

Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras

Antonov Bachtiar*, Wahyudi Hayattul

Institut Teknologi Padang, Padang

E-mail: antonov_bach@yahoo.com

ABSTRACT

At this time fossil fuel is still widely used to produce electricity, where the fuel if it continues to use will be exhausted and hard to renew. Based on these problems, it is necessary to make a Renewable Energy Generator with a natural source of power and can be updated as a solution to the depletion of fossil fuels. So, in this study proposed design of PLTB system. From the design of PLTB system is done in PT. Lentera Angin Nusantara in Ciheras village, Cipatujah district, Tasikmalaya district, West Java. Untuk know how big the potential of wind that can generate electrical energy that often difficult production if electricity PLN suffered a long blackout. Generation system using wind turbine, battery, converter and calculation of the system thoroughly using software HOMER version 2.68. Indonesia is a tropical country, has the potential of wind that can be used as a wind or wind power plant either on the edge of the beach or hills. The simulation results with this HOMER software that the wind potential can be utilized to develop renewable energy around the coast and help the community economy to be more advanced. The wind potential of this Ciheras beach has good wind potential to make the wind Power Plant, where wind speed is around 3 - 12 m / s. The amount of electricity generated by the Bayu Power Plant is sufficiently accurate to supply the electrical load, in a year Wind Turbine can produce an average of electricity power through a Homer simulation of 129 W and the calculation is 137 W.

Keywords: Wind power plant, homer software, and wind potential.

ABSTRAK

Pada saat ini bahan bakar fosil masih banyak digunakan untuk memproduksi listrik, dimana bahan bakar tersebut jika terus digunakan akan habis dan susah diperbarui. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga energi terbarukan dengan sumber pembangkit dari alam dan dapat diperbarui sebagai solusi dari habisnya bahan bakar fosil. Sehingga pada studi ini diusulkan perancangan sistem PLTB. Dari perancangan sistem PLTB dilakukan di PT. Lentera Angin Nusantara di desa Ciheras, kecamatan Cipatujah, kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Untuk mengetahui seberapa besar potensi angin yang dapat menghasilkan energi listrik yang sering kesulitan produksi jika listrik PLN mengalami pemadaman yang cukup lama. Sistem pembangkitan menggunakan wind turbine, baterai, converter dan perhitungan dari sistem secara menyeluruh menggunakan software HOMER versi 2.68. Indonesia merupakan negara tropis, memiliki potensi angin yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga angin atau bayu baik ditepian pantai atau bukit-bukit. Hasil simulasi dengan software HOMER ini bahwa potensi angin dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan energi terbarukan disekitar pantai dan membantu perekonomian masyarakat agar lebih maju. Potensi angin dipantai Ciheras ini memiliki potensi angin yang cukup baik untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, dimana kecepatan angin yaitu berkisar diantara 3 – 12 m/s. Besar daya listrik yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini cukup akurat untuk memasok beban listrik, dalam satu tahun Wind Turbine dapat menghasilkan rata-rata daya listrik melalui simulasi Homer yaitu 129 W dan dalam perhitungan didapat sebesar 137 W.

Kata kunci: PLTB, software homer, dan potensi angin.

1. PENDAHULUAN

Keterbatasan energi listrik dan tingginya ketergantungan terhadap bahan bakar fosil membuat pemerintah harus tanggap untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut dengan mencari sumber daya lain. Indonesia merupakan negara yang kaya akan potensi sumber daya alam yang melimpah, baik matahari, air dan angin merupakan alternatif peluang energi yang dapat dimanfaatkan sebaik mungkin oleh pemerintah. Masyarakat sekarang sangat bergantung pada listrik dari bahan bakar fosil, tidak hanya sebagai penerangan juga mendukung kegiatan ekonomi. Akibat yang ditimbulkan dari beban besar pemakaian adalah

sering terjadinya pemadaman bergilir dan sering terjadinya gangguan, yang mengakibatkan perekonomian berhenti. Pemerintah harus tanggap untuk membuat suatu alternatif energi pengganti, yang sangat berpotensi, salah satunya adalah memanfaatkan energi angin sebagai sumber energi untuk pembangkitan energi listrik.

Menanggulangi padamnya listrik para warga menggunakan genset sebagai energi pengganti, sementara harga BBM (Bahan Bakar Minyak) yang semakin mahal membuat para warga harus berfikir ulang untuk menekan biaya produksi untuk rumahan. Mengingat lokasi yang berada di pantai selatan memiliki potensi angin yang sangat tinggi

pengembangan energi terbarukan sangat cocok untuk membantu perumahan yang mengalami kesulitan pasokan listrik PLN. Eksplotasi energi angin ini sangat baik mengingat angin tidak akan pernah habis dan berkurang, lain halnya dengan bahan bakar fosil yang akan habis bila dipakai terus menerus. Atas dasar pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, maka penulis mencoba melakukan analisis terhadap potensi angin yang dapat digunakan sebagai energi pembangkit listrik.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Proses Terjadinya Angin

Angin merupakan salah satu unsur yang dapat mempengaruhi kondisi cuaca dan iklim. Angin adalah pergerakan udara yang disebabkan adanya perbedaan tekanan udara yang mengakibatkan adanya hembusan atau tiupan disuatu tempat atau daratan.

2.2 Macam-Macam Angin

1. Angin Darat dan Angin Laut

Angin darat terjadi pada malam hari, karena suhu dilaut pada malam hari sangat tinggi karena air laut dapat menahan panas matahari pada siang hari. Angin laut terjadi pada siang hari, karena suhu di darat lebih tinggi karena pantulan panas matahari merenggangkan udara di daratan. Proses terjadinya angina darat dan angina laut ini ditunjukkan pada gambar 1.

2. Angin Gunung dan Angin Lembah

Malam hari pegunungan lebih dulu mendingin sedangkan lembah masih hangat. Siang hari pegunungan lebih dulu mendapat pemanasan dibandingkan lembah. Proses terjadinya angina ini ditunjukkan pada gambar 2.

3. Angin Siklon dan Angin Antisiklon

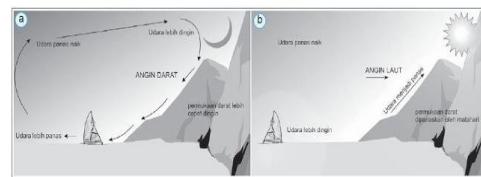
Angin siklon adalah udara yang bergerak dari beberapa daerah bertekanan udara tinggi menuju titik pusat tekanan udara rendah. Angin antisiklon bergerak dari suatu daerah sebagai pusat bertekanan udara tinggi menuju daerah bertekanan rendah yang mengelilnginya seperti ditunjukkan pada gambar 3.

4. Angin Fohn

Angin fohn terjadi karena udara yang turun mendapatkan pemanasan secara dinamis yang diikuti turunnya kelembapan nisbi seperti gambar 4.

5. Angin Munson Barat

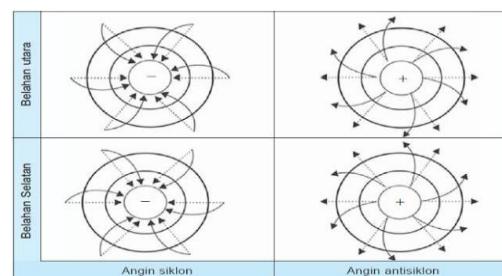
Angin monsun barat terjadi pada bulan Oktober-April. Bulan-bulan itu kedudukan



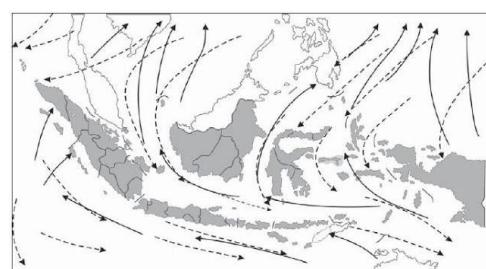
Gambar 1 Proses terjadinya angin darat dan angin laut



Gambar 2 Proses terjadinya angin gunung dan angin lembah



Gambar 3 Proses terjadinya angin siklon dan antisiklon



Gambar 4 Proses terjadinya fohn

matahari berada di belahan bumi selatan, akibatnya belahan bumi selatan suhunya lebih tinggi dari pada belahan bumi utara dan angin bertiup dari belahan bumi utara ke belahan bumi selatan.

6. Angin Munson Timur

Angin monsoon timur terjadi pada bulan April-Oktober. Saat itu kedudukan matahari berada di belahan bumi utara. Menyebabkan benua Australia mengalami musim dinin sehingga bertekanan tinggi. Sedangkan benua Asia lebih panas, sehingga tekanannya rendah.

2.3 Syarat Kecepatan Angin

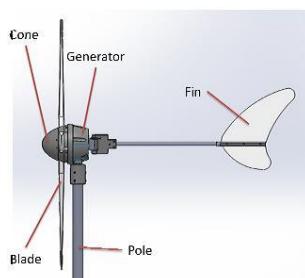
Tingkat kecepatan angina berdasarkan kondisi alam yang terjadi dijelaskan pada tabel 1.



Gambar 5 Turbin angin sumbu horizontal



Gambar 6 Turbin angin sumbu vertical



Gambar 7 Komponen turbin angin

Pada turbin angin disusun atas beberapa bagian komponen seperti tampak pada gambar 7 di atas. Berikut ini merupakan komponen dari turbin angin :

1. Sudu / blade

Sudu adalah bagian rotor dari turbin angin. Rotor ini menerima energi kinetik dari angin dan dirubah ke dalam energi gerak putar. Menggunakan prinsip-prinsip aerodinamika seperti halnya pesawat. Blade memiliki 3 jenis berdasarkan desainnya, berikut adalah jenis-jenis dari blade:

a. Taper

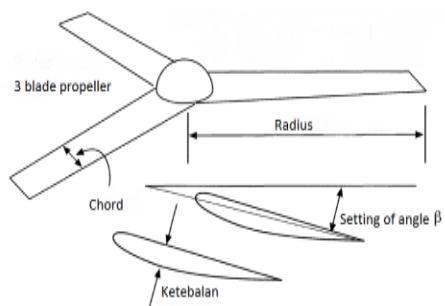
Merupakan blade yang dari pangkalnya akan mengecil ke ujung (gambar 9).

b. Taper less

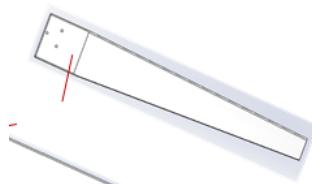
Merupakan blade yang dari pangkal sampai ujung memiliki ukuran yang sama (gambar 10).

c. Inverse taper

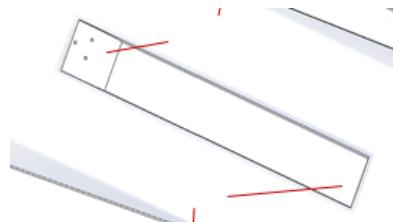
Merupakan blade yang ujungnya membesar (gambar 11).



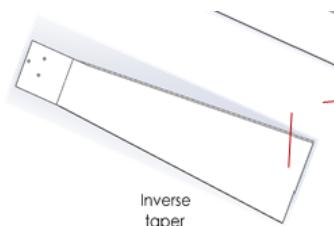
Gambar 8 blade



Gambar 9 Blade taper



Gambar 10 Blade taper less



Gambar 11 Blade inverse taper

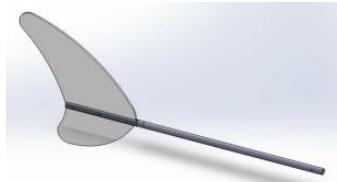
2. Tower

Tower atau tiang penyangga adalah bagian struktur dari turbin angin horizontal yang memiliki fungsi sebagai struktur utama penopang dari komponen sistem terangkai sudu, poros, dan generator.

3. Ekor

Ekor pada wind turbine berguna untuk mengubah posisi generator dan turbin agar sesuai dengan arah datangnya angin, di wind turbine TSD 500 bagian ekor di disain dapat menekuk hingga 90 derajat yang bisa berfungsi untuk melakukan furling atau penggulungan yang berfungsi untuk melambatkan putaran turbin saat terjadi angin yang memiliki batas kecepatan putaran dengan cara menekuk ekor agar arah

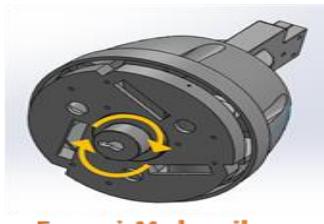
angin tidak mendarat pada bagian turbin hal ini menyebabkan turbin berputar pelan kalena arah angin tidak pas di tengah turbin. Bentuk ekor pada turbin angin ini ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12 ekor

4. Generator

Generator adalah salah satu komponen terpenting dalam pembuatan sistem turbin angin. Generator ini dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

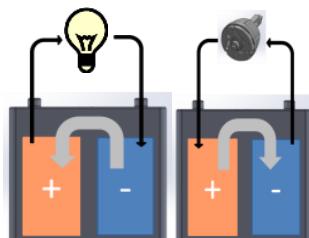


Energi Mekanik

Gambar 13 generator

5. Baterai

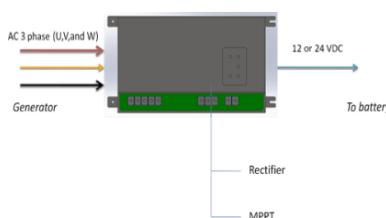
Keterbatasan akan energi angin (tidak sepanjang hari angin akan selalu tersedia) maka ketersediaan listrik pun tidak menentu.



Gambar 14 baterai

6. Controller

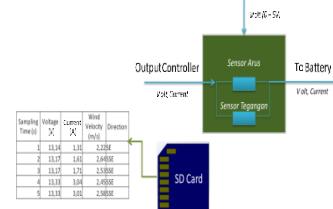
Controller berperan sebagai alat konversi energi listrik dari AC menjadi DC dan pengatur sistem tegangan masukan yang fluktuatif dari generator untuk distabilkan sebelum disimpan ke baterai.



Gambar 15 controller

7. Data logger

Data logger berperan sebagai media penyimpanan data tegangan dan arus dari controller akan melewati DL untuk direkam, setelah itu tegangan dan arus ini kembali dialirkkan kembali menuju baterai.



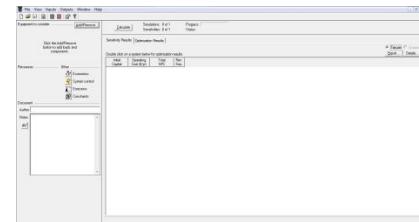
Gambar 16 data logger

8. HOMER Energy

HOMER adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membantu permodelan dari sebuah sistem tenaga listrik dengan menggunakan berbagai pilihan sumber daya terbarukan.

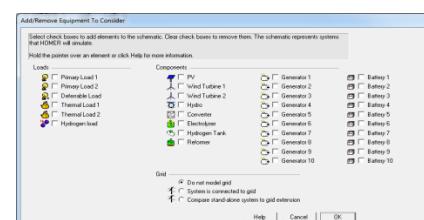
a. Tampilan Awal Homer

Tampilan perangkat lunak HOMER bisa dilihat dibawah ini. Perancang dapat menyusun sistem pembangkit dari berbagai jenis sumber daya, baik sumber daya konvensional maupun yang terbarukan.



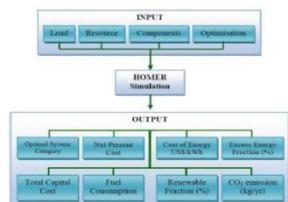
Gambar 17 Tampilan awal HOMER

Setelah kita membuka program Homer, maka yang harus kita lakukan adalah memberikan atau menambahkan masukan *device* pada *system hybrid* yang akan kita buat. Komponen pembangkit energi yang disediakan HOMER yaitu : *PV*, *Wind Turbine*, *Hydro*, *Converter*, *Electrolyzer*, *Hydrogen Tank*, *Reformer*, *generator*, dan *system battery*. Disini juga ada pilihan untuk menyalurkan pembangkit dengan grid PLN atau tidak.



Gambar 18 Pemilihan beban dan komponen lainnya pada HOMER.

b. Konfigurasi HOMER

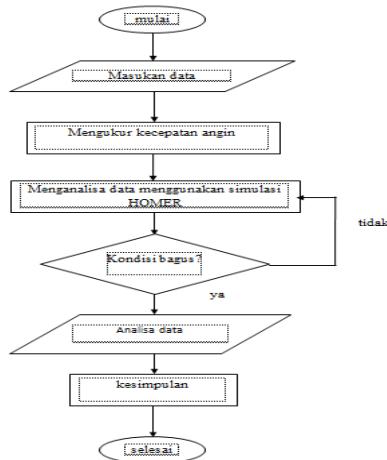


Gambar 19 Bagian utama arsitektur HOMER

Saat melakukan simulasi, HOMER menentukan semua konfigurasi sistem yang mungkin, kemudian ditampilkan berurutan menurut *net presents costs* - NPC (atau disebut juga *life cycle costs*). Jika analisa sensitivitas diperlukan, HOMER akan mengulangi proses simulasi untuk setiap variabel sensitivitas yang ditetapkan.

3. Metodoogi Penelitian

Adapun flowchart dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 20 flowchart

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melengkapi data yang dibutuhkan dalam analisa dan perhitungan pada penelitian ini maka dibutuhkan data-data sesuai dengan tujuan dari penelitian. Adapun data tersebut diambil sesuai dengan aplikasi penelitian yaitu data beban dan kecepatan angin dari PT. LAN. Data-data tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data kecepatan angin di LAN.
2. Data beban yang dipakai.
3. Data komponen-komponen yang dipakai.

4.1 Data Wilayah

Penelitian ini dilakukan di pantai selatan Ciheras, kec. Cipatujah, kab. Tasikmalaya, Jawa Barat. Desa Ciheras memiliki batas wilayah sebagai berikut:

Utara : Desa Cipanas (Kabupaten Tasikmalaya)

Selatan : Samudera Indonesia

Barat : Desa Sancang, Kecamatan Pameungpeuk (Kabupaten Tasikmalaya)

Timur: Desa Ciandum (Kabupaten Tasikmalaya)



Gambar 21 kondisi pantai selatan ciheras

4.2 Profil Beban

Potensi energi angin di Desa Ciheras Cipatujah ini digunakan untuk pemakaian PT ini sendiri. Berikut adalah beban listrik pemakaian dari PLN:

Tabel 2 profil beban

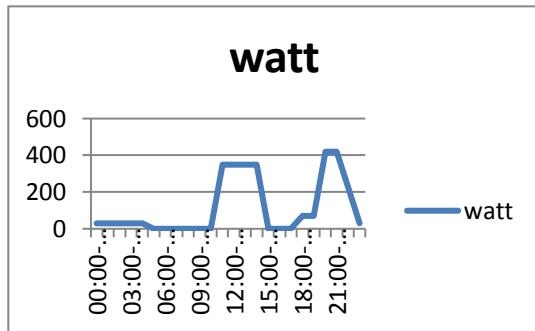
no	jenis peralatan	jumlah	Watt
1	leptop 50 w	7	350
2	lampa spiral 15 w	2	30
3	lampa 5 w	8	40
total daya			420

Tabel 3 Profil beban

Jam	watt
00:00-01:00	30
01:00-02:00	30
02:00-03:00	30
03:00-04:00	30
04:00-05:00	30
05:00-06:00	0
06:00-07:00	0
07:00-08:00	0
08:00-09:00	0
09:00-10:00	0
10:00-11:00	0
11:00-12:00	350
12:00-13:00	350
13:00-14:00	350
14:00-15:00	350
15:00-16:00	0
16:00-17:00	0
17:00-18:00	0
18:00-19:00	70
19:00-20:00	70
20:00-21:00	420
21:00-22:00	420
22:00-23:00	220
23:00-24:00	30
Total	2780
rata-rata	116

Pada umumnya peralatan listrik yang digunakan berupa lampu penerangan, dan peralatan elektronik lainnya. Data berikut dapat diambil kesimpulan jumlah total daya yang di gunakan dalam 1 hari adalah 2780 Wh/d penggunaan

peralatan listrik. Untuk menentukan berapa daya yang di gunakan, harus menghitung dulu beban dan berapa banyak yang terpakai.



Gambar 22 grafik pemakaian daya dalam satu hari

Untuk mencari prosentase beban digunakan rumus 2.3.

Tabel 4 penentuan hasil beban kerja menurut prosentase beban

beban kerja / waktu	prosentase beban (beban total)	hasil prosentase beban
beban malam 18.00	/ 30% x 420 W	126 W
05.00		
beban siang 11.00	/ 83% x 420 W	349 W
15.00		
beban puncak 19.00	/ 100% x 420 W	420 W
23.00		

4.3 Potensi Angin

Data kecepatan angin dilokasi pembangkit selama satu tahun yaitu di tahun 2016 dapat dilihat pada tabel berikut:

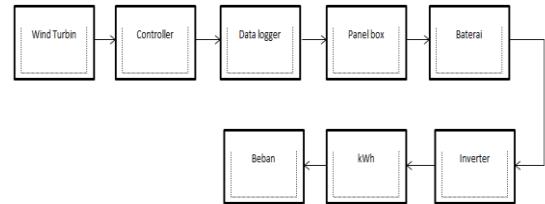
Tabel 5 Rata-rata kecepatan angin perbulan

Bulan	kecepatan rata-rata angin m/s
januari	4,32
februari	4,29
maret	4,31
April	4,31
Mei	4,22
Juni	4,26
Juli	4,33
Agust	4,32
september	4,27
oktober	4,32
november	4,31
desember	4,22
rata-rata	4,29

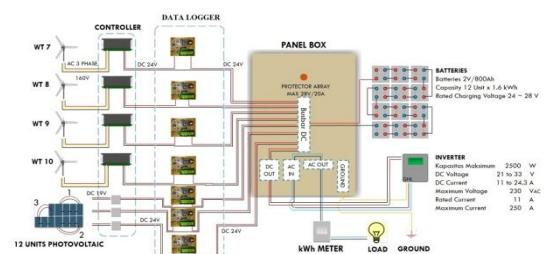
Berdasarkan tabel data kecepatan angin diatas maka untuk potensi angin di Cipatujah sebagai

pembangkit listrik tenaga angin (windturbin) sangat cocok, dikarenakan rata-rata tipe wind turbinyang di jual dipasaran bisa memutar wind turbin dengan kecepatan minimal 3m/s, sedangkan untuk rata-rata kecepatan angin pertahunnya didapatkan sebesar 4,29m/s.

4.4 Perancangan Sistem Pembangkit Listrik

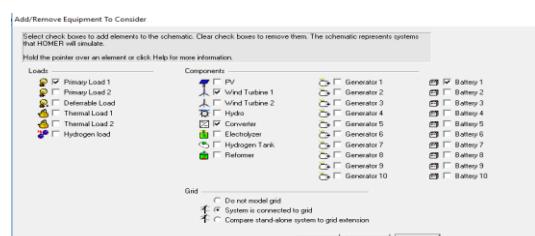


Gambar 23 blok diagram PLTB

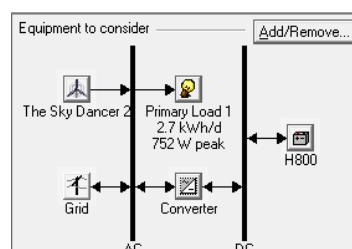


Gambar 24 wiring diagram sistem turbin angin

HOMER mampu memodelkan sistem pembangkit skala kecil yang optimal, dengan demikian kelayakan teknis dan analisa tentang beban yang terpasang, daya yang dapat dihasilkan dari sistem dapat ditentukan melalui simulasi menggunakan HOMER yang didasarkan pada konfigurasi sistem yang tepat. Berikut komponen awal dari program HOMER yang digunakan.

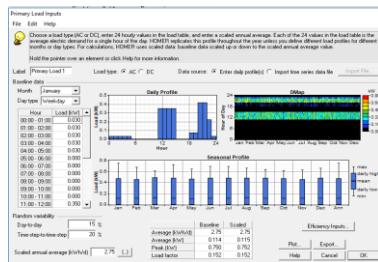


Gambar 25 komponen awal simulasi Homer

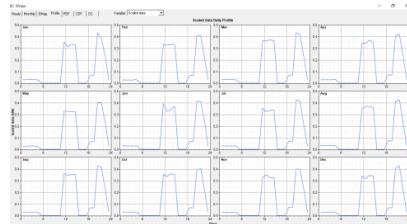


Gambar 26 kondisi pemodelan sistem PLTB

4.5 Pemasukan Data Beban



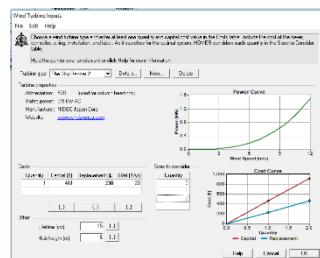
Gambar 27 perancangan beban primer Homer



Gambar 28 profil beban bulanan dalam satu tahun

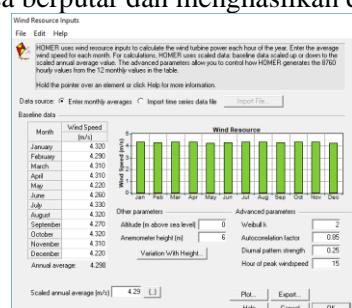
4.6 Desain Wind Turbine

Untuk perhitungan dari efisiensi kecepatan angin diambil dari persamaan 2.2. Untuk perhitungan kapasitas turbin sesuai efisiensi kecepatan angin diambil dari persamaan 2.11.



Gambar 29 perancangan wind turbine pada Homer

Dalam penentuan turbin angin, dengan menggunakan turbin angin The Sky Dancer atau TSD 500. Pada data sheet turbin TSD 500 didapatkan nominal kecepatan angin yang dibutuhkan untuk menggerakan turbin sebesar 2,5 m/s dan untuk desa Cipatuja sendiri memiliki kecepatan rata-rata 4,29 m/s sehingga dapat dipastikan *wind turbine* bisa berputar dan menghasilkan daya.



Gambar 30 pengisian data potensi kecepatan angin pada Homer



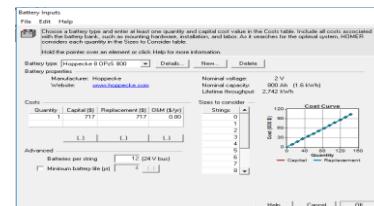
Gambar 31 Turbin angin The Sky Dancer 500

4.7 Desain Baterai

Untuk perhitungan kapasitas baterai diambil dari persamaan 2.4.



Gambar 32 Batteries OPzs 800



Gambar 33 perancangan baterai pada Homer

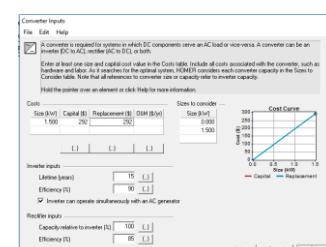
Untuk didapat berapa lama kemampuan 1 buah baterai dalam membackup beban yaitu 2.5.

4.8 Perancangan Inverter

Dalam penentuan inverter ini dilakukan dengan melihat kapasitas kWh meter.



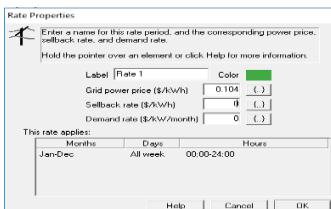
Gambar 34 inverter Luminous Sine Wave 1500VA



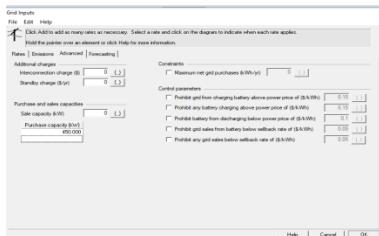
Gambar 35 perancangan converter pada Homer

4.9 Grid

Simulasi perancangan sistem ini menggunakan koneksi ke *grid*, hal ini bertujuan apabila ada kelebihan energi listrik, energi listrik tersebut dapat dijual ke PLN.

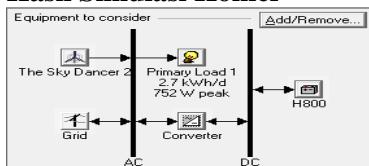


Gambar 36 perancangan grid



Gambar 37 kapasitas grid

4.10 Hasil Simulasi Homer



Gambar 38 konfigurasi Homer

		500	H800	Conv.	Grid	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	
						450	\$ 0	\$ 1,334	0.104	0.00	
				1		450	\$ 461	\$ 1,646	0.128	0.63	
					12	1.5	450	\$ 8,896	0.897	0.00	
					1	12	1.5	450	\$ 9,357	0.921	0.63

Gambar 39 hasil perhitungan Homer

Tabel 6 Hasil konfigurasi system optimal Homer

jenis	Keterangan
turbin TSD 500	turbin yang digunakan berjumlah 2 buah dengan masing-turbin memiliki kapasitas 500 w
Baterai OPz 800	baterai yang digunakan berjumlah 12 buah baterai.
inverter 1,5kW	total kapasitas inverter yang digunakan adalah 1,5kW
grid	grid bernilai 0.45 kW karena konfigurasi ini menggunakan listrik PLN sebagai pembantu dalam penyediaan listrik
initial capital	initial capital adalah biaya investasi yang dikeluarkan untuk membangun konfigurasi tersebut
operating cost	operating cost adalah biaya operasional yang digunakan dalam setiap tahunnya
NPC	untuk NPC dari konfigurasi yang dipakai adalah bernilai \$ 11821 hal ini menandakan hasil digunakan untuk pemakaian sendiri
COE	rata-rata listrik yang dihasilkan pertahun bernilai sebesar \$ 0,921/kWh
ren frac	ren frac ini bernilai 0,63 hal ini menandakan bahwa sistem berjalan dengan baik dengan menggunakan energi terbarukan

4.11 Analisa Sistem Teroptimal

Pada penelitian ini menggunakan Wind Turbin tipe TSD 500 dengan nilai daya 500 W (0,5kW) dengan membutuhkan kecepatan angin sebesar 12 m/s untuk menghasilkan daya yang optimal. Namun Wind Turbine TSD 500 ini mempunyai spesifikasi start-up kecepatan angin yaitu sebesar 3 m/s, sehingga dengan kecepatan angin sebesar 3 m/s turbin dapat menghasilkan energi listrik. Hubungan besarnya daya keluaran pada Wind Turbin dengan kecepatan angin dapat dilihat pada gambar 40 di bawah ini.



Gambar 40 kurva daya wind turbin

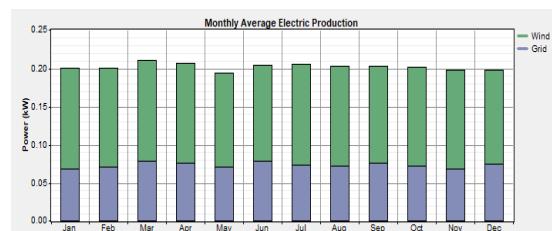
Untuk menghitung daya yang dihasilkan energi angin yaitu menggunakan persamaan 2.3.

4.12 Hasil Pembangkitan Sistem Produksi Listrik Satu Tahun

Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%
Wind turbine	1,129	64	AC primary load	1,004	100
Grid purchases	639	36	Total	1,004	100
Total	1,767	100			

Gambar 41 hasil daya yang dibangkitkan melalui simulasi Homer

Dari simulasi Homer didapatkan hasil pembangkitan listrik yang dibangkitkan Wind Turbine dalam satu tahun yaitu sebesar 1129 kWh/yr. Untuk mencari hasil rata – rata yang dibangkitkan wind turbine dan daya yang terpakai dari simulasi Homer dapat menggunakan persamaan 2.9.



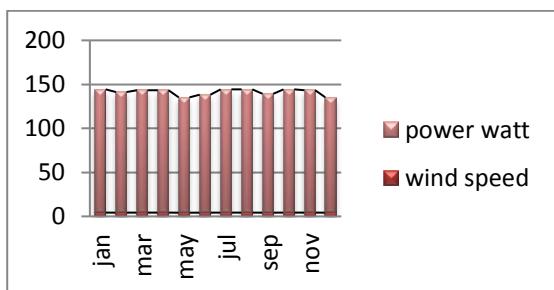
Gambar 42 hasil produksi listrik rata – rata perbulan Homer

Dari gambar diatas wind turbine mengalami produksi yang cukup baik, ini dikarenakan angin

bertiup secara stabil dalam menghasilkan daya listrik. Produksi listrik yang paling optimal di bulan Juli dengan produksi listrik mencapai 140 W. sedangkan produksi terendah pada bulan Mei yaitu memproduksi listrik sebesar 130 W. Untuk mencari rata – rata listrik yang dihasilkan perbulan dapat dicari sebagai berikut:

Bulan Januari dengan kecepatan rata – rata angin 4,32 m/s dapat di cari dengan persamaan 2.6.

Untuk mencari rata – rata daya yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dapat menggunakan persamaan 2.8.



Gambar 43 hasil produksi listrik rata – rata perbulan

Dari gambar di atas *wind turbine* mengalami produksi yang cukup baik, ini di karenakan angin bertiup secara stabil dalam menghasilkan daya listrik. Produksi listrik yang paling optimal di bulan juli, agustus, dan oktober dengan produksi listrik mencapai 140 W. Sedangkan produksi listrik terendah pada bulan mei dan desember dimana pada kedua bulan tersebut memproduksi listrik sebesar 131 W.

5. KESIMPULAN

Dalam melakukan analisa pada tugas akhir ini, maka diperoleh beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu: Potensi angin dipantai Ciheras ini memiliki potensi angin yang cukup baik untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dimana kecepatan angin yaitu berkisar diantara 3 – 12 m/s. Besar daya listrik yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini cukup akurat untuk memasok beban listrik, dalam satu tahun Wind Turbine dapat menghasilkan rata-rata daya listrik melalui simulasi Homer yaitu 129 W dan dalam perhitungan didapat sebesar 137 W.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad zaki zakaria, "potensi tenaga angin dengan metode weibull *Analisis* untuk Penerapan *Renewable Energy* di Pantai Watu Ulo Kabupaten Jember", *jurnal Fakultas Teknik, Universitas Jember*, 68121 Indonesia
- [2] Akbar Rachman, 2012 "Potensi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Energi Terbarukan" *jurnal Fakultas Teknik, Universitas Jember*, 68121 Indonesia
- [3] Angga Saputra dkk, 2015 "Pembangkit Listrik Tenaga Angin", Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Padang.
- [4] Antonov, 2017 "Studi Analisa Probabilitas Perlindungan Kawat Tanah Terhadap Gangguan Kilat Pada Kawat Fasa Berdasarkan Tipe Tower Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV, Aplikasi SUTT 150 kV Singkarak -Padang Panjang", *Jurnal Teknik Elektro Itp*, Vol. 6, No.2, Juli 2017
- [5] Ari Triwibowo, 2013 " Perkembangan Teknologi Kincir Angin " <http://sainsalam.com>
- [6] Daryanto, 2007 "Sistem Energi Angin Skala Kecil Untuk Pedesaan" *jurnal ilmiah*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- [6] Dines Ginting, "Sistem Energi Angin Skala Kecil Untuk Pedesaan", *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*, Vol.1, No.5, Agustus 2007 ISSN 1858 – 3466
- [7] http://assharrefdino.com/2013/11/normal-0-false-false-false-in-x-none-x_6515.html
- [7] https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin Turbin angin
- [8] <https://indone5ia.wordpress.com/2011/05/21/prinsip-kerja-pembangkit-listrik-tenaga-angin-dan-perkembangannya-di-dunia/> Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Angin Indonesia
- [9] <https://teknerti.wordpress.com/2011/08/07/perkembangan-teknologi-energi/> Perkembangan Teknologi Kincir Angin | TEKNERGI
- [10] Kunaifi 2010 "Program Homer Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida Di Profinsi Riau" *jurnal Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- [11] Lentera Angin Nusantara 2014 pengenalan teknologi pemanfaatan energi angin
- Syahruh, "Prospek Pemanfaatan Energi Angin di Pedesaan" Media Elektrik, volume 3, nomor 2, Desember 2008 "Jurnal UNM"
- [12] Lentera Angin Nusantara 2015 sejarah LAN
- [13] M. Aji Dwi Prasetyo, 2015 "perancangan sistem pembangkit listrik tenaga hibrida angin-pv di daerah puger menggunakan perangkat lunak homer"
- [14] Syamsul Bahari, 2015 "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Sekitar Sungai Nibung Kec. Teluk Pakedei Kabupaten Kubu Raya" *jurnal ilmiah*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- [15] *WindEnergyHandbook-AerodinamicsandLoad*.
- [16] www.homerenergy.com
- [17] www.kincirangin.info Tingkat kecepatan angin mill/3201--potensi-angin-melimpah-di-kawasan-pesisir-indonesia Potensi Angin