

STUDI KELAYAKAN PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI TERBARUKAN TENAGA *HYBRID*

Ibnu Razak, Husein Mubarok S.T.,M.Eng.

Department of Electrical Engineering

Faculty of Industrial Technology Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta Indonesia

Email : Ibnurazak09@gmail.com

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Abstrak

Penggunaan energi listrik dari tahun ke tahun semakin besar seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, industry, dan lain-lain. Perusahaan listrik Negara (PLN) sebagai penyedia utama jaringan energi listrik harus memiliki cadangan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat yang semakin besar. Penelitian ini bertujuan sebagai penyedia cadangan kebutuhan energi listrik masyarakat yang bersumber dari energi terbarukan. Dalam perencanaan ini digunakan *software* HOMER untuk mendesain system pembangkit listrik energi terbarukan yang berasal dari angin dan panas matahari. *Software* HOMER berfungsi untuk mengoptimalkan ukuran jenis pembangkit terutama komponen penyusun pembangkit listrik tenaga *hybrid* sehingga diperoleh pembangkit listrik yang lebih ekonomis sebagai penyedia cadangan energi listrik. Hasil energi listrik yang dihasilkan dari desain system pembangkit listrik tenaga *hybrid* (PLTH) sebesar 221.866 kWh per tahun. *Renewable penetration* komponen dalam menghasilkan energi listrik sebesar 84,8% dari total energi listrik yang dihasilkan. *Cost of* energi (COE) yang dikeluarkan per 1 kWh sebesar Rp.980,45/kWh dan total biaya awal (NPC) dalam pembangunan pembangkit listrik tenaga *hybrid* (PLTH) sebesar Rp.2.789.010.000. Sedangkan *annualized cost* (biaya tahunan) perawatan komponen pembangkit listrik tenaga *hybrid* (PLTH) yang dikeluarkan dalam setahun sebesar Rp.215.742.140..

Kata Kunci : HOMER, masyarakat, PLN, NPC, COE, *Annualized cost*, *Renewable penetration*, total produksi energi listrik.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik dari tahun ke tahun semakin bertambah. Untuk mencukupi penggunaan energi listrik yang semakin bertambah diperlukan referensi baru dalam menyediakan energi listrik terutama sumber energi yang berasal dari alam sebagai pengganti bahan bakar fosil .

Pada penelitian ini, penulis akan merancang sebuah sistem pembangkit *hybrid* tenaga bayu dan surya yang akan dimanfaatkan sebagai penyedia cadangan energi listrik masyarakat. Tetapi, dalam proses perancangan pembangkit ini ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain kecepatan angin dan panas udara. Faktor inilah yang paling utama dalam menentukan lokasi pembangkit ini ditempatkan. Untuk itu diperlukan studi terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi alam dimana pembangkit listrik ini akan ditempatkan. Studi ini bertujuan untuk mengetahui apakah pembangkit listrik ini efektif jika ditempatkan dilokasi yang menjadi objek penelitian.

Perancangan sistem *hybrid* pada penelitian ini menggunakan *software* HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*). *Software* ini mampu mendesain sistem dan mensimulasikan sistem serta menentukan konfigurasi sistem terbaik. Selain itu, *software* ini mampu melakukan perhitungan matematis mengenai biaya-biaya yang akan dikeluarkan dari sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid*.

2. MODEL MATEMATIS

HOMER merupakan *software* yang digunakan untuk merancang dan menganalisis sistem energi *hybrid* dan dikembangkan oleh nasional laboratorium energi terbarukan, Amerika Serikat. HOMER memodelkan sistem tenaga listrik dan biaya selama beroperasi, yang merupakan biaya total pemasangan dan biaya pengoperasian sistem. Selain itu, dalam HOMER banyak pilihan desain sistem yang bisa digunakan berdasarkan manfaat teknis dan nilai ekonominya. Untuk mengetahui biaya total pemasangan (NPC), biaya tahun (AC), total produksi energi listrik, biaya yang dikeluarkan untuk membangkitkan 1 kWh (COE), dan total energi listrik yang dihasilkan komponen energi terbarukan (RP) dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.1 sampai 2.5

Pembangkit sistem *hybrid* merupakan gabungan antara dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda baik yang berasal dari alam maupun yang berasal dari energi konvensional. Tujuan dari sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* yaitu untuk melengkapi satu sama lain dari kedua jenis pembangkit yang digabungkan, baik itu dari segi kelemahan dan meningkatkan jumlah produksi energi listrik.

$$NPC = Capital\ Cost + Replacement\ Costs + O\&M\ Costs + Fuels\ Costs - Salvage \quad (2.1)$$

$$E_{Total\ produksi} = E_{Turbin\ angin} + E_{Grid} \quad (2.2)$$

$$Annualized\ cost = Capital\ costs + Replacement\ costs + O\&M\ costs + Fuel\ costs - salvage \quad (2.3)$$

$$COE = \frac{Total\ AC}{E_{tot.produksi}} \quad (2.4)$$

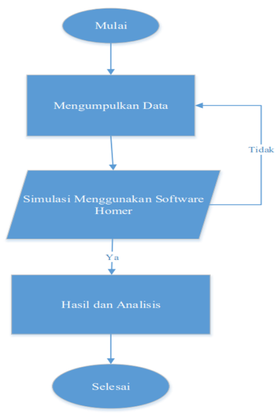
$$RP = \frac{E_{tot.komponen}}{E_{tot.prod.sistem}} \quad (2.3)$$

Dimana :

Capital costs	: Biaya modal komponen (Rp).
Replacement costs	: Biaya pergantian komponen (Rp).
O&M costs	: Biaya operasional dan perawatan (Rp)
Fuel costs	: Biaya bahan bakar (Rp).
Salvage	: Biaya yang tersisa pada komponen (Rp).
$E_{Total\ Produksi}$	: Total. produksi energi listrik (kWh).
$E_{Turbin\ angin}$	: Total produksi energi angin (kWh).
E_{Grid}	: Total produksi energi dari PLN (kWh).
Annualized cost	: Biaya tahunan sistem (Rp).
COE	: Biaya yang dikeluarkan per kWh (Rp).
RP	: *Renewable penetration* (%).
$E_{tot.komponen}$	: Total energi listrik dari turbin angin dan pv.
$E_{tot.prod.sistem}$	: Total produksi energi listrik yang dihasilkan sistem (kWh).

3. PERANCANGAN SISTEM

1. Diagram Alir



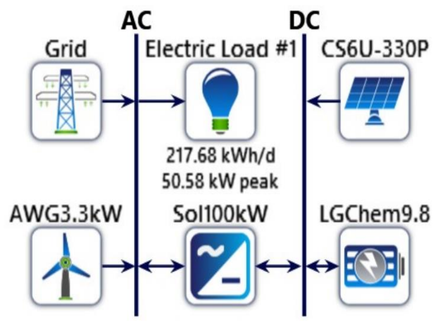
Tahap pertama yaitu mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan berupa data kecepatan angin, intensitas sinar matahari, dan data konsumsi energi listrik (dalam setahun).

Setelah data diperoleh, kemudian diolah menggunakan *microsoft excel*. Data yang diolah menggunakan *microsoft excel* yaitu data konsumsi energi listrik masyarakat. Pengolahan data ini bertujuan untuk mengetahui jumlah keseluruhan konsumsi energi listrik masyarakat dalam setahun.

Setelah data diolah, kemudian melakukan simulasi pada *software* HOMER. Simulasi ini bertujuan untuk mendesain sebuah skematik sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* (PLTH) .

Pada tahap terakhir, HOMER melakukan analisiss terhadp sistem yang dibuat dan menentukan sistem yang optimal. . Hasil analisis dari *software* HOMER berupa jumlah energi listrik yang dihasilkan, nilai *net present cost* (NPC), dan lain-lain.

2. Desain SIstem



Baterai

Baterai yang digunakan dalam desain skematik sistem PLTH menggunakan baterai jenis LGChem RESU10 9.8kWh sebanyak 10 buah dan dapat digunakan selama 10 tahun

Grid

Grid adalah jaringan energi listrik yang bersumber dari PLN.

Data Beban

Data beban yang digunakan yaitu rata-rata konsumsi energi listrik (kWh) masyarakat per bulan selama setahun sebanyal 100 sampel data.

Solar Cell

Solar cell yang digunakan dalam desain skematik sistem PLTH menggunakan tipe CanadianSolar MaxPower CS6U-330P sebanyak 166 keping solar cell.

Inverter

Konverter yang digunakan dalam mendesain skematik sistem PLTH menggunakan jenis SolarEdge 100kW 277/480V 3-phase inverter 1 buah dan dapat digunakan selama 15 tahun.

Turbin Angin

Turbin angin yang digunakan untuk mendesain sistem skematik PLTH menggunakan jenis Aleko WG3000 3000W *Wind Power* generator sebanyak 12 buah dan dapat digunakan selama 20 tahun.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Total Produksi Energi Listrik

Komponen	Produksi (kWh)
Canadian Solar MaxPower CS6U-330P	91.058
AWG HC 3,3 kW Wind Turbine	97.024
Grid	33.784
Total	221.866

Berdasarkan Tabel 4.1 total produksi energi listrik dari turbin angin lebih besar dibandingkan *solar cell*. Hal ini disebabkan karena daya keluaran turbin angin lebih besar dibandingkan *solar cell* yakni sebesar 43,7% dalam menghasilkan energi listrik walaunpun jumlah turbin angin yang digunakan lebih sedikit dibandingkan *solar cell* sedangkan *solar cell* dalam menghasilkan energi listrik sebesar 41%.

1. *Net Presen Cost*

Biaya total yang digunakan untuk komponen dalam proyek pemasangan atau pun pengoperasian pembangkit listrik tenaga *hybrid* sebesar Rp. 2.789.010.087. Pembagian biaya komponen dapat dilihat pada Gambar 4.2

Component	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($)	Fuel ($)	Salvage ($)	Total ($)
ALEKO® WG3000 3000W 48V Wind Power Generator	$253,414,944.00	$80,790,546.77	$32,760,258.82	$0.00	($45,530,654.38)	$321,435,095.22
CanadianSolar MaxPower CS6U-330P	$491,997,440.00	$0.00	$63,603,045.30	$0.00	$0.00	$555,600,485.30
Grid	$0.00	$0.00	$486,648,106.75	$0.00	$0.00	$486,648,106.75
LGChem RESU10 [9.8kWh]	$714,873,040.00	$631,545,742.39	$92,415,325.37	$0.00	($85,626,724.28)	$1,353,207,383.49
SolarEdge 100kW 277/480V 3-Phase Inverter (Primary) SE100K-USRP08NU4	$48,937,500.00	$20,762,900.54	$6,326,403.41	$0.00	($3,907,787.43)	$72,119,016.52
System	$1,509,222,924.00	$733,099,189.70	$681,753,139.66	$0.00	($135,065,166.08)	$2,789,010,087.28

Gambar 4.1 Hasil Pembagian Biaya *Net Present Cost*

2. *Annualized Cost*

Total biaya tahunan yang dikeluarkan dari sistem PLTH sebesar Rp.215.742.140,17. Nilai *annualized cost* akan digunakan untuk mengetahui nilai *Cost of* energi. Pembagian biaya tahunan komponen dari desain sistem dapat dilihat pada Gambar 4.2

Component	Capital ($)	Replacement ($)	O&M ($)	Fuel ($)	Salvage ($)	Total ($)
ALEKO® WG3000 3000W 48V Wind Power Generator	$19,602,755.34	$6,249,502.48	$2,534,149.44	$0.00	($3,521,995.44)	$24,864,411.82
CanadianSolar MaxPower CS6U-330P	$38,058,155.88	$0.00	$4,919,974.00	$0.00	$0.00	$42,978,129.88
Grid	$0.00	$0.00	$37,644,361.54	$0.00	$0.00	$37,644,361.54
LGChem RESU10 [9.8kWh]	$55,298,559.27	$48,852,828.00	$7,148,730.00	$0.00	($6,623,601.99)	$104,676,515.28
SolarEdge 100kW 277/480V 3-Phase Inverter (Primary) SE100K-USRP08NU4	$3,785,529.87	$1,606,101.25	$489,375.00	$0.00	($302,284.47)	$5,578,721.66
System	$116,745,000.35	$56,708,431.74	$52,736,589.98	$0.00	($10,447,881.89)	$215,742,140.17

Gambar 4.2 Hasil Pembagian Biaya *Net Present Cost*

3. *Renewable Penetration*

Renewable penetration digunakan untuk mengetahui kinerja dari turbin angin dan *solar cell* dalam menghasilkan energi listrik.. Untuk mengetahui kinerja dari turbin angin dan *solar cell* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan

$$RP = \frac{E_{tot.RES}}{E_{tot.sys}} * 100\%$$

$$= \frac{188.082}{221.866} \times 100\%$$

$$= 84{,}8\%$$

Berdasarkan perhitungan *renewable penetration* tingkat kinerja komponen pembangkit listrik tenaga *hybrid* sebesar 84,8% dalam menghasilkan energi listrik dari total keseluruhan energi listrik yang dihasilkan.

4. *Cost Of Energy*

Cost of energi dihitung untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per 1 kWh dari desain sistem. Cost of energi yang dihasilkan dari simulasi sistem *hybrid* menggunakan HOMER sebesar Rp.980,45/kWh. Untuk menghitung nilai *Cost of* energi yang dihasilkan dari sistem dapat menggunakan rumus pada persamaan

$$COE = \frac{Total\ AC}{Energi\ total\ produksi\ sistem}$$

$$= \frac{Rp.215.742/140}{221.866\ kWh}$$

$$= 972/\text{kWh}$$

Berdasarkan perhitungan *cost of* energi diatas diketahui besaran biaya yang dikeluarkan per kWh sebesar Rp.972/kWh. Hasil optimasi pada *software* HOMER dan perhitungan terjadi perbedaan biaya yang dikeluarkan per kWh sebesar Rp.8,45.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Total energi listrik yang dihasilkan dari sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* sebagai penyedia cadangan energi listrik masyarakat sebesar 221.866 kWh per tahun.
2. Energi listrik yang dihasilkan dari desain sistem PLTH mencukupi penggunaan energi listrik masyarakat Dusun Wonoroto.
3. Pembangkit listrik tenaga *hybrid* (bayu-*solar cell*) layak untuk dibangun sebagai penyedia cadangan energi listrik masyarakat Dusun Wonoroto.
4. Pembangkit listrik tenaga *hybrid* (bayu-*solar cell*) dapat mensuplai energi terbarukan sebesar 84,8% dari total energi listrik yang dihasilkan.

Saran untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi lebih lanjut dengan menggunakan jumlah data yang lebih banyak dari data yang digunakan pada penelitian ini dan untuk lokasi menggunakan lokasi yang lebih luas misalkan 1 desa.

6. REFERENSI

[1] Lambert T., Gilman P., Lilienthal P., "*Micropower* Sistem *Modeling With Homer*", *Integration Of Alternative Sources Of* Energi, by Felix A., Farret and M. Godoy Simoes., John Wiley and Sons, Inc, Hal. 379-397, 2006.

[2] Betha Divya dkk., "*Design and Control of Grid Connected PV/Wind Hybrid System Using* 3 Level VSC", *Publisher : IEEE, International Advance Computing Conference* (IACC), India, 13 July 2017.

[3] Wei Tong., "*Wind Power Generation and Wind Turbine Design*", Kollmorgen Corp., USA, *Published by* WIT Press Southampton, Boston, Hal. 15-16, 2010.