumber Daya Alam Secara Kolaboratif dan Adaptif (*Lecture Notes*). Bogor : Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Ruiz, J., Fandiño, M.C. dan Chazdon, R.L., 2005. Vegetation structure, composition, and species richness across a 56-year chronosequence of dry tropical forest on Providencia Island, Colombia 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 37(4), pp.520-530.
- Sumitro, A. 1993. *Tropical Forest plantation and natural forest in the environmental Issues*. Bio-Refor. IUFRO Workshop.
- Sumitro, A. 2003. Prospek Investasi dan Analisis Finansial Ekonomi Hutan Tanaman. Musi Hutan Persada Growing Company.
- Tiarks, A., Nambiar, E.S. dan Cossalter, C., 1998. Site management and productivity in tropical forest plantations. *Center for International Forestry Research, Occasional Paper No. 16, Nov. 1998*.
- Zhang, J. dan Cao, M., 1995. Tropical forest vegetation of Xishuangbanna, SW China and its secondary changes, with special reference to some problems in local nature conservation. *Biological Conservation*, 73(3), pp.229-238.