

## PENGATURAN POLA BEBAN LISTRIK DENGAN SUPLAI DARI SISTEM PEMBANGKIT HIBRIDA FOTOVOLTAIK-BIOGAS

Hazinatul Asror<sup>1</sup>, Rosmaliati<sup>2</sup>, Abdul Natsir<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Sistem fotovoltaik dan sistem biogas telah dibangun di Laboratorium Energi Barudan Terbarukan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Kedua sistem tersebut akan digabungkan menjadi sistem hibrida untuk menentukan pola implementasi, kapasitas dan kinerja sistem pada kelompok bebanyang terdiri dari kelompok desa dan kelompok kota. Kelompok desa terdiri dari kelompok pendapatan rendah, kelompok pendapatan menengah, dan kelompok pendapatan atas, sedangkan kelompok kota terdiri dari kelompok pendapatan rendah dan kelompok pendapatan menengah. Penelitian ini menggunakan baterai sebagai penyimpanan energi, inverter untuk mengubah DC menjadi AC, dan beban AC yang dibutuhkan masing-masing kelompok berdasarkan data survey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, biogas dengan kapasitas digester 8 m<sup>3</sup> dibutuhkan oleh semua kelompok. Untuk mengatasi kekurangan energi yang dihasilkan oleh biogas, kelompok desa pendapatan menengah, kelompok desa pendapatan atas, kelompok kota pendapatan rendah dan kelompok kota pendapatan menengah, membutuhkan fotovoltaik kapasitas 65 Wp dengan jumlah masing-masing panel 2, 5, 2, dan 8. Kapasitas baterai yang dibutuhkan masing-masing kelompok beban adalah 22,6Ah, 81,73Ah, 151,83Ah, 83Ah, dan 262,63Ah. Kinerja sistem hibrida fotovoltaik-biogas dipengaruhi oleh cuaca, meskipun produksi biogas cenderung tetap, tetapi kapasitas arus yang dihasilkan oleh fotovoltaik tergantung dari radiasi matahari yang diterima

**Kata kunci:** fotovoltaik, biogas, sistem hibrida.

### ABSTRACT

Photovoltaic system and biogas system have been installed at the New and Renewable Energy Laboratory of Engineering Faculty, Mataram University. Both systems will be combined into a hybrid system to determine implementation pattern, capacity and system performance on load groups that consists of rural group and urban group. The rural group consists of lower income, middle income, and upper income; while the urban group consists of lower income and middle income. This study uses batteries as energy storages, an inverter to convert DC to AC, and AC loads needed by each group based on survey data. Result of study shows that, a biogas digester with capacity of 8 m<sup>3</sup> is required by all groups. To overcome the shortage energy produced by biogas, the middle income of rural group, the upper income of rural group, the lower income of urban group and the middle income of urban group need photovoltaics with capacity of 65 Wp, with their number of panels are 2, 5, 2, dan 8. The capacities of batteries needed by each groups are 22.6 Ah, 81.73 Ah, 151.83 Ah, 83 Ah, and 262.63 Ah. Performance of photovoltaic-biogas hybrid system is influenced by the weather, although the production of biogas likely remain, but current capacity generated by photovoltaics depends on the received solar radiations.

**Keywords :** photovoltaic, biogas, hybrid system.

### PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu panjang akan menguras sumber energi fosil yang ada, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kemungkinan-kemungkinan aplikasi energi terbarukan untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil. Sistem hibrida fotovoltaik-biogas merupakan salah satu metode yang dapat digunakan

untuk mengoptimalkan aplikasi energi terbarukan. Pemilihan sistem hibrida fotovoltaik-biogas ini ditinjau dari potensi yang dimiliki wilayah Indonesia. Wilayah Indonesia mendapat radiasi harian rata-rata 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dan didukung dengan banyaknya jumlah populasi sapi. Disamping itu, dengan memanfaatkan kotoran sapi menjadi biogas dapat memperbaiki kualitas lingkungan, karena kotoran sapi yang dibiarkan begitu saja dapat mencemari lingkungan, kandungan

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat Indonesia

gas metan yang dimilikinya 21 kali bersifat polutan daripada gas CO<sub>2</sub>.

Teknologi fotovoltaik dan biogas telah berkembang sejak lama, namun aplikasinya sebagai sistem hibrida sumber energi listrik terbaru belum berkembang secara luas. Beberapa kendala antara lain yaitu kurangnya kemampuan teknis, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor atau kesalahan konstruksi dan biaya konstruksi yang mahal.

Di Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan Fakultas Teknik Universitas Mataram telah dibangun sistem fotovoltaik dan sistem biogas yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada simulasi beban yang telah terpasang dengan cara menggabungkan sistem fotovoltaik dan biogas tersebut menjadi sistem hibrida fotovoltaik-biogas. Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan secara luas pada masyarakat, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil.

**Sistem Pembangkit Hibrid.** Sistem pembangkit energi hibrida adalah sistem yang menggabungkan beberapa sumber energi untuk memasok energi listrik ke beban. Tujuan dikembangkannya sistem hibrida adalah untuk mendapatkan daya guna optimal dengan memadukan kelebihan-kelebihan dua atau lebih sistem konversi energi yang bekerja secara terpadu sebagai suatu sistem yang kompak. Sistem hibrida memungkinkan penggunaan sumber energi lokal dan mengurangi pemakaian bahan bakar diesel yang selama ini menjadi pembangkit listrik yang banyak digunakan di daerah terpencil.

**Sistem Pembangkit Hibrid Fotovoltik-Biogas.** Pada sistem hibrida fotovoltaik-biogas, hasil keluaran dari panel surya masuk ke *charge controller*, kemudian digunakan untuk mengisi baterai yang selanjutnya dialirkan ke inverter, dimana pada inverter ini tegangan DC yang dihasilkan akan diubah menjadi tegangan AC untuk selanjutnya dihubungkan ke beban.

Pada biogas, gas yang dihasilkan oleh biogas digunakan sebagai bahan bakar generator. Generator biogas ini memiliki 2 keluaran yaitu tegangan AC dan DC. Keluaran AC digunakan langsung untuk menyuplai beban, sedangkan keluaran DC digunakan untuk mengisi baterai.

**Sel Surya.** Sel surya merupakan salah satu produk teknologi fotovoltaik yang dikembangkan pada bahan semikonduktor (silikon multikristal, monokristal dan amorf) yang

mampu menyerap gelombang elektromagnetik dan konversi energi cahaya (*photon*) menjadi energi listrik secara langsung. Prinsip dasar sel surya merupakan kebalikan dari LED (*Light Emitting Diode*) yang mengubah energi listrik menjadi cahaya atau identik dengan sebuah dioda cahaya (*photodiode*) sambung p-n (*p-n junction*) dengan cahaya energi (*band gap*). Ketika energi foton yang datang lebih besar dari celah energi ini maka foton akan diserap oleh semikonduktor untuk membentuk pasangan *electron-hole* sebagai pembawa muatan (*carrier*). Selanjutnya elektron dan *hole* bergerak berturut-turut ke arah lapisan *n* dan *p* sehingga timbul beda potensial dan *photocurrent* (arus yang dihasilkan oleh cahaya) ketika kedua muatan melintasi daerah sambung p-n.

**Komponen Sistem Fotovoltaik.** Komponen sistem fotovoltaik terdiri dari :

1. Panel Surya  
Satu sel surya menghasilkan kurang lebih tegangan 0,5 Volt. Jadi, sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum.
2. Baterai  
Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Pada baterai terdapat proses pengisian (*charging*) dan pelepasan muatan (*discharging*).
3. *Battery Charge Regulator* (BCR)  
*Battery Charge Regulator* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.
4. Inverter  
Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC).

**Kapasitas Fotovoltaik Berdasarkan Perhitungan.** Untuk mengetahui kapasitas sistem fotovoltaik yang dibutuhkan, dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut :

1. Menghitung kebutuhan beban,  
Untuk menentukan kebutuhan beban dapat dihitung menggunakan persamaan [1]:

$$E_T = E_S + (20\% \times E_S) \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

E<sub>T</sub> = Total energi sistem (Wh)

E<sub>S</sub> = Total energi beban (Wh)

2. Menghitung kapasitas daya panel surya  
Untuk menentukan kebutuhan beban dapat dihitung menggunakan persamaan [2]:

$$P_{\text{panel surya}} = \frac{E_T}{WIM} \times \text{faktor penyesuaian} \dots\dots(2)$$

Dengan :

- $P_{\text{panel surya}}$  = kapasitas daya panel surya (W)
- $E_T$  = Total energi sistem (Wh)
- WIM = Waktu insolasi matahari (h)
- Faktor penyesuaian = Faktor penyesuaian pada kebanyakan instalasi PLTS adalah 1,1 [3].

3. Menghitung kapasitas baterai

Satuan energi sistem dalam Watt hour (Wh) dikonversikan menjadi Ampere hour (Ah) yang sesuai dengan kapasitas baterai, dengan menggunakan persamaan[4]:

$$Ah = \frac{E_T}{V_s} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

- Ah = satuan kapasitas baterai
- $E_T$  = total energi sistem (Wh)
- $V_s$  = tegangan sistem (Volt)

Hari otonomi (d) yang ditentukan adalah satu hari. Jadi, baterai menyimpan energi dan menyalurkannya pada hari itu juga. Umumnya baterai *deep cycle* dapat *discharge* sampai dengan 80% dari kapasitas baterai (solarcellspanel.com). Kapasitas baterai dapat dihitung menggunakan persamaan [4]:

$$C_b = \frac{Ah \times d}{DOD} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- $C_b$  = kapasitas baterai (Ah)
- Ah = satuan kapasitas baterai (Ah)
- d = hari otonomi
- DOD = *Depth Of Discharge*

4. Menghitung arus *Battery Charge Regulator* (BCR)

Beban pada sistem mengambil energi dari BCR. Kapasitas arus yang mengalir pada BCR dapat ditentukan dengan mengetahui beban puncak, menggunakan persamaan 2.5 [4]:

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{V_s} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

- $I_{\text{max}}$  = Arus pada BCR (A)
- $P_{\text{max}}$  = Beban puncak (W)
- $V_s$  = Tegangan sistem (V)

5. Menghitung kapasitas inverter

Tegangan masukan pada inverter harus sesuai dengan tegangan BCR yang digunakan, dalam penelitian ini digunakan tegangan sistem 12 V. Sedangkan kapasitas inverter (watt) yang digunakan adalah inverter yang kapasitasnya sama dengan kapasitas panel surya [4].

**Biogas.** Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh mikroba dari bahan organik yang mengalami proses fermentasi dalam keadaan anaerobik.

**Sistem Pembangkit Biogas.** Sistem pembangkit biogas terdiri dari:

1. Saluran Masuk
2. Sistem Pengaduk
3. Reaktor (Digester)
4. Saluran Keluaran Residu
5. Katup Pengaman Tekanan (*Control Valve*)
6. Saluran Gas
7. Penampung gas
8. Pompa biogas
9. *Purifier*
10. Alat ukur tekanan
11. *Flowmeter*
12. Generator

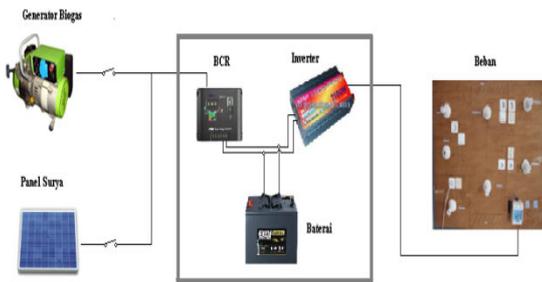
**Proses Pembentukan Biogas.** Secara umum proses pembentukan biogas dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. Tahap Hidrolisis (*Hydrolysis*)  
 Pada tahap ini, bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek.
2. Tahap Asidifikasi (*Acidogenesis dan Acetogenesis*)  
 Pada tahap ini, bakteri *Acetobacter aceti* menghasilkan asam untuk mengubah senyawa rantai pendek hasil proses hidrolisis menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida.
3. Tahap Pembentukan Gas Metana (*Methanogenesis*)  
 Pada tahap ini, bakteri *Methanobacterium Omelianski* mengubah senyawa hasil proses asidifikasi menjadi metana dan CO<sub>2</sub> dalam kondisi anaerob. Proses pembentukan gas metana ini termasuk reaksi eksotermis.

**METODE PENELITIAN**

**Alat dan Bahan Penelitian.** Dalam penelitian ini, pengujian menggunakan panel surya Tipe Monokristal produk Sharp model ND-T065M1 dengan kapasitas 65 Watt, BCR, Inverter 1.100 W, digester kapasitas 8m<sup>3</sup>, penampung biogas, purifier H<sub>2</sub>S, purifier CO<sub>2</sub>, purifier H<sub>2</sub>O, generator biogas kapasitas 700 W, baterai kapasitas 105 Ah, tang amper, voltmeter, amperemeter, beban-beban berupa lampu LHE, lampu pijar, televisi, kulkas, rice cooker, kipas, laptop, Phyranometer, Software Hoboware, Microsoft Windows sebagai sistem operasi.

**Rancangan Sistem Hibrida Fotovoltaik-Biogas.** Penelitian ini menggunakan baterai yang digunakan sebagai penyimpan energi yang disuplai oleh panel surya dan generator biogas seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rancangan Sistem Hibrida Fotovoltaik-Biogas

**Langkah-langkah Penelitian.** Rincian proses penelitian yang akan dilakukan antara lain:

1. Penelitian dimulai dengan proses pengumpulan data. Data awal yang diperlukan yaitu data karakteristik beban harian.
2. Menganalisa kapasitas sistem hibrida fotovoltaik-biogas :
  - 2.1 Menentukan total energi sistem
  - 2.2 Menghitung kapasitas sistem biogas.
  - 2.3 Menghitung kapasitas panel surya
  - 2.4 Menghitung kapasitas baterai
  - 2.5 Menghitung kapasitas arus BCR
  - 2.6 Menentukan kapasitas inverter
3. Melakukan pengujian pada pengisian baterai menggunakan panel surya.
4. Melakukan pengujian pada pengisian baterai menggunakan generator biogas.
5. Membuat jadwal suplai beban untuk masing-masing pembangkit.
6. Menarik Kesimpulan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kebutuhan Beban.** Pada penelitian ini, kelompok beban desa terdiri dari 3 pola beban, yaitu kelompok beban desa golongan rendah, desa golongan menengah dan desa golongan atas. Kelompok beban kota terdiri dari kelompok beban kota golongan rendah dan kota golongan menengah, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan energi harian pada masing-masing kelompok beban tersebut, seperti yang disajikan pada Tabel 1-5:

1. Kelompok beban desa
  - a. Kelompok beban desa golongan rendah

Tabel 1 Kebutuhan energi harian kelompok beban desa golongan rendah

Beban	Daya (W)	Jumlah	Total Daya (W)	Lama Penggunaan Setiap Hari Jam (h)	Energi (Wh)
<b>Lampu :</b>					
LHE (K.Tidur)	8	1	8	2,75	22
LHE (Dapur)	8	1	8	2,5	20
LHE (Teras)	8	1	8	12,25	98
LHE (R.Keluarga)	8	1	8	4	32
<b>Total</b>					<b>172</b>

- b. Kelompok beban desa golongan menengah

Tabel 2 Kebutuhan energi harian kelompok beban desa golongan menengah

Beban	Daya (W)	Jumlah	Total Daya (W)	Lama Penggunaan Setiap Hari Jam (h)	Energi (Wh)
<b>Lampu :</b>					
Pijar (K.Mandi)	5	1	5	2	10
LHE (K.Tidur)	11	2	22	5,25	115,5
LHE (Dapur)	8	1	8	1,75	14
LHE (Teras)	11	1	11	12,25	134,75
LHE (R.Keluarga)	14	1	14	5,5	77
<b>Televisi :</b>					
64W	64	1	64	4,5	288
<b>Total</b>					<b>639,25</b>

## c. Kelompok beban desa golongan atas

Tabel 3. Kebutuhan energi harian kelompok beban desa golongan atas

Beban	Daya (W)	Jumlah	Total Daya (W)	Lama Penggunaan Setiap Hari Jam (h)	Energi (Wh)
<b>Lampu :</b>					
LHE (K.Mandi)	8	1	8	2	16
LHE (K.Tidur 1)	11	1	11	2,5	27,5
LHE (K.Tidur 2&3)	11	2	22	2,5	55
LHE (Dapur)	11	1	11	2,5	27,5
LHE (Teras)	11	1	11	12	132
LHE (R.Tamu)	14	1	14	2,75	38,5
LHE (R.Keluarga)	14	1	14	2,75	38,5
<b>Televisi :</b>					
64W	64	1	64	5	320
<b>Kulkas :</b>					
Kompresor ON	60	1	60	3,25	195
Kompresor OFF	20	1	20	19,75	395
Total					1.245

## Kelompok beban kota golongan rendah

Tabel 4. Kebutuhan energi harian kelompok beban kota golongan rendah

Beban	Daya (W)	Jumlah	Total Daya (W)	Lama Penggunaan Setiap Hari Jam (h)	Energi (Wh)
<b>Lampu :</b>					
LHE (K.Mandi)	8	1	8	2	16
LHE (Teras)	11	1	11	12,25	134,8
LHE (Dapur)	11	1	11	3,5	38,5
LHE (K.Tidur)	11	1	11	4	44
LHE (R.Keluarga)	14	1	14	3,25	45,5
<b>Televisi :</b>					
64W	64	1	64	6,25	400
Total					678,8

## Kelompok beban kota golongan menengah

Tabel 5. Kebutuhan energi harian kelompok beban kota golongan menengah

Beban	Daya (W)	Jumlah	Total Daya (W)	Lama Penggunaan Setiap Hari Jam (h)	Energi (Wh)
<b>Lampu :</b>					
LHE (K.M.)	8	1	8	2	16
LHE teras	11	1	11	12,25	134,8
LHE Dpr)	11	1	11	2,75	30,25
LHE K.T	11	3	33	3,75	123,8
LHE (R.K)	14	1	14	3,25	45,5
<b>Televisi :</b>					
64W	64	1	64	6,5	416
Kipas	60	1	60	1,25	75
<b>Kulkas :</b>					
Kompresor ON	60	1	60	3,25	195
Kompresor OFF	20	1	20	19,75	395
Laptop	30	1	30	2,25	67,5

Magic com :					
Cooking	395	1	395	0,5	197,5
Warm	65	1	65	8,75	568,75
Total					2,26

**Pengujian Kapasitas Sistem Hibrida Fotovoltaik-Biogas.** Penelitian ini menggunakan baterai yang digunakan sebagai penyimpan energi yang disuplai oleh panel surya dan generator biogas.

**Pengisian Baterai dengan Generator Biogas.** Dari hasil perhitungan kapasitas biogas, diketahui bahwa generator dapat beroperasi selama 3 jam per hari. Hasil pengujian pengisian baterai pada tanggal 10 September 2012 menggunakan generator biogas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengukuran pengisian baterai dengan generator Biogas

Waktu	$V_{bat}$	Flowmeter ( $m^3$ )	Laju Konsumsi biogas/ menit ( $m^3$ )	Arus (A)
9:35	12,5	33,602		
9:50	12,9	33,758	0,010	8
10:05	12,9	33,915	0,011	8
10:20	12,9	34,069	0,010	8
10:35	12,9	34,225	0,010	8
10:50	12,9	34,381	0,010	8
11:05	13	34,538	0,011	8
11:20	13	34,694	0,010	8
11:35	13	34,85	0,010	8
11:50	13	35,008	0,011	8
12:05	13,1	35,164	0,010	8
12:20	13,1	35,32	0,010	8
12:35	13,1	35,474	0,010	8
Rata-rata			0,010	

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa, arus yang dihasilkan rata-rata sebesar 8 A. Sehingga selama 3 jam beroperasi, generator biogas menyuplai arus pengisian pada baterai sebesar 24 Ah.

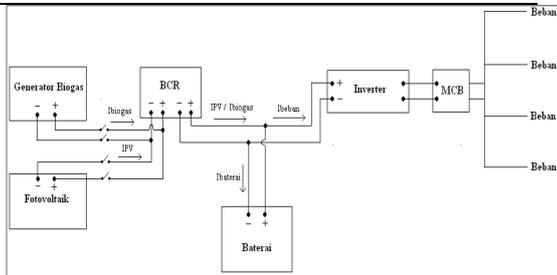
**Pengisian baterai dengan fotovoltaik.** Pengukuran ini menggunakan satu panel surya 65 Wp dan satu baterai kapasitas 105 Ah dengan tiga kondisi cuaca yaitu kondisi cerah, mendung, dan hujan yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengukuran pengisian baterai dengan panel surya

Kondisi cuaca	$I_{mp}$ rata-rata (A)	Kapasitas arus rata-rata (Ah)
cerah	2,99	30,62
mendung	2,17	22,25
hujan	1,59	16,31

**Rangkaian Listrik Sistem Hibrida Fotovoltaik-Biogas.** Penelitian ini menggunakan baterai sebagai penyimpan energi yang disuplai oleh fotovoltaik dan biogas dengan rangkaian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Kelompok beban	Kapasitas arus		
	cerah (Ah)	mendung (Ah)	hujan (Ah)
Desa golongan rendah	24	24	24
Desa golongan menengah	85,24	68,5	56,62
Desa golongan atas	177,1	111,25	105,55



Gambar 2. Rangkaian listrik sistem hibrida fotovoltaik-biogas

Dari Gambar 2 dapat dibuat persamaan sebagai berikut :

a. Saat ada suplai dari pembangkit.

Kondisi I : Jika  $I_{PV} / I_{biogas} > I_{beban}$   
 $I_{PV} / I_{biogas} = I_{beban} + I_{baterai}$ , maka  
 $I_{PV} / I_{biogas} = I_{beban} + I_{baterai}$ ,

yang menunjukkan baterai dalam keadaan *charging*

Kondisi II : Jika  $I_{PV} / I_{biogas} < I_{beban}$

$I_{beban} = I_{PV} / I_{biogas} + I_{baterai}$ ,  
 maka  $I_{PV} / I_{biogas} = I_{beban} + (-I_{baterai})$ ,  
 yang menunjukkan baterai dalam keadaan *discharging*

b. Saat tidak ada suplai dari pembangkit.

Saat tidak ada suplai dari pembangkit, seluruh kebutuhan beban diambil dari baterai, sehingga  $I_{beban} = I_{baterai}$ .

**Pengujian Sistem Hibrida Fotovoltaik-Biogas pada Kelompok Beban Desa.** Untuk mengetahui kapasitas sistem hibrida yang dibutuhkan pada kelompok beban desa, dilakukan pengujian untuk mengetahui total pemakaian arus baterai perhari. Total pemakaian arus baterai untuk kelompok beban desa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengukuran kebutuhan arus baterai pada kelompok beban desa

Kelompok beban	Kapasitas baterai pada DOD 80%(Ah)	Kapasitas biogas (m <sup>3</sup> )	Kapasitas PV (Wp)
Desa golongan rendah	22,26	8	
Desa golongan menengah	81,73	8	130 (2x65)
Desa golongan atas	151,83	8	325 (5x65)

Dari hasil pengujian sistem hibrida fotovoltaik-biogas pada kelompok beban desa, dapat dibuat estimasi kapasitas arus yang dihasilkan sistem hibrida pada masing-masing kondisi seperti yang tersaji pada Tabel 9.

**Persentase suplai fotovoltaik dan biogas pada kelompok beban desa.** Persentase suplai dari fotovoltaik dan biogas untuk masing-masing kondisi cuaca pada kelompok beban desa golongan menengah dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Persentase suplai fotovoltaik dan biogas pada kelompok beban desa

Kelompok beban	persentase					
	cerah P V	Biogas	PV	mendung Biogas	PV	hujan Biogas
desa golongan rendah		100		100		100
desa golongan menengah	71	29	54	29	40	29
desa golongan atas	84	16	73	16	54	16

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa, pada kondisi mendung dan hujan kapasitas arus yang dihasilkan fotovoltaik menurun, sedangkan kapasitas arus yang dihasilkan generator biogas konstan. Hal ini disebabkan karena produksi biogas tidak terpengaruh oleh kondisi cuaca. Oleh karena itu, untuk menjaga agar suplai beban tetap terpenuhi dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan sistem biogas baik secara kualitas maupun kuantitas.

**Pengujian Sistem Hibrida Fotovoltaik-Biogas pada Kelompok Beban Kota.** Untuk mengetahui kapasitas sistem hibrida yang dibutuhkan pada kelompok beban desa, dilakukan pengujian untuk mengetahui total

pemakaian arus baterai perhari. Total pemakaian arus baterai untuk kelompok beban desa dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengukuran kebutuhan arus baterai pada kelompok beban kota

Kelompok beban	Kapasitas baterai pada DOD 80%(Ah)	Kapasitas biogas(m <sup>3</sup> )	Kapasitas PV (Wp)
Kota golongan rendah	83	8	130 (2x65)
Kota golongan menengah	262,63	8	520 (8x65)

Dari hasil pengujian sistem hibrida fotovoltaik-biogas pada kelompok beban kota, dapat dibuat estimasi kapasitas arus yang dihasilkan sistem hibrida pada masing-masing kondisi seperti yang tersaji pada Tabel 12.

Tabel 12. Estimasi kapasitas arus yang dihasilkan sistem hibrida fotovoltaik-biogas pada kelompok beban desa

Kelompok beban	Kapasitas arus		
	cerah (Ah)	mendung (Ah)	hujan (Ah)
Kota golongan rendah	85,24	68,5	56,62
Kota golongan menengah	268,96	202	154,48

Persentase suplai fotovoltaik dan biogas pada kelompok beban kota. Persentase suplai dari fotovoltaik dan biogas untuk masing-masing kondisi cuaca pada kelompok beban desa golongan menengah dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Persentase suplai fotovoltaik dan biogas pada kelompok beban kota

Kelompok beban	persentase					
	cerah		mendung		hujan	
	PV	Biogas	PV	Biogas	PV	Biogas
kota golongan rendah	71	29	54	29	39	29
kota golongan menengah	91	9	68	9	50	9

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa, pada kondisi mendung dan hujan kapasitas arus yang dihasilkan fotovoltaik menurun, sedangkan kapasitas arus yang dihasilkan generator biogas konstan. Hal ini disebabkan karena produksi biogas tidak terpengaruh oleh kondisi cuaca. Oleh karena itu, untuk menjaga agar suplai beban tetap terpenuhi dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan

sistem biogas baik secara kualitas maupun kuantitas.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Pola implementasi sistem hibrida fotovoltaik-biogas pada penelitian ini menggunakan baterai sebagai penyimpan energi.
2. Kapasitas sistem hibrida fotovoltaik-biogas ditentukan berdasarkan kebutuhan beban dan pemakaian kapasitas arus perhari pada masing-masing kelompok beban, yaitu :
  - a. Kelompok beban desa golongan rendah membutuhkan baterai dengan kapasitas 22,26 Ah. Dibutuhkan digester biogas dengan kapasitas 8 m<sup>3</sup> yang menghasilkan kapasitas arus sebesar 24 Ah.
  - b. Kelompok beban desa golongan menengah dan desa golongan atas membutuhkan baterai dengan kapasitas 81,73 Ah dan 151,83 Ah. Dibutuhkan digester biogas dengan kapasitas 8 m<sup>3</sup> dan panel surya dengan kapasitas masing-masing 2x65 Wp dan 5x65 Wp.
  - c. Kelompok beban kota golongan rendah dan kota golongan menengah membutuhkan baterai dengan kapasitas 83 Ah dan 262,63 Ah. Dibutuhkan digester biogas dengan kapasitas 8 m<sup>3</sup> dan panel surya dengan kapasitas masing-masing 2x65 Wp dan 8x65 Wp.
3. Kinerja sistem hibrida fotovoltaik-biogas bergantung pada kondisi cuaca. Pada kondisi cerah, sistem hibrid fotovoltaik-biogas dapat memenuhi kebutuhan energi untuk semua kelompok beban. Sedangkan pada kondisi mendung dan hujan, kinerja sistem hibrid fotovoltaik-biogas menurun. Untuk menjaga agar suplai beban tetap terpenuhi dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan sistem biogas baik secara kualitas maupun kuantitas.

## SARAN.

Untuk pengembangan dari skripsi ini di berikan saran-saran sebagai berikut adalah:

1. Penelitian ini masih menggunakan sistem manual dalam pengaturan suplai dari biogas dan panel surya. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan sistem otomatis.
2. Perlunya penelitian lanjutan untuk mengkaji secara detail implementasi

pembangkit biogas untuk memenuhi kebutuhan listrik kelompok rumah tangga menengah ke atas.

#### DAFTAR PUSTAKA

Pamungkas,Putra,website:<http://klastik.wordpress.com/2012/04/02/cara-hitung-pemasangan-panel-surya/>. Tanggal akses 20 Oktober 2012.

Hariyanto, Nasrun. *Perancangan Dan Aplikasi Pembangkit Hybrid Energi Surya Dan Energi Biogas Di Kampung Haur Gembong*

*Kabupaten Sumedang.Bandung* : Universitas Teknologi Nasional Bandung.  
Hankins, Mark. 1991. *Small Solar Electric Systems for Africa*. Motif Creative Arts, Ltd. Kenya.

Suriadi, dkk, 2010. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan Di Banda Aceh*. Banda Aceh :Universitas Syiah Kuala.