

REEVALUASI KELUARAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID DI BANTUL DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE HOMER*

Mukhamad Khumaidi Usman¹, Agus Supriyadi²,
¹DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal
 Email : khumaidioesman@gmail.com.

Abstrak

Pemerintah kabupaten bantul dan kemenristek membuat pembangkit listrik tenaga angin 60 kw dan pembangkit listrik tenaga matahari 27 kw di kawasan pantai Baru Pandansimo, pemanfaatan pembangkit listrik tersebut digunakan diantaranya untuk penrangan jalan, pembuatan es, dan warung kuliner.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model sistem pembangkit listrik tenaga hibrid dengan menggunakan *software* Homer dan Tora, menganalisa hasil simulasi dengan membandingkan prosentase kontribusi pembangkit listrik tenaga angin dan pembangkit listrik tenaga matahari, dan menganalisa keekonomian dari embangkit listrik tenaga hibrid.

Model pembangkit listrik yang optimal untuk *software* Homer adalah kapasitas 2,5 kw dengan jumlah 24 unit untuk turbin angin dan 27 kw untuk solar sel. Hasil prosentase energi listrik yang dihasilkan dari simulasi Homer didapatkan PLTS sebesar 33 % dan PLTB sebesar 67 % dengan total energi yang dihasilkan sebesar 117.681 kw/tahun. Dari hasil perhitungan keekonomian proyek PLTH untuk harga jual di Pantai Baru Pandansimo yang ideal sebesar U\$ 45 Sen/kwh, sedangkan harga jual di Pantai Baru Pandansimo sekarang sebesar U\$ 3 Sen/kwh dengan nilai BCR sebesar 0.04 dengan demikian maka proyek PLTH dikatakan tidak layak dibangun.

Kata kunci: Pantai Baru Pandansimo, PLTH, Homer, Tora

1. Pendahuluan

Pantai Baru Pandansimo terletak di Kabupaten Bantul. Pantai Baru Pandansimo mempunyai potensi energi terbarukan yang melimpah, khususnya energi angin dan energi matahari. Berdasarkan sumber daya angin dan matahari yang ada di daerah tersebut, Pemerintah Kabupaten Bantul dan Kemenristek membuat energi terbarukan yaitu pembangkit listrik tenaga hibrid (PLTH) yang terdiri dari pembangkit listrik tenaga angin (PLTB), total kapasitas terpasang sebesar 60 kW dengan masing-masing turbin berkapasitas 10 kW sebanyak 2 unit, 2,5 kW sebanyak 6 unit, 1 kW sebanyak 25 unit dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki total kapasitas terpasang sebesar 27 kW dengan masing-masing PV berkapasitas 220 WP sebanyak 48 unit, 180 WP sebanyak 150 dan 100 WP sebanyak 20 unit.

Pemanfaatan PLTH di Pantai Baru Pandansimo digunakan untuk penerangan jalan, pembuatan es kristal, pengairan, warung dan wisata di daerah tersebut. Tetapi saat ini PLTH tidak mampu mencukupi kebutuhan listrik untuk warung di sekitar Pantai Baru Pandansimo. Terlihat dari banyaknya warung yang menggunakan PLN untuk kelistrikannya. Berdasarkan

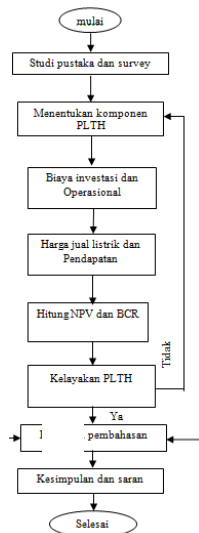
permasalahan diatas yang belum optimalnya pemanfaatan PLTH maka ada beberapa cara untuk merevaluasi optimalisasi desain PLTH agar lebih optimal dan menguntungkan, yang berbasis energi terbarukan, diantaranya dengan menggunakan bantuan *software Homer*. dengan *software* tersebut bisa mengetahui ketersediaan sistem pembiayaan yang melibatkan investasi, penggantian, operasional dan perawatan juga kerugian dalam beban biaya (Kunaifi, 2010).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

- 1). Merancang model sistem optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) berdasarkan potensi alam di Pantai Baru Pandansimo.
- 2). Melakukan simulasi dan optimasi dengan memanfaatkan *Software Homer*.
- 3). Menganalisa hasil simulasi dan optimasi dengan menggunakan *Software Homer*, yaitu prosentase kontribusi PLTB dan PLTS.
- 4). Menganalisa keekonomian dari Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) di Pantai Baru Pandansimo.

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian ini berisi tahapan-tahapan sistematis yang digunakan dalam penelitian ini. Tahapan berikut adalah kerangka berfikir penelitian sebagai landasan, agar proses penelitian berjalan sistematis, terstruktur, dan terarah.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

a) Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Metode observasi, yaitu pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung PLTH di Pantai Baru Pandansimo.
- 2) Studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari internet, buku referensi dan jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian.
- 3) Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab langsung terhadap pegawai dan pengguna PLTH di Pantai Baru Pandansimo.

b) Menentukan komponen PLTH

1) Potensi Angin

Berdasarkan data yang diperoleh dari situs internet www.eosweb.larc.nasa.gov, rata-rata kecepatan angin di Pantai Baru Pandansimo adalah 3.3 m/s dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

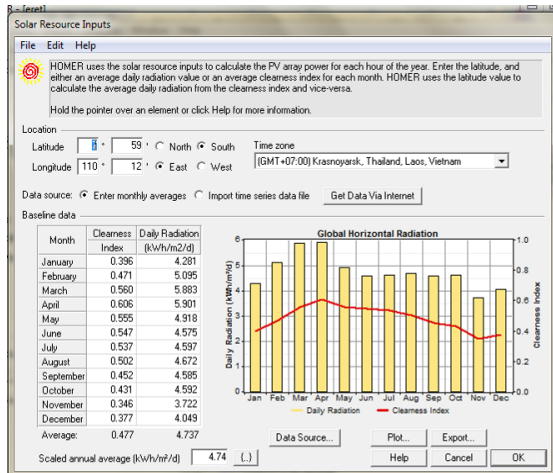
Tabel 1. Kecepatan angin rata-rata di Pantai Baru Pandansimo

Bulan	Kecepatan Angin (m/s)
Januari	3.0
Februari	3.1
Maret	2.3
April	2.6
Mei	3.6
Juni	4.0
Juli	4.6
Agustus	4.7
September	4.0
Oktober	3.1
November	2.6
Desember	2.3
Rata-rata pertahun Diukur pada ketinggian (m)	3.3 10

Sumber : (eosweb.larc.nasa.gov, 2013)

2) Potensi Radiasi Matahari

Data yang diperlukan *Homer* untuk melakukan optimasi sistem pembangkit tenaga listrik adalah *clearness index* dan *daily radiation* (kWh/m²/day) selama satu tahun di Pantai Baru Pandansimo. Data indek kecerahan (*clearness index*) dan radiasi matahari (*solar radiation*) adalah rata-rata global radiasi matahari pada permukaan horizontal, dinyatakan dalam kWh/m², untuk setiap hari dalam tahun. *Clearness index* rata-rata sebesar 0.477 dan *daily radiation* rata-rata untuk di Pantai Baru Pandansimo adalah 4.74 kWh/m²/day. Sumber data dapat diperoleh dengan pengukuran langsung atau melalui bantuan *Homer* yang akan menghubungkan ke satelit NASA melalui koneksi internet dengan memberikan letak lintang dan bujur lokasi penelitian.



Gambar 2. Potensi radiasi matahari

3) Simulasi

- a) mensimulasi dengan menggunakan *Software Homer* untuk mengetahui energy listrik yang dihasilkan, *Net Present Cost* dan *Cost Of Electricity* dari konfigurasi PLTH, sehingga didapatkan sistem PLTH yang optimum.
- b) mensimulasi dengan menggunakan *Software Tora* untuk mengetahui energy listrik yang dihasilkan dan meminimalkan biaya serta memaksimalkan daya sehingga didapatkan sistem PLTH yang optimum.
- c) mensimulasi nilai keekonomian dari PLTH dengan menghitung nilai *Net Present Value* dan *Benefit Cost Ratio* untuk mengetahui studi kelayakan dan harga jual listrik PLTH di Pantai Baru Pandansimo.

4) Biaya Pembangkitan

Untuk mengetahui berapa besar biaya untuk membangkitkan tenaga listrik per kWh perlu diketahui terlebih dahulu jumlah biaya yang telah dikeluarkan atau diperkirakan akan dikeluarkan untuk kurun waktu tertentu misalnya satu tahun. Kemudian jumlah biaya pembangkitan satu tahun ini dengan produksi atau jumlah tenaga listrik. Adapun macam-macam biaya itu adalah:

- a. Biaya tetap yang terdiri atas investasi (modal) pembangkit termasuk juga biaya pegawai, suku bunga dan lain-lain.
- b. Biaya variable yang terdiri atas biaya operasional dan pemeliharaan.

5) *Net Present Value* (NPV)

NPV adalah metode perhitungan selisih harga sekarang dari aliran kas bersih (*Net Cash Flow*) di masa datang dengan harga sekarang dari investasi awal pada tingkat bunga tertentu (Sullivan, 2011). Untuk menghitung NPV dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

(1)

dengan: Bt = Penghasilan
Ct = Biaya
I = Tingkat bunga yang

berlaku

n = Masa waktu sistem
t = Periode (t = 1,2,3,4, dst).

6) *Benefit Cost Ratio* (BCR)

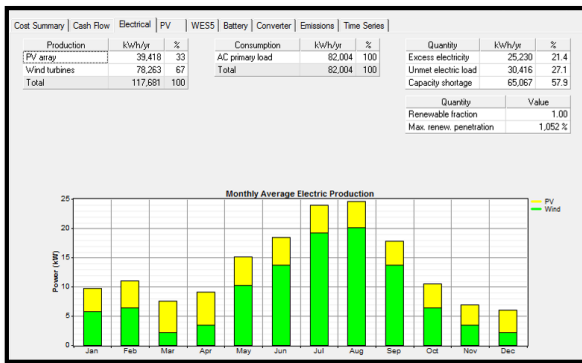
Metode BCR pada dasarnya menggunakan data ekivalensi nilai sekarang dari penerimaan dan pengeluaran, yang dalam hal ini BCR adalah merupakan perbandingan antara nilai sekarang dari penerimaan atau pendapatan yang diperoleh dari kegiatan investasi dengan nilai sekarang dari pengeluaran (biaya) selama investasi tersebut berlangsung dalam kurun waktu tertentu. Kriteria kelayakannya adalah bila nilai BC Ratio > 1. dan dirumuskan dengan :

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{Ct}{(1+i)^t}} \quad (2)$$

3. Hasil Dan Pembahasan

- Analisis Pembangkitan Energi PLTH**

Hasil simulasi dengan *Homer* didapatkan konfigurasi PLTH yang optimal adalah PLTS dan PLTB menunjukkan kontribusi masing-masing pembangkit tiap bulan selama setahun. Dalam satu tahun, kontribusi PLTS sebesar 33% dan PLTB sebesar 67%, dengan total produksi listrik dari kedua pembangkit sebesar 117.681 kWh/tahun dan kelebihan listrik yang tidak dimanfaatkan (*excess electricity*) adalah 25.230 kWh/tahun atau 21.4% dari keseluruhan produksi listrik PLTH.



Gambar 3. Hasil simulasi dan Optimasi PLTH

- Biaya-Biaya PLTH**

Perhitungan biaya yang didapatkan dari hasil simulasi PLTH dengan *software Homer* meliputi biaya modal awal yang di investasikan sebesar US \$ 297.981, biaya pengoperasian per tahun sebesar US \$ 10.218, nilai bersih sekarang (NPC) sebesar US \$ 407.057, dan biaya listrik (COE) sebesar US \$ 0,453 per kWh.

PV (kW)	WESS	6FM2000	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Capacity Shortage	Batt. Lf. (yr)
24	192	30		\$ 190,523	8,797	\$ 284,427	0,449	1,00	0,91	10,0
27	24	192	30	\$ 297,981	10,218	\$ 407,057	0,453	1,00	0,53	7,3

Gambar 4. Biaya hasil perhitungan simulasi *Homer*

- Hasil simulasi software Homer**

Dari hasil simulasi kedua metode didapatkan nilai keluaran daya pembangkit tenaga matahari (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 2 dan 3 hal ini

dikarenakan *Homer* menghitung daya keluaran pada PLTS berdasarkan total yaitu dengan daya keluaran sebesar 4,5 kW atau sekitar 16,7 % dari total kapasitas terpasang sebesar 27 kW dan keluaran daya PLTB sebesar 8,93 kWh/d atau sekitar 14,9 % dari total kapasitas terpasang 60 kW.

Tabel 2. Hasil simulasi daya keluaran PLTS dengan *Homer*

Quantity	Homer	Units
Rate Capacity	60	kW
Mean Output	8,93	kW
Mean Output	214,3	k/d
Capacity Factor	14,9	%
Total Production	78.263	kWh/yr

Tabel 3. Hasil simulasi daya keluaran PLTB dengan *Homer*

Quantity	Homer	Units
Rate Capacity	60	kW
Mean Output	8,93	kW
Mean Output	214,3	k/d
Capacity Factor	14,9	%
Total Production	78.263	kWh/yr

- Keekonomian PLTH Dengan Menghitung NPV dan BCR**

a) Harga Jual Listrik

Menurut Peraturan Menteri (Permen) ESDM No.17/2013 untuk harga jual listrik PLTS di Indonesia dijual ke PLN untuk PLTS dengan harga US \$ 25 cen per kWh, sedangkan PLTB dengan harga US \$ 12 cen per kWh.

Dari seluruh daya yang dihasilkan pembangkit listrik, hanya 80% saja yang terpakai atau terjual. Daya PLTS sebesar 39.418 kWh/tahun x 25 x 80% = US \$ 7.884 per tahun. Dan daya yang dihasilkan PLTB sebesar 78263 kWh/tahun x 12 x 80% = US \$ 7.513 per tahun. Total pendapatan sebesar US \$ 15.397 per tahun. Penjualan energi listrik per kWh di Pantai Baru Pandansimo sebesar US \$ 3 sen, dari hasil perhitungan didapat 117681 kWh/tahun x 3 x 80% = US \$ 2.824.

b) Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

Perhitungan selisih harga sekarang dari aliran kas bersih (*Net Cash Flow*) untuk masa proyek selama 25 tahun dengan harga sekarang dari investasi awal pada tingkat bunga 8% dan harga jual sesuai dengan peraturan pemerintah didapat nilai NPV sebesar US \$ -73.118 sedangkan untuk harga jual listrik di Pantai Baru Pandansimo nilai NPV sebesar US \$ -85.691.

• **Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR)**

Hasil perhitungan nilai BCR dari perbandingan antara nilai sekarang dari penerimaan atau pendapatan yang diperoleh dari kegiatan investasi dengan nilai sekarang dari pengeluaran (biaya) selama investasi tersebut berlangsung dalam kurun waktu 25 tahun adalah sebesar 0.23 berdasarkan harga jual listrik sesuai dengan peraturan pemerintah sebesar US \$ 25 sen per kWh, sedangkan harga jual listrik di Pantai Baru Pandansimo US \$ 3 sen per kWh nilai BCR-Nya sebesar 0,04, untuk harga jual listrik yang ideal berdasarkan perhitungan simulasi Homer didapatkan harga jual sebesar US \$ 45 sen per kWh. Kriteria kelayakannya adalah bila nilai BCR lebih besar dari 1. Jadi dari hasil perhitungan keekonomian proyek PLTH di Pantai Baru Pandansimo tidak layak dibangun. Tetapi proyek ini tetap dibangun hanya sebagai daerah percontohan dan untuk pendidikan, yang nantinya untuk diterapkan di daerah atau pulau terpencil yang mempunyai potensi angin dan matahari.

4. Kesimpulan

Rancangan model yang optimal untuk *software Homer* didapatkan jumlah turbin yang optimal adalah 24 unit dengan kapasitas daya 2,5 kW dan jumlah kapasitas solar sel yang digunakan adalah 27 kW. Sedangkan untuk model *Tora* didapatkan jumlah turbin dengan kapasitas masing-masing 1 kW sebanyak 25 unit, 2,5 kW sebanyak 6 unit dan 10

kW sebanyak 2 unit, dengan total kapasitas 60 kW dan jumlah solar sel dengan masing-masing kapasitas 220 WP sebanyak 48 unit, 180 WP sebanyak 150 unit dan 100 WP sebanyak 20 unit, dengan total kapasitas 27 kW.

Hasil prosentase energi listrik yang dihasilkan dari simulasi Homer didapatkan kontribusi PLTS sebesar 33 % dan PLTB sebesar 67 %, dengan kapasitas produksi listrik dari kedua pembangkit sebesar 117.681 kWh/tahun, dengan biaya investasi awal sebesar US \$ 297.981, sedangkan dari hasil simulasi Tora didapatkan prosentase kontribusi listrik yang dihasilkan PLTS sebesar 49% dan PLTB sebesar 51%, dengan kapasitas produksi listrik dari kedua pembangkit sebesar 109.360 kWh/tahun, dengan biaya investasi awal sebesar US \$ 297.981.

Hasil perhitungan keekonomian, untuk harga jual listrik yang ideal adalah US\$ 45 Sen/kWh, sedangkan kondisi di lapangan harga jual listrik sebesar US\$ 3 Sen/kWh atau Rp. 5000/bulan, dan harga jual pemerintah sebesar US\$ 25 Sen/kWh. dengan demikian maka proyek PLTH dikatakan tidak layak dibangun. Tetapi proyek ini tetap dibangun hanya sebagai riset dan untuk pendidikan, yang nantinya untuk diterapkan di daerah atau pulau terpencil yang mempunyai potensi angin dan matahari.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Fauzi, Syukri, M., Hamdani, "Pengukuran Performansi Turbin Angin Hummer 10 KW Pada Pembangkit Listrik Hibrid Bayu-Diesel Di Pidie Jaya", Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Aceh, 2012.
- [2]. Gilman, P., Lambert, T., *HOMER The Micropower Optimization Model Software Started Guide*, National Renewable Energi Laboratory of United States Government, 2006.
- [3]. Herlina, "Analisa Dampak Lingkungan Dan Biaya Pembangkit Listrik, Pembangkit

- Listrik Tenaga Hibrid Di Pulau Sebesi Lampung Selatan”, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- [4]. Kunaifi, “Program *Homer* Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrid Di Propinsi Riau”, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negri Sultan Syarif Kasim Riau, ISSN: 1979-2328, 2010.
- [5]. Lambert, T., P. Gilman, dan P. Lilienthal., *Micropower System Modeling With HOMER*, dalam *Integration Of Alternative Sources Of Energi*, Ed Felix A. Farret dan M. Godoy Simoes, John Wiley & Sons, 2006.
- [6]. Nasa, “ *Surface Meteorology And Solar Energi*”
<http://eosweb.larc.nasa.gov>, 2013.
- [7]. Soetedjo.A., Lomi A., Nakhoda Y.i., “Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Angin Dan Surya”, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Malang, Malang, 2010