

Pemodelan dan Simulasi PLTS, PLTBG Off Grid pada Rumah Potong Hewan Kota Kendari

Asminar¹, Abdul Djohar², Mansur³ dan Bunyamin⁴

¹ Department of Electrical Engineering, Universitas Halu Oleo, ² Department of Electrical Engineering, Universitas Halu Oleo, ³ Department of Electrical Engineering, Universitas Halu Oleo, ⁴ Department of Electrical Engineering, Universitas Halu Oleo.

Copresponder Author : asminar.ft@uho.ac.id

Abstract — Penelitian ini membangun model pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit Listrik tenaga biogas (PLTBG) dengan menggunakan sistem baterai sebagai penyimpanan energi yang akan mensuplai daya pada Rumah potong hewan kota Kendari. Desain sistem terdiri dari PLTS dengan kapasitas 9 kWp, PLTBG dengan kapasitas 1,175 kW yang terhubung dengan sistem baterai berkapasitas 1600 kWh. Beban dasar yang dilayani pada Rumah potong hewan kota Kendari sebesar 16 kW dan beban puncak 17 kW. Pemodelan dan simulasi menggunakan Matlab Simulink 2020a. Dilakukan kendali untuk koordinasi sistem antara PLTS, PLTBG, baterai dan beban. Hasil simulasi sistem menampilkan monitoring kondisi input irradiance dan temperature pada PLTS, input PLTBG dan monitoring kondisi beban. Selain itu sistem juga dapat memonitoring output daya yang dihasilkan oleh PLTS, PLTBG dan monitoring kondisi baterai.

Keyword — Microgrid hybrid, Hybrid PLTS/PLTB/PLTBG, sistem baterai, Backup PLTBG, Beban Rumah potong hewan.

I. PENDAHULUAN

Akibat dari dampak polusi dan emisi Gas Rumah Kaca, maka terjadi pergeseran penggunaan dan ketergantungan dari sumber energi tak terbarukan ke energi terbarukan dalam membangun pembangkit listrik baru ataupun memperluas jaringan listrik yang sudah ada [1]. Beberapa negara telah membuat kebijakan prioritas dan mengambil langkah-langkah efektif untuk Peningkatkan kapasitas terpasang dari sistem energi terbarukan dilakukan oleh beberapa negara dengan membuat kebijakan prioritas dan mengambil Langkah-langkah efektif [2][3]. Sistem microgrid dapat dijadikan sebagai solusi untuk menciptakan wilayah yang mandiri energi bagi wilayah yang belum ada atau belum terjangkau oleh layanan kelistrikan PLN. Microgrid merupakan sistem pembangkit terdistribusi yang mencakup berbagai sumber energi, seperti sumber fosil dan sumber energi terbarukan (misalnya angin, matahari, biogas, dll).

Sumber energi terbarukan seperti angin dan radiasi matahari yang tidak dapat diprediksi dan tidak terkendali menyebabkan ketidakseimbangan daya dan masalah kualitas. Kombinasi sumber energi terbarukan yang memiliki karakteristik berbeda juga menyebabkan sistem menjadi lebih kompleks dan tidak dapat diprediksi.

Sistem energi terbarukan yang tidak terkendali dan tidak terprediksi seperti kecepatan angin dan radiasi matahari menyebabkan ketidakseimbangan daya dan masalah kualitas [4][5]. Karena pembangkit listrik energi terbarukan bersifat intermitten maka sistem penyimpanan energi baterai (BESS) dan reservoir lainnya seperti sumber energi biogas memiliki potensi untuk diintegrasikan dengan sumber energi terbarukan untuk memastikan akses berkelanjutan ke listrik dan energi keamanan [3]. Listrik dari biomassa, terutama dari biogas, dapat diproduksi secara mandiri pada siang atau malam hari, dalam kondisi cuaca yang berbeda, sehingga memungkinkan untuk menyesuaikan pasokan energi untuk memenuhi kebutuhan beban [6].

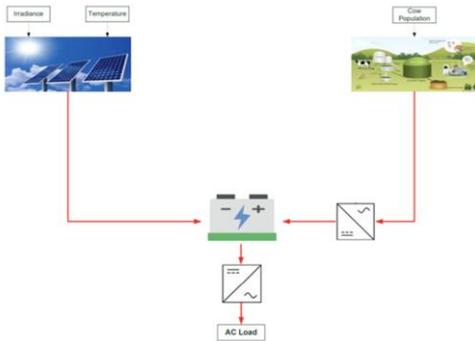
Beberapa Penelitian terdahulu terkait microgrid hybrid biogas dengan sumber energi terbarukan lainnya [7][8] membahas HRES solar-biogas yang aman dan efisien dalam menyediakan energi untuk system on grid ataupun off grid. Penelitian [9],[10],[11] melakukan studi terkait kelayakan teknis dan analisis secara ekonomi dari sistem hybrid dimana hasil analisis menunjukkan system hybrid biogas lebih menguntungkan secara ekonomi daripada solusi lain. Berdasarkan review penelitian terdahulu menarik untuk mendesain pembangkit biogas sebagai backup system pada microgrid hybrid karena biogas dapat di produksi kapanpun menyesuaikan pasokan energi sehingga dapat memenuhi kebutuhan beban.

Dengan memanfaatkan potensi biogas yang dihasilkan oleh rumah potong hewan maka didesain pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit Listrik tenaga biogas (PLTBG) dengan sistem baterai. Desain menggunakan sistem baterai untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh pembangkit energi terbarukan. Dengan sistem ini maka potensi biogas pada rumah potong hewan bisa dimanfaatkan secara ekonomi dan kontinuitas penyaluran energi lebih efektif.

II. KONFIGURASI PLTS, PLTBG DAN SISTEM BATERAI SERTA BEBAN

Konfigurasi model yang dirancang Seperti Pada Gambar 1. Sistem terdiri dari PLTS dan PLTBG yang terhubung dengan sistem baterai. Output PLTS adalah DC sehingga

dapat langsung disimpan pada sistem baterai. Output PLTBG adalah AC sehingga harus disearahkan terlebih dahulu kemudian disimpan pada sistem baterai. DC Bus digunakan untuk mengisi baterai dari masing-masing pembangkit PLTS dan PLTBG kemudian disalurkan ke beban dengan mengubah DC menjadi AC. Dilakukan kendali untuk koordinasi antara PLTS, PLTBG dengan sistem baterai untuk mensuplai daya ke beban.



Gambar 1. Konfigurasi PLTS, PLTBG dan sistem baterai serta beban.

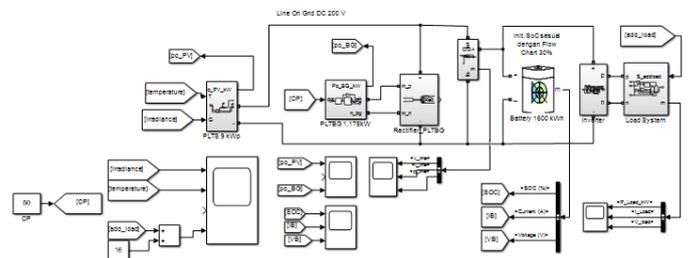
Skenario data yang digunakan dalam perancangan model ini adalah data radiasi dan suhu per jam serta data beban pada rumah potong hewan kota Kendari seperti terlihat pada Tabel I. Pengambilan data dilakukan dari pukul 00.00 sampai dengan pukul 23.00 dengan beban puncak pada rumah potong hewan 17 kW yang terjadi pada pukul 03.00 sampai dengan pukul 06.00, pada saat itu mesin potong dan freezer dioperasikan secara bersamaan. Total kebutuhan energi pada rumah potong hewan Kendari adalah 388 kWh per hari. Sedangkan data potensi kotoran sapi yang dihasilkan per hari adalah 750 kg/hari untuk populasi 50 ekor sapi per hari.

TABEL I. DATA SKENARIO PLTS, PLTB, BEBAN

Jam	Radiasi (W/m ²)	Temperatur (°C)	Beban (kW)
0	0	21	16
1	0	21	16
2	0	21	16
3	0	21	17
4	0	21	17
5	0	30	17
6	130	51	17
7	350	52	16
8	700	54	16
9	800	56	16
10	650	58	16
11	850	60	16

12	1000	61	16
13	875	61	16
14	650	60	16
15	780	59	16
16	350	58	16
17	175	57	16
18	120	55	16
19	0	25	16
20	0	24	16
21	0	23	16
22	0	22	16
23	0	21	16

Desain model terdiri dari PLTS dan PLTBG yang dihubungkan dengan beban menggunakan kendali baterai. PLTS dengan kapasitas 9 kWp, PLTBG dengan kapasitas 1,175 kW, menggunakan baterai lithium Ion dengan kapasitas 1600 kWh seperti pada Gambar 2. Input PLTS berupa radiasi dan temperatur, input PLTBG berupa populasi sapi untuk menghitung potensi biogas yang dihasilkan oleh pembangkit. Populasi sapi pada rumah potong hewan perhari adalah sebanyak 50 ekor sapi dengan rata-rata kotoran sapi per hari adalah 15 kg/hari. Daya yang dihasilkan oleh PLTS dan PLTBG disimpan kedalam baterai hingga baterai berada pada level 100%. Baterai dapat di Discharging atau connect ke beban saat kondisi baterai



Gambar 2. Model sistem PLTS, PLTBG dengan sistem baterai dan beban

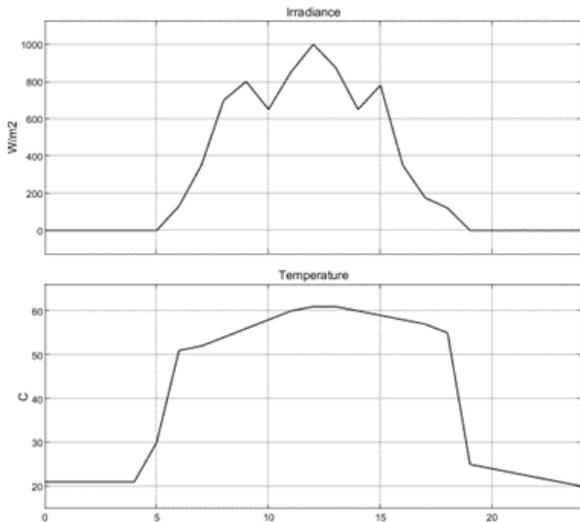
III. HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Sistem dirancang menggunakan input data radiasi, temperatur, dan beban pada rumah potong hewan Kendari. Sistem dapat memonitoring input dari data skenario, monitoring output daya yang dihasilkan PLTS, PLTBG dan monitoring kondisi baterai.

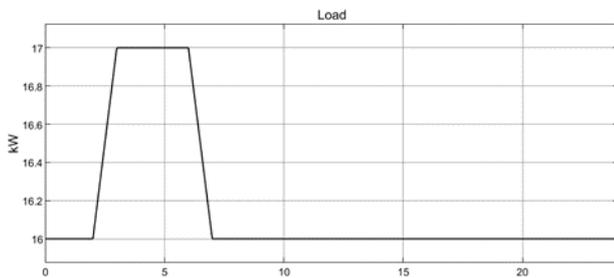
A. Monitoring radiasi, temperatur, dan beban.

Input radiasi, suhu, dan beban dimonitoring dari pukul 00.00 hingga 23.00. radiasi dan temperatur mencapai peak pada pukul 12.00 dengan radiasi sebesar 1000 W/m² dengan temperatur 61°C. Monitoring beban dilakukan untuk melihat kondisi beban puncak pada rumah potong hewan dimana

pada kondisi normal konsumsi daya sebesar 16 kW dan pada beban puncak konsumsi daya sebesar 17 kW terjadi pada pukul 03.00 sampai dengan pukul 06.00. Monitoring input radiasi, temperatur, dan beban seperti ditunjukkan pada Gambar 3(a) dan 3(b).



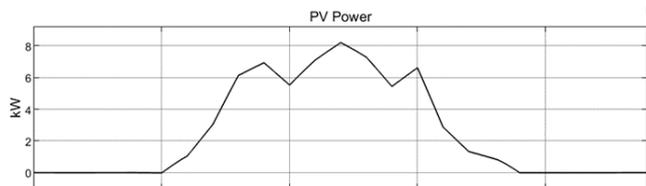
Gambar 3(a) Monitoring input radiasi dan temperatur



Gambar 3(b) Monitoring beban

B. Monitoring output daya PLTS dan PLTBG.

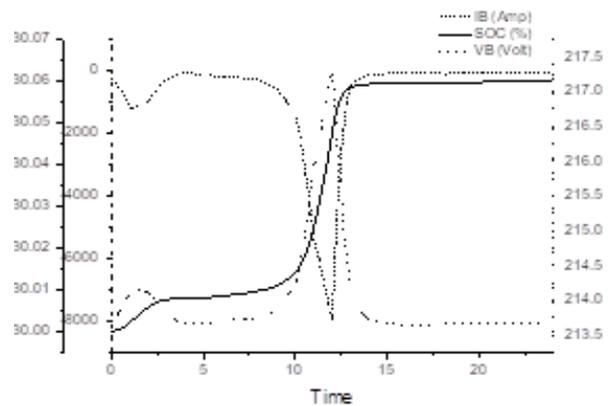
PLTS mencapai peak pada pukul 12.00 dengan output daya sebesar 8,17 kW dan keluaran PLTBG dengan daya konstan sebesar 1,175 kW seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Monitoring output daya PLTS dan PLTBG

C. Monitoring kondisi baterai.

Monitoring kondisi baterai berupa SoC, arus pengisian baterai, dan tegangan baterai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Monitoring baterai.

Kapasitas awal baterai adalah 30%. Kapasitas baterai mencapai peak 30,06% pada pukul 12.00. peningkatan sebesar 0,6% SoC atau setara dengan 9,6 kWh. Arus charging mencapai 8000 A dan tegangan baterai 217 V. Kondisi baterai ini sangat dipengaruhi oleh peak radiasi oleh PLTS.

IV. KESIMPULAN

Desain konfigurasi sistem PLTS, PLTBG dengan sistem baterai dan beban terdiri PLTS dengan kapasitas 9 kWp, PLTBG dengan kapasitas 1,175 kW, menggunakan baterai berkapasitas 1600 kWh. Monitoring output daya yang dihasilkan oleh PLTS mencapai peak pada pukul 12.00 dengan output daya sebesar 8,17 Kw dan output PLTBG dengan daya konstan sebesar 1,175 kW. SoC sistem baterai 30%. Kapasitas baterai mencapai peak menjadi 30.06% pada pukul 12.00. Peningkatan sebesar 0.6% SoC atau setara dengan 9.6 kWh. Arus charging mencapai 8000 A dan tegangan baterai 217 V. Kondisi baterai dipengaruhi oleh peak radiasi PLTS. Baterai akan connect ke beban saat kondisi baterai berada pada level 25% sampai 80%. Dengan desain PLTS, PLTBG maka kontinuitas penyaluran energi pada rumah potong hewan kota Kendari akan terjaga dengan

memanfaatkan potensi biogas yang dihasilkan pada rumah potong hewan kota Kendari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rumah Potong Hewan Kota Kendari yang telah menjadi lokasi penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- [1] V. G. Bui, T. H. Vo, T. M. T. Bui, and ..., "Characteristics of Biogas-Hydrogen Engines in a Hybrid Renewable Energy System.," *International Energy* ..., 2021
- [2] J. Lian, Y. Zhang, C. Ma, Y. Yang, and E. Chaima, "A review on recent sizing methodologies of hybrid renewable energy systems," *Energy Conversion and* ..., 2019.
- [3] D. E. Nasional, "Indonesia energy out look 2019," *J. Chem. Inf. Model. academia.edu*, 2019.
- [4] W. Handini, H. B. Santoso, R. Setiabudy, and ..., "Power management of a microgrid with a distributed energy storage in grid connected and islanded modes," *IPTEK Journal of* ..., 2015.
- [5] M. Alam and S. Bhattacharyya, "Decentralized renewable hybrid mini-grids for sustainable electrification of the off-grid coastal areas of Bangladesh," *Energies*, 2016.
- [6] K. Bär, S. Wageneder, F. Solka, A. Saidi, and ..., "Flexibility potential of photovoltaic power plant and biogas plant hybrid systems in the distribution grid," *Chemical Engineering* ..., 2020.
- [7] F. B. Agyenim, P. D. Dzamboe, M. Mohammed, and ..., "Powering communities using hybrid solar-biogas in Ghana, a feasibility study," ... *Technology & Innovation*, 2020.
- [8] M. Tamoor, M. S. Tahir, M. Sagir, M. B. Tahir, S. Iqbal, and ..., "Design of 3 kW integrated power generation system from solar and biogas," *International Journal of* ..., 2020.
- [9] J. Ahmad, M. Imran, A. Khalid, W. Iqbal, S. R. Ashraf, and ..., "Techno economic analysis of a wind-photovoltaic-biomass hybrid renewable energy system for rural electrification: A case study of Kallar Kahar," *Energy*, 2018.
- [10] M. K. Shahzad, A. Zahid, T. ur Rashid, M. A. Rehan, M. Ali, and ..., "Techno-economic feasibility analysis of a solar-biomass off grid system for the electrification of remote rural areas in Pakistan using HOMER software," *Renew Energy*, 2017.
- [11] B. P. Ganthia, S. Sasmita, K. Rout, A. Pradhan, and ..., "An economic rural electrification study using combined hybrid solar and biomass-biogas system," *Materials Today* ..., 2018.