



MENGOPTIMALKAN POWER PLANTS TENAGA HYBRID TURBIN ANGIN - PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN HOMER GRID (Studi Kasus: Ciburial Sukarame Pacet Jawa Barat)

<http://jurnal.universitaskebangsaan.ac.id/index.php/ensains>

Email: ensains@universitaskebangsaan.ac.id / ensainsjournal@gmail.com

ENSAINS: Vol. 1 Nomor. 2 September 2018

Cecep Deni Mulyadi¹

Program Studi Teknik Mesin, Universitas SanggaKebangsaan

Email: denicecep30@gmail.com

Abstract: *The use of diesel fuel that is used to power a generator that can generate electricity to meet the limited electricity needs will be used, it will not be the right solution. Because the price of diesel fuel will continue to rise so that the electricity costs will increase. With this problem the solution must be made of electricity generation from renewable energy.*

By combining these three power plants, namely optimizing power plants Hybrid turbine wind power, Photovoltaic Array and PLN using HOMER grid as a simulation in a design. HOMER grid is a software that can be used to calculate the cost of development, the use of a power generation system and the cost of electricity in an electric generator where there is electricity but not enough to meet the electricity needs.

The most optimal data obtained by wind turbines is 74.6% per year, photovoltaic is 1.33% and for electricity use is 24.6%. The optimal power system is the lowest NPC of all simulations calculated while COE can be determined according to the generator system used. An NPC (Net Present Cost) is the value when a power plant is operated at a reduced income during a power plant, and the COE (Cost of Energy) is the average cost per kWh of a power plant. The NPC in this system amounted to Rp 194,473,200, and COE amounted to Rp. 1749 and operational costs Rp. 11,532,850.

Keywords: *photovoltaic, turbin angin dan homer grid.*

Abstrak: Penggunaan bahan bakar solar yang di gunakan untuk menyalakan generator yang dapat menghasilkan listrik .untuk memenuhi kebutuhan listrik yang terbatas akan di gunakan, akan hal itu bukan lah solusi yang tepat . karenakan harga dari bahan bakar solar akan terus naik sehingga biaya listrik pun akan naik.dengan masalah tersebut solusi harus di buat pembangkit listrik dari energy terbarukan.

Dengan mengabungkan tiga pembangkit listrik ini, yaitu Mengoptimalkan power plants Tenaga Hybrid turbine wind,-Photovoltaic Array and PLN dengan menggunakan HOMER grid sebagai simulasinya dalam sebuah perancangan. HOMER grid merupakan software yang bisa di gunakan untuk menghitung biaya pembangunan ,pengunaan system pembangkit listrik dan biaya perkwh dalam suatu pembangkit listrik yang mana terdapat listrik tapi kurang cukup untuk memnuhi kebutuhan listrik .

Data yang di peroleh paling optimal oleh turbin angin sebesar 74,6% pertahun,photovoltaic 1,33% dan untuk penggunaan listrik PLN 24,6 %.optimal suatu system pembangkit listrik adalah yang NPC-nya paling rendah dari semua simulasi yang dihitung sedangkan COE dapat ditentukan sesuai system pembangkit yang digunakan. NPC (Net Present Cost) merupakan nilai saat pembangkit listrik di operasikan di kurangi pendapatan selama pembangkit digunakan, dan COE (Cost of Energy) adalah biaya rata-rata per kWh pada power plants. NPC pada system ini sebesar Rp 194.473.200, dan COE sebesar Rp1749 serta biaya operasional Rp11.532.850.

Kata Kunci: photovoltaic, turbin angin dan homer grid.

PENDAHULUAN

Di daerah terpencil sangatlah membutuhkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik. Masalahnya,tidak semua daerah terdapat listrik yang cukup dengan jaringan yang memadai . dengan masalah tersebut maka di perlukan suatu solusi akan masalah tersebut. Solusi yang di guanakan pada sekarang ini oleh PLN adalah memakai generator sebagai pembangkit listrik cadang untuk memenuhi kebutuhan listrik di masyarakat terpencil. Dengan menggunakan generator tersebut bukan solusi yang tepat, karena bahan bakar solar akan terus naik dan dapat menimbulkan polusi udara yang mengancam kesehatan.

Dengan berkembangnya teknologi pembangkit listrik yang ramah lingkung,seperti turbin angin ,photovoltaic, turbin air , geothermal dan lain sebagainya. Merupakan solusi yang tepat di gunakan untuk keperluan listrik masyarakat yang kurang atau tidak ada sumber listrik. Dengan meneliti sumber yang berpotensi pada daerah tersebut. Dengan menggunakan simulasi homer grid ini makan akan di temukan sumber energy terbarukan yang berpotensi pada daerah tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

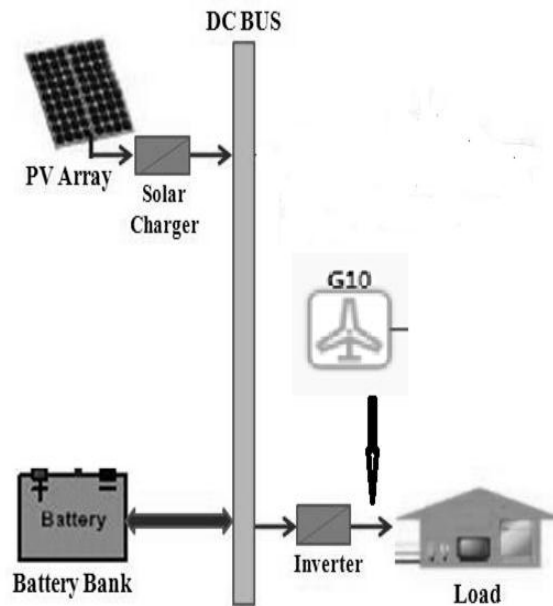
Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid*

Pembangkit listrik tenaga *hybrid* merupakan gabungan dari dua atau lebih sumber energi listrik yang di gunakan dengan sumber listrik yang berbeda (Nayar 1993). Dalam penelitian ini pembangkit yang di gunakan adalah pembangkit tenaga turbine angin, photovoltaic, dan sumber listrik dari PLN.

Konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid*

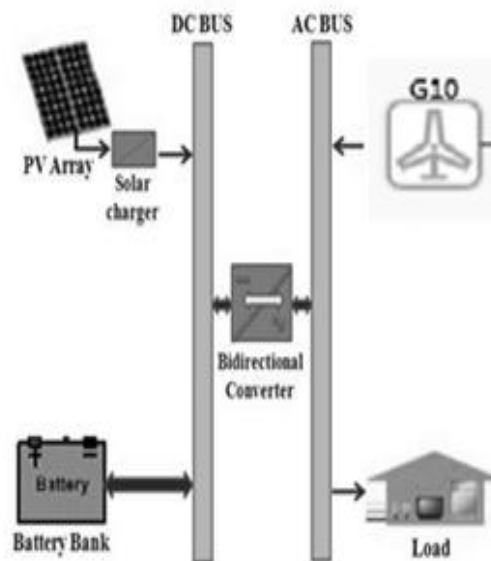
Sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* (Nayar 1993),(Sopian & Othman, 2005) terbagi atas 3 konfigurasi yaitu:

A. Sistem *Hybrid* Seri

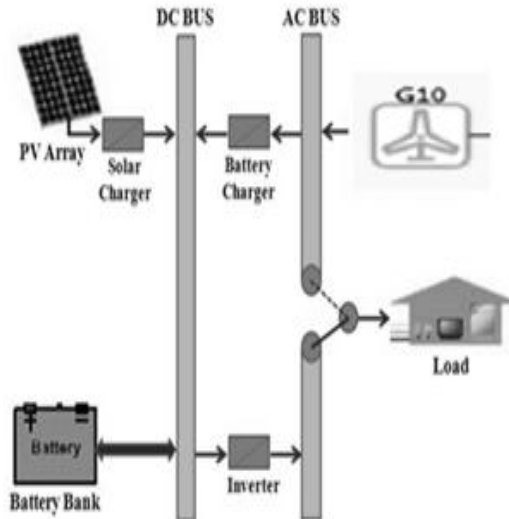


Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* Sistem Seri
Sumber: Sopian & Othman 2005

B. Sistem *Hybrid* Switch



Gambar 2. Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* Sistem Switch
Sumber: Sopian & Othman 2005



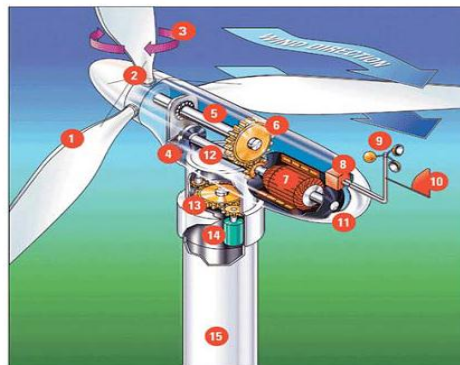
Gambar 3. Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* Sistem Paralel
Sumber: Sopian & Othman 2005

Pembangkit Listrik Tenaga Angin

1. Prinsip kerja turbin angin

Turbin angin adalah mesin untuk mengubah energi kinetik dalam angin menjadi energi mekanik. Jika energi mekanik kemudian diubah menjadi listrik, mesin itu disebut generator.

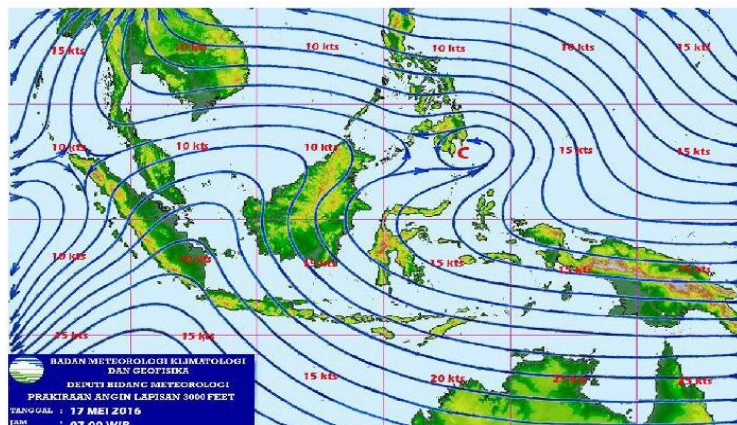
1. Blades
2. Rotor
3. Pitch
4. Brake
5. Low speed shaft
6. Gear box
7. Generator
8. Controller
9. Anemometer
10. Wind Vane
11. Nacelle
12. High speed Shaft
13. Yaw drive
14. Yaw motor
15. Tower



Gambar 4. Kontruksi turbine angin

2. Potensi Energi Angin Di bandung

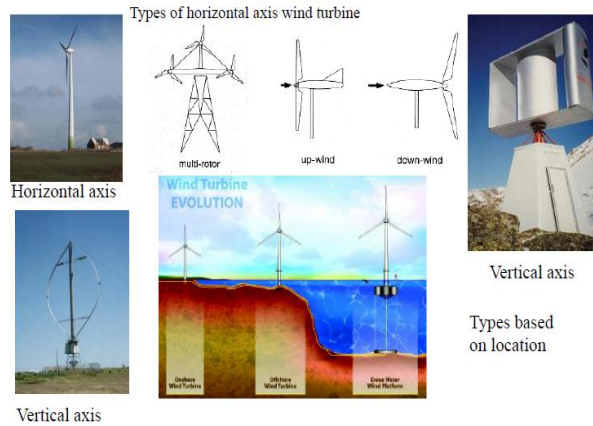
Potensi tenaga angin di daerah bandung cukuplah besar Berdasarkan sumber BMKG bahwa angin bergerak dari arah timur menuju arah barat daya di wilayah Bandung memiliki kecepatan angin 15 knot atau setara dengan 7,72 m/s untuk kondisi maksimum. Daryanto (2007).



Gambar 5. Perkiraan Angin di Indonesia
Sumber: BMKG

3. Jenis Instalasi Wind Turbine

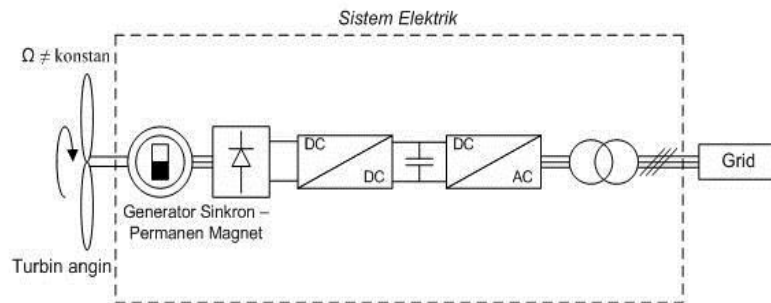
Instalasi pada wind turbine ada dua, yaitu jenis horizontal dan jenis vertical. Wind turbine horizontal adalah wind yang sering digunakan dari pada jenis vertical. Turbin ini terdiri dari sebuah menara yang di puncaknya terdapat sebuah baling-baling yang berfungsi sebagai rotor dan menghadap atau membelakangi arah angin.



Gambar 6. Jenis Instalasi Wind Turbine

Turbin angin sumbu vertikal memiliki bilah yang memanjang dari atas ke bawah. Turbin angin jenis ini yang paling umum adalah turbin angin. Jenis turbin angin vertikal biasanya berdiri setinggi 100 meter dengan lebar 50 kaki (Daryanto 2007), (Fransiscus, 2008).

4. Kerja Dari Turbin Angin Vertikal

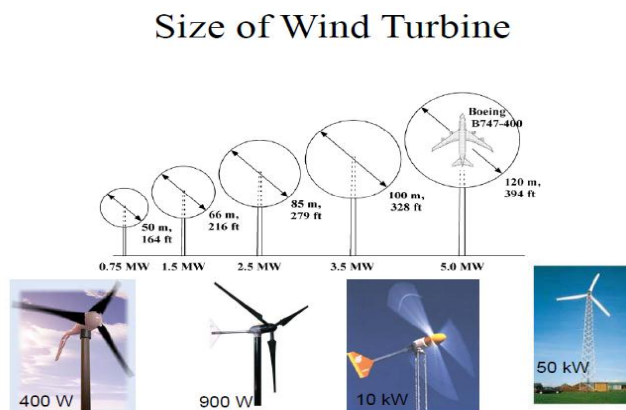


Gambar 7. Cara Kerja Turbine Angin

Ketika angin mengerjakan sudu turbin maka rotor berputar dan stator diam sehingga menghasilkan listrik AC dan di searahkan oleh dioda, maka keluar arus DC jika di perlukan untuk arus AC maka di butuhkan inverter sehingga bisa di pakai untuk arus AC

5. Kapasitas Dan Ketinggian Wind Turbin

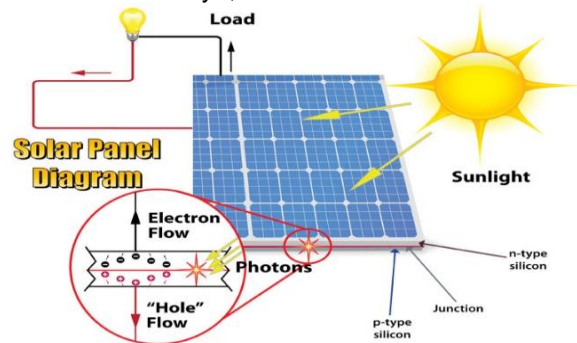
Kapasitas dan ketinggian turbin angin dapat di lihat pada gambar. dari yang terendah 10 kw sampai yang tertinggi 900 w sesuai dengan ketinggian dan kecepatan angin untuk memutarakan turbin (James, 2008), (Sucipto, 2008).



Gambar 8. Kapasitas Dan Ketinggian Wind Turbin

Pembangkit listrik Photovoltaic

Suatu *photovoltaic* bekerja dengan prinsip yaitu dengan mengubah sinar matahari menjadi suatu bentuk energi listrik dimana menggunakan prinsip semikonduktansi. Ketika cahaya bersinar pada semi konduktor, lading listrik menyeberang sambungan diantara dua lapisan menyebabkan listrik mengalir, membangkitkan arus DC. Makin kuat cahaya, makin kuat aliran listrik



Gambar 9: Photovoltaik.

Kelebihan menggunakan konfigurasi power plant enaga *hybrid* yaitu (Sopian & Othman 2005), (Tan & Seng, 2015):

1. Terpenuhi kebutuhan listrik
2. Pembangkit lebih efisien
3. Listrik menjadi ekonomis
4. Lebih ramah lingkungan
5. Umur system pembangkit lebih lama
6. Biaya pengoperasional dan perawatan relative murah
7. Biaya produksi energi listrik atau *cost of energy* (rp/kwh) per tahun relatif murah.

Berdasarkan teknologi pembuatannya, sel surya dapat dibagi dalam tiga jenis, yaitu (Tan & Seng, 2015):

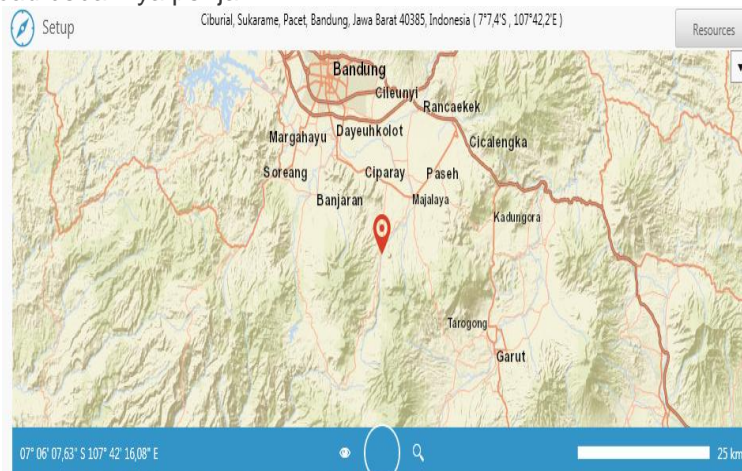
- a. *Monocrystalline Solar Cell*
- b. *Polycrystalline Solar Cell*
- c. *Thin Film Solar Cell* (TFSC)

Dalam penelitian ini, jenis modul surya yang digunakan adalah *monocrystalline solar cell*. *Monocrystalline solar cell* dipilih karena memiliki efisiensi paling tinggi dibandingkan dengan jenis sel surya lainnya, sekitar 15%-20%. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil sehingga beberapa sel surya harus digabungkan untuk membentuk suatu modulsurya (Ashok 2007), (Effendi 2011).

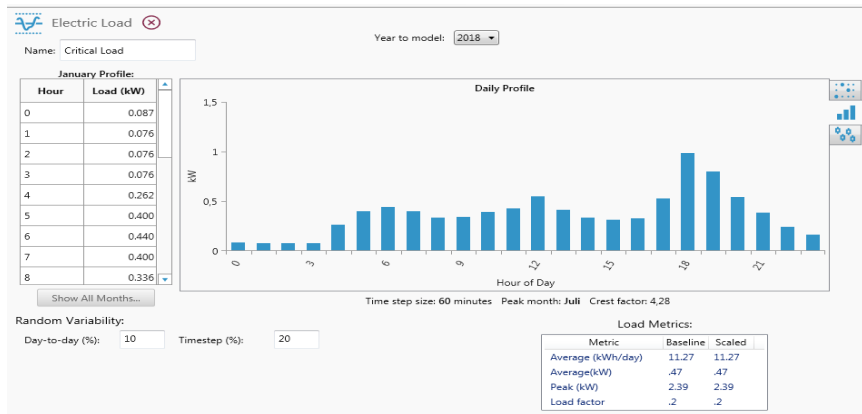
HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain & Data

Pada tulisan ini di bahas penentuan bagian dan parameter untuk membuat suatu sistem pembangkit listrik di daerah pacet, kabupaten bandung, jawa barat berdasarkan koordinat wilayah yang ada. Sistem ini akan digunakan untuk memberikan energi listrik tambahan untuk pengganti listrik PLN yang sudah ditentukan *load* bebannya per jam.

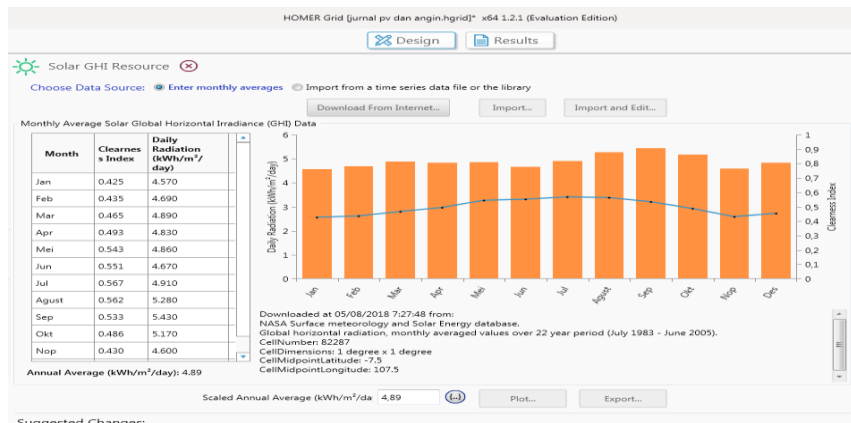


Gambar 10: Peta Lokasi



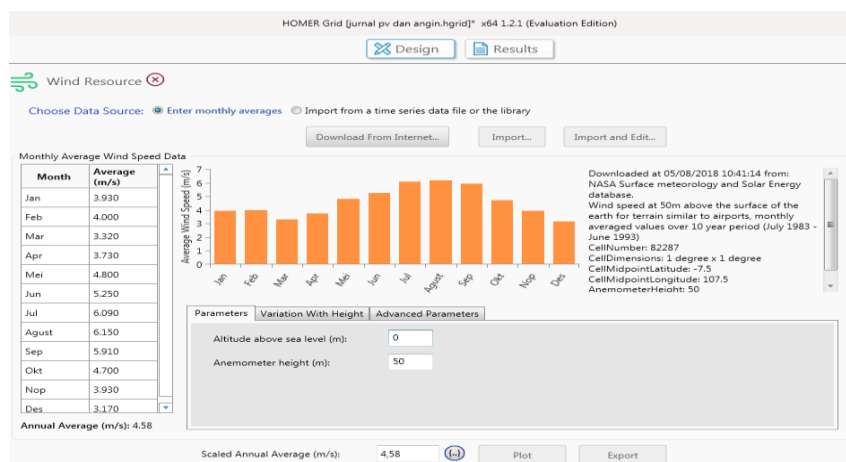
Gambar 11: Data Beban

Untuk membangun sistem pembangkit energi listrik ini, menggunakan *software* HOMER grid (*Hybrid Optimization Model for Energy Renewable*). HOMER adalah simulasi untuk membangun pembangkit listrik yang terbarukan yang dapat menentukan berapa biaya pembangunan dan biaya perkwhnya berdasarkan load yang di gunakan pada daerah tersebut , dapat mengetahui emisi yang ada dapat pula mengontrol system pembangkit listrik yang di buat, agar dapat di rencanakan dengan benar dan tepat. Setelah di teliti sumber yang mendukung di daerah pacet tersebut yang mungkin dapat dipergunakan adalah sel surya (PV) dan turbin angin.



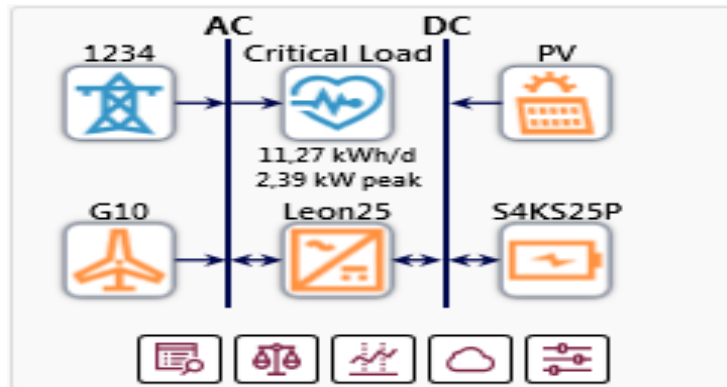
Gambar 12: Input Data Matahari

Data sumber energi matahari yang dipergunakan pada penelitian ini menggunakan HOMER grid . Berdasarkan data tersebut bahwa intensitas cahaya matahari di daerah pacet cukup baik sehingga kita layak untuk menggunakan sel surya atau PV di sana. Rata-rata dari intensitas matahari bernilai 4,89.



Gambar 13: Data Kecepatan Angin di Pacet Kab. Bandung

Nilai kecepatan rata-rata angin pada daerah pacet sebesar 4,58 m/s. Nilai ini sangat besar sehingga tepat karena nilai kecepatan rata-rata wind turbine di atas 3 m/s, dapat di gunakan untuk pembangkit listrik. Maka sumber energi terbaharukan digunakan pada daerah ini tenaga surya dan turbin angin.



Gambar 14: Sistem Pembangkit Daya BTS

Setelah menentukan sumber energy yang layak , maka harus memasukan data- data dari perangkat suatu pembangkit listrik yang di gunakan yaitu ,turbin angin, photovoltaic , listrik exiting PLN, baterai, converter sebagai pengubah arus listrik dari DC ke AC .. Biaya *replacement* pada perangkat-perangkat yang di gunakan adalah 80% dari biaya kapital karena ketika terjadi penggantian, tidak semua komponen perlu diganti.

| Capacity (kW) | Capital (Rp) | Replacement (Rp) | O&M (Rp/year) |
|---------------|--------------|------------------|---------------|
| 5 | 50000000 | 50000000 | 12000000 |
| 10 | 80000000 | 80000000 | 20000000 |

Multiplier:

Lifetime: time (years):

Derating Factor (%):

Electrical Bus: AC DC

Gambar 15: Data Input Photovoltaic

| Capacity (kW) | Capital (Rp) | Replacement (Rp) | O&M (Rp/year) |
|---------------|--------------|------------------|---------------|
| 10 | Rp15.000.000 | Rp15.000.000 | Rp3.500.000 |
| 15 | Rp20.000.000 | Rp20.000.000 | Rp5.000.000 |

Multiplier:

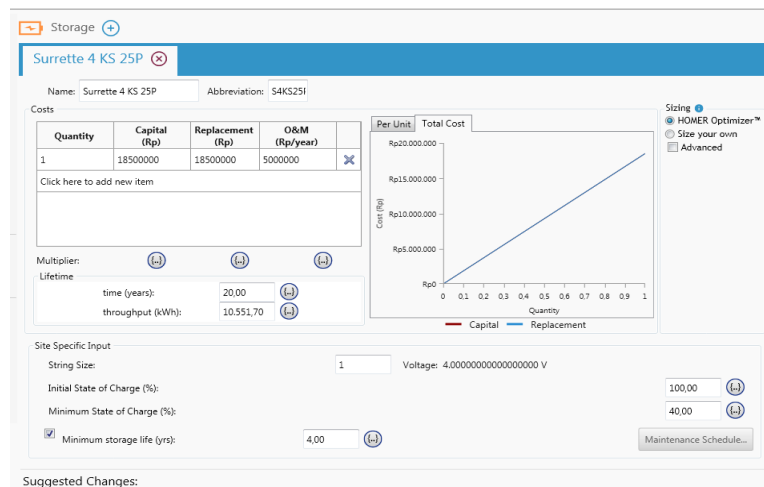
Inverter Input: Lifetime (years): Efficiency (%):

Rectifier Input: Relative Capacity (%): Efficiency (%):

Size your own: kW

Gambar 16: Data Input Konverter

Konverter yang dipergunakan adalah konverter Latronics yang disimulasi ini dapat berfungsi sebagai inverter dan rectifier dengan nilai efisiensi 94-96%. Photovoltaik yang diperlukan adalah generic plat. HOMER grid belum memperhitungkan biaya dimensi yang di perlukan dan biaya tempat yang digunakan untuk membangun suatu pembangkit listrik. Maka perlu di catat berapa biaya yang harus di siapkan selain dari bagian-bagian pembangkit listrik yang di perlukan.



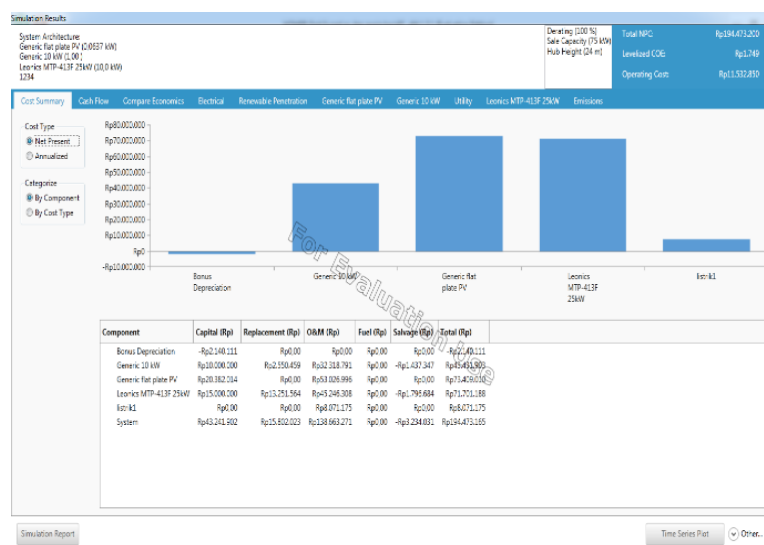
Gambar 17: Input Data Baterai

Baterai yang dipergunakan adalah baterai Rolls tipe Surrette 4KS25P.

Hasil Optimalisasi Simulasi Homer Grid

Dengan memasukan data-data dan desain pada HOMER grid, maka selanjutnya dapat dilihat pada simulasi yang paling optimal sesuai pembangkit listrik yang perlukan. Optimal atau tidaknya suatu pembangkit listrik ini dapat di lihat dari berbagai situasi yang ada seperti pengaruh exiting PLN, pengaruh turbine angin dan pengaruh photovoltaic yang di hasikan maupn dari fungsi semua komponen suatu pembangkit.

Dari hasil pengolahan data menggunakan HOMER pada system yang telah dirancang dapat dilihat konfigurasi anata photovoltaic ,PLN, dan turbin angin di mana telah di setting keterkaitan nya yang mana pada PV diatur 90-100 % dan pada pln di setting pada 50-75 kw yang disediakan serta pada turbin angin hub highte pada 20-24 meter . optimalnya suatu system pembangkit listrik dapat di tentukan oleh NPC-nya paling kecil, bukan COE. NPC (*Net Present Cost*) merupakan nilai saat pembangkit listrik di operasikan di kurangi pendapatan selama masa pakai sedangkan COE (*Cost of Energy*) merupakan biaya rata-rata per kWh pada pembangkit listrik.



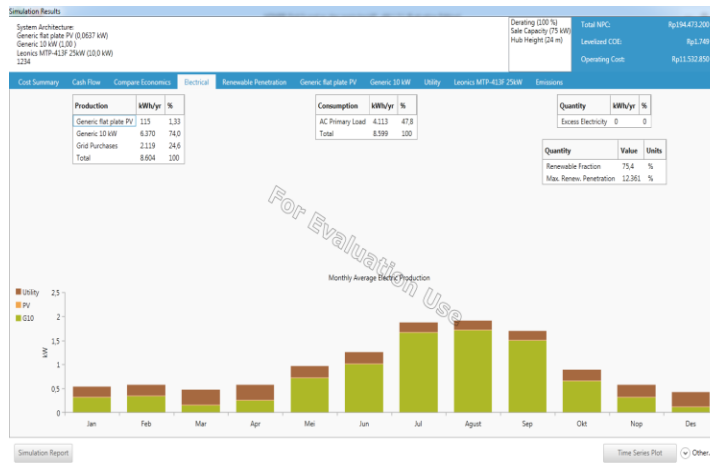
Gambar 18: Cash Summary

Dari data di atas dapat kita lihat biaya yang paling besar adalah biaya operasi dan pemeliharaan yang mana bisa mencapai empat kali lipat dari harga system, maka kita perlu perhitungkan harga jual listrik yang berasal dari energi terbarukan sehingga bisa penggunaanya lebih optimal.



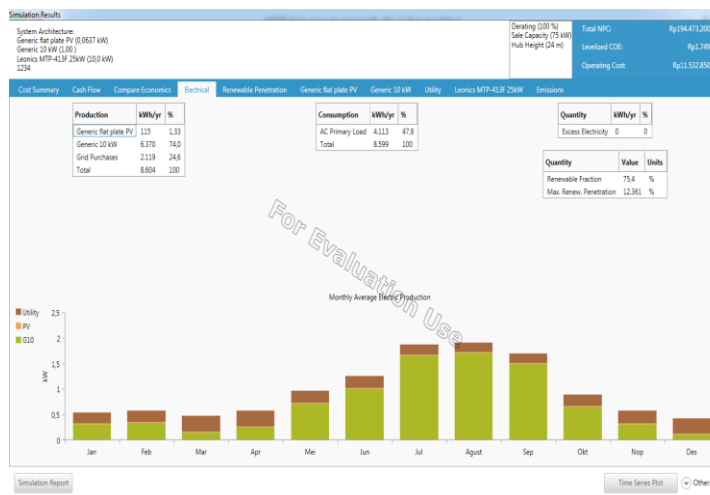
Gambar 19: Cash Flow

Biaya terbesar adalah pada awal pembangunan untuk membeli komponen komponen pembangkit listrik, kemudian pengeluaran operasional tiap tahun. Sesuai data sheet baterai, pada tahun ke-10 terdapat pengeluaran untuk mengganti baterai sedang untuk photovoltaic pada tahun ke 20 dan juga baterai juga harus diganti . Pada tahun ke-25 terdapat pemasukan berupa nilai sisa dari turbin angin dan baterai.



Gambar 20: Elektrikal Summary

Produksi energi listrik yang di dihasilkan pada pembangkit listrik ini lebih besar di pengaruhi oleh turbin angin, hal ini dapat kita lihat dari warna hijau yang dominan setiap bulannya. *Excess electricity* atau kelebihan energi yang dihasilkan adalah sebesar 0%, dengan kata energy listrik tidak ada yg terbuang,yang menunjukkan penggunaan listrik yang optimal pada pembangkit listrik.



Gambar 21: Hourly Data Plot

Gambar pada grafik diatas atmenunjukkan bahwa hasil produksi listrik terbesar di hasilkan dari turbin angin sebesar 74%,photovoltaic sebesar 1,33 % dan untuk penggunaan listrik PLN 24,6 %.dengan data tersebut maka kebutuhan akan listrik bisa terpenuhi dari energy ter barukan.

KESIMPULAN

1. Konfigurasi komponen yang paling optimal di peroleh oleh turbin angin sebesar 74,6% pertahun,photovoltaic 1,33% dan untuk penggunaan listrik PLN 24,6 %.
2. Data yang di peroleh paling optimal oleh turbin angin sebesar 74,6% pertahun,photovoltaic 1,33% dan untuk penggunaan listrik PLN 24,6 %. NPC pada system ini sebesar Rp 194.473.200, dan COE sebesar Rp1749 serta biaya operasional Rp11.532.850.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashok, S., "Optimised Model for Community-Based Hybrid Energy System", *Jurnal Elsevier*, vol. 32, hal. 1155-1164, 2007.
- Daryanto, Y. 2007. *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin*. Yogyakarta : Balai PPTAGG – UPT-LAGG
- Effendi, Asnal, "Pembangkit Listrik Sel Surya Pada Daerah Pedesaan", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 1, no. 1, hal. 19 - 24, Januari 2011
- Kunaifi, "Program HOMER Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida Di Propinsi Riau", *Seminar Nasional Informatika*, FTI UPN "Veteran" Yogyakarta, 2010, hal. 18-27.
- Lungan, Fransiscus. 2008. *Perancangan dan Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu Berdiameter 2,4 Meter Dengan Modifikasi Pemotongan dan Pengaturan Sudut Pitch*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Nayar, C. V. dkk., "Novel Wind/Diesel/Battery Hybrid Energy System", *Solar Energy*, vol. 51, no.1, hal. 65-78, 1993.
- Sopian, K. dan Othman, M. Y., "Performance of a Photovoltaic Diesel Hybrid System in Malaysia", *Iseco Science and Technology Vision*, vol.1, hal. 37-39, May 2005.
- Strong, Mr. Simon James. 2008. *Design of Small Wind Turbine*. University of Southern Queensland.
- Sucipto. 2008. *Pembuatan Turbin Angin Aksial Sumbu Horizontal Dua Sudu Berdiameter 3,5 Meter*. Bandung: Skripsi Program Studi Teknik Mesin ITB.
- Tan, David. Seng, Ang Kian. 2015. *Handbook for Solar Photovoltaic (PV) Systems*, Grenzone Pte Ltd, Phoenix Solar Pte Ltd, Singapore Polytechnic, Solar Energy, Research Institute of Singapore (SERIS), SP PowerGrid, Urban Redevelopment Authority, Singapore, ISBN: 978-981-08-4462-2, hal. 4-15.