

# PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PERUMAHAN

*Martin Djamin*

*Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta  
martin.djamin@gmail.com, martindjamin@itbu.ac.d*

## **Abstrak**

Energi listrik adalah kebutuhan utama bagi masyarakat modern dalam memenuhi kebutuhan energi pada saat ini untuk berbagai peralatan seperti: lampu penerangan, televisi, kipas angin/Air Condition, mesin cuci, dan perangkat elektronik (hp/laptop). Tapi pembangkit listrik saat ini didominasi oleh sumber energi fosil yang selain akan habis juga tidak ramah lingkungan. Sebagai upaya untuk membangkit energi listrik yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan dapat dipergunakan sumber energi surya dengan memanfaatkan sel surya dengan mengkonversi sinar surya menjadi energi listrik. Penelitian menggunakan piranti lunak *Hybrid Optimization Model For Energy Renewable (Homer)* untuk evaluasi desain untuk sistem tenaga listrik *off-grid* dan *grid-connected*.

Kata Kunci : energi, listrik, sel surya, fosil, homer.

## **1. PENDAHULUAN**

Listrik merupakan kebutuhan sehari-hari yang menjadi pendukung utama dalam kehidupan manusia. Tidak dapat dipungkiri keberadaannya sudah menjadi hal yang vital karena di zaman modern ini hampir semua teknologi membutuhkan energi listrik sebagai suplai utamanya. Seperti contohnya: lampu penerangan rumah, mesin cuci, alat memasak nasi, dan sarana hiburan (TV, HP, laptop).

Pada kehidupan diaman modern semakin meningkat jumlah populasi di Indonesia akan meningkat pula kebutuhan listrik. Pada saat ini pembangkit energi listrik yang berada di Indonesia didominasi oleh pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi fosil yang tidak dapat diperbaharui seperti batu bara, gas alam dan minyak bumi.

Bila penggunaan sumber energi fosil terus berlanjut akan berdampak pada habis nya sumber energi tersebut sehingga tidak dapat dimanfaatkan lagi untuk generasi di masa depan. Oleh karena itu, perlu adanya pemanfaatansumber energi yang dapa diperbaharui seperti sumber energi matahari.

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi untuk pembangkit energi listrik dapat dilakukan dengan menggunakan sel surya atau panel surya. Panel surya akan mengkonversi energi matahari menjadi energi listri arus searah (DC) energilistrik DC diubah menjadi energi listrik arus bolak balik (AC) dengan menggunakan inverter (Sianipar, 2014, h. 61-78).

Dalam penelitian ini sebagai alat bantu perancangan dipergunakan *software Homer Pro* untuk menentukan kapasitas daya output dari *solar cell* (panel Surya) yang diperlukan untuk mensuplai energi listrik perumahan di lingkungan jalan Makmur RT 007 RW 002 kelurahan susukan kecamatan Ciracas Jakarta Timur sehingga dapat diketahui berapa banyak panel surya yang akan digunakan.

## **2. METODOLOGI**

Data kebutuhan energi harian dilakukan dengan suvei kerumah warga secara langsung tiap rumah dan disajikan dalam bentuk tabel. Perhitungan kapasitas panel surya yang dibutuhkan untuk mensuplai kebutuhan harian warga.

Perancangan skema kelistrikan dan komponen pada PLTS menggunakan software HOMER.

Menganalisa hasil perencanaan *solar home system* berdasarkan software HOMER.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1. Data Pengukuran**

Untuk mengetahui kebutuhan beban listrik perhari dilakukan pengukuran beban perhari dan sebagai sampel adalah satu rumah sebagai sampel. Pada lingkungan RT 007 RW 02 terdapat 40 bangunan sebagai tempat tinggal keluarga dan 2 untuk kos.

Tabel 1 memperlihatkan data pengukuran kebutuhan beban per hari dari data tersbut dapat diketahui beban total listrik harian warga Jl.

Makmur RT 007 RW 002 sebesar 331942 Wh atau 331,942 kWh.

Tabel 1: Beban Harian

Jam	Beban (kWh)	Jam	Beban (kWh)
00.00 – 01.00	16,818	12.00 – 13.00	10,024
01.00 – 02.00	16,818	13.00 – 14.00	7,274
02.00 – 03.00	16,693	14.00 – 15.00	7,081
03.00 – 04.00	16,293	15.00 – 16.00	6,318
04.00 – 05.00	12,833	16.00 – 17.00	4,518
05.00 – 06.00	15,946	17.00 – 18.00	8,833
06.00 – 07.00	13,300	18.00 – 19.00	35,049
07.00 – 08.00	22,061	19.00 – 20.00	17,989
08.00 – 09.00	13,979	20.00 – 21.00	16,890
09.00 – 10.00	8,879	21.00 – 22.00	17,640
10.00 – 11.00	6,744	22.00 – 23.00	16,950
11.00 – 12.00	6,194	23.00 – 00.00	16,818

Selanjutnya data ini dipakai sebagai masukan pada *software Homer Pro* untuk menganalisa perancangan sistem PLTS seperti pada gambar berikut:



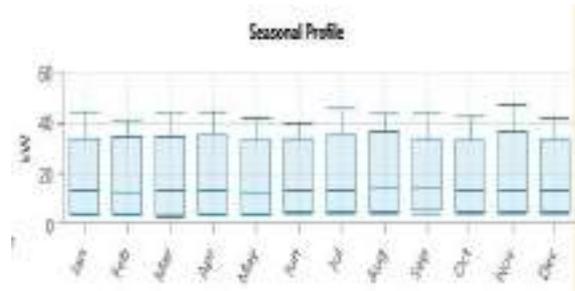
Gambar 1: Beban Harian Perumahan

Grafik beban harian gambar 1 memperlihatkan bahwa terjadi pada jam 18.00 yaitu sebesar 35,049 kW dan beban terendah ada pada jam 16.00 yaitu sebesar 4,518 kW.



Gambar 2: Variabel Acak

Gambar 2 memperlihatkan pengisian variabel acak untuk *Day-to-day* dan *Timestep* dimana *Day-to-day* dan *Time Step* adalah sebuah variabel asumsi perubahan beban pada beberapa hari selanjutnya, karena target perencanaan merupakan perkampungan sehingga kemungkinan terjadi perubahan bebannya kecil. Pada kotak *Day-to-day* diisi 5 dan pada kotak *Time Step* diisi 10 sehingga memunculkan grafik berikut :



Gambar 3: Profil Beban Bulanan

Dari Gambar 3 dapat diketahui nilai-nilai beban dalam 1 tahun. Dalam grafik tersebut memuat beberapa informasi seperti beban maksimum yang digunakan, rata-rata pemakaian batas atas per hari pada bulan tersebut, rata-rata pemakaian, rata-rata batas bawah beban yang digunakan, dan besarnya beban minimum yang digunakan dalam satu hari.

Sebagai contoh pada grafik bulan oktober, penggunaan beban maksimum pada bulan tersebut sebesar 42,89 kW, rata-rata batas atasnya sebesar 33,88 kW, rata-rata pemakaiannya sebesar 13,74 kW, rata-rata batas bawahnya sebesar 4,49 kW dan beban minimum yang digunakan pada bulan itu sebesar 3,39 kW.

### 3.2. Data Intensitas Matahari

Untuk menentukan luas panel surya yang akan digunakan perlu diketahui intensitas matahari di Jakarta Timur. Data tersebut dapat dilihat dengan menggunakan aplikasi HOMER Pro seperti pada tabel berikut :

Tabel 2: Intensitas Matahari Jakarta

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)
Jan	0.398	4.250
Feb	0.394	4.240
Mar	0.446	4.720
Apr	0.483	4.750
May	0.517	4.670
Jun	0.534	4.580
Jul	0.551	4.820
Aug	0.551	5.210
Sep	0.539	5.900
Oct	0.490	3.200
Nov	0.439	4.670
Dec	0.420	4.450

### 3.3 Temperatur di Jakarta Timur

Untuk mengetahui temperatur di Jakarta Timur dikumpulkan dengan menggunakan

aplikasi HOMER Pro sehingga didapatkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 3: Temperatur di Jakarta Timur

Bulan	Temperatur Rata-Rata (°C)
Januari	25,480
Februari	25,380
Maret	25,810
April	26,170
Mei	26,280
Juni	25,800
Juli	25,380
Agustus	25,480
September	26,230
Oktober	26,720
November	26,510
Desember	25,920

Panel surya dapat bekerja dengan optimum pada suhu 25°C, sedangkan berdasarkan data dari Software Homer Pro di Jakarta suhu rata-rata maksimum mencapai 26,72 °C seperti pada Tabel 3. Sehingga terjadi perbedaan temperatur dari 25°C menjadi 26,72 °C adalah sebesar 1,72°C maka terjadi pengurangan daya yang dihasilkan oleh panel surya dihitung berdasarkan beberapa persamaan dibawah ini (Engelbertus, 2016).

$$P \text{ saat } \Delta t = 0,5\% \times \Delta t \times P_{maks}, \text{ maka}$$

$$P \text{ saat } \Delta t = 0,5\% \times 1,72 \times 325 = 2,795$$

Maka daya yang dikeluarkan oleh panel surya berdasarkan suhu lingkungan sebesar 0°C berdasarkan persamaan 2.3 adalah :

$$P_{maks} t' = P_{maks} - P \text{ saat } \Delta t.$$

maka

$$P_{maks} t' = 325 - 2,795 = 322,205$$

Sehingga Faktor Koreksi Temperatur (FKT) berdasarkan persamaan:

$$FKT = \frac{P_{maks} t'}{P_{maks}}$$

maka

$$FKT = \frac{322,205}{325} = 0,9914$$

Karena pada perencanaan ini menggunakan sistem *On-Grid* tanpa baterai dan panel surya menjadi *back up* energi untuk mengurangi konsumsi energi dari PLN. Ketika panel surya mendapatkan sinar matahari, panel surya akan mensuplai energi pada beban. Tetapi saat tidak ada matahari maka beban akan

di suplai PLN. maka nilai  $E_L = 331,942 \text{ kWh}$ . Selanjutnya untuk menghitung luas panel surya (*array*) digunakan persamaan:

$$Luas \text{ Array} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times FKT \times \eta_{Out}}$$

$$Luas \text{ Arra} = \frac{331,942}{4,24 \times 0,1694 \times 0,9914 \times 0,94} = 495,91 \text{ m}^2.$$

Setelah diketahui nilai luas array, PSI sebesar 1000 W/m<sup>2</sup>, dan efisiensi panel surya, maka daya yang dibangkitkan oleh PLTS dapat dihitung dengan persamaan:

$$P (WP) = Luas \text{ Array} \times PSI \times \eta_{PV}$$

$$P (WP) = 495,91 \text{ m}^2 \times 1000 \frac{W}{\text{m}^2} \times 0,1694$$

$$= 84007,15 \text{ Watt Peak}$$

Untuk dapat menentukan jumlah panel surya kapasitas  $P_{maks} = 325 \text{ Wp}$  dapat dipergunakan persamaan sebagai berikut:

$$Jumlah \text{ Panel Surya} = \frac{P (Watt Peak)}{P_{maks}}$$

$$Jumlah \text{ Panel Surya} = \frac{84007,15 \text{ Wp}}{325 \text{ Watt}}$$

$$= 258 \text{ panel surya}$$

### 3.4 Penghematan Konsumsi Listrik Pada Sistem PLTS On – Grid

Penghematan energi listrik dapat dihitung dengan membandingkan besar total energi *charge* hasil perhitungan *software Homer Pro* antara Sistem PLTS *On-Grid* dengan Sistem tanpa PLTS.

Pada sistem *On-Grid* tanpa baterai ini, komponen panel surya hanya digunakan sebagai sumber energi cadangan (*Back Up*) agar dapat mengurangi biaya konsumsi listrik dari PLN. Sehingga untuk dapat melihat keuntungan yang ditimbulkan dari tambahan sistem PLTS itu adalah dengan melihat besarnya penghematan yang dihasilkan oleh penggunaan sistem PLTS *On-Grid* tersebut.

Tabel 4: Biaya Penghematan Sistem PLTS On – Grid

	Grid (Rp)	Grid + PV (Rp)	Penghematan (Rp)
1.	175.037.107	16.015.236	159.021.871

2.	185.626.852	26.652.267	158.974.585
3.	196.857.276	37.891.038	158.966.239
4.	208.767.142	49.770.399	158.996.743
5.	221.397.554	62.328.279	159.069.274
6.	234.792.106	75.604.391	159.187.715
7.	248.997.028	89.643.071	59.353.957
8.	264.061.349	104.491.057	159.570.292
9.	280.037.060	120.196.634	159.840.426
10	296.979.302	136.811.768	60.167.534
11	314.946.550	154.393.386	160.553.163
12	334.000.816	173.001.983	160.998.833
13	354.207.865	192.694.141	161.513.723
14	375.637.442	213.539.132	162.098.308
15	398.363.507	235.608.749	162.754.757
Jumlah Penghematan Biaya Listrik			2.401.067.423

#### 4. KESIMPULAN

Dari perencanaan dan perhitungan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut::

1. Beban energi listrik harian warga Jalan Makmur RT 007 RW 02 Kelurahan Susukan Kecamatan Ciracas Jakarta Timur sebesar 331,942 kWh. Sehingga membutuhkan 258 panel surya.
2. Dengan menggunakan bantuan *software Homer Pro* maka dapat diketahui beban warga dalam 1 tahun sebesar 121.158 kWh dan beban yang dijual ke *Grid* PLN sebesar 76.225 kWh sehingga total energi yang digunakan oleh sistem dalam 1 tahun sebesar 197.413 kWh. Sedangkan besar energi yang dapat diproduksi oleh panel surya sebesar 120.115 kWh dan beban yang dibeli dari *Grid* PLN sebesar 87.340 kWh sehingga total energi yang diproduksi oleh sistem dalam 1 tahun sebesar 207.455 kWh. Dan energi yang terbuang (*Excess Electricity*) sebesar 5.456 kWh.
3. Pemasangan PLTS dapat menghemat biaya sebesar 2.401.067.423.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Engelbertus, T. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Catu Daya Tambahan Pada Hotel Kini Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*.  
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/17347/14795>
- Sianipar, R. (2014, February). Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 11(2), 61-78.  
<https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/jetri/article/view/1445>