

Model Energi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Giliyang Madura

Nurhadi ^a, Mochammad Ali M. ^a, Daif Rahuna ^a, Sutopo P. Fitri ^b

^a Balai Teknologi Hidrodinamika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Indonesia

^b Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Article history: Recieved:15/08/2017 Revised: 8/12/2017 Accepted: 30/12/2017

ABSTRAK

Pulau Giliyang merupakan pulau yang terkenal dengan kandungan oksigen paling tinggi di dunia, dan mempunyai keindahan laut yang sangat bagus. Tetapi lokasi pulau ini masih jauh dari sistem PLN. Pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan perlu dikembangkan. Salah satunya energi alternatif tersebut adalah energi solar. Energi solar adalah energy yang berasal dari sinar atau panas matahari. Energi ini dapat diterapkan diberbagai aplikasi teknologi seperti pemanas solar, photovoltaic solar, pembangkit panas solar, arsitektur berbasis solar dan fotosintesis buatan. Berdasarkan analisis diketahui bahwa kebutuhan energi di pulau Giliyang mencapai sekitar 1984 kWh. Desain dari sistem pembangkit solar dua *off-grid* yang memiliki kapasitas 1 MWp akan membutuhkan area sebesar 3000 m² dengan solar panel sebanyak 780 buah yang mempunyai intensitas sebesar 800 W/m². Siklus baterai dengan 24 V DC 200 AH sebagai media penyimpanan dibutuhkan sebanyak 504 buah.

Kata kunci: Pulau Giliyang, energi alternatif, energi solar, sistem *off-grid*

ABSTRACT

Giliyang Island is a famous island that has the highest oxygen content in the world, and very beautiful sea, but the location is far from PLN / elctictric grid system. It is necessary to develop environmentally friendly alternatif energy. One of alternatif energy offered is solar energy. Solar energy is energy that's form of light and heat from the sun. This energy can be utilized using a range of technologies such as solar heating, solar photovoltaic, solar thermal power, solar architecture, and artificial photosynthesis

Based on the calculation is known that the electrical energy demand for Giliyang Island is around 1984 kWh. The design of two off-grid solar power systems which each capacity about 1 MWp will require 3000 m² of land with 780 solar panels that have an intensity of 800 W / m². Deep cycle battery with 24 V DC 200 AH as storage media required about 504 pieces.

Keywords: Giliyang Island, alternatif energy, solar energy, off grid system



Nurhadi. Lahir di Tulungagung, menyelesaikan S1 di Universitas Muhammadiyah Surabaya dan Pascasarjana pada Jurusan Teknik Sistem Pengendalian Kelautan, ITS, pada tahun 2016. Saat ini penulis bekerja sebagai Perekayasa Madya di Balai Teknologi Hidrodinamika – BPPT.

PENDAHULUAN

Pulau Giliyang merupakan sebuah pulau yang terkenal memiliki kandungan oksigen tertinggi di dunia, sehingga dianggap sebagai pulau awet muda dimana dipulau terdapat 10 goa alam dan wisata bahari yang sangat indah. Secara administratif pulau ini berada pada wilayah Kecamatan Dungkek. Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur. Secara Geografis berada pada koordinat 06⁰ 59' 9" LS dan 114⁰ 10' 29"

*Corresponding author.

E-mail address: nrhadi@gmail.com

Peer reviewed under reponsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

BT, dengan luas 915.21 Ha. Pulau Giliyang terdiri dari 2 Desa yaitu Desa Bancamara dan Desa Banra'as. Dengan jumlah Penduduk pulau total 9.185 jiwa dan 3.867 KK. Desa Bancamara memiliki jumlah penduduk 5.238 jiwa dan 2077 KK, sedangkan Desa Banraas memiliki jumlah penduduk yang lebih sedikit yakni 3.947 jiwa dan 1.790 KK[1].

Untuk sumber penerangan selama ini menggunakan suplay non PLN dimana warga memanfaatkan generator diesel yang mencapai 2.200 buah dan minyak tanah, sementara pengguna televisi mencapai 176 buah dan radio 308 buah. Data pendidikan di Pulau Giliyang yaitu di Desa Bancamara terdapat 3 Sekolah dengan 9 ruang Kelas, sedangkan pada Desa Banraas terdapat 2 sekolah dengan 6 ruang kelas. Tempat ibadah berupa masjid terdapat 10 masjid, 30 musholla, 6 usaha kecil serta 1 pelabuhan pada masing-masing desa[2].



Gambar 1. Lokasi Pulau Giliyang

Karena letaknya yang jauh dari sumber PLN maka sangat diperlukan energi alternatif untuk listrik yang ramah lingkungan sehingga kadar oksigen yang tinggi dan keindahan alam yang dimiliki dapat dipertahankan dan dikembangkan menjadi pulau wisata oksigen dan bahari. Salah satu energi alternatif yang ditawarkan adalah energi surya.

Energi surya merupakan energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan. Pada tahun 2011, Badan Energi Internasional menyatakan bahwa perkembangan teknologi energi surya yang terjangkau, tidak habis, dan bersih akan memberikan keuntungan jangka panjang yang besar. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi negara-negara melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada, tidak habis, dan tidak tergantung pada impor, meningkatkan kesinambungan, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah dari sebelumnya [3].

Sebagaimana disebutkan Pulau Giliyang dengan kadar oksigen sangat tinggi terletak jauh dari sumber energi listrik PLN, sehingga diperlukan suatu energi alternatif yang ramah lingkungan untuk memasok kebutuhan listrik masyarakat. Untuk itu dibuat sebuah desain energi surya off grid (tidak terhubung ke PLN) sebagai sumber energi tersebut. Pemilihan didasari besarnya sinar matahari yang ada di Pulau Giliyang selama setahun. Pada tulisan ini kajian desain dari sisi ekonomis belum dilaksanakan.

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka, survey, simulasi perhitungan dan desain sitem.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam metodologi ini meliputi:

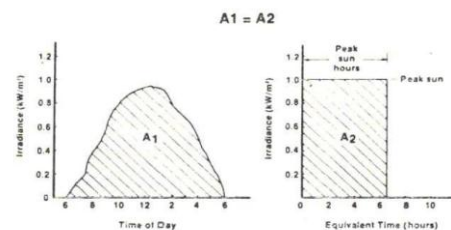
1. Pengumpulan data-data primer berupa jumlah penduduk, fasilitas umum dan kebutuhan listrik masyarakat.
2. Survey lokasi untuk verifikasi data, pengamatan dan pemilihan ketersediaan lahan.
3. Perhitungan dan desain system PLTS.
4. Analisa dan kesimpulan

Teknik Penangkapan Radiasi Matahari

Dari beberapa metode teknik penangkapan sinar matahari diantaranya adalah sistim Flat Plate Arrays dimana PV dipasang fix pada sudut dan arah tertentu untuk menangkap radiasi cahaya matahari. Pemilihan tipe ini karena letak daerah di tropis sehingga tiap tahun dan waktu terkena cahaya matahari dan lebih murah dibandingkan sistim Tracking Plate Arrays. Contoh sistim ini dpat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sistim Flat Plate Arrays



Gambar 3. Puncak cahaya matahari dan desain manual [4].

Gambar 3 menunjukkan adanya perubahan intensitas cahaya matahari selama bersinar dalam 12 jam sehari, sehingga secara efektif akan dianggap bersinar selama 5 jam dalam sehari selama musim panas.

Perhitungan Sistem

Dari pengukuran yang dilakukan pada bulan Maret 2015 diketahui bahwa tingkat irradianse matahari di Pulau Giliyang berkisar 800 watt/m², sehingga diperlukan menyesuaikan kemampuan panel PV berdasar data tersebut sehingga nilai PV yang digunakan adalah 244.4 wp. Untuk tahapan perhitungan sistim akan dilaksanakan dalam beberapa tahapan meliputi:

- a) Perhitungan konsumsi daya dan solar yang dibutuhkan

Pada tahapan ini akan dihitung kebutuhan daya berdasar kebutuhan masyarakat, hasil kebutuhan daya Wh / day dengan mengalikan faktor 115%. Penentuan panel surya yang dipakai dan gunakan data intensitas panel pada 800 watt/m² sesuai hasil pengukuran. Menghitung jumlah kebutuhan panel dengan membagi kebutuhan daya Wh/day dengan nilai intensitas panel surya, pembagian panel surya dalam beberapa group yang terhubung seri dan paralel.

b) Perhitungan Listrik

Perhitungan listrik yang dilaksanakan meliputi besarnya tegangan disesuaikan data panel terhubung seri, perhitungan arus masing-masing arus seri dan paralel dari group, perhitungan daya keluaran tiap group, perhitungan kebutuhan daya inverter tiap group, dengan memberikan factor pengali jika dibutuhkan.

c) Perhitungan dan kebutuhan battery

Untuk perhitungan kebutuhan battery dilakukan perhitungan nilai autonomi (nilai cadangan jika panel surya tidak menghasilkan listrik) dalam kasus ini kita buat 1 hari, penentuan nilai Wh/day yang digunakan battery dalam hal ini 85%, penentuan nilai deep charge battery yang digunakan (50%) serta perhitungan kebutuhan Ah battery (Total kebutuhan daya x nilai autonomi) dibagi dengan (0.85 x 0.5 x tegangan nominal yang digunakan).

d) Perhitungan lahan

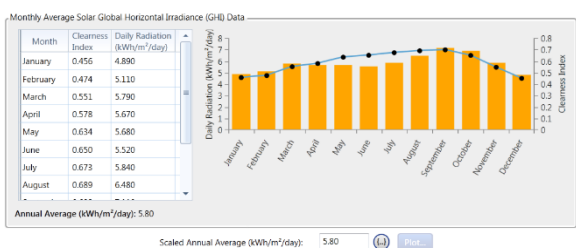
Perhitungan kebutuhan lahan meliputi kepastian data panjang dan lebar tiap modul surya yang digunakan, perhitungan luasan yang diperlukan dengan memberi jarak untuk masing-masing group, memperkirakan luas lahan untuk sistim inverter dan pembagi beban, perkiraan luas lahan untuk battery dan yang terakhir adalah mengkalikan dengan faktor tertentu.

Tabel 1. Perkiraan Jumlah beban di Pulau Giliyang

No	Beban	Daya watt	Jumlah titik	Waktu nyala	Pemakaian (jam)	Jumlah (pemakai)	Total (Kwh)
1	Lampu rumah	8	5	18.00-05.00	11	4000	1760
2	Lampu Mushola	8	3	18.00-21.00	3	40	2.88
3	Lampu umum	8	1	18.00-05.00	11	200	17.6
4	Televisi	70	1	18.00-21.00	3	200	42
5	Pelabuhan	300	2	18.00-05.00	11	2	13.2
6	Sekolah	8	1		4	15	0.48
7	Industri kecil	450	1		5	6	13.5
8	Pompa	1500	15		6	1	135

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada **tabel 1.** ditunjukkan perhitungan perkiraan beban listrik yang akan digunakan oleh penduduk di Pulau Giliyang Madura berdasarkan data survey.



Gambar 4. Data radiasi matahari setahun di Pulau Giliyang

Data radiasi matahari pada Pulau Giliyang berdasarkan software Homer ditunjukkan pada gambar 4. mempunyai rata-rata berkisar 5.8 kwh/m²/day tapi berdasarkan pengukuran sekitar 4.8 kwh/m²/day sehingga dalam perhitungan diambil nilai yang kecil. Berdasarkan data irradiance matahari 800 watt/m² maka penyesuaian data Wp dari solar panel dari 300 wp pada 1000 watt/m² menjadi 244.4 wp untuk 800 watt/m² sesuai spesifikasi yang ada.

Untuk desain pembangkit ini dilakukan pembagian solar panel dalam 4 group, dimana pada masing-masing group terhubung seri dan paralel.

Tabel 2. Perhitungan kebutuhan panel surya

No	Perencanaan Solar PV dengan Solar Word PV 320 [5]	Nilai	Satuan
1	Daya intensitas panel pada 800 W/m ²	244.4	Wp
2	DC Voltage (Vmp V)	33.8	V
3	Dc Current (Imp A)	7.18	A
4	Tegangan terbuka (Voc)	40.1	V
5	Arus hubung singkat (Isc)	7.82	A
Kebutuhan Jumlah Panel			
6	Panel PV yang diutuhkan dg safety 15%	784.23	panel
7	Jumlah Panel PV digunakan	780	panel
Grouping Solar PV			
8	Jumlah Group	4	Group
9	Jumlah Panel per Group	195	panel
10	Jumlah PV Terhubung Paralel	13	paralel
11	Masing-Masing PV terhubung seri	15	seri

Berdasarkan jumlah data PV yang digunakan sesuai dengan **tabel 2** dan data spesifikasi PV maka didapatkan data kelistrikan sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan daya listrik yang dihasilkan panel surya

No	Perhitungan Listrik	Nilai	Satuan
1	V out /hubungan seri	507	V DC
2	I out / hubungan seri	7.18	A DC
3	V out /Group	507	V DC
4	I out /Group	93	A DC
5	Daya out / hubungan seri	3.6	KW
6	Daya out dari Group	47	KW
7	Daya out total	189	KW
8	Inverter Size dg faktor 1.3	250	KW

Karena sistim yang dirancang off grid maka diperlukan suatu sistim penyimpanan daya dimana digunakan media battery. Perhitungan sistim battery disesuaikan dengan spesifikasi inverter yang akan digunakan, dimana tegangan inverter yang digunakan adalah 480 Volt.

Tabel 4. Perhitungan kebutuhan battery

No	Battery (Deep Cycle Battery)	Nilai	Satuan
1	Autonomi	1	day
2	Total Wh/day digunakan oleh battery	85	%
3	Depth discharge	50	%
4	480 V battery size /group	4	Group
5	Kebutuhan Ah battery/group	1484.66	Ah
6	Total 480 V dan autonomi day	1485	Ah
No	Solar Charge Controller	Nilai	Satuan
1	Arus total Short sircuit PV	7.82	A
2	Jumlah kelompk paralel	13	Kel.
3	Rating Solar Charge Controller	132	A
No	Kebutuhan Battery	Nilai	Satuan
1	Tegangan Battery	24	V Dc
2	Ah Battery	200	Ah
3	Battery terhubung seri/group	21	seri
4	Battery paralel /group	6	pc
5	Total Battery	504	pc

Perhitungan kebutuhan lahan untuk pembangkit listrik tenaga surya ini dapat dilihat pada **tabel 5**.

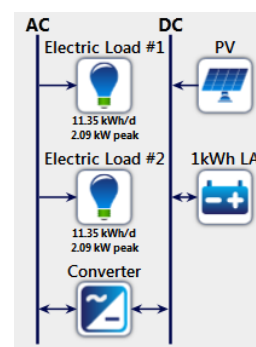
Tabel 5. Perhitungan Kebutuhan luas lahan untuk panel surya

No	Kebutuhan Luas lahan Power Plan 1 MWp	Nilai	Satuan
1	Panjang solar panel	1.996	m
2	Lebar solar panel	0.998	m
3	Panjang PV seri	32	m
4	Lebar PV paralel	15	m
5	Luas lahan / group	478	m2
6	Total Luas lahan untuk PV	1913	m2
7	Lahan untuk Rumah inverter	300	m2
8	Panjang battery	0.5	m
	Lebar battery	0.35	m
	Lahan Battery	109	m2
9	Total kebutuhan lahan	2322	m2
10	Total Lahan dengan faktor 1.25	2903	m2
11	Lahan yang dibutuhkan untuk Power Plan	3000	m2

Desain Single Line Diagram PLT Surya kapasitas 2 x 1 MWp di Pulau Giliyang

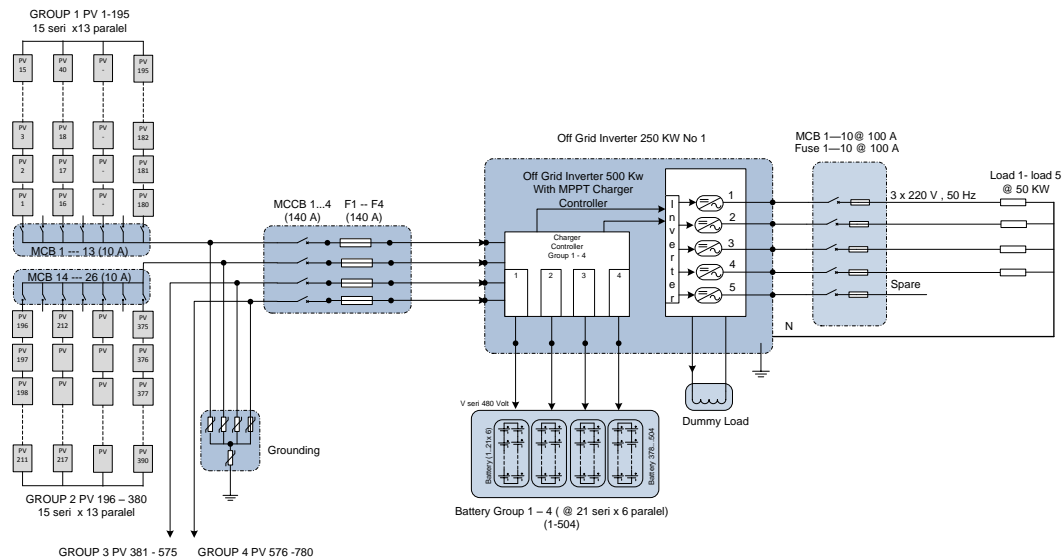
Berdasarkan hasil perhitungan dirancang sebuah sistim PLT Surya mode off grid (tidak terhubung jala-jala) seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil perhitungan dan desain selanjutnya dibuat dalam suatu single line diagram sistim PLTS kapasitas 2 x 1 MWp untuk memenuhi kebutuhan kistrik di Pulau Giliyang sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.



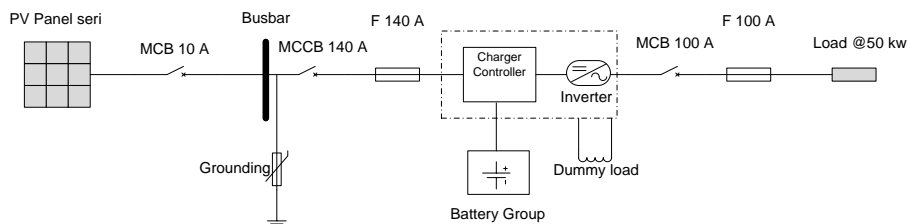
Gambar 5. Sistim Off grid PLTS

sebesar 10 A, kemudian tiap grup dihubung secara paralel dalam sebuah busbar. Dari busbar terpasang MCCB 140 A dan fuse 140 A selanjutnya terhubung dalam system charge controller yang difungsikan untuk mengatur pengisian battery dan penyaluran ke beban melalui sebuah inverter yang mengubah tegangan DC 480 Volt dalam tegangan AC 220 volt untuk didistribusikan pada beban. Setiap kelompok beban diberi pengaman MCB 100 A dimana tiap kelompok beban adalah 50 kW.



Gambar 6. Single line diagram sistim PLT Surya 1 MWp

Secara sederhana maka digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7, menunjukkan single line sederhana dari PLT Surya dimana pada tiap grup PV yang terhubung seri diberi pengaman MCB

KESIMPULAN

Dari kajian di atas dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa:

- 1) Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan listrik serta menjaga kadar oksigen di Pulau Giliyang, Madura adalah membangun pembangkit listrik yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi surya menjadi alternatif yang layak diperhitungkan karena intensitas cahaya matahari mencapai 4.8 - 5.8 kwh/m²/day.
- 2) Kebutuhan listrik masyarakat mencapai 1984 kWh sehingga desain pembangkit PLTS dibuat 2 x 1 MWp.
- 3) Desain dua buah sistim off grid Pembangkit Listrik Tenaga Surya akan membutuhkan lahan berkisar 3000 m² dengan 780 panel surya yang memiliki intensitas 800 W/m².
- 4) Battery deep cycle dengan spesifikasi 24 V DC 200 AH sebagai media penyimpanan selama produksi listrik siang hari dibutuhkan sekitar 504 buah.

REFERENSI

- [1] Katalog BPS, *Statistik Daerah Kecamatan Dungkek Tahun 2016*, BPS Kabupaten Sumenep, halaman 2-6, 2016.
- [2] *Direktori Pulau-pulau Kecil Indonesia* dari http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-pulau/index.php/public_c/pulau_info/4674
- [3] *Energi surya* dari https://id.wikipedia.org/wiki/Energi_surya.
- [4] Dr. P. Jayakumar, *Solar Energi Resource Assessment Handbook*, Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology of the United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), page 17-19, 2009.
- [5] *Solarworld modul data sheet* dari <https://www.solarworld-usa.com/~media/www/files/datasheets/archive/sunmodule-xl-mono-standard-320-325-datasheet.pdf>