

## ENERGI ALTERNATIF UNTUK INDONESIA DI MASA DEPAN

### ALTERNATIVE ENERGY FOR INDONESIA IN THE FUTURE

---

Eka Mulyana<sup>1)</sup> dan Asti Istiqomah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

<sup>2)</sup>Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan FEM IPB  
Email: <sup>1)</sup>eka.agri@gmail.com; <sup>2)</sup>asti.istiqomah@gmail.com

**Abstrak:** Krisis energi dunia yang terjadi pada dekade terakhir telah mendorong pengembangan energi alternatif yang berasal dari sumberdaya energi terbarukan (*renewable resources*). Untuk mendorong pengembangan energi alternatif ini, pemerintah telah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional yang diantaranya menetapkan target produksi biofuel pada tahun 2025 sebesar 5% dari total kebutuhan energi minyak nasional dan menugaskan Departemen Kehutanan untuk memberikan kontribusinya dan berperan aktif dalam pengembangan bahan baku biofuel. Energi alternatif yang dibahas dalam paper ini yaitu biofuel, panas bumi, energi surya dan biogas. Untuk energi biofuel, panas bumi dan energi surya dianalisis secara deskriptif sedangkan biogas dianalisis dengan analisis biaya manfaat. Energi surya merupakan energi yang akan tetap ada akan tetapi saat ini biaya produksi energi tersebut masih sangat mahal sehingga perlu pengembangan teknologi untuk efisiensi. Sedangkan energi panas bumi memiliki biaya produksi yang relatif lebih murah dibandingkan dengan energi surya namun masih relatif lebih mahal dibandingkan biofuel. Namun, Indonesia memiliki potensi yang besar dalam panas bumi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sehingga untuk saat ini mungkin pengembangan biofuel, panas bumi dan biogas secara bersama-sama merupakan alternatif yang paling cocok untuk dikembangkan di Indonesia dimana biofuel lebih fokus untuk transportasi, panas bumi lebih difokuskan untuk listrik dan biogas untuk kebutuhan bahan bakar.

**Kata kunci:** krisis energi, energi alternatif, biofuel, panas bumi, dan energi surya.

**Abstract:** World energy crisis that occurred in the last decade has prompted the development of alternative energy derived from renewable energy resources (*renewable resources*). To encourage the development of alternative energy, the government has issued a National Energy Policy that sets a target such as biofuel production in 2025 amounted to 5% of the total energy needs of the national oil and assigned the Ministry of Forestry to contribute and play an active role in the development of biofuel feedstocks. Alternative energy are discussed in this paper, namely biofuels, geothermal, solar energy and biogas. For energy biofuel, geothermal and solar energy while biogas analyzed descriptively analyzed with cost benefit analysis. Solar energy is the energy that will still be there but this time the energy production cost is very expensive so it is necessary the development of technology for efficiency. While geothermal energy has a cost of production is relatively less expensive compared to solar energy but still relatively more expensive compared to biofuels. However, Indonesia has an enormous potential in geothermal energy that has not been used optimally. So for now may be the development of biofuels, geothermal and biogas together is the most suitable alternative for biofuel development in Indonesia where more focus to transportation, more focused on geothermal power and biogas for fuel requirements.

**Keywords:** energy crisis, alternative energy, biofuels, geothermal, and solar energy.

## PENDAHULUAN

Selama ini kebutuhan energi bahkan kebutuhan dunia masih mengandalkan minyak bumi sebagai penyangga utama kebutuhan energi. Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa sumber energi ini semakin langka dan mahal. Bagi Indonesia masalah energi perlu mendapatkan penanganan yang khusus karena sekitar 80 % kebutuhan energi di Indonesia dipenuhi oleh minyak bumi (data 2002). Selain itu, harga minyak dan konsumsi minyak bumi yang cenderung meningkat dengan pesat setiap tahun serta banyaknya sumber-sumber alternatif di Indonesia yang perlu dikembangkan.

Krisis energi dunia yang terjadi pada dekade terakhir telah mendorong pengembangan energi alternatif yang berasal dari sumberdaya energi terbarukan (*renewable resources*). Untuk mendorong

pengembangan energi alternatif ini, pemerintah telah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional yang diantaranya menetapkan target produksi biofuel pada tahun 2025 sebesar 5% dari total kebutuhan energi minyak nasional dan menugaskan Departemen Kehutanan untuk memberikan kontribusinya dan berperan aktif dalam pengembangan bahan baku biofuel termasuk pemberian ijin usaha pemanfaatan hutan tanaman terutama areal yang tidak produktif serta ijin usaha pemanfaatan hutan alam. Untuk mendorong pengembangan dan implementasi biofuel tersebut, Pemerintah telah mengeluarkan beberapa kebijakan yaitu:

1. Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional
2. Keputusan Presiden No. 10 Tahun 2006 tentang Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati untuk Percepatan Pengurangan Kemiskinan dan Pengangguran
3. Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain
4. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 0048 tahun 2005 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) serta Pengawasan Bahan Bakar Minyak, Bahan Bakar Gas, Bahan Bakar Lain, LPG, LNG dan Hasil Olahahan yang Dipasarkan di Dalam Negeri
5. Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 3674K/24/DJM/2006 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar yang Dipasarkan Dalam Negeri.
6. UU No.30 Th.2007 tentang Energi.

Paper ini akan membahas tiga energi alternatif (*renewable resource*) yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia yaitu biofuel nyamplung, panas bumi, energi surya dan biogas.

## METODE

### Analisis Deskriptif

Pembahasan mengenai energi alternatif biofuel, panas bumi dan energi surya dilakukan secara deskriptif. Pembahasan meliputi potensi, kelebihan dan kekurangan serta hambatan pengembangannya.

### Analisis Biaya Manfaat Pengembangan Biogas

Data serta informasi yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan bantuan komputer, yakni program *Microsoft Excel 2007*. Data dan informasi tersebut sebelumnya dikelompokkan kedalam biaya dan manfaat, kemudian dilakukan analisis secara kualitatif dan kuantitatif.

### Analisis Kelayakan Finansial

Perhitungan secara finansial ini menggunakan komponen biaya dan manfaat untuk memudahkan pengelompokan kedua bagian tersebut dan juga menggunakan kriteria investasi untuk mengetahui tingkat kelayakan usaha secara kuantitatif.

#### a) Komponen Biaya dan Manfaat

Analisis dilakukan dengan mengelompokkan data yang didapat kedalam komponen biaya dan manfaat. Komponen biaya adalah segala bentuk pengeluaran yang dilakukan oleh usaha peternak yang memanfaatkan biogas. Pengeluaran ini terdiri dari beberapa bagian yaitu biaya investasi, biaya tetap, dan biaya variabel. Sedangkan yang termasuk kedalam komponen manfaat adalah segala bentuk pemasukan yang berasal dari produksi, baik itu berupa produk langsung seperti susu segar ataupun produk pendukung seperti biogas dan limbah biogas.

#### b) Kriteria Investasi

Menurut Nurmalina, dkk. (2009) metode yang dapat dipakai dalam penilaian aliran kas dari suatu investasi, atau yang biasa disebut dengan kriteria investasi, yaitu:

### 1. Net Present Value (NPV)

*Net Present Value (NPV)* dapat diartikan sebagai nilai sekarang dari arus pendapatan yang ditimbulkan oleh penanaman investasi. Secara matematis, perhitungan NPV proyek pengembangan biogas limbah ternak di Desa Suntenjaya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t} \quad 1)$$

Keterangan:

NPV = *Net Present Value* (Rp) dari proyek biogas limbah ternak di Desa Suntenjaya

Bt = *Benefit* atau manfaat dari proyek biogas pada tahun ke-t

Ct = *Cost* atau biaya dari proyek biogas pada tahun ke-t

i = Suku Bunga yang digunakan

t = Tahun ke-

### 2. Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return (IRR)* adalah tingkat bunga maksimum yang dapat dibayar oleh suatu usaha untuk sumberdaya yang digunakan, karena usaha tersebut memerlukan dana untuk pemenuhan biaya-biaya operasi dan investasi dari usaha baru sampai tingkat pengembalian modal. Secara matematis, perhitungan IRR proyek pengembangan biogas limbah ternak di Desa Suntenjaya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \quad 2)$$

Keterangan:

IRR = *Internal Rate of Return* dari proyek biogas limbah ternak di Desa Suntenjaya

$i_1$  = Suku Bunga yang menghasilkan NPV positif

$i_2$  = Suku Bunga yang menghasilkan NPV negatif

$NPV_1$  = NPV positif

$NPV_2$  = NPV negative

### 3. Net Benefit Cost Ratio (Net B/C Ratio)

Rasio ini diperoleh dengan membagi nilai sekarang arus manfaat (PV) dengan nilai sekarang arus biaya, yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara jumlah biaya yang dikeluarkan pada suatu usaha terhadap manfaat yang akan diperolehnya. Secara matematis, perhitungan *Net B/C Ratio* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Net\ B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t}} \longrightarrow \text{Dimana } \begin{cases} (Bt-Ct > 0) \\ (Bt-Ct < 0) \end{cases} \quad 3)$$

Keterangan:

Net B/C = *Net Benefit Cost Ratio* dari proyek biogas limbah ternak di Desa Suntenjaya

Bt = *Benefit* atau manfaat dari proyek biogas pada tahun ke-t

Ct = *Cost* atau biaya dari proyek biogas pada tahun ke-t

i = Suku Bunga yang digunakan

t = tahun ke-1 sampai tahun ke-15

## PEMBAHASAN

### Energi Alternatif Biofuel

Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) merupakan salah satu tanaman hutan yang memiliki prospek dan potensi tinggi untuk dikembangkan sebagai bahan baku biofuel. Biji nyamplung

dapat dikonversi menjadi biofuel dengan rendemen yang tinggi (diperkirakan mencapai 65%) dan dalam pemanfaatannya diduga tidak akan berkompetisi dengan kepentingan untuk bahan pangan.

Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kehutanan telah melaksanakan penelitian terhadap nyamplung untuk keperluan biofuel secara komprehensif. Hasil yang secara nyata dapat dimanfaatkan antarlain rekayasa mesin pengolah biji nyamplung untuk biofuel serta uji coba bahan bakar murni 100 % dari biofuel nyamplung. Departemen Kehutanan akan menindaklanjutinya dengan melakukan kegiatan pengembangan dalam Aksi Pengembangan Energi Alternatif berbasis Nyamplung di 12 lokasi target yang tercakup dalam 9 provinsi, yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Timur, Gorontalo, Maluku Tengah, dan Provinsi Papua serta kawasan hutan lainya yang punya potensi sumber daya.

### **Kondisi Pengembangan Energi Alternatif Biofuel (Nyamplung) Saat Ini**

#### **a. Potensi Biofuel**

Keunggulan nyamplung sebagai bahan baku energi nabati adalah daya survival tanaman sangat tinggi terbukti dengan penyebarannya yang merata hampir di seluruh daerah terutama pada daerah pesisir pantai di Indonesia antara lain: Taman Nasional (TN) Alas Purwo, TN Kepulauan Seribu, TN Baluran, TN Ujung Kulon, Cagar Alam (CA) Pananjung Pangandaran, Kawasan Wisata (KW) Batu Karas, Pantai Carita Banten, P. Yapen, Jayapura, Biak, Nabire, Manokwari, Sorong, Fakfak (wilayah Papua), Halmahera dan Ternate (Maluku Utara), TN Berbak (Pantai Barat Sumatera).

Rendemen minyak dari biji nyamplung relatif tinggi, yaitu potensial 65% dan terekstrak 40-45%. Hasil penafsiran tutupan lahan dari Citra satelit Landsat 7 ETM+ seluruh pantai di Indonesia tiap provinsi (2003), diduga tegakan alami nyamplung mencapai total luasan 480.000 Ha, dan sebagian besar ( $\pm 60\%$ ) berada dalam kawasan hutan.

#### **b. Kebijakan Pengembangan yang telah dilaksanakan**

Pengembangan tanaman nyamplung selama ini didasarkan atas beberapa hal antara lain:

##### **1. Konservasi dan Rehabilitasi lahan**

Tanaman nyamplung dipilih dalam upaya kegiatan konservasi dan rehabilitasi lahan terutama pada kawasan pinggir pantai. Pemilihan jenis tanaman ini didasarkan atas durabilitas tanaman, kesesuaian lahan dengan tempat tumbuh, kemudahan dalam membudidayakannya serta fungsi yang dimiliki sebagai wind breaker.

##### **2. Pembangunan DME (Desa Mandiri Energi)**

DME dikembangkan dengan konsep pemanfaatan energi setempat khususnya energi terbarukan untuk pemenuhan kebutuhan energi dan kegiatan yang bersifat produktif. Adapun tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas, kesempatan kerja dan kesejahteraan masyarakat pada umumnya melalui penyediaan energi terbarukan yang terjangkau dan berkelanjutan. Terkait hal di atas, telah disusun Renstra DME 2009-2014, dengan kegiatan mencakup: 1) Ketahanan Energi, 2) Diversifikasi Energi, 3) Pemanfaatan Sumber Daya Energi Terbarukan, 4) Pengembangan Skema Pembiayaan, 5) Pengembangan teknologi Tepat Guna, 6) Penelitian dan Pengembangan Teknologi Energi Terbarukan

#### **c. Permasalahan**

Pada saat ini sebenarnya potensi hutan nyamplung baik alam yang dikelola oleh Taman Nasional, dan Perum Perhutani berbentuk hutan tanaman sudah menghasilkan buah, namun kondisinya belum terpelihara dengan baik, sehingga produktivitas buah/biji belum optimal. Kendala yang kemungkinan dihadapi dalam pengembangan energi alternatif di pedesaan antara lain: 1. Tingkat pendapatan di pedesaan masih rendah untuk mampu membiayai kebutuhan energi listrik, 2. Kemampuan masyarakat pedesaan untuk menjamin keberlangsungan instalasi pembangkit baik dari aspek manajemen maupun aspek tekniknya masih rendah, 3. Subsidi energi listrik dan BBM mengakibatkan harga energi yang diproduksi dari sumber energi terbarukan tertentu oleh masyarakat pedesaan kurang kompetitif, 4. Lokasi Geografis Desa yang tersebar dan 5. Infrastruktur Desa masih kurang memadai

### **Energi Alternatif Panas Bumi**

Kebijakan Energi Nasional (Perpres No. 5 th 2006) menargetkan kontribusi energi panas bumi dalam bauran energi nasional sebesar 5 % pada tahun 2025 atau sekitar 9500 MW. Untuk mewujudkan target tersebut telah disusun *road map* pengembangan energi panas bumi yang memberikan kerangka waktu bagi pencapaiannya. Berbagai regulasi yang mendukung peningkatan pemanfaatan energi panas bumi telah dikeluarkan pemerintah, terakhir dengan ditetapkannya Peraturan Pemerintah No. 59 tahun 2007 tentang Kegiatan Usaha Panas Bumi yang mengatur tentang penetapan wilayah kerja, lelang wilayah kerja, serta ijin usaha pertambangan panas bumi.

### **Kondisi Pengembangan Energi Alternatif Panas Bumi Saat Ini**

Untuk mendukung target pemanfaatan energi panas bumi sebagaimana tertuang dalam KEN, dari sisi hulu Badan Geologi melaksanakan survei dan eksplorasi panas bumi di seluruh wilayah hukum Indonesia. Potensi panas bumi Indonesia yaitu 27189 Mwe namun hanya 3 persen yang baru dimanfaatkan atau sekitar 807Mwe (Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, ITB)

Sampai dengan November 2007, tercatat ada 256 daerah panas bumi dengan potensi 27.441 MW yang tersebar dari propinsi Nangroe Aceh Darussalam hingga Irian Jaya Barat (tabel 4). Dari 256 daerah panas bumi tersebut, sekitar 203 lokasi (80 %) berasosiasi dengan jalur gunung api Kuartar dan 53 lokasi (20 %) lainnya berada di luar jalur tersebut. Apabila dilihat dari status penyelidikannya, dari 256 daerah panas bumi yang ada 159 lokasi (62,1 %) daerah panas bumi masih pada tahap penyelidikan pendahuluan atau inventarisasi dengan potensi pada kelas sumber daya spekulatif (Gambar 2). Daerah yang telah disurvei secara rinci melalui eksplorasi permukaan dengan atau tanpa pengeboran landaian suhu sebanyak 82 lokasi (32,04%). Dari sisi pemanfaatan untuk energi listrik, saat ini baru 7 lokasi atau 2,73 % lapangan panas bumi yang telah berproduksi dengan kapasitas total terpasang 962 MW.

Perkembangan potensi panas bumi dalam tiga tahun terakhir adalah 27.483 MW pada tahun 2005, 27.510 MW tahun 2006 dan 27.441 MW pada November 2007. Dilihat dari jumlah potensi, terlihat pada tahun 2007 mengalami penurunan namun demikian terjadi peningkatan status potensi pada kelas cadangan terduga (Gambar 3). Dari sisi peningkatan status potensi panas bumi, pada tahun 2005 terdapat peningkatan status potensi sebesar 286 MW pada kelas cadangan terduga dan 322 MW pada kelas cadangan mungkin. Tahun 2006, terdapat peningkatan potensi pada kelas cadangan terduga sebesar 232 MW dan pada tahun 2007 sampai bulan November sebesar 191 MW. Dari sisi penambahan lokasi daerah panas bumi baru, pada tahun 2005 terdapat penambahan 1 lokasi yaitu daerah panas bumi Lompio di Sulawesi Tengah, dan pada tahun 2006 terdapat penambahan 3 lokasi yaitu yaitu daerah panas bumi Kepala Madan, Waeapo, dan Batabual dimana ketiganya berada di propinsi Maluku.

Emisi dari pembangkit listrik panasbumi sangat rendah bila dibandingkan dengan minyak dan batubara. Karena emisinya yang rendah, energi panasbumi memiliki kesempatan untuk memanfaatkan *Clean Development Mechanism* (CDM) produk Kyoto Protocol. Mekanisme ini menetapkan bahwa negara maju harus mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 5.2% terhadap emisi tahun 1990, dapat melalui pembelian energi bersih dari negara berkembang yangproyeknya dibangun diatas tahun 2000. Energi bersih tersebut termasuk panas bumi.

Di samping itu, pemakaian lahan untuk energi panas bumi juga relatif minim. Bila dibandingkan dengan batubara, PLTP (panas bumi) membutuhkan lahan 0,4 – 3,2 hektar per MW sedangkan PLTU (batubara) membutuhkan lahan 7,7 hektar per MW.

### **Energi Surya**

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang sangat besar ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebageian kecil 0,25 % ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis

lainnya. Dalam keadaan cuaca yang cerah, sebuah sel surya akan menghasilkan tegangan konstan sebesar 0.5 V sampai 0.7 V dengan arus sekitar 20 mA dan jumlah energi yang diterima akan mencapai optimal jika posisi sel surya (tegak lurus) terhadap sinar matahari selain itu juga tergantung dari konstruksi sel surya itu sendiri. Ini berarti bahwa sebuah sel surya akan menghasilkan daya  $0.6 \text{ V} \times 20 \text{ mA} = 12 \text{ mW}$ .

### Upaya Pemanfaatan Energi Surya Di Indonesia

Indonesia yang merupakan daerah sekitar khatulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir 2 juta, penyinaran matahari lebih dari 6 jam sehari atau sekita 2.400 jam dalam setahun. Bagi Indonesia upaya pemanfaatan energi surya mempunyai berbagai keuntungan yang antara lain adalah:

- Energi ini tersedia dengan jumlah yang besar di Indonesia.
- Sangat mendukung kebijakan energi nasional tentang penghematan, diversifikasi dan pemerataan energi.
- Memungkinkan dibangun di daerah terpencil karena tidak memerlukan transmisi energi maupun transportasi sumber energi.

Energi matahari ini memerlukan biaya yang sangat mahal sehingga belum efisien bila untuk dikembangkan saat ini. Berikut adalah biaya produksi listrik dengan dengan berbagai sumberdaya alam di Amerika Serikat tahun 2002 (Simanjuntak, Sahat, 2009).

**Tabel 1.** Biaya produksi listrik dengan berbagai sumberdaya alam di Amerika Serikat tahun 2002.

Sumber daya	Biaya sen dollar/kwh
Coal	1-4
Gas	2.3-5
Wind	5-7
Nuclear	6-7
Oil	6-8
Solar	25-50

Sumber: Nathan S. Lewis (2004)

Apabila nilai - nilai sumberdaya alam tersebut telah mencapai titik *choke price*, kemungkinan besar *back stop technology* yang akan dikembangkan adalah tenaga surya (*solar power*) dan atau energi fusi (*fusion energy*).

### Energi alternatif Biogas

#### Analisis Finansial Usaha Peternakan Sapi Perah

Analisis finansial usaha peternakan sapi perah mengacu pada kondisiusaha peternakan yang memiliki produk utama susu segar dimana tidakterdapat pengembangan biogas dari limbah kotoran ternak yang dihasilkan. Kelayakan investasi dari usaha peternakan sapi perah dilihat melalui empatkriteria utama, yakni Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), NetBenefit Cost Ratio (Net B/C), serta Payback Periode (PP). Apabila nilai NPV yang diperoleh lebih besar dari nol ( $NPV > 0$ ), IRR lebih besar dari discount rate ( $IRR \geq 5,75 \%$ ), dan Net B/C lebih besar atau sama dengan satu ( $Net B/C \geq 1$ ) maka usaha peternakan dikatakan layak untuk dijalankan. Berdasarkan perhitungan kriteria investasi yang dilakukandengan umur usaha 15 tahun, didapatkan hasil pada tabel 2:

**Tabel 2.** Hasil perhitungan kriteria investasi usaha peternakan sapi perah.

NPV	83.509.201
IRR	17%
NET B/C	1,6

Nilai NPV yang diperoleh sebesar Rp 83.509.201,00, yang menunjukkan bahwa manfaat bersih atau keuntungan yang diperoleh peternakan sapi perah selama 15 tahun dengan tingkat diskonto 5,75% sebesar Rp 83.509.201,00. Nilai tersebut lebih besar dari 0, sehingga berdasarkan kriteria NPV, usaha peternakan sapi perah skala besar layak untuk dijalankan. Sementara itu, IRR dari usaha

peternakan sapi perah sebesar 17%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pengembalian dari investasi yang ditanamkan pada usaha peternakan sapi perah skala besar sebesar 17%. Nilai ini lebih besar dari tingkat diskonto yang digunakan yakni 5,75% ( $IRR (17\%) > 5,75\%$ ) maka, dapat dikatakan bahwa usaha peternakan layak untuk dijalankan. Nilai ini juga menunjukkan bahwa usaha peternakan sapi perah skala besar akan tetap layak untuk dijalankan hingga tingkat IRR mencapai 17%.

Perhitungan Net B/C yang dilakukan, menghasilkan nilai sebesar 1,6 yang menunjukkan bahwa setiap satu satuan biaya yang dikeluarkan untuk usaha peternakan sapi perah skala besar akan memberikan keuntungan yang nilainya sebesar 1,6 satuan. Nilai Net B/C ini lebih besar dari satu ( $Net\ B/C (1,6) > 1$ ) maka pada kriteria ini, usaha peternakan skala besar layak untuk dijalankan.

### Analisis Biaya Manfaat dalam Integrasi Usaha Peternakan Sapi Perah dan Usaha Pengembangan Biogas

Rangkaian kegiatan PTL BPPT melalui program PKPP Ristek yaitu dalam melakukan diseminasi teknologi biogas. Kegiatan tersebut dilakukan melalui pembangunan unit percontohan pengolahan limbah kotoran hewan menjadi biogas. Usaha peternakan sapi perah yang terdapat di Desa Suntenjaya Kecamatan Lembang mendapatkan bantuan dari BPPT yang bertujuan untuk mengurangi pembuangan limbah ternak ke dalam aliran sungai. Dalam menjalankan usahanya, peternak membutuhkan reaktor biogas, kompor biogas. Reaktor biogas yang digunakan di Desa Suntenjaya berkapasitas  $6m^3$  yang biayanya sebesar Rp 6.000.000,00, selain reaktor biogas, juga dibutuhkan kompor biogas dalam integrasi usaha peternakan sapi perah dan usaha pengembangan biogas, biaya yang dibutuhkan untuk satu unit kompor biogas ialah Rp 200.000,00. Sedangkan untuk mengalirkan kotoran biogas menuju kompor diperlukan pipa paralon sebanyak enam batang.

**Tabel 3.** Tambahan biaya investasi dalam integrasi usaha peternakan sapi perah dan usaha pengembangan biogas.

No	Biaya Investasi	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1.	Reaktor Biogas	1	Unit	6.000.000	6.000.000
2.	Kompor Biogas	1	Unit	200.000	200.000
3.	Pipa Paralon	6	Batang	12.000	72.000
<b>Total Biaya Investasi</b>					6.272.000

Berdasarkan komponen biaya dan manfaat tersebut, dapat dilakukan perhitungan kriteria investasi untuk menentukan tingkat kelayakan dalam integrasi usaha peternakan sapi perah dan usaha pengembangan biogas dari limbah ternak (tabel 8).

**Tabel 4.** Perhitungan kriteria investasi dalam integrasi usaha peternakan sapi perah dan usaha pengembangan biogas.

<b>NPV</b>	83.778.034
<b>IRR</b>	17%
<b>NET B/C</b>	1,6
<b>Payback Periode (Tahun ke-)</b>	9 tahun 10 bulan

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan hasil bahwa nilai NPV sebesar Rp 83.778.034,00, yang menunjukkan bahwa manfaat bersih atau keuntungan yang diperoleh peternakan sapi perah dengan pengembangan biogas selama 15 tahun dengan tingkat diskonto 5,75 % sebesar Rp 83.778.034,00. Nilai NPV ini lebih besar dari 0, sehingga layak untuk dijalankan.

Pada nilai IRR, didapatkan sebesar 17 % yang menunjukkan bahwa tingkat pengembalian dari investasi yang ditanamkan pada usaha peternakan sapi perah dengan pemanfaatan biogas sebesar 17%. Nilai ini lebih besar dari tingkat diskonto yang digunakan yakni sebesar 5,75% maka layak untuk dijalankan. Lalu untuk perhitungan Net B/C, didapatkan nilai sebesar 1,6 yang menunjukkan bahwa

setiap satusatuan biaya yang dikeluarkan untuk usaha peternakan sapi perah skala besar akan memberikan keuntungan yang nilainya sebesar 1,6 satuan. Nilai Net B/C inilebih besar dari satu maka pada kriteria ini, usaha peternakanskala besar layak untuk dijalankan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa usaha peternakan sapi perah dengan adanya pengembangan biogas layak untuk dijalankan. Rincian perhitungan investasi integrasi usaha ternak sapi perah dengan pengembangan biogas dapat dilihat pada Lampiran 3.

Proyek pengembangan biogas ini lebih menguntungkan dari usaha peternakan sapi perah saja, meskipun hasil dari NPV, *Payback Periode*, IRR, Net B/C tidak jauh berbeda, namun tujuan dari proyek pengembangan biogas ini lebih ke arah lingkungan untuk menghindari kerugian lingkungan yang terjadi. Pendapatan yang tidak jauh berbeda ini karena pemanfaatan yang belum optimal oleh para peternak, dari kapasitas  $4m^3$  reaktor biogas di Desa Suntenjaya setiap harinya para peternak memasukkan 15-20 kg kotoran sapi mereka. Pengembangan biogas ini memiliki kekurangan dan kelebihan, seperti harga reaktor biogas yang cukup mahal untuk penduduk di Desa Suntenjaya, namun memiliki manfaat yang besar dan menjadi solusi dari pencemaran air yang terjadi, sebagai solusi alternatif pengelolaan kotoran ternak maka masalah lingkungan akibat limbah ternak dapat diatasi dan dimanfaatkan secara produktif, selain itu juga menjadi jawaban konkrit dari terjadinya krisis energy.

### **Hambatan Pengembangan Energi Alternatif**

Beberapa hambatan yang dialami dalam pengembangan energi alternatif, antara lain:

- Biaya investasi awal cukup tinggi, karena peralatan umumnya masih teknologi impor, sehingga harga energinya relatif tinggi yang mengakibatkan tidak kompetitif dengan energi konvensional
- Minat swasta khususnya di bidang bisnis energi alternatif masih sangat rendah, karena pasar energi alternatif masih terbatas
- Kemampuan jasa dan industri energi alternatif dalam negeri masih kurang
- Subsidi BBM dapat mengakibatkan energi alternatif menjadi sulit berkembang
- Kemampuan sumber daya manusia masih relatif rendah terutama untuk energi alternatif yang belum komersial.

## **KESIMPULAN**

Dari ketiga energi alternatif (*renewable resource*) yang sudah dibahas, maka terdapat kelebihan dan kekurangan dari masing-masing energi alternatif. Energi surya merupakan energi yang akan tetap ada akan tetapi saat ini biaya produksi energi tersebut masih sangat mahal sehingga perlu pengembangan teknologi untuk efisiensi. Sedangkan energi panas bumi memiliki biaya produksi yang relatif lebih murah dibandingkan dengan energi surya namun masih relatif lebih mahal dibandingkan biofuel. Namun, Indonesia memiliki potensi yang besar dalam panas bumi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sehingga untuk saat ini mungkin pengembangan biofuel dan panas bumi secara bersama-sama merupakan alternatif yang paling cocok untuk dikembangkan di Indonesia dimana biofuel lebih fokus untuk transportasi sedangkan panas bumi lebih difokuskan untuk listrik. Akan tetapi, untuk jangka sangat panjang, perlu dikembangkan teknologi untuk efisiensi biaya produksi energi alternatif terutama energi surya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Menuju Desa Mandiri Energi Dengan Biogas dalam <http://www.bppt.go.id/index.php/terkini/62-> teknologi-kelautan-dan-kedirgantaraan/1233-menuju-desa-mandiri-energi-dengan-biogas yang diakses pada tanggal 22 November 2012, 2012.
- Departemen Kehutanan. Draft Rencana Aksi Pengembangan Energi Alternatif Berbasis Tanaman Nyamplung 2010-2014. 2010.
- Fauzi, Akhmad. Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2004.

- Ganesha. [Biogas Energi Alternatif Masa Depan](http://biogasganesha.wordpress.com/2011/11/21/7/) dalam <http://biogasganesha.wordpress.com/2011/11/21/7/> Diakses pada tanggal 22 November 2012, 2011.
- Gittinger. *Analisa Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian*. Jakarta: UI-Press., 1986.
- Kasbani, Suhanto E., dan Dahlan. “Kesiapan Data Potensi Panas Bumi Indonesia Dalam Mendukung Penyiapan Wilayah Kerja.” *Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007*, Pusat Sumberdaya Geologi, 2007.
- Kementerian Energi Sumber Daya dan Mineral. *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia*. ESDM, Jakarta, 2011.
- Manan, Saiful. “Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Efisien, Handal, dan Ramah Lingkungan di Indonesia.”
- Nathan S. Lewis, *Powering the Planet*, Division of Chemistry and Chemical Engineering California Institute of Technology, Pasadena, CA 2004
- Prakoso, Tirto dan Hidayat, AN. “Potensi Biodiesel Indonesia.” ITB.
- Saptadji, Nenny. “Sumberdaya Panas Bumi: Energi Andalan Yang Masih Tertinggalkan.” Institut Teknologi Bandung, (2006)
- Simanjuntak, Sahat. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan Menghadapi Krisis Air*, Pangan dan Energi. Bogor: IPB Press., 2009.
- Teguh, Ana, dkk. “Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian Untuk Energi Biogas.” Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Serpong, Jakarta, (2007)
- Wahyuni, Sri. *Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2009.
- Wulandari, Inda. “Analisis Kelayakan Proyek Instalasi Biogas Dalam Mengelola Limbah Ternak Sapi Perah (Kasus di Kelurahan Kebon Pedes Bogor).” Skripsi. Bogor: Departemen Agribisnis Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, (2007)

