

ANALISIS NILAI KALOR DAN KELAYAKAN EKONOMIS KAYU SEBAGAI BAHAN BAKAR SUBSTITUSI BATU BARA DI PABRIK SEMEN¹

(Heat Value Analysis and Economic Feasibility of Wood Utilization as Coal Substitution In Cement Factory)

Tekak Dwi Cahyono, Zahrial Coto², dan Fauzi Febrianto²

ABSTRACT

Since the 1970s, energy has been a significant product of forest-related biomass. The use of wood to provide industrial heat and electricity has become important to the economic viability of the forest product and other industry. Growing normally at marginal soil of mining area, Leucaena leucocephala, Samanea saman, Sesbandia grandiflora, Gliricidia maculate, Pterocarpus indica, Enterolobium cyclocarpum, Hibiscus tiliaceus, and Gmelina arborea woods were analysed to investigate heat value and economic feasibility of their usage as coal substitution in cement production. Examination on those woods species showed that mean of heat value in air dry condition was about 4.000 kcal/kg. As BC ratio is 2,07, then the mining plantation enterprise to provide fuel wood is feasible economically.

Key words: wood, heat value, feasibility

PENDAHULUAN

Kegiatan pabrik semen terdiri atas tiga tahap, yaitu penambangan bahan baku, proses produksi 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. Kegiatan pembakaran menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama. Komponen biaya energi, termasuk listrik, pada pabrik semen mencapai 40% dari total biaya produksi. Sebagai contoh, pabrik semen PT. Holcim Narogong yang terletak di Kabupaten Bogor. Kebutuhan batu bara tahun 2006 adalah 474 440 ton. Jika rata-rata nilai kalor batu bara yang digunakan adalah 6 000 kkal/kg, kebutuhan kalor batu bara adalah sebesar 2.84×10^{12} kkal. Jika harga batu bara Rp 450 000/ton, dibutuhkan Rp 213.5 miliar untuk biaya pengadaan batu bara. Ditinjau dari pengaruh lingkungan, proses pembakaran termasuk salah satu yang paling berpotensi (di samping juga kegiatan penambangan) dalam mempengaruhi kualitas lingkungan (Bertschinger, 2006).

Indonesia termasuk negara dengan sumber tambang batu bara terbesar di dunia. Cadangannya diperkirakan 36.3 milyar ton. Dari total sumber daya tersebut, hanya 7.6 milyar ton yang dapat dikatakan sebagai cadangan pasti (reserve) dan sekitar 58.5% dari cadangan batu bara tersebut tergolong batubara muda (lignite).

¹ Bagian dari tesis penulis pertama, Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Sekolah Pascasarjana IPB.

² Berturut-turut Ketua dan Anggota Komisi Pembimbing

Kendala yang dihadapi dalam pemakaian batu bara muda ini adalah nilai kalor rendah, sedangkan kadar sulfur dan air tinggi (Widagdo, 2004).

Harga batu bara kualitas baik terus naik dari US\$ 50.54/ton (Maret 2004) menjadi US\$ 70/ton (Januari 2008). Harga batu bara kualitas rendah berada pada kisaran US\$32-US\$34/ton, naik hampir 100% jika dibandingkan dengan awal tahun 2007 yang masih berada pada kisaran US\$ 16-US\$ 20/ton (Budhiwijayanto, 2008). Untuk mengatasi masalah tersebut, industri yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar mulai mengintensifkan program substitusi batu bara dengan bahan bakar dan material alternatif (BBMA).

Salah satu pemanfaatan energi alternatif adalah energi yang berasal dari biomassa. Pemanfaatan energi alternatif dari biomassa akan terus dikembangkan sampai tersedia sumber energi yang murah dan tersedia berimpah. Buongiorno et al. (2003) menyatakan bahwa pemakaian kayu sebagai bahan bakar selama tahun 1961-1997 meningkat hampir 53% dan diprediksikan peningkatannya akan mencapai 73% pada tahun 2010. Bahan bakar biomassa lain selain kayu juga digunakan dalam memenuhi kebutuhan energi alternatif. Sebagai contoh, PT. Indocement Tunggul Perkasa telah menanam 100.000 bibit jarak pagar yang dimulai pada bulan Januari 2007 (Lavalle, 2007). PT. Semen Padang mempersiapkan limbah tandan kosong sawit (TKS) sebagai bahan bakar substitusi. Tahap awal substitusi adalah 5% dari kebutuhan batu bara. Persentasi substitusi akan terus ditingkatkan dengan syarat tidak ada modifikasi terhadap mesin utama pembakaran. Bahan substitusi ini bisa dicampur dengan batu bara atau tanpa dicampur (Saksono, 2006).

Pabrik semen PT. Holcim yang beroperasi di Narogong terletak di Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, menempati areal seluas 1 337.81 ha. Aktivitas pertambangan yang telah dilakukan sampai Desember 2006 adalah sebagai berikut: luas quari batu gamping yang telah terbuka seluas 214.69 ha, tanah liat 47.8 ha dengan elevasi terendah 84 m dpl. Luas areal yang sudah ditambang sampai elevasi terendah mencapai 78.9 ha. Areal dengan elevasi terendah tersebut telah dimanfaatkan antara lain untuk penghijauan 15.43 ha, settling pond 8.19 ha, reklamasi 8 ha, areal topsoil 0.65 ha, dan tapak pabrik/bangunan 46.63 ha. Jenis tanaman penghijauan yang telah ditanam sejak tahun 2001 di antaranya adalah sengon buto, gmelina, waru, lamtoro, trengbesi, turi, gamal, dan angkana. PT. Holcim juga telah mempunyai rencana reklamasi serta rencana revegetasi untuk jangka waktu 20 tahun (2002-2022) pada areal milik perusahaan seluas 840 ha (Bertschinger, 2006).

Penelitian tentang pemanfaatan limbah kelapa sawit (Susanto, 2006), sekam padi (Susanto, 2005), dan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Bertschinger, 2006) pernah dilakukan untuk menjawab permasalahan penyediaan bahan bakar dan material alternatif pada pabrik semen. Penelitian tentang pemantauan reforestasi pada areal bekas tambang untuk memantau parameter pertumbuhan dan kondisi tempat tumbuh (Puspaningsih, 2007) dan penelitian tentang kualitas pertumbuhan kayu energi pada area bekas tambang (Asmarahman, 2008) juga pernah dilakukan. Analisis nilai kalor dan kelayakan ekonomis penyediaan kayu energi untuk mensuplai bahan bakar pada industri semen, baik diusahakan sendiri maupun bersama masyarakat sekitar pabrik semen, belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan analisis nilai kalor dan kelayakan ekonomis pemanfaatan hasil reforestasi pada areal bekas tambang

untuk **penyediaan** kayu energi sebagai bahan bakar dan material alternatif (BBMA) substitusi batu bara.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kalor beberapa **Jenis** kayu cepat tumbuh (**fast growing species**) dan menghitung kelayakan ekonomis **pengusahaan** hutan untuk penyediaan kayu energi sebagai bahan bakar substitusi **batu bara** di pabrik semen.

Hasil penelitian diharapkan dapat **memberikan** rekomendasi kepada pengelola pertambangan untuk **menanam** kayu dari **Jenis** cepat tumbuh, yang mempunyai kemampuan tumbuh yang baik pada **tanah** di sekitar **lokasi** pertambangan maupun **tanah** bekas **tambang**, dan secara ekonomis **layak** sebagai bahan bakar substitusi batu bara dalam **proses produksi** semen.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium PT. Holcim Narogong, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten **Bogor**, dan Bagian Peningkatan Mutu **Kayu**, Departemen Hasil Hutan IPB. Penelitian dilaksanakan dari bulan April 2007 sampai bulan Januari 2008.

Bahan dan Alat

Kayu yang akan dianalisis nilai kalornya adalah 8 jenis kayu energi yang ditanam di sekitar pabrik semen sejak tahun 2001. **Kalorimeter** digunakan untuk menganalisis nilai kalor.

Analisis Nilai Kalor Kayu

Contoh uji dari 8 jenis kayu **diambil** secara acak pada bagian **tertentu** dan dibuat serpihan-serpihan kecil dengan menggunakan gergaji. Nilai kalor dihitung berdasarkan banyaknya kalor yang dilepaskan yang akan sama dengan kalor yang akan diserap oleh air dalam kalorimeter, yang dinyatakan dalam kilokalori per kilogram dan dihitung dengan memakai **rumus** sebagai berikut:

$$\text{Nilai kalor} = \left(\frac{W(t_2 - t_1)}{A} \right) \times B$$

dengan W = Nilai air dari alat kalorimeter,

t₁ = Suhu mula-mula,

t₂ = Suhu **setelah** pembakaran,

A = **Bobot** Contoh,

B = Koreksi **panas** pada kawat besi.

Pengujian Kadar Abu (TAPPI T211 om-93)

Sebelum dilakukan pengujian kadar abu, **perlu** dilakukan pengujian kadar air sesuai **TAPPI T264**, yaitu dengan **menimbang** sekitar 2 gram sampel dengan **toleransi** 0.001 g (A). **Selanjutnya** sampel **dikeringkan** selama 2 jam dalam oven pada suhu 102 ± 3°C, **dinginkan** dalam desikator dan ditimbang. **Sampel** **dioven** kembali selama 1 jam, **dinginkan** dan timbang. Pengulangan kegiatan dilakukan

hingga dicapai bobot konstan (B), yaitu bobot sampel tidak berubah lebih dari 0.002 g. Kadar air kayu yang dinyatakan dalam persen dengan ketelitian 0.1% dihitung dengan rumus.

$$\text{Kadar air} = \left(\frac{A-B}{B} \right) \times 100\%$$

Prosedur penentuan kadar abu dalam kayu (TAPPI T211 om-93) adalah sebagai berikut.

Cawan abu kosong dibersihkan dan dipanaskan pada suhu $525 \pm 25^\circ\text{C}$ selama 30-60 menit. Setelah pemanasan, cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sampel ekuivalen 1 g kering oven dipindahkan ke dalam cawan abu. Sampel dipanaskan pada suhu 100°C , secara bertahap ditingkatkan suhunya hingga mencapai 525°C sehingga terjadi karbonasi tanpa pembakaran. Suhu pengabuan diatur pada $525 \pm 25^\circ\text{C}$. Pembakaran selesai jika partikel hitam telah hilang, lalu cawan didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Pembakaran dan penimbangan dilakukan hingga bobot abu konstan hingga ± 0.2 mg.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \left(\frac{A}{B} \right) \times 100\%$$

dengan A= bobot abu (g), B= bobot kayu kering (g).

Analisis Ekonomis Penanaman Kayu Energi

Analisis ekonomis menggunakan metode profitability index (PI) atau disebut juga dengan istilah benefit cost ratio (BCR). BCR merupakan rasio aktivitas dari jumlah nilai sekarang penerimaan bersih dengan nilai sekarang pengeluaran investasi selama umur investasi (Kasmir dan Jakfar, 2003). Untuk menghitung B/C rasio diperlukan nilai NPV (net present value), yaitu selisih antara nilai investasi dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih (aliran kas masuk/cash in) di waktu yang akan datang. Jika hasil menunjukkan positif, usulan investasi dapat dipertimbangkan untuk diterima (Arifin, 2007). NPV dihitung pada kondisi bunga 9% dan 15%. Metode perhitungan NPV dan BCR mengikuti metode Sumitro (2003) untuk contoh kasus HTI Akasia Mangium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Nilai Kalor Kayu

Nilai kalor tertinggi dicapai jika kayu dalam kondisi kering tanur, yaitu sekitar 4 500 kkal/kg (Haygreen et al., 2003). Dalam penggunaan praktis, mengeringkan kayu sampai kondisi kering tanur tidak ekonomis dari segi biaya. Untuk mendapatkan nilai kalor optimum, kayu digunakan pada kondisi kering udara (kadar air 12%) dengan nilai kalor berkisar 4 000 kkal/kg. Perbandingan nilai kalor kayu dengan batu bara yang digunakan dalam industri disajikan dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa gmelina pada kadar air 9.24% memiliki nilai kalor tertinggi jika dibandingkan dengan tanaman lainnya, sedangkan kayu trembesi dengan kadar air 10.36% memiliki nilai kalor terendah, yaitu 3.926 kkal/kg. Angsana memiliki kadar abu tertinggi, yaitu 9.08%, tetapi nilai ini masih jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan kadar abu batu bara muda sebesar 19.2%. Batu

bara dengan kualitas lebih baik memiliki nilai kalor 6.300 kkal/kg pada kadar air 2.1% dan kadar abu yang lebih kecil, yaitu 18.1%.

Tabel 1. Nilai kalor dan kadar abu tanaman yang ditanam di sekitar lokasi tambang dibandingkan dengan batu bara

Jenis Kayu	Parameter		
	Kadar air (%)	Nilai kalor (kkal/kg)	Kadar abu (%)
Lamtora (<i>Leucaena leucocephala</i>)	10.13	4.197	5.78
Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	10.36	3.926	1.92
Turi (<i>Sesbania grandiflora</i>)	6.83	3.965	0.62
Gamal (<i>Girardinia maculata</i>)	23.97	4.168	2.97
Angsana (<i>Pterocarpus indica</i>)	7.53	4.060	9.05
Sengan Buto (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	14.21	3.948	1.08
Waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)	10.33	4.266	1.48
Gmelina (<i>Gmelina arborea</i>)	9.24	4.282	1.47
Batu bara muda (lignite)	2.8	5.600	19.2
Batu bara	2.1	6.300	18.1

Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air, ekstraktif, susunan kimia kayu, dan jenis kayu. Nilai kalor kayu kering udara 15% lebih kecil daripada kayu kering tanur. Selain kadar air sebagai faktor utama yang mempengaruhi nilai kalor kayu, ekstraktif merupakan faktor penting dalam menentukan nilai kalor. Sebagai contoh, oleoresin memiliki nilai kalor 8 500 kkal/kg. Pengaruh dari komposisi kimia yang diturunkan dari nilai kalor lignin (6 100 kkal/kg) lebih besar daripada nilai kalor selulosa (4 150-4 350 kkal/kg) (Haygreen et al., 2003).

Abu dapat ditelusuri karena adanya senyawa yang tidak terbakar yang mengandung unsur-unsur seperti kalsium, kalium, magnesium, mangan, dan silikon (Haygreen et al., 2003). Pada proses produksi semen, abu bukan merupakan masalah yang mengganggu karena abu yang dihasilkan dari proses pembakaran dicampur pada proses produksi. Silika yang dihasilkan dalam proses pembakaran kayu juga merupakan salah satu bahan dasar pembuat semen.

Analisis Ekonomis Penyediaan Kayu Energi

Kegiatan penanaman hutan 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. 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, 2003).

Masukan tetap untuk hutan tanaman, antara lain pembibitan, penanaman, dan pemeliharaan yang dikeluarkan pada awal-awal tahun serta biaya tahunan berupa gaji, pajak, dan lain-lain yang dikeluarkan tiap tahun. 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**.

Investasi di **hutan tanaman dipantau** tiap tahun dalam bentuk volume, tinggi, dan diameter pohon. Volume pohon merupakan suatu yang unik karena berbeda pada tiap tapak (**tempat tumbuh**) yang **berbeda**. Oleh karena itu, pengukuran riil perlu dilakukan untuk mendapatkan volume kayu yang valid. Kayu sengon **buto** memiliki pertumbuhan yang **sangat** baik di daerah sekitar tambang jika dibandingkan dengan tanaman lainnya. Hasil pengukuran volume kayu yang ditanam di sekitar pabrik semen disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rata-rata volume kayu yang ditanam di sekitar tambang (m³/ha)

Jenis kayu	Umur		
	2	4	6
Sengon Buto	152.2	223.7	437.3
Waru	97.8	198.3	334.5
Gmelina	120.3	213.8	382.4

Batu bara yang disediakan oleh **produsen** memiliki kisaran nilai kalor yang **sangat** bervariasi, yaitu antara 5 000 **kcal/kg** sampai 6500 **kcal/kg**. Harganya pun bervariasi antara Rp 450 000 sampai Rp 700 000/ton sesuai dengan nilai kalornya (Budhiwijayanto, 2008). Untuk **mendapatkan** harga kayu yang sesuai, dilakukan perhitungan perbandingan harga kayu berdasarkan nilai kalornya. Hasil perhitungannya disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan harga kayu dan batu bara berdasarkan nilai kalornya

Batu bara				
Kebutuhan/th (ton)	Harga/ton (Rp)	Harga/th (Rp) (axb)	Nilai kalor (kcal/kg) (d)	Nilai kalor total (kcal) (axd)
a	b	c	d	e
474 440	450 000	237 Milyar	6 000	2.84 x 10 ¹²
Kayu				
Kebutuhan/th (t)	Harga/ton (Rp) (h/g)	5% dari harga batubara/th (5% x c)	Nilai kalor (kcal/kg) (f)	5% dari kalor total batubara (5% x e)
g	h	i	f	j
35.583	300 000	11 86 milyar	4.000	1.42 x 10 ¹¹

Hasil perhitungan yang disederhanakan pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa jika menggunakan harga batu bara Rp 450 000/ton dengan nilai kalor sebesar 6 000 **kcal/kg**, harga yang sesuai untuk kayu dengan nilai kalor sebesar 4 000 **kcal/kg** adalah Rp 300 000/ton. Satu ton kayu sengon **buto** kering udara (kadar air 12%) dengan kerapatan kering udara 0.55 **g/cm³** setara dengan 1.63 m³ kayu sengon **buto**. Jika menggunakan harga kayu Rp 300 000/ton, harga kayu sengon **buto** per m³ adalah Rp 184 000.

Berdasarkan data potensi kayu sengon **buto** dan data **perhitungan** harga kayu dibuat **analisis** arus kas **hutan tanaman**. **Potensi** volume kayu per hektar diambil nilai konservatif dari **Tabel 2**, yaitu 300 m³/ha. Harga kayu diambil nilai konservatif dari perhitungan pada **Tabel 3**, yaitu sebesar Rp 165 000. Hasil **analisis** arus kas selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Arus kas hutan tanaman sengon buto rotasi 5 tahun (xRp 1 000/ha)

No.	Uraian	Tahun				
		1	2	3	4	5
I.	Pendapatan					
	1. Produksi/ha 300m ³					
	2. Harga Rp 165 000/m ³					
	Penerimaan					49 500
	Jumlah nominal pendapatan					32 172
	Present value pada bunga 9%					24 610
	Present value pada bunga 15%					
II.	Biaya					
	A. Perencanaan					
	1. Rencana tahunan	100				
	2. Pemetaan	800				
	B. Pembuatan Tanaman					
	1. Pembuatan bibit	2 750				
	2. Penyiapan lahan	500				
	3. Penanaman	3 650				
	C. Pemeliharaan					
	1. Tahun I	690				
	2. Tahun 2		200			
	D. Kewajiban pada Lingkungan Sosial Kembangunan sosial masyarakat	200	100	100	100	300
	E. Kegiatan pendukung lainnya					
	1. Pengendalian bencana	30	30	30	30	30
	2. Penelitian dan pengembangan	50	50	60	50	50
	3. Pemeliharaan prasarana	100	100	100	100	100
	G. Investasi					
	1. Tala batas	80	50	50	50	50
	2. Jalan dan prasarana lainnya	80	80	50	50	100
	H. Pemanenan					
	Biaya Pemanenan					3 900
	Transportasi					3 000
	F. Wood Chipper					
	1. Pengadaan wood chipper	1 488				
	2. Pemasangan	12				
	3. Biaya penyusutan alat	14	14	14	14	14
	4. Pembuatan gudang	18				
	Jumlah nominal biaya	10.322	724	394	394	7.544
	Present value pada bunga 9%	9.470	609	304	278	4.903
	Present value pada bunga 15%	8.976	547	259	225	3.751
	Future value pada bunga 15%	18.053	1.101	521	453	7.544

Metode NPV (*net present value*) dilakukan dengan menghitung selisih antara nilai investasi dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih. Penilaian kelayakan investasi dengan metode ini digunakan sebagai alat bantu dalam penilaian investasi dengan metode *profitability index* (PI) atau metode *benefit cost ratio* (BCR) (Arifin, 2007). Metode *profitability index* (PI) atau *benefit cost ratio* (BCR) merupakan rasio aktivitas dari jumlah nilai sekarang penerimaan bersih dengan nilai sekarang pengeluaran investasi selama umur investasi (Kasmir dan Jakfar, 2003). Jika menggunakan *present value* (PV) penerimaan bersih dan PV pengeluaran investasi selama umur investasi (Tabel 4), NPV pada suku bunga 9% dan 15% disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan NPV dan BCR

NPV	PV (9%, 5th)	(PV, 15%)	NPV	BCR 9%	BCR 15%
Pada suku bunga 9% (5 tahun)	32 172	15 565	16 606	2.07	
Pada suku bunga 15% (5 tahun)	24 610	13 758	10 852		1.79

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa kebutuhan dana investasi program penghijauan (PV, tahun 1-5) pada areal milik perusahaan adalah sebesar Rp 15 565 000/ha pada suku bunga 9%. Jika menggunakan rata-rata potensi kayu bakar 300m²/ha (diambil dari nilai konservatif pada Tabel 2), kebutuhan dana investasi adalah Rp 51 880/m³ (Rp 84 230/ton). Jika dibandingkan dengan harga yang harus dikeluarkan untuk membeli 1 ton kayu (Rp 300 000) (Tabel 3), penghematan menjalankan program ini bagi perusahaan adalah Rp 6.8 milyar per tahun (Tabel 6).

Tabel 6. Kebutuhan investasi dan nilai penghematan menjalankan program penanaman kayu energi

	PV, th 1.5	Biaya/ton (Rp)	Nilai penghematan (Rp)
Suku bunga 9%	15 565	84 230	6 826 365 440
Suku bunga 15%	13 758	74 450	7 135 785 370

Kelemahan yang ada pada perhitungan NPV dan BCR adalah ketidakpastian masa depan investasi dan hutangnya (kelestarian) yang bersifat eksternal (tidak terjangkau oleh kendali manajemen). Ketidakpastian tersebut, antara lain, adalah harga, ancaman hama penyakit, dan kemarau panjang (Sumitro, 2003). Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis kepekaan (*sensitivity analysis*). Misalkan diambil sebagai variabel ketidakpastian adalah harga dan produksi. Dengan asumsi faktor lain tetap, pengaruh perubahan produksi terhadap BCR disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. BCR (15%, 5 tahun) dengan berbeda harga dan produksi

Produksi (m ³ /ha)	Harga (Rp X 1 000)		
	150	250	350
150	0.81	1.36	1.90
250	1.36	2.26	3.16
350	1.90	3.16	4.43

Dari Tabel 7 dapat dilihat ada 9 alternatif BCR dengan nilai terkecil 0.81 dan terbesar adalah 4.43. Pada analisis ini yang penting bukanlah angka BCR, tetapi pengaruh kisaran harga dan produksi terhadap BCR apakah sampai berakibat BCR kurang dari 1 dan jika di atas 1 berarti masih aman. Pada Tabel 7 juga dapat dilihat bahwa nilai BCR kurang dari 1 pada saat harga dan produksi berada pada kondisi yang paling rendah. Oleh karena itu, jika biaya produksi meningkat, produksi pemanenan diupayakan ditingkatkan sehingga BCR tetap di atas angka 1 yang berarti program masih menguntungkan secara ekonomi.

Pada program penanaman lahan untuk kayu energi, analisis ini hanya digunakan sebagai pertimbangan apakah kegiatan perusahaan itu selalu menguntungkan atau suatu saat mengalami kegagalan karena faktor eksternal di luar kendali manajemen. Namun, jika program mengalami kegagalan yaitu biaya produksi menjadi sangat tinggi dan membobotkan perusahaan, nilai manfaat citra perusahaan dan perbaikan kualitas lingkungan tetap menjadi pertimbangan utama untuk tetap melaksanakan program ini.

Analisis Ekonomis Kegiatan Bersama Masyarakat

Bentuk kegiatan bersama dalam penanaman tanaman yang sudah sering dilakukan antara lain adalah tumpang sari (*agroforestry*) dan wanatani. Umumnya berupa produksi bersama (*joint production*) antara tanaman pertanian, pangan, buah-buahan oleh dan untuk petani di lahan (jalur) yang disediakan, sedangkan lahan atau jalur tanaman utama oleh dan untuk perusahaan. Kategori lainnya juga seperti berbagi hasil hutan (bukan lahan) yaitu masyarakat sekitar berkontribusi dalam mengelola tanaman utama dan menjaga dan memelihara dari pencurian, perambahan, dan kebakaran, sedangkan bagi hasilnya adalah mendapatkan maksimum 25% hasil panen dari tebangan. Kerja sama dilakukan tidak hanya pada awal penanaman, tetapi dapat pula berlaku pada periode menjelang rawan terhadap penjarahan dan kebakaran dengan rumus bagi hasil yang disesuaikan. Kendala utama dalam kategori ini adalah tidak menarik bagi masyarakat, karena bagi masyarakat yang menarik adalah pendapatan tunai (*cash income*) sehari-hari (Soemlito, 2003).

Kegiatan bersama masyarakat untuk penyediaan kayu energi di areal pertambangan PT. Holcim menggunakan teknik *agroforestry*. Untuk tahap pertama areal yang ditanami seluas 35 ha melibatkan masyarakat Desa Nambo dan Lulut. Kedua desa ini adalah yang paling dekat aksesnya dengan lahan milik perusahaan sehingga pengamanan dan evaluasinya lebih mudah. Rincian petani, jumlah desa, dan jumlah tanaman pada program ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nama desa dan jumlah petani yang terlibat kegiatan penanaman kayu energi tahap pertama (September 2007 sampai Desember 2007)

Nama desa	Jumlah penggarap	Jumlah tanaman
Lulut	104	53 326
Nambo	50	24 475

Pengelolaan dengan teknik *agroforestry* didasarkan pada teknik analisis *benefit-cost ratio* sosial ekonomi yakni benefit bagi perusahaan, salah satu unsurnya adalah kerugian yang dapat dihindarkan (*loss avoided*) oleh upaya (*cost*) untuk itu. Dalam program pengelolaan bersama masyarakat, yang tercakup dalam manfaat (*benefit*) adalah sebagai berikut.

- (1) Manfaat bagi perusahaan (dengan *net present value* pada tingkat suku bunga 15%, daur 5 tahun, seperti yang telah disajikan pada Tabel 4).
 - a. Kerugian yang dapat terhindar atas hilangnya produksi (lahan akan menganggur). Diasumsikan 60% dari hasil panen = $0.6 \times 24.6 \text{ juta/ha} = \text{Rp } 14\,766 \text{ juta/ha}$.
 - b. Perbaikan kualitas lingkungan di sekitar pertambangan diasumsikan sebagai benefit 20% dari hasil panen ($0.2 \times 24.6 \text{ juta/ha} = 4.9 \text{ juta/ha}$)
 - c. Peningkatan citra dan simpati kepada perusahaan dari pemerintah dan masyarakat umum, diasumsikan 10% terhadap pendapatan = $0.1 \times 24.6 \text{ juta/ha} = \text{Rp } 2\,461\,000/\text{ha}$.
 - d. Kemudahan mendapatkan bahan bakar alternatif dari program tersebut diasumsikan 2% terhadap pendapatan $0.02 \times \text{Rp } 24.6 \text{ juta/ha} = \text{Rp } 492\,000/\text{ha}$

- (2) Biaya bagi perusahaan
- Tambahan biaya *overhead* petugas dan bahan yang diperlukan untuk kewajiban sosial dan keamanan, sekitar Rp 500 000/ha.
 - Tambahan biaya *overhead* petugas dan bahan yang diperlukan untuk pemeliharaan tanaman, sekitar Rp 1 000 000/ha.
 - Resiko kegagalan program, diasumsikan 20% terhadap hasil panen = $0.2 \times 24.6 \text{ juta/ha} = 4.922 \text{ juta/ha}$

Dengan demikian, BCR program ini bagi perusahaan adalah $\text{Rp } 14\,766\,000 + \text{Rp } 4\,922\,000 + \text{Rp } 2\,461\,000 + \text{Rp } 492\,000$ dibagi $\text{Rp } 500\,000 + \text{Rp } 1\,000\,000 + \text{Rp } 4\,922\,000 = \text{Rp } 22\,641\,000 / \text{Rp } 6\,422\,000 = 3.53$.

- (3) Manfaat bagi masyarakat
- Upah dari pembuatan hutan sebesar Rp 3 850 000/ha
 - Kesempatan kerja di tebangan sebanyak $\text{Rp } 13\,000/\text{m}^3 \times 300 \text{ m}^3/\text{ha} = \text{Rp } 3\,900\,000$, dikurangi *opportunity cost* kerja di tempat lain, jadi tinggal $60\% \times \text{Rp } 3\,900\,000 = \text{Rp } 2\,340\,000$.
 - Fee Rp 3 000/ m^3 hasil panen atau $\text{Rp } 3\,000 \times 300 \text{ m}^3/\text{ha} = \text{Rp } 900\,000/\text{ha}$ (rotasi 5 tahun).

- (4) Biaya bagi masyarakat
- Hilangnya kebebasan karena mengikuti aturan perusahaan diasumsikan 2% terhadap biaya = $0.02 \times \text{Rp } 3\,850\,000 = \text{Rp } 77\,000$
 - Ketidaksenangan dan kekecewaan masyarakat terhadap perusahaan diasumsikan 20% dari biaya operasional = $0.2 \times \text{Rp } 3\,850\,000 = \text{Rp } 770\,000/\text{ha}$.

Jadi, BCR pada program ini bagi masyarakat adalah $\text{Rp } 7\,090\,000 / \text{Rp } 84\,000 = 8.37$.

Dari perhitungan di atas, ternyata BCR bagi masyarakat lebih tinggi daripada program perusahaan walaupun perusahaan harus memberikan biaya bulanan kepada masyarakat. Hal ini sesuai dengan keinginan masyarakat yang menginginkan pendapatan tunai (*cash income*) bulanan. Analisis perhitungan ini dapat dijadikan sebagai pendekatan kuantitatif dalam menetapkan dasar kegiatan penyediaan kayu energi bersama masyarakat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Kayu secara praktis dapat digunakan sebagai bahan bakar pada kondisi kering udara (kadar air 12%) dengan nilai kalor berkisar 4 000 kkal/kg.
- Nilai penghematan menjalankan program penanaman kayu energi adalah Rp 6.8 Milyar per tahun pada suku bunga 9%. Nilai ini dapat digunakan untuk membiayai kegiatan program penanaman kayu energi dari penanaman sampai penebangan pada areal seluas 450 ha.
- Kegiatan penanaman lahan sekitar pabrik semen untuk penyediaan kayu energi secara ekonomis layak untuk dijalankan.
- Analisis kuantitatif program penanaman kayu energi bersama masyarakat menunjukkan bahwa masyarakat sangat diuntungkan oleh perusahaan dengan program ini.

Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- (1) menanam kayu yang cepat tumbuh dan daur pendek sebagai bahan baku substitusi batubara karena secara ekonomis layak untuk dikerjakan;
- (2) melanjutkan kegiatan penanaman kayu energi di sekitar areal pertambangan bersama masyarakat demi kepentingan perbaikan kualitas lingkungan, citra perusahaan, dan pemberdayaan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J. 2007. Aplikasi Excel dalam Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta: PT. Elex Media Computindo.
- Asmarahman, C. 2008. Pemanfaatan mikoriza dan rhizobium untuk meningkatkan pertumbuhan semai kayu energi pada media lahan pasca tambang semen [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan.
- Bertschinger, P. 2006. Laporan Pelaksanaan RKL dan RPL PT Holcim Indonesia Tbk. Bogor: Pabrik Narogong.
- Budhiwijayanto, E. 2008. Harga Jual Batu bara Akan Naik. Website Kantor Berita Antara <http://www.antara.co.id/arc/2007/12/18/harga-jual-batubara-bakal-naik.mht>.
- Buongiorno, J., Zhu, S., Zhang, D., Turner, J., and Tomberlin, D. 2003. *The Global Forest Product Model. Structure, Estimation and Application*. California, USA: Academic Press.
- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., and Schmulsky, R. 2003. *Forest Product and Wood Sciences an Introduction*. Ames: IOWA State University Press.
- Kasmir dan Jakfar. 2003. Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Puspaningsih, N. 2007. Pemodelan spasial dalam pemantauan reforestasi kawasan pertambangan PT. INCO di Soroako Sulawesi Selatan [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana IPB.
- Saksono, M. 2006. PT. Semen Padang Menggalakkan Sumber Energi Alternatif. Media Indonesia Online. <http://www.mediaindo.co.id/berita.asp?id=90180>.
- Sumitro, A. 2003. Prospek Investasi dan Analisis Finansial Ekonomi Hutan Tanaman. Musi Hutan Persada Growing Company.

- Susanto, H. 2005. **Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Pabrik Semen.** Bandung: Institut Teknologi Bandung, LPPM.
- Susanto, H. 2006. **Studi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Pabrik Semen.** Bandung: Institut Teknologi Bandung, LPPM.
- Widagdo, S. 2004. **Batu bara; Dilema antara Energi Strategis Nasional atau Komoditi.** <http://turing.freelists.org/archives/geologiugm/01-2005/msg00133.html>.