

Potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu

¹ Faiz Syaikhoni Aziz, ² Ahmad Muzakki Setiawan, ³ Agung Setyobudi

¹ S2 Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

^{2,3} S1 Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

¹faizsyaikhoni@gmail.com, ²ahmad.muzakki.1605366@students.um.ac.id, ³setyobudi.1605366@students.um.ac.id,

Abstract - This journal presents the potential of the Renewable Energy Hybrid Power Plant in Sempu Island. The parameters used for this research are the condition of the energy source and the electrical load around Sempu Island. The results of the study are three potential hybrid power plants on Sempu Island, namely PLTS, PLTB and PLTGL. In solar power plants having an average solar radiation of around 4.8 kWh/m² can produce a power of 8,640 Watt using a PV Array of 10 m². The PLTB has a very good wind speed, which is an average per month between 6.00-19.00 knots per month and is capable of producing 340 watts of energy for a wind speed of 6.17 m/sec for every single wind turbine. The height of the waves on the island of Sempu is 5.1 m and is capable of producing 1,852,830 Watt.

Keywords —Hybrid Power Generation, Renewable Energy, Sempu Island.

Abstrak— Pada Jurnal ini menyajikan potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu. Parameter yang digunakan untuk penelitian ini berupa keadaan sumber energi dan beban listrik di sekitar Pulau Sempu. Hasil dari penelitian adalah tiga potensi pembangkit listrik tenaga hybrid di pulau sempu yaitu PLTS, PLTB dan PLTGL. Pada PLTS memiliki radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² dapat menghasilkan daya sebesar 8.640 Watt dengan menggunakan PV Array sebesar 10 m². Pada PLTB memiliki kecepatan angin sangat baik yaitu rata - rata perbulannya antara 6,00 – 19,00 knot perbulannya dan mampu menghasilkan energi 340 watt untuk kecepatan angin 6.17 m/det per satu turbin angin. Ketinggian ombak di pulau sempu 5.1 m dan mampu menghasilkan daya 1.852.830 Watt.

Kata Kunci— Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid, Renewable Energy, Pulau Sempu.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik digunakan dalam beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, industri, bisnis, sosial, gedung kantor pemerintah, dan penerangan jalan umum. Kebutuhan listrik yang sangat besar, menyebabkan sering terjadi pemadaman karena minimnya pembangkit listrik yang ada dalam mencukupi kebutuhan listrik yang terus meningkat. Maka dari itu banyak inovasi baru dalam membangun sebuah pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan seperti energi matahari, angin, gelombang laut dan lainnya.

Energi angin, energi surya dan gelombang laut merupakan energi alternatif yang mempunyai potensi yang baik karena selalu tersedia di alam, dan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui [1]. Berdasarkan hal tersebut energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin menjadi salah satu energi alternatif yang berpotensi bagus untuk Indonesia [2]. Energi listrik yang dihasilkan oleh Angin, Matahari dan gelombang laut sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi cahaya matahari dan kecepatan angin yang diterima oleh sistem [3]. Teknologi yang menggabungkan dua pembangkit atau lebih menjadi satu keluaran daya disebut dengan pembangkit listrik tenaga hybrid (PLTH).

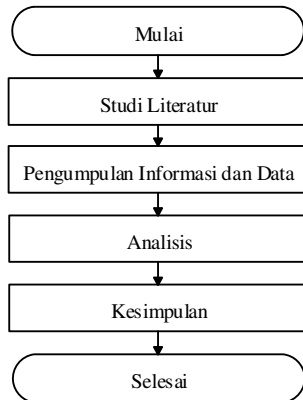
PLTH sangat efisien jika dibandingkan dengan pembangkit listrik yang hanya menggunakan satu sumber energi [4]. Contohnya jika hanya menggunakan angin sebagai sumber energi, maka hasil keluaran daya tidak konstan atau tidak menentu. Jadi daya yang dihasilkan mungkin hanya tergantung dari angin. Namun jika menggunakan sumber energi lain seperti energi matahari, ini akan sangat efisien karena PLTS sendiri diketahui menghasilkan daya yang cukup besar di setiap satu modulnya, walaupun itu juga tergantung pada radiasi matahari yang di dapat oleh modul tersebut. Dan juga kekurangan dari PLTS ini adalah sistem ini tidak akan efektif apabila cuaca sedang mendung atau malam hari. Jadi PLTB juga membantu apabila PLTS kurang efektif di hari itu.

Pulau Sempu merupakan pulau kecil yang terletak di sebelah selatan Pulau Jawa. Pulau ini berada dalam wilayah Kabupaten Malang Jawa Timur. Secara geografis, Pulau Sempu terletak di antara 112° 40' 45" - 112° 42' 45" bujur timur dan 8° 27' 24" - 8° 24' 54" lintang selatan [5]. Pulau itu memiliki luas sekitar 877 hektar, berbatasan dengan Selat Sempu (Sendang Biru) dan dikepung Samudera Hindia di sisi selatan, Timur dan Barat [5]. Berdasarkan data yang didapat ketinggian ombak di pesisir selatan pulau sempu dapat mencapai tinggi 5,1 meter [5] dan di daerah pulau sempu tidak ada bangunan-bangunan yang menghalangi cahaya matahari, jadi sinar matahari yang di dapat bisa maksimal. Sehingga potensi pembangunan pembangkit listrik tenaga hybrid di malang selatan khususnya pulau sempu sangat baik.

II. METODE PENELITIAN

A. Kerangka Penelitian

Kerangka dalam Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu menawarkan sebuah kajian yang sangat layak dipertimbangkan dalam implementasi. Gambar 1 menunjukkan flowchart penelitian potensi pembangkit.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari dan memahami materi dari jurnal dan literatur yang menunjang pada penelitian ini, antara lain:

1. Mempelajari tentang potensi pembangkit listrik renewable energy.
2. Mempelajari beban listrik.
3. Mempelajari teknik perancangan hybrid sistem PLTS, PLTB dan PLTGL.

C. Pengumpulan Informasi dan Data

Pada penelitian ini hanya menggunakan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari bahan pustaka dan penelitian secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder yang digunakan adalah:

1. Radiasi matahari di Pulau Sempu.
2. Kecepatan angin di Pulau Sempu
3. Data ombak di Pulau Sempu
4. Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung atau mengolah data sekunder yang telah didapatkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur dan pengumpulan informasi. Pada Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu akan dibagi menjadi tiga bagian yaitu Potensi Energi Terbarukan Pulau Sempu, Perkiraan Beban di Pulau Sempu dan Perancangan Sistem Hybrid di Pulau Sempu.

A. Potensi Energi Terbarukan Pulau Sempu

Pulau sempu dipilih sebagai lokasi penelitian dikarenakan tempatnya cukup potensial untuk energi terbarukan karena berhadapan langsung dengan samudera hindia dan dekat dengan pantai sendang biru [5]. Pada daerah pulau sempu tidak berhadapan dengan pulau yang dapat mengurangi energy. Berdasarkan analisa potensi pembangkit renewable energi di pulau sempu ada tiga yaitu PLTS, PLTB dan PLTGL. Gambar 2 merupakan Pulau Sempu.



Gambar 2. Pulau Sempu

1) PLTS di Pulau Sempu

Pada daerah pulau sempu memiliki potensi PLTS yang baik dikarenakan mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari [6]. Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan pulau sempu tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternative di pulau sempu.

Berikut ini potensi daya keluaran panel surya setelah dikonversi dan sudah diubah menjadi tegangan AC. Dengan melakukan penelitian, diperkirakan pada Pulau Sempu digunakan PV Array dengan luas sekitar 10 m², radiasi matahari 4800 W/m², dengan nilai efisiensi 20% , maka dapat dihitung sebagai berikut.

$$P_{OUT} = I \times A \times E_p \times E_i \quad (1)$$
$$P_{OUT} = 4800 \times 10 \times 20\% \times 90\%$$
$$P_{OUT} = 8.640 \text{ Watt (dengan estimasi PV Array } 10 \text{ m}^2)$$

Keterangan :

- P_{OUT} = Daya keluaran PV setelah dikonversi (Watt)
- I = Radiasi matahari (W/m^2)
- A = Luas daerah pemasangan array sel surya (m^2)
- E_p = Efisiensi panel surya
- E_i = Efisiensi inverter

2) PLTB di Pulau Sempu

Potensi PLTB di pulau sempu sangat bagus dikarenakan memiliki karakteristik kecepatan angin diatas rata – rata. Adapun kecepatan angin rata – rata perbulannya antara 6,00 – 19,00 knot perbulannya [7]. Kami misalkan pada PLTB pulau sempu memiliki penampang pada turbin 2 m^2 , kecepatan angin m/det, konstanta $1,37 \times 10^5$, factor 0.5926 dan efisiensi motor 90 %. Maka Cara menghitung potensi daya yang dihasilkan PLTB di pulau sempu sebagai berikut:

$$P = k \times F \times A \times E \times v^3 \quad (2)$$

$$P = 1,37 \times 10^5 \times 0,5926 \times 2 \times 90\%$$

$$P = 0,34 \text{ kW} = 340 \text{ Watt (per satu turbin)}$$

Keterangan:

P = daya (kW)

k = konstanta

F = faktor

A = luas penampang

E = efisiensi rotor dan peralatan lain

V = kecepatan angin (m/det)

3) PLTGL di Pulau Sempu

Gelombang laut di pulau sempu sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Data ombak yang digunakan adalah data ketinggian ombak pada bagian selatan Pulau Sempu Kabupaten Malang, data ombak tersebut mencakup data ketinggian ombak dan juga periode ombak. Adapun sumber data tersebut adalah dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya [5].

Tabel 1. Data Ombak Pulau Sempu [5]

Bulan	Hmax(m)	Periode(s)	Hmin(m)	Periode(s)
Januari	5.1	4.7	0.9	4.8
Februari	3.4	4.6	0.7	4.7
Maret	2.7	4.9	0.1	4.8
April	1.7	4.5	0.6	5.3
Mei	1.6	5.5	0.5	5.3
Juni	1.6	5.5	0.9	5.3
Juli	2.8	5.7	1.0	5.6
Agustus	2.2	6.0	1.0	6.3
September	2.1	5.4	0.4	5.6
Oktober	1.9	4.7	0.3	4.7
November	1.3	4.7	0.5	4.8
Desember	3.1	4.6	1.1	4.6

Untuk menghitung besarnya daya ombak yang masuk ke pembangkit maka diperlukan data ketinggian, periode dan lebar kolom PLTGL Untuk tinggi ombak $H = 5.1$ m dan periode $T = 4.7s$ dengan lebar kolom 3×4 meter didapatkan daya ombak yang masuk pembangkit:

$$P_w = 1/2T \times w \times \rho \times g \times a^2 \quad (3)$$

$$P_w = 1.825.830 \text{ Watt}$$

Keterangan :

w = lebar ombak

ρ = berat jenis air (1030 kg/m^3)

g = gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

a = amplitudo gelombang ($H/2$)

H = Tinggi gelombang

T = periode gelombang

B. Perkiraan Beban di Pulau Sempu

Perkiraan Beban Listrik di pulau sempu lumayan besar karena merupakan daerah cagar alam yang menjadi tempat favorit wisatawan dan dekat dengan pantai sedang biru yang merupakan daerah nelayan . Tabel 2 menjelaskan beban listrik di sekitar pulau sempu [8].

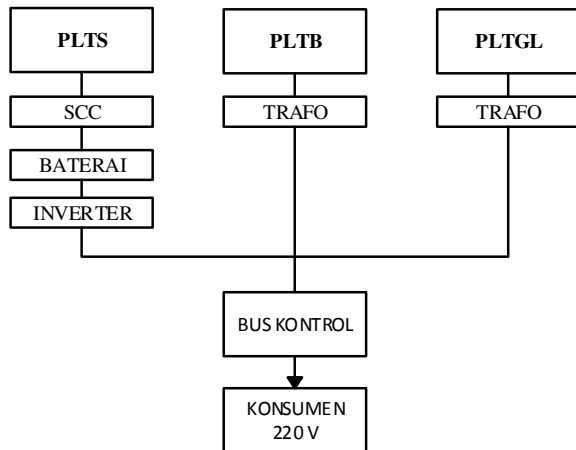
Tabel 2. Beban Listrik di Sekitar Pulau Sempu [8]

Beban Listrik	Jumlah	Perkiraan Daya Listrik
Homestay	6	$1,2 \text{ kW} \times 6 = 7,2 \text{ kW}$
Warung Makan	3	$0,45 \text{ kW} \times 3 = 1,35 \text{ kW}$
Kios/Toko	4	$0,45 \text{ kW} \times 4 = 1,8 \text{ kW}$
Penerangan Jalan	4	$0,3 \text{ kW} \times 4 = 1,2 \text{ kW}$

Menurut Analisa setelah mendapatkan data hasil potensi renewable energi dan perkiraan beban listrik di pulau sempu maka potensi daya listrik dapat mensuplai pantai sedang biru yang sangat dekat sekali dengan pulau sempu.

C. Perancangan Sistem Pembangkit Hybrid Pulau Sempu

Pembangkit listrik tenaga hybrid merupakan gabungan atau integrasi antara beberapa jenis pembangkit listrik yaitu pembangkit listrik berbasis energi terbarukan. Sistem pembangkit yang mempunyai potensi digunakan untuk PLTH pulau sempu yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL). Ketiga jenis pembangkit ini dioperasikan bersamaan dan dihubungkan pada satu rel/busbar untuk memikul beban seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Sistem Hybrid Pulau Sempu

IV. KESIMPULAN

Dari analisis perhitungan didapatkan untuk PLTS 8.640 Watt (dengan estimasi Pv Array 10 m²), PLTB 340 Watt (per satu turbin), dan PLTGL 1.825.830 Watt. Dengan perbandingan antara analisis daya pada pembangkit tenaga listrik hybrid dengan total daya perkiraan beban di Pulau Sempu sejumlah 11,5 kW, Pulau Sempu sangat berpotensi dalam mengembangkan pembangkit listrik Renewable Energy. Ada tiga Potensi Renewable Energy yang dapat dikembangkan di Pulau Sempu yaitu PLTS, PLTB dan PLTGL. Hasil dari Analisa beban listrik di sekitar pulau sempu menyatakan bawah pembangkit renewable energy tidak bisa berdiri sendiri maka dari itu digunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid. Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di pulau sempu sangat cukup untuk mesunplai beban di sekitar pulau sempu dan mampu

mensuplai daerah pantai lain yang lokasinya dekat dengan Pulau Sempu yaitu Pantai Sendang Biru.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Najib Habibie, Achmad Sasmito, Roni Kurniawan. 2011. Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku.
- [2] Supranto.2015.Teknologi Tenaga Surya.Yogyakarta: Global Pustaka Utama.
- [3] Ibrahim Nawawi. 2017. Sistem Tenaga Angin Sekala Kecil Pada Bangunan Bertingkat. Universitas Tidar Magelang
- [4] Andreas Sobaa, Verna A. Suotha, Hesky Kolibua. 2019. Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) di Pulau Bunaken Menggunakan Software HOMER.
- [5] Alfian Rizal Ubaidilah. 2017. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Tipe Oscillating Water Column Di Perairan Pulau Sempu Kabupaten Malang. Universitas Brawijaya
- [6] Rosnita Rauf, Budiman, Helny Lalan . 2017. Studi Penyediaan Daya Listrik Hibrid (PLTMH, Photofoltaik) di Kabupaten Pesisir Selatan.
- [7] Tri Alfansuri, Efrita Arfa Zuliari. 2014 . Kajian Potensi Tenaga Gelombang Laut Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Di Perairan Malang Selatan.
- [8] Tatag Muttaqin, Ris Hadi Purwanto, Siti Nurul Rufiqo. 2011. Kajian Potensi Dan Strategi Pengembangan Ekowisata Di Cagar Alam Pulau Sempu Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur.