

MANAJEMEN ENERGI HIBRID BIOGAS DAN ENERGI SURYA PADA SUPLAI TENAGA LISTRIK INDUSTRI PETERNAKAN

Zainal Abidin

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan, Jawa Timur
inal9474@gmail.com

ABSTRACT

Implementation of the project in the hybrid generation system solar and biogas have time management to load requirement. This research used biogas generator 2500 VA (2.5 KVA) and solar cells 100 WP. Serve the AC load in same time at maximum load of about 6-8 hours. If it's used to serve load AC and DC mixed load can be used about 6 hours with a maximum load of 2500 VA, while the solar cells can be used in 10-12 hours with maximum power 800 Watt (DC load). For used DC only for LED load with a maximum load of 3300 W will then use a long range until 12 hours. To development and regulation of power quality hybrid system needs planning and further development to increase the capacity of the electric power, benefit both to society and the development of a better system. The load on the frequency stability of biogas plants are still influenced by the level of gas pressure that will determine the time of power generation. While the solar energy output AC voltage inverter is affected DC voltage to AC. Biogas generator has the disadvantage can not work continuously, it's working for 4-5 hours, and had to rest for 30 minutes. Energy management of the power generation system on a small load can be carried out as much as possible to regulate the use of loads.

Keywords : *hybrid, biogas, solar cell, energy management*

INTISARI

Pelaksanaan uji coba didapatkan pada perencanaan sistem pembangkit hibrid sel surya dan biogas dibutuhkan manajemen waktu pada kebutuhan beban. Pada pelaksanaan penelitian digunakan generator biogas 2500 VA (2,5 KVA) dan sel surya 100 WP. Untuk melayani beban AC secara bersamaan maka waktu penyalaan beban maksimum sekitar 6-8 jam. Sedangkan jika digunakan untuk melayani beban campuran dimana generator biogas digunakan untuk beban AC dan sel surya untuk penyalaan beban lampu DC, maka generator biogas dapat digunakan sekitar 6 jam dengan maksimum beban 2500 VA, sedangkan sel surya dapat digunakan sekitar 10-12 jam dengan daya maksimum 800 Watt (beban DC). Jika digunakan dalam beban lampu LED DC dengan beban maksimum 3300 W maka pemakaian akan lebih lama berkisar antara 12 jam.

Dalam rangka pengembangan dan mengatur kualitas daya dari hibrid biogas dan energi surya maka perlu perencanaan dan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kapasitas daya listrik, kemanfaatan bagi masyarakat dan juga pengembangan sistem yang lebih baik. Stabilitas frekuensi beban pada pembangkit biogas masih dipengaruhi tingkat tekanan gas yang akan menentukan waktu pembangkitan listrik. Sedangkan pada energi surya output tegangan AC dipengaruhi kualitas inverter dalam merubah tegangan DC ke AC. Sedangkan pada generator biogas memiliki kelemahan tidak dapat bekerja terus menerus, generator bekerja selama 4-5 jam, dan harus istirahat selama 30 menit. Manajemen energi dari sistem pembangkit listrik pada beban kecil dapat dilakukan semaksimal mungkin dengan mengatur penggunaan beban.

Kata kunci : hibrid, biogas, energi surya, manajemen energi

I. PENDAHULUAN

Krisis energi daerah yang terjadi akan mengakibatkan krisis energi nasional. Hal ini seiring dengan UU No. 30 tahun 2007 tentang energi, maka tiap daerah perlu menyusun perencanaan energi dan kelistrikan daerah dengan memanfaatkan potensi energi daerah.

Hal ini juga sejalan dengan rencana *road map* perencanaan strategis nasional yang termasuk di dalamnya adalah peningkatan penelitian dan pengembangan di bidang energi terbarukan. Tujuannya adalah menganalisis penggunaan energi baru terbarukan dan juga energi alternatif lainnya yang mampu mengurangi kebutuhan

akan bahan bakar minyak, dan beralih pada penggunaan energi terbarukan.

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil lokasi penelitian pada salah satu peternakan sapi yang ada di Kabupaten Lamongan. Sebelum meneliti lebih jauh maka kita harus mengetahui latar belakang tema penelitian ini. Kondisi energi dan ketenagalistrikan di Kabupaten Lamongan Jawa Timur mengalami ketidakseimbangan antara pertumbuhan penduduk dan industri. Bila tidak segera dilakukan perencanaan energi dan ketenagalistrikan daerah yang memanfaatkan potensi yang dimiliki Kabupaten Lamongan, ketidakseimbangan ini akan mengakibatkan jumlah permintaan energi listrik lebih banyak daripada daya mampu yang dihasilkan pembangkit saat ini yang sudah beroperasi. Selain itu, rasio elektrifikasi Kabupaten Lamongan saat ini masih minim yaitu sebesar 67,84% dan energi listrik per kapita Kabupaten Lamongan adalah 205,3 kwh per kapita. Di daerah Kabupaten Lamongan konsumsi energi perkapita relatif rendah, sedangkan memiliki intensitas energi cukup tinggi.

Potensi energi terbarukan di Kabupaten Lamongan dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan energi listrik, namun penggunaan yang paling mungkin adalah biogas dan energi surya. Gelombang laut, air dan angin membutuhkan riset yang tidak sedikit. Yang paling mungkin dikembangkan dengan memperhatikan banyak faktor terutama di Lamongan merupakan sebagian besar masyarakat petani baik petani sawah, peternak maupun sektor perikanan. Lamongan merupakan daerah merupakan daerah berbasis agraris, di bagian selatan adalah agraris pertanian dan peternakan, sementara bagian utara adalah agraris kelautan dan peternakan. Dari data Dinas Peternakan Kabupaten Lamongan tahun 2010 jumlah ternak sapi sebanyak 60.299 ekor. Kambing sebanyak 54.801 ekor dan Domba sebanyak 39.850 ekor. Dari jumlah hewan ternak tersebut tentunya memiliki potensi energi biogas yang cukup besar. Sementara dari potensi energi surya Jawa Timur rata-rata 4,3 Kw/m² (ESDM Jawa Timur, 2008) dan Lamongan memiliki potensi energi surya sebesar 177.750 MWh sementara potensi Biogas sebesar 97,09 MWh.

Dengan latar belakang di atas, peneliti mencoba mendalami pemanfaatan dan potensi biogas dan energi surya untuk membangkitkan energi listrik yang dapat digunakan dan dimanfaatkan masyarakat secara hibrid untuk pemenuhan alternatif kebutuhan akan energi.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop Asus L45 core i5
2. Sel Surya 2 x 50 WP
3. Bateray Accu 100 W
4. Inverter 1000 Watt
5. Kontroller Sel Surya
6. Digester Biogas
7. Generator Biogas 2500 VA
8. Saklar, beban lampu dan stop kontak
9. MCB

B. Tempat Penelitian

Kandang Kelompok Ternak H.Suwigno Desa Puter Kec. Kembangbahu Lamongan.

C. Metode Penelitian

Penelitian dengan eksperimen lapangan dengan berpegangan pada literatur dan referensi.

D. Analisis Data

Data pengukuran hasil alat ukur : AVO meter, Osiloskop dan Watt meter. Diolah secara sederhana dengan Microsoft Excel.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

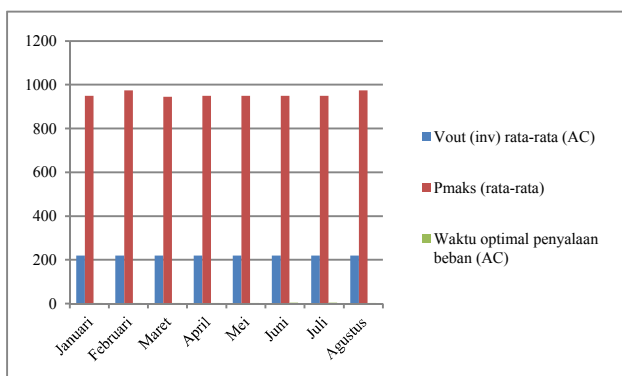
A. Data Sel Surya

Sel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya 2 x 50 WP yang terhubung paralel. Dalam penelitian selama 8 bulan terpasang di lapangan dengan kondisi cuaca cerah pada bulan Januari hingga Agustus. Adapun hasil pengukuran dan aplikasi beban lampu LHE ditunjukkan pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Data Pembebanan Sel surya

Bulan	Vout (inv) rata-rata (AC)	Pmaks (rata-rata)	Waktu optimal penyalaan beban (AC)	Vout battery	Pmaks (DC)	Waktu optimal penyalaan beban (DC)
Januari	220	950	2.5	12	980	12
Februari	220	975	3	12	980	12
Maret	220	945	3.5	12	980	12
April	220	950	3	12	975	11
Mei	220	950	3.5	12	975	11
Juni	220	950	4	12	985	12
Juli	220	950	4	12	985	12
Agustus	220	975	3	12	975	11

Pada Tabel 1, pengisian baterai tergantung dari intensitas sinar matahari dari modul surya ke baterai. Inverter terhubung ke beban lampu LHE 20 W sebanyak 20 buah. Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran tegangan output inverter dan arus yang mengalir kepada rangkaian lampu. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan beban lampu TL 20 W DC sebanyak 20 tanpa menggunakan inverter, beban lampu terhubung ke kontroler yang terhubung ke baterai.



Gambar 1. Grafik Output Sel Surya dengan Pembebanan

B. Data Biogas

Pengukuran tekanan biogas dilakukan pada instalasi biogas di Desa Puter Kembangbahu Lamongan selama 7 kali pengamatan. Dengan kapasitas 2 kubik (m³), dengan perbandingan campuran kotoran sapi : air sebanyak 1:2 didapatkan rata-rata tekanan seperti pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Pengamatan Tekanan Rata-rata Digester Instalasi Biogas

Pengamatan	Tekanan
1	0
2	1
3	1,5
4	2,2
5	2,4
6	2,7
7	2,7

Dengan jumlah ternak sapi sebanyak 60 ekor, maka sesuai data teori peternakan ini termasuk peternakan sedang dan tiap 1 ekor sapi menghasilkan 0,94 m³/ekor/hari. [3]



Gambar 2 Instalasi Biogas



Gambar 3. Genset Dual (Biogas/Bensin)

C. *Pengujian Genset dengan Bahan Bakar Biogas*

Pengujian ini menggunakan bensin sebagai bahan bakar penggerak awal. Genset berbahan bakar dual, yakni bensin dan gas. Pengujian ini dilakukan dengan menghidupkan dan mengatur

kran campuran udara-biogas hingga mesin stabil. Genset yang digunakan adalah Genset merk Honda 2500 VA, hasil dari pengukuran tegangan output dan daya listrik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Generator Berbahan Bakar Biogas

Bulan	Vout (AC) rata2	Pout (W) rata2	Masa Nyala Mesin (jam)
Januari	220	2150	5
Februari	220	2000	5
Maret	220	2000	5
April	220	2200	5
Mei	220	2300	5
Juni	220	2350	5
Juli	220	2350	5
Agustus	220	2350	5
	Rata-rata	2212.5	

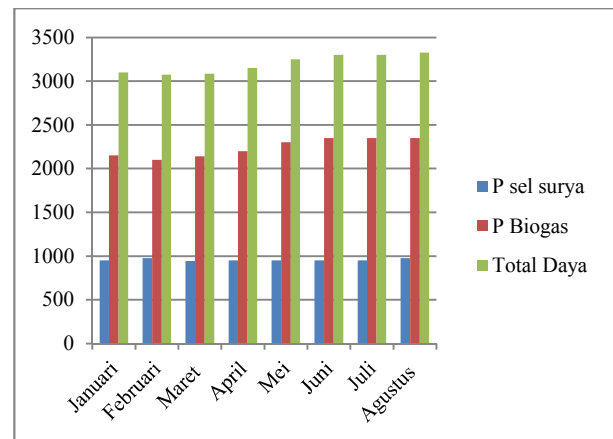
Dari Tabel 3 di atas didapat kerja mesin kurang maksimal karena tekanan biogas sangat berpengaruh pada kerja mesin, dengan tekanan yang kurang stabil pada metan 70 % daya output genset menjadi sekitar 80% -85% dari daya normal.

D. *Pengujian Hibrid Sel Surya dan Genset Biogas*

Pengujian dari kedua sistem pembangkit ini dilakukan secara bersamaan secara hibrid dengan beban lampu AC dan didapat hasil pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Daya Hibrid Sel Surya dan Genset Biogas

Bulan	P sel surya	P Biogas	Total Daya (W)
Januari	950	2150	3100
Februari	975	2100	3075
Maret	945	2140	3085
April	950	2200	3150
Mei	950	2300	3250
Juni	950	2350	3300
Juli	950	2350	3300
Agustus	975	2350	3325
		Rata-rata	3198.125



Gambar 4. Output Daya Hibrid Biogas dan Energi Surya

E. *Pembahasan*

Dari data tabel pembebanan sel surya dapat dijelaskan bahwa pengisian baterai dari sel surya jika maksimum akan bekerja dengan maksimum pada pembebanan lampu. Namun jika intensitas cahaya matahari kurang / kondisi mendung maka pengisian baterai tidak maksimum sehingga mempengaruhi waktu pembebanan. Untuk kebutuhan beban yang lebih besar maka dibutuhkan panel surya yang memiliki daya lebih besar, baterai dengan arus yang lebih besar dan ukuran inverter yang memiliki daya yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan beban.

Kapasitas daya panel surya dapat dihitung dengan memperhatikan beberapa faktor yaitu :

- a. Kebutuhan energi sistem yang disyaratkan. Kebutuhan energi selama 6 jam disyaratkan memiliki kapasitas daya sel surya 900 Wh.
- a. Intensitas radiasi matahari. Data BMG dan NASA dapat dilihat bahwa radiasi harian matahari untuk wilayah Jawa Timur adalah 4,3 kW/ m².
- c. Faktor penyesuaian. Faktor penyesuaian pada rata-rata instalasi pembangkit energi surya adalah 1,1 [3].

$$\text{Kapasitas daya panel surya} = \frac{ET}{WIM} x fp$$

dimana WIM = waktu insolasi matahari
 fp = faktor penyesuaian

Daya yang dihasilkan oleh panel surya maksimum diukur dengan besaran Wattpeak (Wp), yang konversinya terhadap Watthour (Wh) tergantung intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Selanjutnya daya yang dikeluarkan oleh panel surya adalah daya panel dikalikan lama penyinaran.

Di Indonesia, daya (Wh) yang dihasilkan perhari biasanya sekitar 3-5 kali daya panel maksimum (Wp), 3 kali untuk cuaca mendung, dan 5 kali untuk kondisi panas terik. Misalnya untuk sebuah panel surya berdaya maksimum 50 Wp, daya yang dihasilkan pada cuaca mendung perhari adalah 3 kali 50 Wp atau 150 Wp, dan pada cuaca cerah adalah 5 kali 50 Wp atau 250 Wp.

F. Kapasitas Baterai

Satuan energi listrik dalam watt hour (Wh) dikonversikan menjadi amper hour (Ah) yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai sebagai berikut :

$$Ah = \frac{Es}{Vs}$$

Hari otonom (d) yang ditentukan adalah satu hari, pada baterai hanya menyimpan energi dan menyalurkannya pada hari itu juga. Besarnya *deep of discharge* (DoD) pada baterai adalah 80 % (Mark Hankins, 1991). Kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah :

$$Cb = \frac{Ah \times d}{Dod} = \frac{50 \times 1}{0.8} = 62,3$$

Untuk mengantisipasi kondisi terburuk pada kondisi satu hari tanpa sinar matahari maka kapasitas baterai dapat ditingkatkan dengan menambah baterai terhubung paralel.

G. Pengujian Inverter

Untuk menghasilkan kualitas daya output inverter , digunakan inverter dengan modifikasi dari gelombang *square* ke gelombang sinus.

H. Pengujian Genset Biogas

Dari data tabel 3 didapatkan bahwa penggunaan biogas sebagai bahan bakar generator *set* akan berpengaruh terhadap kualitas daya generator. Generator tidak dapat bekerja maksimum, karena tekanan gas methan 80% memiliki titik nyala yang tinggi sehingga kompresi mesin menjadi lambat.

[1]. Hibrid Sel Surya dan Biogas

Pada penelitian perencanaan sistem hibrid sel surya dan biogas dibutuhkan manajemen waktu pada kebutuhan beban. Untuk melayani beban AC secara bersamaan maka waktu penyalaan beban maksimum sekitar 3 – 5 jam. Sedangkan jika digunakan untuk melayani beban campuran dimana generator biogas digunakan untuk beban AC dan sel surya untuk penyalaan beban lampu DC, maka generator biogas dapat digunakan sekitar 3-4 jam dengan maksimum beban ± 2500 W, sedangkan sel surya dapat digunakan sekitar ± 12 jam dengan daya maksimum 800 Watt (beban DC).

Uji coba didapatkan pada perencanaan sistem pembangkit hibrid sel surya dan biogas dibutuhkan manajemen waktu pada kebutuhan beban. Pada pelaksanaan penelitian digunakan generator biogas 2500 VA (2,5 KVA) dan sel surya 100 WP. Untuk melayani beban AC secara bersamaan maka waktu penyalaan beban maksimum sekitar 6-8 jam. Sedangkan jika digunakan untuk melayani beban campuran dimana generator biogas digunakan untuk beban AC dan sel surya untuk penyalaan beban lampu DC, maka generator biogas dapat digunakan sekitar 6 jam dengan maksimum beban 2500 VA, sedangkan sel surya dapat digunakan sekitar 10-12 jam dengan daya maksimum 800 Watt (beban DC). Jika

digunakan dalam beban lampu LED DC dengan beban maksimum 3300 W maka pemakaian akan lebih lama berkisar antara 12 jam.

Dalam rangka pengembangan dan mengatur kualitas daya dari hibrid biogas dan energi surya maka perlu perencanaan dan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kapasitas daya listrik, kemanfaatan bagi masyarakat dan juga pengembangan sistem yang lebih baik. Stabilitas frekuensi beban pada pembangkit

biogas masih dipengaruhi tingkat tekanan gas yang akan menentukan waktu pembangkitan listrik. Sedangkan pada energi surya output tegangan AC dipengaruhi kualitas inverter dalam merubah tegangan DC ke AC. Sedangkan pada generator biogas memiliki kelemahan tidak dapat bekerja terus menerus, generator bekerja selama 4-5 jam, dan harus istirahat selama 30 menit. Manajemen energi dari sistem pembangkit listrik pada beban kecil dapat dilakukan semaksimal mungkin dengan mengatur penggunaan beban.

[2]. Penggunaan Beban Hibrid Biogas-Energi Surya (Sel Surya)

Tabel 5. Pembagian Beban Hibrid Biogas-Sel Surya

Ruang	Lampu LHE		Lampu LHE		Stop Kontak		Total Daya (W) (P)
	10 Watt	Daya (W)	20 Watt	Daya (W)	250 VA	Daya (W)	
	Jumlah		Jumlah		Jumlah		
Kandang I	5	50	5	100	2	500	650
Kandang II	10	100	10	200	2	500	800
Jalan	10	100	10	200	0	0	300
Teras Rumah Warga	10	100	25	500		0	600
Ruang penjaga Kandang	4	40	4	80	2	500	620
Cadangan							228
					Total Daya		3198 W
					Arus Total		14.5 A

Tabel 5 di atas adalah pembagian beban tegangan satu fase dari sistem hibrid biogas dan sel surya dengan kisaran rata-rata daya total 3198 W.

Penggunaan daya total yang tidak terlalu besar pada lokasi peternakan dan lingkungan sekitar dapat diefektifkan sesuai dengan penggunaan beban yang ada.

V. KESIMPULAN

Uji coba didapatkan pada perencanaan sistem pembangkit hibrid sel surya dan biogas dibutuhkan manajemen waktu pada kebutuhan beban. Pada pelaksanaan penelitian digunakan

generator biogas 2500 VA (2,5 KVA) dan sel surya 100 WP. Untuk melayani beban AC secara bersamaan maka waktu penyalaan beban maksimum sekitar 6-8 jam. Sedangkan jika digunakan untuk melayani beban campuran dimana generator biogas digunakan untuk beban AC dan sel surya untuk penyalaan beban lampu DC, maka generator biogas dapat digunakan sekitar 6 jam dengan maksimum beban 2500 VA, sedangkan sel surya dapat digunakan sekitar 10-12 jam dengan daya maksimum 800 Watt (beban DC). Jika digunakan dalam beban lampu LED DC dengan beban maksimum 3300 W maka pemakaian akan lebih lama berkisar antara 12 jam.

REFERENSI

- [1]. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kaltim. Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi menghasilkan Biogas. Pupuk dan Pakan Denys, M.J and Couturier, MC. 1999. Biogas-Biofuel. Lille France, Metroploe-Communaute Urbaine Solagro
- [2]. Budi Prijo Sembodo, 2009. Rancang Bangun Genset menggunakan energi biogas. Teknik Industri Unipa
- [3]. Direktorat Jenderal Pertanian, 2006. Teknologi Bioenergi
- [4]. D. W. Augustine and K.S. P. Kumar, A method for self-tuning a PID controller for control of small to medium sized diesel engines, IEEE International Conference on System Engineering, P.85-88 1-3 Aug. 1991.
- [5]. Govil, GP, 2003. Small Biogas Engine Conversion Kit Rural Application (No Petrol No Diesel)
- [6]. Kadir, Abdul. Energi, Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi