

## **PERENCANAAN SISTEM FOTOVOLTAIK BAGI PELANGGAN RUMAH TANGGA DI KOTA PANGKALPINANG**

*Wahri Sunanda<sup>1</sup>, Rika Favoria Gusa<sup>2</sup>*

*Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung<sup>1,2</sup>  
wahrisunanda@gmail.com<sup>1</sup>, rika\_favoria@yahoo.com<sup>2</sup>*

### **ABSTRACT**

*The use of electricity that combined with photovoltaic systems can help meet electric power, especially when applied to household consumers. In connection with that, this study aims to obtain photovoltaic system design on a household in the city Pangkalpinang without using storage media (batteries). Of household electricity consumption data with installed power of 1300 VA and 2200 VA in Pangkalpinang for 1 year, is determined daily load photovoltaic system with three variations of 70%, 50% and 30% of the value of the average daily electricity consumption of households.*

**Keywords** : *photovoltaic, household, batteries.*

### **ABSTRAK**

Penggunaan listrik PLN yang dipadukan dengan sistem fotovoltaik dapat membantu memenuhi energi listrik terutama apabila diterapkan pada konsumen rumah tangga. Berkenaan dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh rancangan sistem fotovoltaik pada rumah tangga di kota Pangkalpinang tanpa menggunakan media penyimpanan (baterai). Dari data konsumsi listrik rumah tangga dengan daya terpasang 1300 VA dan 2200 VA di kota Pangkalpinang selama 1 tahun, ditentukan beban harian sistem fotovoltaik dengan tiga variasi yaitu 70%, 50% dan 30% dari nilai rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga.

**Kata Kunci** : energi listrik, fotovoltaik, rumah tangga.

## PENDAHULUAN

Teknologi sel surya dapat diterapkan di Indonesia karena Indonesia berada pada daerah khatulistiwa sehingga menerima sinar matahari sepanjang tahun. Dengan sel surya, sinar matahari tersebut diubah menjadi arus listrik. Kemudian, energi yang dihasilkan dapat disimpan dalam media penyimpanan (baterai). Sistem ini dinamakan sistem fotovoltaik. Penggunaan energi listrik PLN yang dipadukan dengan sistem fotovoltaik dapat membantu mengatasi masalah ketenagalistrikan di Indonesia. Apalagi bila diterapkan pada rumah tangga karena sektor ini merupakan konsumen energi listrik terbesar.

Pada tahun 2014 menurut data statistik PT. PLN (Persero) Wilayah Bangka Belitung mengelola pembangkit dengan daya terpasang 88.182 kW dengan jumlah pembangkit 57 unit dan energi yang dihasilkan 802.349.667 kWh. Jumlah pelanggan pada tahun 2014 sebanyak 339.046 dengan jumlah pelanggan rumah tangga sebanyak 314.399. Saat ini selain dipasok oleh Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dengan daya terpasang 87.419 kW, juga ditopang oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan kapasitas 2 x 30 MW, dan MPP Pembangkit Listrik Tenaga Mini Gas (PLTMG) dengan kapasitas 1 x 25 MW yang akan beroperasi akhir tahun 2016. Dengan pertumbuhan pelanggan setiap tahunnya dan perkembangan ekonomi dibutuhkan tambahan pasokan energi dan diantaranya berasal dari energi matahari.

Beberapa penelitian terkait pemanfaatan fotovoltaik untuk membantu pemenuhan kebutuhan energi listrik pada rumah tangga telah dilakukan, diantaranya perancangan sistem hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan jala-jala listrik PLN untuk rumah perkotaan yang menggunakan baterai sebagai penyimpan energi listrik (*storage system*); PLTS memasok energi listrik sekitar 30% dari beban keseluruhan peralatan listrik rumah tangga, sedangkan 70% listrik sisanya dari PLN [Bien dkk, 2010], perencanaan PLTS dengan baterai sebagai media penyimpan energi listrik untuk 10 rumah pada kompleks perumahan di Banda Aceh [Suriadi, 2010], pembuatan konsep pengaturan aliran daya untuk PLTS tersambung ke sistem *grid* pada rumah tinggal; *grid* menjadi penyimpan atau pemberi pinjaman sementara untuk pemenuhan permintaan beban sehingga hanya diperlukan biaya investasi dari sistem PLTS tanpa baterai dan biaya sewa jaringan di sistem rumah tinggal dengan PLTS [Kananda, 2013].

Dalam tulisan ini diajukan suatu skema rancangan sistem pemenuhan energi listrik dengan perpaduan listrik dari PLN dan fotovoltaik untuk rumah tangga di kota Pangkalpinang sebagai ibukota Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Tahap pertama yaitu pengumpulan data konsumsi energi listrik rumah tangga di kota Pangkalpinang dengan daya terpasang 1300 VA (30 rumah) dan 2200 VA (30 rumah), data intensitas matahari di Pangkalpinang serta data spesifikasi dan harga komponen sistem fotovoltaik (modul, inverter). Data konsumsi energi listrik rumah tangga diperoleh dari PLN Area Bangka.
- Tahap kedua yaitu pengolahan data konsumsi energi listrik rumah tangga. Data yang diperoleh masih berupa data bulanan selama 1 tahun (bulan April 2015 sampai dengan bulan Maret 2016). Untuk itu, dihitung nilai rata-rata konsumsi

listrik hariannya untuk dapat menentukan beban harian sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik PLN. Beban harian sistem fotovoltaik yang dirancang divariasikan menjadi tiga yaitu 70%, 50% dan 30% dari nilai rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga.

- Tahap ketiga yaitu perancangan sistem fotovoltaik terhubung jaringan pada rumah tangga tanpa dan dengan baterai. Dalam hal ini, dihitung jumlah modul surya dan kapasitas daya *grid tie inverter* yang diperlukan untuk memenuhi beban harian sistem fotovoltaik. Perhitungan menggunakan persamaan (1) dan (2) [Buresch, 1983].

$$\text{Jumlah modul} = \frac{\text{jumlah beban harian}}{\text{daya modul} \times \eta \text{ sistem} \times \frac{\text{intensitas harian}}{1000 \text{ W/m}^2} \times \text{lama penyinaran}} \quad (1)$$

$$\text{Daya inverter} > \frac{\text{jumlah beban harian}}{\text{waktu pemenuhan beban}} \quad (2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan beban harian sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik PLN, dilakukan pengolahan data konsumsi energi listrik bulanan selama 1 tahun (April 2015 - Maret 2016) pada 30 rumah dengan daya terpasang 1300 VA dan 30 rumah dengan daya terpasang 2200 VA. Dari data konsumsi listrik bulanan tersebut, dihitung nilai konsumsi listrik harian rata-ratanya. Diperoleh nilai rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga dengan daya terpasang 1300 VA sebesar 9,51 kWh dan rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga dengan daya terpasang 2200 VA sebesar 14,68 kWh. Nilai rata-rata tersebut yang kemudian digunakan untuk menentukan beban harian sistem fotovoltaik terhubung jaringan pada rumah tangga. Jumlah beban harian sistem fotovoltaik divariasikan menjadi tiga yaitu 70%, 50% dan 30% dari nilai rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga. Variasi jumlah beban harian sistem fotovoltaik dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah beban harian sistem fotovoltaik

Kapasitas Daya Terpasang	Rata-Rata Konsumsi Listrik Harian	Variasi Persentase Beban Harian Sistem	Jumlah Beban Harian Sistem
1300 VA	9,51 kWh	70%	6,664 kWh
		50%	4,76 kWh
		30%	2,85 kWh
2200 VA	14,68 kWh	70%	10,276 kWh
		50%	7,34 kWh
		30%	4,40 kWh

Setelah menentukan jumlah beban harian sistem fotovoltaiik, dilakukan perancangan menggunakan data berikut:

1. Modul surya monokristalin dengan spesifikasi [Anonim, 2016]:  
 Daya puncak ( $P_{max}$ ) = 200 Wp  
 $V_{mp} = 37,8$  V;  $V_{oc} = 44,8$  V  
 $I_{mp} = 5,31$  A;  $I_{sc} = 5,75$  A  
 Dimensi = 158 x 80,8 x 4,5 cm
2. Nilai rata-rata intensitas matahari di kota Pangkalpinang ialah 378,06 W/m<sup>2</sup> (diperoleh dari HOMER).
3. Faktor kerugian (*losses*) yang terjadi pada modul akibat pengaruh temperatur dan kondisi permukaan = 0,8 (80 %) [Djojodihardjo,2001].
4. Efisiensi *inverter* = 80 % - 95 % [Buresch, 1983]. Diasumsikan nilainya = 90 %.
5. Lama penyinaran = 5 jam  
 Efisiensi sistem untuk skema terhubung jaringan  
 = faktor *losses* modul x  $\eta_{inv}$   
 = 80 % x 90 %  
 = 72 % = 0,72

Jumlah modul surya dan kapasitas daya *grid tie inverter* yang diperlukan dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2).). Hasil perhitungan semua variasi jumlah beban harian sistem fotovoltaiik untuk rumah dengan daya terpasang 1300 VA dengan skema terhubung jaringan dapat dilihat pada Tabel 2 untuk rumah dengan daya terpasang 2200 VA dengan skema terhubung jaringan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2 Sistem fotovoltaiik untuk daya terpasang 1300 VA

Variasi beban	Jumlah beban sistem fotovoltaiik	Jumlah modul	Kapasitas inverter
70 % x jumlah beban harian	6664 Wh	24	1000 W, 24 V (1 unit) 600 W, 24 V (1 unit)
50 % x jumlah beban harian	4760 Wh	18	600 W, 24 V (2 unit)
30 % x jumlah beban harian	2850 Wh	11	1000 W, 24 V (1 unit)

Tabel 3 Sistem fotovoltaiik untuk daya terpasang 2200 VA

Variasi beban	Jumlah beban sistem fotovoltaiik	Jumlah modul	Kapasitas inverter
70 % x jumlah beban harian	10276 Wh	38	1000 W, 24 V (2 unit) 600 W, 24 V (1 unit)
50 % x jumlah beban harian	7340 Wh	27	600 W, 24 V (3 unit)
30 % x jumlah beban harian	4400 Wh	17	600 W, 24 V (2 unit)

Tabel 4 Biaya total sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik PLN pada rumah dengan daya terpasang 1300 VA

Komponen Biaya (Rp)	Jumlah beban harian sistem fotovoltaik (kWh)		
	6,664	4,760	2,850
<b>Biaya investasi</b>			
Modul surya (@Rp3.300.000)	79.200.000	59.400.000	36.300.000
Inverter	4.435.000	3.970.000	2.450.000
Biaya lainnya (asumsi 20% dari biaya komponen utama)	16.727.000	12.674.000	7.750.000
<b>Jumlah biaya investasi</b>	<b>100.362.000</b>	<b>76.044.000</b>	<b>46.500.000</b>
<b>Biaya penggantian komponen</b>			
Inverter ( <i>lifespan</i> 10 tahun)	3.053.101	2.473.635	1.526.550
<b>Jumlah biaya penggantian</b>	<b>3.053.101</b>	<b>2.473.635</b>	<b>1.526.550</b>
<b>Biaya konsumsi listrik PLN</b>			
Biaya selama 25 tahun (Rp1.410,12/kWh)	36.118.814	60.282.630	84.522.593
<b>Jumlah biaya konsumsi listrik PLN</b>	<b>36.118.814</b>	<b>60.282.630</b>	<b>84.522.593</b>
<b>Total Biaya</b>	<b>139.533.915</b>	<b>138.800.265</b>	<b>132.549.143</b>

Tabel 5. Biaya total sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik PLN pada rumah dengan daya terpasang 2200 VA

Komponen Biaya (Rp)	Jumlah beban harian sistem fotovoltaik (kWh)		
	10,276	7,340	4,400
<b>Biaya investasi</b>			
Modul surya (@Rp3.300.000)	125.400.000	89.100.000	56.100.000
Inverter	6.885.000	5.955.000	3.970.000
Biaya lainnya (asumsi 20% dari biaya komponen utama)	26.457.000	19.011.000	12.014.000
<b>Jumlah biaya investasi</b>	<b>158.742.000</b>	<b>114.066.000</b>	<b>72.084.000</b>
<b>Biaya penggantian komponen</b>			
Inverter ( <i>lifespan</i> 10 tahun)	4.579.651	3.710.452	2.473.635
<b>Jumlah biaya penggantian</b>	<b>4.579.651</b>	<b>3.710.452</b>	<b>2.473.635</b>
<b>Biaya konsumsi listrik PLN</b>			
Biaya selama 25 tahun (Rp1.410,12/kWh)	55.891.516	93.152.527	130.464.302
<b>Jumlah biaya konsumsi listrik PLN</b>	<b>55.891.516</b>	<b>93.152.527</b>	<b>130.464.302</b>
<b>Total Biaya</b>	<b>219.213.167</b>	<b>210.928.979</b>	<b>205.021.937</b>

Pada rumah dengan daya terpasang 1300 VA, Tabel 4 menunjukkan bahwa biaya total selama *lifetime* sistem (25 tahun) yang terkecil adalah Rp 132.549.143 untuk memenuhi beban harian 2,85 kWh (30% dari rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga). Biaya total terkecil ini masih lebih besar jika dibandingkan dengan

biaya konsumsi listrik rumah tangga selama 25 tahun yang keseluruhan kebutuhan listriknya dipenuhi oleh PLN yaitu sebesar Rp 120.692.171. Bila dihitung biaya per bulannya, maka biaya konsumsi listrik untuk sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik PLN (beban 2,85 kWh) ini lebih mahal Rp 39.523.

Pada rumah dengan daya terpasang 2200 VA, Tabel 5 menunjukkan bahwa biaya total selama *lifetime* sistem (25 tahun) yang terkecil adalah Rp 205.021.937 untuk memenuhi beban harian 4,4 kWh (30% dari rata-rata konsumsi listrik harian rumah tangga). Biaya total terkecil ini masih lebih besar jika dibandingkan dengan biaya konsumsi listrik rumah tangga selama 25 tahun yang keseluruhan kebutuhan listriknya dipenuhi oleh PLN yaitu sebesar Rp 186.305.054. Bila dihitung biaya per bulannya, maka biaya konsumsi listrik untuk sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik PLN (beban 4,4 kWh) ini lebih mahal Rp 62.390.

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan sistem fotovoltaik belum menunjukkan kelayakan dalam ekonomi, tetapi sistem fotovoltaik masih layak untuk dipertimbangkan dan diimplementasikan pada rumah yang sering mengalami pemadaman listrik, terutama pada siang hari.

## KESIMPULAN

Untuk beban harian sistem fotovoltaik sebesar 2,85 kWh pada rumah dengan daya terpasang 1300 VA dibutuhkan 11 modul surya 200 Wp dan 1 unit inverter 1000 W, 24 V. Dengan konfigurasi ini, diketahui bahwa biaya konsumsi listrik untuk sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik lebih mahal Rp 39.523/bulan bila dibandingkan dengan biaya konsumsi listrik per bulan untuk rumah tanpa fotovoltaik.

Untuk beban harian sistem fotovoltaik sebesar 4,4 kWh pada rumah dengan daya terpasang 2200 VA dibutuhkan 17 modul surya 200 Wp dan 2 unit inverter 600 W, 24 V. Dengan konfigurasi ini, diketahui bahwa biaya konsumsi listrik untuk sistem fotovoltaik terhubung jaringan listrik dengan beban harian 4,4 kWh lebih mahal Rp 62.390/bulan bila dibandingkan dengan biaya konsumsi listrik per bulan untuk rumah tanpa fotovoltaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2016, *Tarif Tenaga Listrik*, [www.pln.co.id](http://www.pln.co.id), diakses tanggal 18 Agustus 2016.
- Anonim, 2016, *Electrical Characteristic of PV Module*, [www.anekapanel.com](http://www.anekapanel.com), diakses tanggal 20 Juli 2016.
- Bien, L. E. B. L. E., Kasim, I., Wibowo, W., 2008, Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Jala-Jala Listrik PLN Untuk Rumah Perkotaan, *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 8, No 1, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Buresch, M., 1983, *Photovoltaic Energy Systems, Design and Installation*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Djojodihardjo, H., 2001, *Pengantar Ringkas Sistem Listrik Tenaga Surya*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Kananda, K., Nazir, R., 2013, Konsep Pengaturan Aliran Daya Untuk PLTS Tersambung Ke Sistem Grid Pada Rumah Tinggal, *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 2, Universitas Andalas, Padang.

Parkinson, G., 2015, *Cost Reduction (Example:USA)*, <http://reneweconomy.com.au>, diakses tanggal 6 September 2016.

Suriadi, Syukri, M., 2010, Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh, *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, Vol. 9, No. 2, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.