

ANALISA EKONOMI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN

Sakti Sitindjak

Peneliti Bidang Analisa Sistem LAPAN

ABSTRACT

The Economic analysis is directed toward determining whether the project is likely to contribute significantly to the development of the economy with emphasizing total revenue, total benefits for security or economic growth as a whole without considering investors and users of such project's results. The analysis is also related to financial analysis considering project capability to return money on investment. In the financial analysis, cost-benefit analysis, Net Present Value, Internal Rate of Return, and Cost-Benefit Ratio are generally applied.

Development and utilization of wind energy technology for supplying electricity in Indonesia constitute efforts in order to enhance the contribution of renewable energy for availability of electric power particularly to meet need of society in rural and isolated areas which have not yet access to state owned Electrical Company (PLN).

In this paper, application of financial analysis to assess feasibility of wind energy conversion system is shown. In this application, wind energy conversion system with capacity of 2,5 kW is compared with capacity of 10 kW.

ABSTRAK

Analisa ekonomi adalah suatu analisa untuk mengetahui layak tidaknya suatu kegiatan untuk dilaksanakan dan titik beratnya adalah hasil total, produktivitas dan keuntungan untuk masyarakat atau perekonomian secara menyeluruh tanpa melihat siapa penyandang dana dan siapa penerima hasil. Analisa tersebut berkaitan juga dengan analisa finansial yang mempertimbangkan kemampuan proyek untuk mengembalikan dana yang digunakan. Dalam analisa finansial ini biasanya digunakan Cost-Benefit Analysis, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) dan Cost Benefit Ratio (CBR).

Pengembangan dan pemanfaatan teknologi energi angin untuk listrik di Indonesia merupakan upaya peningkatan kontribusi energi terbarukan (ET) dalam membantu penyediaan energi listrik khususnya bagi pedesaan dan daerah terpencil yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN.

Dalam makalah ini akan ditunjukkan penerapan analisa keuangan untuk mengetahui kelayakan sistem pembangkit listrik tenaga angin dan sebagai kasus telah dibandingkan SKEA kapasitas 2,5 kW terhadap SKEA kapasitas 10 kW.

1 PENDAHULUAN

Pembangunan nasional di Indonesia dicanangkan untuk pemerataan pembangunan di berbagai bidang dan sektor yang sekaligus menjadi tantangan bagi pemerintah maupun masyarakat untuk mewujudkannya, salah satu di antaranya adalah penyediaan energi. Dalam konteks penyediaan energi bagi pembangunan, banyak orang telah menyadari bahwa keunikan energi adalah sesuatu kebutuhan yang mutlak untuk menopang pembangunan.

Energi adalah bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan dan kegiatan umat manusia dan merupakan tulang punggung utama kegiatan ekonomi, pembangunan dan kegiatan masyarakat lainnya. Ketergantungan pengadaan energi baik dari sumber daya energi maupun dari segi teknologi penyediaan energi sebaiknya dihindari, dan usaha kemandirian dalam bidang ini seharusnya menjadi kebijaksanaan pemerintah.

Indonesia termasuk salah satu negara di dunia dengan sumberdaya energi yang cukup bervariasi, mencakup hampir semua sumber dari

energi yang pernah dikonversikan, yaitu minyak bumi, gas, batu bara, panas bumi, air, surya, angin, gelombang laut, biomassa dan nuklir. Meskipun dengan kuantitas dan kualitas yang bervariasi.

Namun dan segi penguasaan iptek harus diakui bahwa, teknik penyediaan energi Indonesia masih jauh ketinggalan dengan negara-negara industri baru, seperti Korea atau India. Oleh karena itu program penguasaan dan program riset bidang energi perlu diprioritaskan dan dikoordinasikan sebaik mungkin serta diarahkan terutama menuju kemandirian penyediaan.

Kemandirian dalam penyediaan energi bukan saja dalam kegiatan eksplorasi, eksploitasi dan konversi, namun juga menyangkut rekayasa dan manufaktur yang perlu dikoordinasikan secara integral. Kemampuan dan kemandirian dalam aspek luas sudah barang tentu akan membuka lapangan kerja yang besar yang pada gilirannya akan memberikan efek bola salju terhadap lapangan kerja lainnya. Tersedianya energi merupakan masalah kelangsungan perkembangan ekonomi dan pembangunan suatu negara.

Dewasa ini informasi merupakan salah satu kebutuhan baik untuk masyarakat kota, masyarakat desa dan seluruh lapisan masyarakat. Salah satu cara utama agar dapat menikmati atau mendapatkan informasi tersebut adalah tersedianya sarana media elektronik baik radio, TV dan lain sebagainya yang semuanya membutuhkan tenaga listrik yang saat ini pada umumnya dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Bagi masyarakat desa dan tempat-tempat terpencil yang masih belum terjangkau jaringan listrik, teknologi baru yang dapat memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia di daerahnya untuk pembangkit listrik selalu didambakan, sehingga tidak jauh ketinggalan dengan daerah lain yang telah menikmati listrik.

Dilihat dari struktur perindustrian, Indonesia saat ini sudah mulai beranjak dari perekonomian subsistem menuju perekonomian pengeksport bahan baku dan akan sedang dalam proses industrialisasi. Dari struktur perindustrian tersebut dapat dilihat pentingnya peranan energi,

tanpa tersedianya energi tahapan struktur industri tersebut takkan dapat dilalui dan pembangunan akan lumpuh, kualitas kehidupan manusia dan kemakmuran dalam berbagai bidang tidak akan dapat dicapai.

Pemenuhan kebutuhan akan energi listrik di Indonesia pada umumnya dapat dilakukan melalui pemanfaatan tenaga disipati dengan menggunakan minyak bumi, tenaga air, batu bara, gas alam, dan sumber daya lainnya seperti tenaga ombak, matahari dan angin, tetapi dalam kenyataannya saat ini pemenuhan energi sebagian besar dilakukan dengan menggunakan minyak bumi, tenaga air, dan batu bara.

Pencapaian pemukiman dan pertumbuhan penduduk serta pertumbuhan industri mengakibatkan permintaan akan energi semakin meningkat. Kenyataan menunjukkan bahwa belum semua dapat menikmati energi dan baru sebagian masyarakat dapat menggunakan energi untuk penerangan, TV, radio, kulkas, dan peralatan rumah tangga lainnya. Dengan demikian, sumber-sumber energi alternatif seperti energi terbarukan harus dikembangkan.

Pemanfaatan potensi angin dalam penyediaan energi telah dikembangkan dan dimanfaatkan. Peran energi angin dalam penyediaan perlu ditingkatkan terutama penggunaannya bagi daerah pedesaan dan terpencil. Dalam pengembangan teknologi energi angin perlu juga memperhitungkan aspek ekonominya untuk mengetahui sejauh mana pengembangan sistem tersebut layak dari sisi pengusaha, yaitu dari keuntungan, dan efisien bagi pengguna.

Untuk mengetahui layak tidaknya sistem, penilaian utama adalah pada aspek keuangan. Dalam makalah ini dibahas aspek ekonomi dan finansial SKEA yang meliputi perhitungan biaya investasi, biaya operasional, perhitungan laba-rugi maupun kelayakan lainnya, seperti Cost-Benefit Analysis, Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) dan Cost Benefit Ratio (C/B Ratio).

Perhitungan-perhitungan ini digunakan untuk membandingkan dua Sistem Konversi Energi Angin, yaitu

- a. SKEA, dengan Kapasitas terpasang 1 unit 10 kW = 10 kW, produksi tahunan 22.500 kWh.
- b. SKEA, dengan Kapasitas terpasang, 4 x 2,5 kW = 10 kW, produksi tahunan 41.360 kWh.

2 METODE ANALISIS

Metode yang digunakan dalam Analisa ekonomi sistem pembangkit listrik tenaga angin ini adalah metoda deskriptif. Artinya semua data ataupun fakta yang terkait diutarakan secara jelas, dan kemudian dianalisis dengan memperhatikan faktor-faktor berpengaruh untuk memberikan kesimpulan.

Data ataupun fakta yang terkait akan digali dari berbagai sumber yang kompeten, antara lain (i) Proyek-proyek percontohan Sistem Konversi Energi Angin, (ii) Data Angin dan Prospek Pemanfaatan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Indonesia, (iii) Analisa Ekonomi Pemanfaatan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dan (iv) Berbagai faktor yang perlu diperhatikan dalam pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

3 SISTEM KONVERSI ENERGI (SKEA)

Berbagai gejala yang dapat dialami bangsa Indonesia di masa mendatang, untuk menghadapi kemungkinan tersebut diperlukan upaya-upaya untuk menjaga agar penyediaan energi sebagai tulang punggung pembangunan dan kehidupan tidak terganggu. Karenanya keefektifan pola penguasaan perlu ditingkatkan. Peningkatan dan pemanfaatan iptek dalam penyediaan dan pemanfaatan energi yang beraneka ragam di bumi Indonesia perlu dilakukan dengan memperhatikan kelestarian lingkungan hidup.

Dalam rangka meningkatkan kemandirian penyediaan energi berbasis lingkungan, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sebagai salah satu instansi pemerintah, yang bergerak dalam penelitian dan pengembangan iptek kedirgantaraan telah melakukan penelitian dan pengembangan teknologi

PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin). Konfigurasi umum sistem terpasang, meliputi turbin angin, kontrol panel, monitor, kabel daya dan distribusi, menara dan fondasi, baterai penyimpanan dan kelengkapan, dan inventer (mempakan pilihan tergantung pada skala pemanfaatan).

Produksi energi turbin ditentukan berdasarkan daya angin yang tersedia dan dengan memperhatikan kebutuhan energi (demand) dirancang sistem yang efisien. Energi yang diperoleh berdasarkan atas survei kebutuhan lokasi dan data kebutuhan, kemudian dianalisa untuk mengetahui sejauh mana penyediaan energi dapat memenuhi kebutuhan masyarakat setempat.

Berdasarkan kriteria Sistem Konversi Energi Angin (SKEA), sistem ini sangat sesuai dikembangkan dan digunakan di pedesaan atau daerah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik dan kecepatan anginnya memadai. Saat ini LAPAN telah mampu mengembangkan SKEA dan telah membangun instalasi SKEA di Jepara yang merupakan salah satu percontohan pemanfaatan energi angin dan dirujukan sebagai sarana pemasyarakatan dan pengembangan teknologi energi angin dengan harapan sistem ini merupakan salah satu alternatif penyediaan energi bebas polusi guna menunjang program listrik pedesaan.

4 DATA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN

Dalam melakukan perhitungan keuangan perlu ditetapkan asumsi-asumsi sebagai dasar perhitungan yang dapat diperoleh dari pengalaman, hasil survei lapangan maupun hal-hal yang berlaku di masyarakat.

Data untuk bahan Analisa Ekonomi Pemanfaatan Sistem Konversi Energi Angin didasarkan dari data lapangan SKEA dan analisa dengan membandingkan 2 sistem yang memiliki spesifikasi teknis dan biaya seperti berikut:

- a. Kapasitas Terpasang, 1 kW, 10 kW Produksi Tahunan, pada V-ave 6m/s, 22.500 kWh;
 - Umur Teknis 8 tahun;

Selumh kapasitas sistem digunakan oleh masyarakat;
 Jumlah yang mampu dilayani sistem 102 paket atau keluarga;

- Setiap paket atau keluarga menggunakan Energi IOOWh
- Setiap Hari digunakan selama 6 jam.
- Pembebanan Bunga Pinjaman 12% per tahun
- Jenis-jenis pengeluaran/biaya seperti pada Tabel 4-1

Tabel 4-1: BIAYA PEMBANGUNAN DAN PENGOPERASIAN SKEA

| No | INVESTASI | JUMLAH | No | BIAYA TAHUNAN | JUMLAH |
|----|-------------------------|-------------------|----|--------------------|------------------|
| 1. | Turbin Angin | Rp. 263.000.000,- | 1. | Operator Lapangan | Rp. 2.400.000,- |
| 2. | Menara | Rp. 10.000.000,- | 2. | Bahan Operasional | Rp. 600.000,- |
| 3. | Inventer | Rp. 90.000.000,- | 3. | Pemeliharaan rutin | Rp. 1.000.000,- |
| 4. | Baterai dan kelengkapan | | 4. | Suku cadang | Rp. 1.000.000,- |
| 5. | Kabel daya | Rp. 600.000,- | 5. | Penyusutan | Rp. 47.387.500,- |
| 6. | Fondasi | Rp. 4.000.000,- | 6. | Bunga | |
| 7. | Back-up genset | Rp. 9.500.000,- | 7. | Asuransi | |
| 8. | Pemasangan di lokasi | Rp. 2.000.000,- | | | |
| | Jumlah | Rp. 379.100.000,- | | Jumlah | Rp. 52.387.500,- |

*) Jumal Antariksa, Vol.4 No. 2 September 2001

- b. Kapasitas Terpasang, 4 x 2,5, 10 kW, Produksi tahunan, pada V-ave, 6m/s, 41.360 kWh:
- Umur Teknis 8 tahun
 - Seluruh kapasitas sistem digunakan oleh masyarakat
 - Jumlah yang mampu dilayani sistem 126 paket atau keluarga

- Setiap paket atau keluarga menggunakan Energi 150 Wh
- Setiap hari digunakan selama 6 jam.
- Pembebanan bunga 12% per tahun
- Jenis-jenis biaya seperti pada Tabel 4-2.

Tabel 4-2 : BIAYA PEMBANGUNAN DAN PENGOPERASIAN SKEA

| No | INVESTASI | JUMLAH | No | BIAYA TAHUNAN | JUMLAH |
|----|-------------------------|-------------------|----|--------------------|------------------|
| 1. | Turbin Angin | Rp. 209.000.000,- | 1. | Operator Lapangan | Rp. 2.400.000,- |
| 2. | Menara | Rp. 30.000.000,- | 2. | Bahan Operasional | Rp. 600.000,- |
| 3. | Inventer | Rp. 36.000.000,- | 3. | Pemeliharaan rutin | Rp. 1.000.000,- |
| 4. | Baterai dan kelengkapan | Rp. 10.800.000,- | 4. | Suku cadang | Rp. 1.000.000,- |
| 5. | Kabel daya | Rp. 1.600.000,- | 5. | Penyusutan | Rp. 38.787.000,- |
| 6. | Fondasi | Rp. 9.600.000,- | 6. | Bunga | |
| 7. | Back-up genset | Rp. 8.500.000,- | 7. | Asuransi | |
| 8. | Pemasangan di lokasi | Rp. 4.800.000,- | | | |
| | Jumlah | Rp. 310.300.000,- | | Jumlah | Rp. 43.787.000,- |

*) Jumal Anlariksa, Vol.4 No. 2 September 2001

5 ANALISA EKONOMI

5.1 Metoda Analisis

Pada umumnya sebelum memulai suatu usaha oleh pemerintah maupun swasta, perlu memperhitungkan manfaat atau untung-rugi

dari usaha tersebut. Analisa ekonomi adalah salah satu analisa yang biasa dilakukan oleh pelaku usaha untuk mengetahui sejauh mana manfaat kegiatan tersebut terhadap si pelaku usaha ataupun bagi masyarakat pengguna produksi atau jasa yang dihasilkan.

Pemerintah sebagai pelaku usaha menerapkan analisa ekonomi dari sudut pandang perekonomian secara makro. Titik berat dari analisa ini adalah hasil total, produktivitas, atau keuntungan bagi masyarakat atau perekonomian secara menyeluruh tanpa melihat siapa penyandangdana dan siapa penerima hasil.

Di lain pihak, swasta sebagai pelaku usaha analisa ekonominya didasarkan pada analisa biaya dan keuntungan (Cost-Benefit Analysis, CBA). Keuntungan yang dimaksud adalah selisih dari penghasilan total (nilai pasar dari barang atau jasa yang dihasilkan) dengan biaya total (jumlah pengeluaran yang dapat diduga sebelumnya untuk menghasilkan barang atau jasa). Dilihat dari analisa biaya dan keuntungan, tidak ada suatu perusahaan akan melakukan kegiatan/proyek bila kegiatan tersebut membawa kerugian.

Tiga metode utama analisa keuntungan dan biaya *Cost Benefit Analysis* dalam menentukan keputusan apakah melakukan atau tidak kegiatan atau proyek, yaitu

- (1). *Net Present Value* (NPV) dan *Internal Rate of Return* (IRR).

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

Keterangan : Bt = Penghasilan, Ct = Biaya, i = Tingkat bunga yang berlaku, n = Masa waktu sistem, t = Periode (t = 1,2,3,4, dst).

- (2). *Internal Rate of Return* (IRR) adalah tingkat bunga pengembalian dari modal yang digunakan. Tingkat bunga (r) dapat dicari dengan rumus:

$$Ct = \sum_{t=1}^N \frac{Bt}{(1+i)^t}$$

Dalam analisa IRR selalu diharapkan lebih besar dari tingkat suku bunga yang berlaku dan pada umumnya pengusaha selalu cenderung menanamkan modalnya pada usaha yang menghasilkan IRR yang lebih besar.

(3). *Benefit Cost Ratio* (BCR) dapat dicari dengan rumus :

$$\sum_{t=1}^N \frac{Bt}{(1+i)^t}$$

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{Ct}{(1+i)^t}}$$

Dalam memilih suatu kegiatan yang fisibel secara ekonomi BCR ini sebaiknya lebih besar dari 1.

Secara teknis SKEA telah dapat dimanfaatkan sebagai alternatif penyediaan listrik bagi pedesaan yang kecepatan anginnya sesuai dengan kebutuhan sistem. Namun demikian aspek teknis bukan satu-satunya pertimbangan untuk melaksanakan suatu kegiatan dan walaupun secara teknis SKEA tersebut telah layak, tetapi perlu dilakukan analisa ekonomi untuk mengetahui sejauh mana manfaat sistem tersebut bagi pelaku usaha ataupun bagi pengguna.

5.2 Kalkulasi Biaya

Untuk Kapasitas Terpasang, 10 kW, 1 unit, Produksi Tahunan 22.500 kWh pada V-rata-rata 6m/s

Berdasarkan data spesifikasi teknis dan biaya dapat dihitung:

a. *Total Cost* :

1. Tanpa Bunga Rp. 52.387.500,-
2. Dengan bunga 12% per tahun Rp. 58.674.000,-

Total Cost

b. *Biaya Energi /kWh* = $\frac{\text{Total Cost}}{\text{Jumlah Energi yang dihasilkan (dim kWh)}}$

1. Tanpa Bunga $\frac{52.387.500}{22.500} = \text{Rp. } 2.328/\text{kWh}$
2. Dengan Bunga : $\frac{58.674.000}{22.500} = \text{Rp. } 2.607/\text{kWh}$

c. Energi Yang tersedia per hari =

$$\frac{\text{Produksi Energi Tahunan dalam kWh}}{365} = \frac{22.500,-}{365} = 61 \text{ kWh}$$

Untuk Kapasitas Terpasang, 4 x 2,5, 10 kW, Produksi tahunan 41.360 kWh, pada V-rata, 6m/s,

Berdasarkan data teknis dan biaya ditetapkan :

a. Total Cost :

1. Tanpa Bunga Rp 43.787.000,-
2. Dengan bunga 10%/thn Rp 49.041.440,-

Total Cost

b. Biaya Energi /kWh = $\frac{\text{Total Cost}}{\text{Jumlah Energi yang dihasilkan(dlm kWh)}}$

$$1. \text{ Tanpa Bunga} : \frac{43.787.000}{41.360} = \text{Rp. } 1.059/\text{kWh}$$

$$2. \text{ Dengan Bunga} : \frac{49.041.440,-}{41.360} = \text{Rp. } 1.186/\text{kWh}$$

c. Energi Yang tersedia per hari =

$$\text{Produksi Energi Tahunan dalam kWh} = \frac{41.360}{365} = 113,31 \text{ kWh}$$

Dalam sistem pembangkit listrik tenaga angin ini, pembebanan biaya didasarkan pada waktu tahunan sedangkan penerimaan didasarkan pada bulanan. Jumlah pembayaran yang diterima secara bulanan jumlahnya dapat dihitung pada masa mendatang dengan rumus :

$$F = \frac{A[(1+i)^t - 1]}{i}$$

Keterangan :
 A = Pembayaran Bulanan
 F = Jumlah Setelah Periode ke-n
 i = Tingkat Bunga
 t = Periode

$$= \frac{4.888.125 [(1,01)^{12} - 1]}{0,01} = \frac{4.888.125 (0,138)}{0,01} = \text{Rp. } 67.456.125,-$$

Dari perhitungan diketahui biaya tahunan = Rp.58.674.000,- dan nilai penerimaan selama setahun dengan annuitas sebesar Rp. 67.944.937,- Sistem memperoleh selisih pendapatan sebesar **Rp. 8.782.125,- per tahun**

a. *Net Present Value*

Bila diasumsikan keuntungan yang diharapkan setiap tahunnya berdasarkan *annuity* adalah sebesar Rp. 8.782.125,- maka selama akhir sistem akan diharapkan keuntungan sebesar:

$$= \frac{8.782.125 [(1,12)^8 - 1]}{0,12} = \frac{8.782.125 (1,773)}{0,12} = \text{Rp. } 129.755.897,-$$

$$\text{Present Valuenya} = \frac{\text{Rp. } 129.755.897,-}{(1+0,12)^8} = \text{Rp. } 46.792.606,-$$

$$\text{Net Present Value} = 46.792.606,- - 58.674.000 = - 11.881.394$$

b. *Internal Rate of Return (IRR)*

$$58.674.000,- = \frac{46.792.606,-}{(1+r)^8}$$

$r = \text{negatif}$

c. *Benefit Cost Ratio(BCR)*

$$\text{BCR} = \frac{46.792.606,-}{58.674.000,-} = 0,80$$

5.3 Analisa Keuntungan dan Biaya

5.3.1 Kapasitas terpasang, 10 kV, produksi tahunan 22.500 kWh, pada V-rata-rata, 6m/s

Penjualan energi/pemakaian energi setiap bulannya:

a. Pemakaian energi/keluarga /bulan = 100 x 6 x 30 = 18.000 Wh = 18 kWh, sehingga total penerimaan = 18 x 2.607 = Rp. 46.926.

b. Pemakaian total energi/bulan = 100 x 6 x 102 x 30 = 1.875 kWh sehingga total penerimaan/bulan = 1.875 x Rp. 2.607,- = Rp. 4.888.125,- jumlah penerimaan ini merupakan *Break Event Point*, di mana sistem mencapai titik impas, tidak rugi dan tidak laba.

Walaupun sistem kelihatannya tidak mempunyai keuntungan tapi dalam hubungannya dengan penilaian yang berkaitan dengan dimensi waktu, di samping pengertian *Present value* dan *Future value* masih ada pengertian lain, yaitu *annuity* atau *uniform series*.

5.3.2 Kapasitas terpasang, $4 \times 2,5 = 10 \text{ kW}$, produksi tahunan 41.360 kWh , pada V- rata, 6 m/s ,

Penjualan energi/pemakaian energi setiap bulannya:

Pemakaian energi/paket /bulan = $150 \times 6 \times 30 = 27.000 \text{ Wh} = 27 \text{ kWh}$, sehingga Total

Penerimaan = $27 \times 1.186,- = \text{Rp. } 32.022,-$

Pemakaian total energi/ bulan = $150 \times 6 \times 126 \times 30 = 3.456 \text{ kWh}$.

Total Penerimaan per bulan = $3.456 \times \text{Rp. } 1.186,- = \text{Rp. } 4.098.816,-$

Jumlah penerimaan ini merupakan Break Even Point, di mana sistem mencapai titik impas, tidak rugi dan tidak laba.

Keuntungan annuitas dapat dihitung :

$$F = \frac{A [(1+i)^t - 1]}{i}$$

Keterangan: A = Pembayaran Bulanan; F = Jumlah Setelah Periode ke-n, i = Tingkat Bunga, t = Periode

$$= \frac{4.098.816 [(1,01)^{12} - 1]}{0,01} = \frac{4.098.816 (0,138)}{0,01} = \text{Rp. } 56.563.660,-$$

Dari perhitungan diketahui biaya tahunan = Rp. $49.041.440,-$ dan nilai penerimaan selama setahun dengan annuitas sebesar Rp. $56.563.660,-$ Sistem memperoleh selisih pendapatan sebesar Rp. $7.522.220,-/tahun$

a. Net Present Value

Bila diasumsikan keuntungan yang diharapkan setiap tahunnya berdasarkan annuity adalah sebesar Rp $7.522.220$ maka selama akhir sistem akan diharapkan keuntungan sebesar:

$$= \frac{7.522.220 (1,12)^8 - 1}{0,12} = \frac{7.522.220 (1,773)}{0,12} = \text{Rp. } 111.140.800,-$$

$$\text{Present Valuenya} = \frac{111.140.800}{(1,12)^8} = \text{Rp. } 40.079.625,-$$

b) Internal rate of Return

$$49.041.440; = \frac{40.079.625}{(1,12)^8}$$

r = negatif

c) Benefit Cost Ratio

$$\text{BCR} = \frac{40.079.625}{49.041.440} = 0,82$$

Berdasarkan Analisa Cost Benefit, pemanfaatan SKEA dengan kapasitas yang lebih besar lebih layak untuk dikembangkan.

- Dilihat dari NPV kedua sistem tersebut raenunjukkan bahwa penghasilan yang didapatkan tidak mampu untuk menutupi biaya total.
- IRR dari kedua sistem yang diuji nilainya negatif, dan BCR $0,80$ dan $0,82$, menunjukkan penerimaan tidak cocok dengan tingkat bunga yang berlaku.
- Pengusaha cenderung dalam menanamkan investasinya dengan pertimbangan B Opportunity Cost, yaitu menginvestasikan uangnya pada bidang yang menjamin pengembalian modalnya.

Khususnya dalam energi listrik, pihak pengguna yang masih belum terjangkau jaringan PLN sangat mendambakan listrik dan SKEA ini merupakan teknologi yang diharapkan menyediakan kebutuhan mereka. Namun harga merupakan faktor yang perlu juga diperhatikan dan sejauh harganya masih dalam jangkauan kemampuan, pengguna akan bersedia membayar energi tersebut.

Dari perhitungan biaya harga energi yang dibayarkan setiap bulan/keluarga:

- Untuk SKEA kapasitas terpasang $10 \text{ kW} = \text{Rp. } 46.926,-$ dan produksi tahunan 22.500 kWh dengan energi yang digunakan $18 \text{ kWh} (100 \times 6 \times 30)$.
- Untuk SKEA kapasitas, terpasang $4 \times 2,5 = 10 \text{ kW}$ dan produksi $41.360 \text{ kWh} = \text{Rp. } 32.022,-$ dengan energi yang digunakan $27 \text{ kWh} (150 \times 6 \times 30)$.

Sebagai pembanding biaya listrik di DKI : R-1 Daya 450 VA dengan rata-rata pemakaian sebanyak 120 kWh jumlah pembayaran = Rp. $32.771,-$ per bulan.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pemanfaatan SKEA skala kecil kurang layak untuk komersialisasi. Untuk pengusaha, *opportunity cost* dari SKEA tersebut sangat rendah dan bagi pengguna atau masyarakat pedesaan harga dari energi tersebut relatif masih tinggi dibandingkan dengan tarif energi lainnya dan pemanfaatan energi ini sangat tergantung pada penghasilan masyarakat pengguna.

Berdasarkan analisis, SKEA dengan kapasitas besar akan lebih ekonomis dan karena energi merupakan salah satu yang urgen bagi masyarakat maka perlu bantuan dana dari pemerintah daerah untuk pembangunan proyek-proyek percontohan dan uji-coba pemanfaatan. Melihat komponen biaya dari SKEA yang umumnya paling besar adalah Biaya Tetap maka untuk memperkecil biaya investasi perlu mengembangkan SKEA skala besar atau membangun SKEA dengan skala yang sesuai bagi suatu daerah.

Pemenuhan kebutuhan energi bagi daerah yang tidak mungkin dijangkau oleh PLN, dibutuhkan subsidi pemerintah untuk pembuatan komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA), dengan demikian masyarakat pedesaan dan terpencil dapat menikmati listrik.

- German Agency For Technical Cooperation LTD Sama Consortium, 1981. *Master Plan for Power System Development in Sarawak*.
- J. Price Gittinger, 1978. *Economic Analysis of Agricultural Projects*.
- Peter Abelson, 1976. *Cost Benefit Analysis and Environmental Problems*.
- Pakpahan, Sahat, Soeripto, Agus Nurcahyomulyo, 1994. *Rancangan Instalasi Sistem Konversi Energi Angin Untuk Pembangkit Listrik Di Desa Bulak Baru Dan Kalianyar*.
- Pakpahan, Sahat, 2001. *Analisa Biaya dan Keekonomian Pemanfaatan Sistem Konversi Energi Angin Untuk Penyediaan Listrik di Indonesia*.