

PERANCANGAN PEMBANGKIT *HYBRID* ANGIN-SURYA DI DESA PARANGTRITIS YOGYAKARTA

Siti Saodah¹, Roza Amalia²

¹Jurusan Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung

²Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: ss_herlina@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan penambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil menyemangati para peneliti di berbagai negara untuk mencari energi lain yang kita kenal sekarang dengan istilah energi terbarukan. Area studi yang akan dikaji oleh penulis yaitu Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, yang memiliki batas langsung dengan laut dan memiliki luas wilayah 11,87 km² dengan jumlah total penduduknya adalah 7448 jiwa.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel data lokasi dalam kasus ini yaitu data statistik penduduk Kecamatan Kretek. Pengambilan data angin Kecamatan Kretek. Melakukan pendekatan lapangan dengan software Google Earth. Penghitungan potensi daya listrik yang dapat dihasilkan. Penghitungan potensi pembangunan dalam skala ekonomi.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa, pembangkit listrik tenaga angin dan surya, diesel hanya sebagai cadangan. Turbin angin mempunyai kapasitas 20 kW, kapasitas modul surya yang digunakan adalah 120 wp, baterai yang digunakan mempunyai kapasitas 3000 Ah – 2 volt, inverter yang digunakan berkapasitas 120 A. Dengan dilakukannya manajemen energi maka akan didapat hasil yang optimal dengan harga investasi yang lebih murah.

Kata kunci: PLTB, Turbin Angin, Modul surya, Inverter, Baterai

PENDAHULUAN

Kelangkaan sumber daya energi merupakan isu utama yang berkembang dewasa ini. Hal ini disebabkan karena kebutuhan energi, di Indonesia khususnya, dan di dunia pada umumnya, terus meningkat karena pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi, sehingga pola konsumsi energi itu sendiri juga meningkat. Sedangkan energi fosil yang selama ini merupakan sumber energi utama, ketersediaannya sangat terbatas, dan terus mengalami deplesi, karena proses alam memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat kembali menyediakan energi ini.

Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil menyemangati para peneliti di berbagai negara untuk mencari energi lain yang kita kenal sekarang dengan istilah energi terbarukan. Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Energi terbarukan meliputi energi air, panas bumi, matahari, angin, biogas, biomass, serta gelombang laut. Beberapa kelebihan energi terbarukan antara lain : sumbernya relatif mudah didapat, dapat diperoleh dengan gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar^[1]. Sedangkan definisi energi terbarukan menurut Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM): Energi terbarukan adalah energi yang dapat diperbaharui dan apabila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis^[2].

METODOLOGI

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah.

Penyebab timbulnya angin adalah matahari. Bumi menerima radiasi sinar matahari secara tidak merata. Dengan demikian, daerah khatulistiwa akan menerima energi radiasi matahari lebih banyak daripada di daerah kutub, atau dengan kata lain, udara di daerah khatulistiwa akan lebih tinggi dibandingkan dengan udara di daerah kutub. Pertukaran panas pada atmosfer akan terjadi secara konveksi. Berat jenis dan tekanan udara yang disinari cahaya matahari akan lebih kecil dibandingkan jika tidak disinari. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kecepatan Angin

- Gradien Barometris
- Letak tempat
- Tinggi tempat
- Waktu

Energi Angin

Model sederhana dari turbin angin mengambil dasar teori dari momentum, angin dengan kecepatan tertentu menabrak rotor yang memiliki performa sayap atau *propeller*. Dalam model sederhana, dimana memungkinkan *Newtonian mechanics* digunakan, aliran diasumsikan *steady* dan mendatar, udara diasumsikan *incompressible* dan *inviscid*, dan aliran *downstream* (aliran setelah melalui rotor) diasumsikan konstan di sekeliling bagian *streamtube* dengan tidak ada diskontinuitas tekanan di seberang perbatasan *streamtube*.

Daya yang dapat diekstraksi oleh turbin angin adalah sebagai berikut:^[1]

$$P_o = \frac{1}{2} \rho A V^3 C_p \quad \dots (1)$$

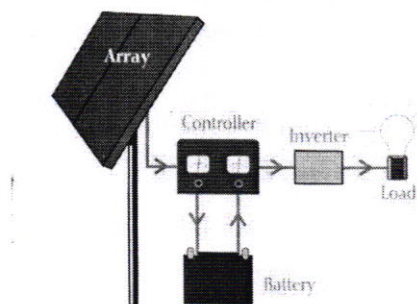
Tip speed ratio (rasio kecepatan ujung) adalah rasio kecepatan ujung rotor terhadap kecepatan angin bebas. *Tip speed ratio* dihitung dengan persamaan :

$$\lambda = \frac{u}{v} = \frac{\omega r}{u} = \frac{2\pi n r}{60u} \quad \dots (2)$$

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Fotovoltaik (biasanya disebut juga sel surya) adalah piranti semikonduktor yang dapat merubah cahaya secara langsung menjadi menjadi arus listrik searah (DC) dengan menggunakan kristal silikon (Si) yang tipis. Pada dasarnya sel surya fotovoltaik merupakan suatu dioda semikonduktor yang berkerja dalam proses tak seimbang dan berdasarkan efek fotovoltaik. Dalam proses itu sel surya menghasilkan tegangan 0,5-1 volt tergantung intensitas cahaya dan jenis zat semikonduktor yang dipakai.

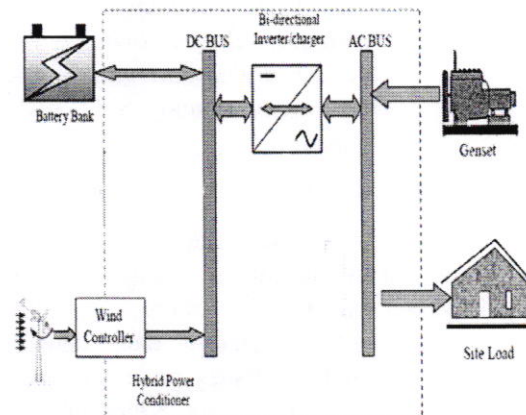
Komponen utama sistem surya fotovoltaik adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya fotovoltaik. Modul fotovoltaik tersusun dari beberapa sel fotovoltaik yang dihubungkan secara seri dan paralel. Teknologi ini cukup canggih dan keuntungannya adalah harganya murah, bersih, mudah dipasang dan dioperasikan dan mudah dirawat. Sedangkan kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan energi surya fotovoltaik adalah investasi awal yang besar dan harga per kWh listrik yang dibangkitkan relatif tinggi, karena memerlukan subsistem yang terdiri atas baterai, unit pengatur dan *inverter* sesuai dengan kebutuhannya.



Gambar 1. Sistem PLTS

Konfigurasi Pembangkit Hibrida

Secara umum Unit Sistem Pembuat Listrik Sistem Hibrida, Bayu dan diesel dapat dilihat seperti terlihat pada blok diagram berikut (Gambar 2).



Gambar 2. Konfigurasi PLTH Surya Bayu Diesel

Konfigurasi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) seperti terlihat di atas yang meliputi beberapa komponen utama yaitu:

1) *Hybrid Power Conditioner* yang didalamnya berisi :

- a. *Bi-Directional inverter*, merupakan pengubah dua arah yaitu merubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC atau sebaliknya dari keluaran generator ke sistem DC untuk pengisian energi ke baterai (*charge battery*).
- b. *Management Energy* di sini difungsikan sebagai tujuan utama dari sistem *hybrid*, dimana aliran beban akan selalu dikontrol dari ketiga sumber energi. Jika sumber Genset harus beroperasi maka beban yang dipikul oleh genset harus dioptimalkan pada posisi min 70% dari kapasitas diesel agar tercapai efisiensi pemakaian

bahan bakar sesuai kurva SFC Diesel-Generator. Semua aliran energi di sini akan dimonitor dan dikontrol untuk dapat mencapai titik efisiensi secara sistem dalam pemakaian BBM. Tanpa *Management Energy* maka PLTH layaknya hanya berfungsi sebagai *switch over* atau *backup* sistem yang tidak akan memperbaiki SFC pada Genset.

2) Wind Turbine

Adalah salah satu energi terbarukan yang akan merubah energi kinetik (*kinetic energy*) ke energi mekanik dalam bentuk putaran dan dengan melalui generator listrik pada porosnya akan terjadi energi listrik. Keluaran dari energi angin berupa tegangan DC yang nilainya disesuaikan dengan besaran tegangan baterai yang terpasang. Jadi, di dalam *wind energy* ini sudah termasuk di dalamnya control untuk baterai, yaitu yang merubah tegangan AC dari keluaran generator turbin menjadi tegangan DC yang sesuai dengan besaran tegangan pengisian baterai.

3) Battery Bank

Digunakan untuk menyimpan energi pada siang dan malam hari yang berasal dari “Energi *Solar Array* dan Energi Angin” yang sewaktu-waktu dapat dipergunakan sesuai permintaan pada Sistem Management Energy yang ada pada *Hybrid Power Conditioner*. Baterai yang dipergunakan adalah dari jenis “*Deep Cycle Tubular Stationary VLA Opzs Solar*” yang merupakan baterai khusus untuk solar panel dan *hybrid* sistem.

4) Diesel Generator

Diperlukan sebagai kombinasi energi untuk dapat mencapai nilai optimalisasi penyaluran sistem energi pada pelayanan beban. Untuk beban normal dan rendah diesel tidak akan kerja, tetapi untuk beban puncak atau energi yang

tersimpan di baterai di bawah ambang bawah, maka diesel akan mulai beroperasi untuk mensuplai kekurangan beban dan besarnya beban yang dipikul oleh genset diatur sampai min. 70% agar tercapai optimalisasi dan efisiensi pemakaian BBM terhadap energi yang dikeluarkan.

Perancangan Sistem Pembangkit Hybrid Angin-Surya

Area studi yang akan dikaji oleh penulis yaitu Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul. Letak geografis Kecamatan Kretek ini di sebelah utara berbatasan langsung dengan kecamatan Bambanglipuro, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Pundong, sebelah selatan berbatasan dengan Samudra Indonesia dan sebelah baratnya berbatasan dengan Kecamatan Sanden. Kecamatan Kretek ini memiliki beberapa desa yaitu salah satunya adalah Desa Parangtritis yang memiliki batas langsung dengan laut dan memiliki luas wilayah 11,87 km² dengan jumlah total penduduknya adalah 7448 jiwa. Desa parangtritis ini memiliki batas langsung dengan laut dengan kecepatan angin rata-rata pada tahun 2007 adalah 8,46 m/s atau 16,25 knot. Jumlah pelanggan di Desa Parangtritis adalah 110 rumah, dengan asumsi masing-masing rumah berlangganan listrik 450 VA, dan rata-rata pemakaian energi perharinya adalah sebesar 550Wh per rumah, maka total pemakaian energi perharinya penduduk Parangtritis ini adalah 890 kWh atau total daya yang dibutuhkan adalah 40 kW.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Energi Sistem yang disuplai PLTB

Data Kecepatan Angin pada Desa Parangtritis

Syarat utama yang harus diketahui dalam perencanaan pembangunan PLTB adalah potensi angin pada daerah kajian studi, dalam kasus ini yaitu desa Parangtritis. Tabel 1 ini merupakan grafik kecepatan angin untuk daerah Parangtritis dalam waktu satu tahun.

Tabel 1. Kecepatan Angin Desa Parangtritis Tahun 2007 Diukur pada Ketinggian 10m di atas Permukaan Laut

Bulan	Kecepatan Angin Rata-rata (m/s)	Kecepatan Angin Rata-rata (knot)
Januari	6.725111	13.072258
Februari	5.962039	11.589287
Maret	5.60495	10.895161
April	4.835774	9.400001
Mei	6.700218	13.024193
Juni	6.117597	11.891667
Juli	4.999234	9.717742
Agustus	6.538417	12.709677
September	7.883854	15.324999
Oktober	5.841429	11.354839
Nopember	8.029613	15.608332
Desember	7.343273	14.274582

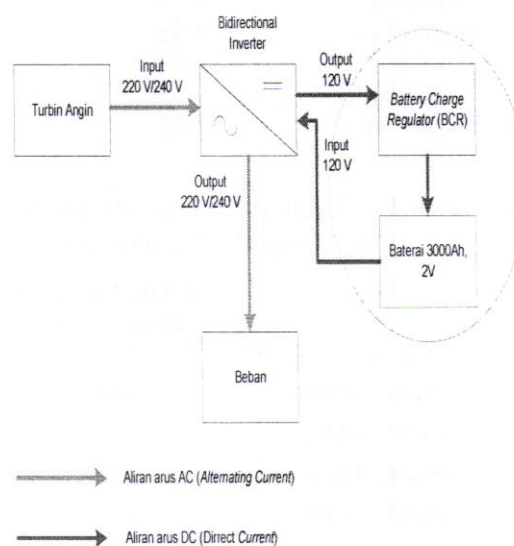
Setelah melakukan perhitungan berdasarkan data-data di atas, maka didapat spesifikasi sistem pembangkit tenaga angin yang dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Sistem PLTB

Daya yang ditanggung	20 kW
Energi beban yang akan disupply	290 kWh
Turbin Angin	Jenis turbin horizontal 3 blade Cp nya yaitu 0,35 Kecepatan Angin rata-rata 8,5 m.s Daya yang dapat diekstraksi oleh turbin

sebesar 9,955 kW

Kapasitas Baterai	3000 Ah, 2 Volt, 60 buah
Inverter	120 Vdc, 120 A
Battery Charge Regulator (BCR)	120 A



Gambar 3. Rancangan Sistem PLTB dan Hubungan Antara BCR dan Baterai

Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Data Tingkat Insolasi Matahari

Insolation adalah ukuran dari radiasi matahari energi yang diterima pada luas permukaan diberikan dalam waktu tertentu. Hal ini biasanya dinyatakan sebagai rata-rata radiasi dalam watt per meter persegi (W/m^2) atau kilowatt-jam per meter persegi per hari ($kW \cdot h / (m^2 \cdot hari)$) (atau jam/hari).

Tabel 3. Tingkat Insolasi Matahari

Bulan	Tingkat Insolasi Matahari kwh/m ² /hari
Januari	5.08
Februari	5.28
Maret	5.61
April	5.63
Mei	5.5
Juni	5.12
Juli	5.58
Agustus	6.09
September	6.56
Oktober	6.29
Nopember	5.65
Desember	5.56

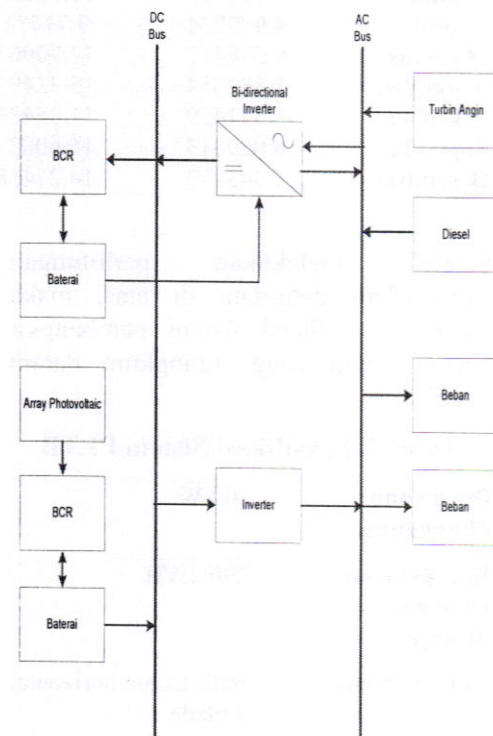
**Tabel 4. Tingkat Radiasi Matahari
Perjam Tanggal 1 Januari 2007**

Jam	Radiasi Matahari kwh/m ² /hari
06.00 - 07.00	0.04
07.00 - 08.00	0.06
08.00 - 09.00	0.09
09.00 - 10.00	0.12
10.00 - 11.00	0.12
11.00 - 12.00	0.02
12.00 - 13.00	0.08
13.00 - 14.00	0.11
14.00 - 15.00	0.08
15.00 - 16.00	0.025
16.00 - 17.00	0.03
17.00 - 18.00	0.03
18.00 - 19.00	0.005

Setelah melakukan perhitungan berdasarkan data-data di atas, maka didapat spesifikasi sistem pembangkit tenaga surya yang dirangkum dalam Tabel 5.

Daya yang ditanggung

Energi beban yang akan disupply	188 kWh
Modul Surya	Daya 120 wp Jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah 523 panel surya, yang disusun secara seri sebanyak 8 modul, 66 kelompok seri disusun secara paralel
Kapasitas Baterai	2000 Ah, 2 Volt, 60 buah
Inverter	120 Vdc, 120 A
Battery Charge Regulator (BCR)	120 A



Gambar 4. Sistem Hybrid Wind-Surya

Tabel 5. Spesifikasi PLTS

KESIMPULAN

1. Kinerja sistem PLTB dan sistem kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca.
2. Pada pembangkit listrik tenaga *hybrid* yang utama adalah pengaturan aliran energi (manajemen) sehingga sistem pembangkit menjadi efisien.
3. Pemilihan peralatan seperti *inverter*, *charge controller* serta baterai dilakukan dengan pendekatan dari data yang ada di pasaran, hal ini pun akan mempengaruhi dalam pengambilan kapasitas dalam penyimpanan pada baterai.
4. Diesel hanya dijadikan sebagai *back-up*, saat kondisi pembangkit tenaga surya dan kondisi pembangkit tenaga angin menghasilkan energi yang minimum atau bahkan tidak menghasilkan energi sama sekali.

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://www.indonesia.go.id/in/kementerian/kementerian/kementerian-n-energi-dan-sumber-daya-mineral>
2. Patel, R Mukund. Wind and Solar Power System, 1999.
3. Patel, R Mukund. Wind and Solar Power System Design, Analysis, and Operation, 1999.
4. Houston, Brigham. Fundamental of Financial Management. 2000.
5. Nelson, Vaughn C. Wind Hybrid System Technology Characterization. Available from Natural Renewable Energy Laboratory.
6. Canmet, Photovoltaic Project Analysis. Available from Natural Resources Canada, 2001-2004.
7. Hankins, Mark. 1991. Small Solar Electric Systems for Africa. Motif Creative Arts, Ltd. Kenya.
8. James P. Dunlop, P.E. Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic Systems Fundamentals and Application. Florida Solar Energy Center, Sandia National Laboratories. 1997.
9. Ralph J. Smith, Circuits Devices and Systems. John Wiley and Sons, Inc. 1969.
10. Strong, Steven J, The Solar Electric House. Solar Design Associates. 1987.