

# PENGUJIAN KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Martin Djamin

Pusat Teknologi Konversi dan Koservasi Energi, BPPT  
Gedung II BPPT lantai 20, Jl Thamrin 8, Jakarta 10340, Indonesia  
E-mail : djamin@ristek.go.id

## Abstract

*In order to investigate the behavior of the solar home systems, 10 data loggers have been installed in three different villages in Kolaka district in Southeast Sulawesi in March 2001. The solar home systems installed in Kolaka consists of a 50 Wp Solarex MSX 50 modules, 70 Ah battery, 10A/12volt battery charge regulator (BCR) and three 6W fluorescent lights. This paper will present and elaborate the performance of solar home systems, which includes  $V_{battery}$ ,  $V_{Load}$ ,  $I_{Load}$ ,  $I_{module}$  and comparison between theoretical calculation and field measurement. Results of monitoring nine solar home systems in Kolaka district in Indonesia are presented. Data logger information shows typical load patterns, and differences between users. The information allows for break-down of a number of different energy loss categories. Some of these losses can be reduced by the user.*

**Kata kunci:** pembangkit listrik tenaga surya, perekam data

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya individu (PLTS) yang diterapkan di Indonesia adalah panel surya 50 Wp dengan kapasitas baterai 70 Ah. Pengukuran kinerja PLTS dilakukan untuk mengetahui kapasitas optimal dari PLTS. Misalnya, berapa besar dari kapasitas baterai yang benar-benar dipakai oleh sistem PLTS dilapangan. Bila hanya sebagian kecil dari kapasitas baterai yang terpakai, maka kapasitas baterai terpasang dapat dikurangi. Sehingga umur baterai dapat diperpanjang.

Penelitian dan pengujian dilaksanakan di Kolaka dimana terpasang sebanyak 2270 PLTS. Kolaka adalah sebuah kabupaten yang terletak di Propinsi Sulawesi Tenggara dimana terdapat pemukiman transmigrasi yang belum tersambung dengan jaringan listrik PLN. Oleh karena itu PLTS adalah salah satu jawaban untuk memberikan energi listrik untuk daerah terpencil seperti ini.

Pengujian kinerja PLTS ini dilakukan atas kerjasama antara BPPT dan Energy research Centre of the Netherlands (ECN). Sebanyak 9 data logger disediakan oleh ECN telah dipasang di 4 (empat) desa (lihat Tabel 1) untuk memonitor kinerja dari PLTS.

Tabel 1. Lokasi pemasangan Data logger

Lokasi Desa	Data Logger	Pemilik PLTS
Powisua Jaya	ECN1-04225	Subadi
Polinggona	ECN2-42163	Kadiat
Popalia	ECN3-42096	Badowi
Petudua	ECN4-52121	Bachtiar
Polinggona	ECN5-42241	Marten
Pewisoa Jaya	ECN6-52251	Toeng
Polinggona	ECN7-42192	Hamid
Popalia	ECN8-42080	Burhanudin
Polinggona	ECN9-42115	Student hall

## 2. BAHAN DAN METODE

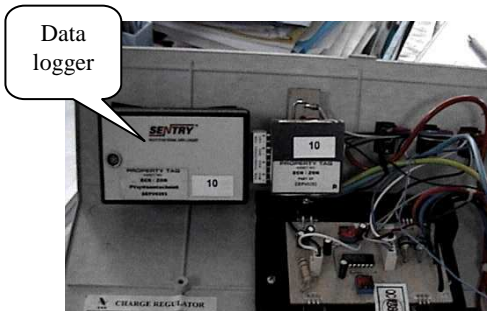
Perekaman data dilakukan dengan menggunakan pengukur dan perekam data (*data logger*) 4 kanal buatan Sentry dengan kecepatan sampling satu kali dalam 20 detik dan data rata-rata dicatat dan direkam setiap 30 menit. *Data logger* dapat merekam data untuk 166 hari (5,5 bulan). Keuntungan penggunaan lain dari data logger Sencom adalah karena data logger ini mempunyai catu daya sendiri (baterai yang dapat bekerja selama lebih dari 3 tahun), sehingga pengukuran kinerja PLTS tidak terganggu oleh pembebanan pada rangkaian data logger.

Pada penelitian ini, pengukuran dan perakaman kinerja PLTS dilakukan setiap setengah jam. Data logger akan mencatat tegangan baterai, arus modul surya, tegangan beban dan arus beban.

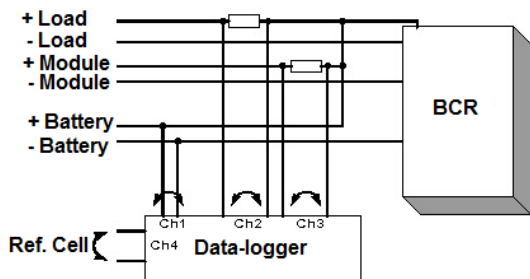
Tujuan dari pengukuran arus dan tegangan

beban adalah untuk mengetahui perbedaan antara pemakai mematikan beban dengan kondisi pemutusan beban (otomatis) karena tegangan baterai sudah mencapai batas bawah (Low Voltage Disconnection-LVD).

1. Seperti terlihat pada gambar 1, data logger dipasang di dalam box baterai yang berisi *battery charge regulator* (BCR). Gambar 2 memperlihatkan diagram pengukuran yang disambungkan antara BCR dan data logger. Data hasil pengukuran dan dicatat oleh data logger dapat dibaca dan dievaluasi dengan menggunakan *software Sencom for windows* (*Sencom for Windows, Windows application to program Sentry data logger, retrieve recorded produce graphical report*).



Gambar 1. Pemasangan Data logger



Gambar 2. Diagram Pengukuran

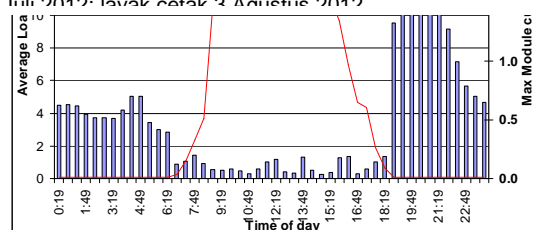
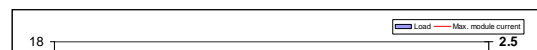
Tabel 2 memperlihatkan data hasil pengukuran oleh 9 data logger. Energi rata-rata yang dibangkitkan oleh 9 buah PLTS perhari adalah 162 Wh. Padahal dengan energi matahari rata-rata 4,6 kWh/m<sup>2</sup>/hari PLTS seharusnya dapat membangkitkan energi sebesar 230 Wh/hari. Dari uji coba membersihkan panel surya dan pengamatan lokasi modul yang terlindung pohon dipagi dan sore hari, dapat dihitung rugi-rugi yang mengakibatkan kekurangan daya (68 Wh) yaitu

Data Logger	Energi modul Wh/hari	Beban rata-rata Wh/hari	Tegangan baterai maks (volt)	Tegangan baterai min (volt)
ECN1	138	127		
ECN2	156	100	14.60	12.21
ECN3	184	130	14.49	11.23
ECN4	184	145	14.58	11.55
ECN5	176	136	14.42	11.61
ECN6	162	117	14.59	11.73
ECN7	135	123	13.91	11.34
ECN8	176	144	14.39	11.49
ECN9	151	124	14.46	11.53

Pengukuran radiasi matahari dilakukan dengan menghitung arus modul yaitu pada saat tidak berawan dan kapasitas baterai tidak penuh maka dapat diartikan bahwa arus modul yang diukur adalah radiasi matahari pada saat itu. Hampir semua PLTS yang terpasang di atap rumah di Kolaka dikelilingi oleh pohon-pohon, sehingga selama siang hari sebagian modul surya akan terkena bayangan pohon-pohon. Oleh karena itu diasumsikan bahwa PLTS yang mempunyai arus modul paling tinggi dapat dipakai sebagai perkiraan radiasi matahari di lokasi. Berdasarkan perhitungan nilai radiasi per setengah jam dapat dihitung radiasi matahari harian.

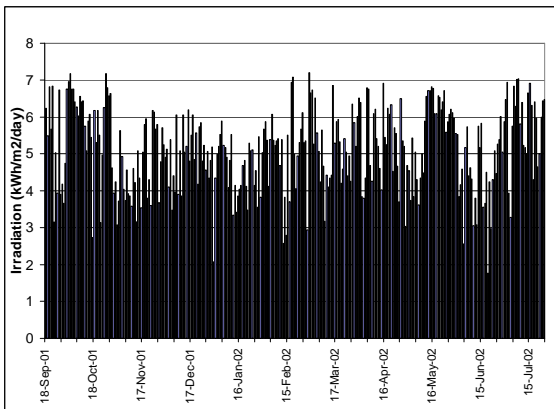
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 memperlihatkan tipikal gambar radiasi matahari harian. Untuk periode pengukuran 48 kali setengah jam, arus modul maksimum diberikan dalam satu bulan. Radiasi matahari paling tinggi diterima pada jam 12.19 sedangkan beban rata-rata tertinggi terjadi pada pukul 18.35. Gambar ini juga memperlihatkan beban rata-rata untuk periode pengukuran setiap setengah jam. Bentuk beban seperti ini dijumpai hampir sama untuk setiap PLTS yang diukur. Beban pada saat siang hari hampir tidak ada. Konsumsi energi terbesar terjadi beberapa jam setelah matahari terbenam dan hampir separuh dari energi terpakai adalah antara 5-6 Watt pada saat malam hari.



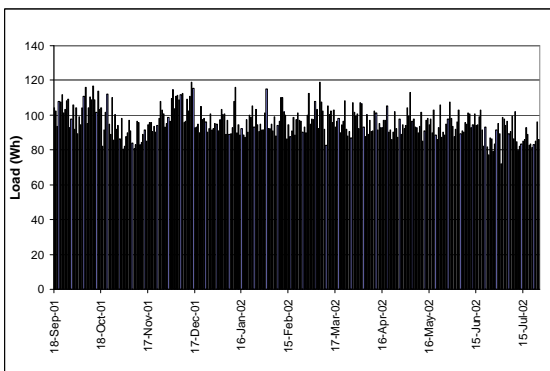
Gambar 3. Arus modul maksimum (garis) dan arus beban rata-rata (bar) di bulan Nopember.

Beban-beban puncak 5,5, 10,5 dan 16 Watt disebabkan oleh kombinasi beban lampu yang hidup (satu, dua atau tiga lampu).



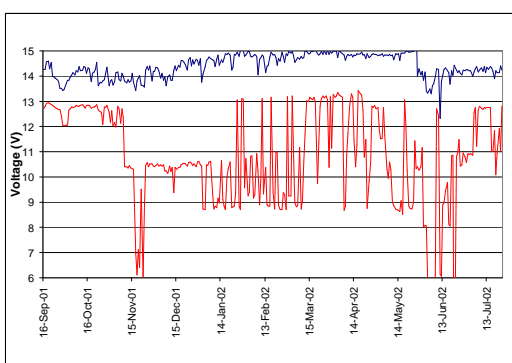
Gambar 4. Radiasi harian di Polinggona

Seperti ditunjukkan pada Gambar 4, radiasi harian di desa Polinggona terukur minimal 2 kWh/m<sup>2</sup>/hari (bulan Desember) dan maksimum 7 kWh/m<sup>2</sup>/hari (bulan Juli), sedangkan nilai rata-rata radiasi matahari adalah 5,16 kWh/m<sup>2</sup>/hari.



Gambar 5. Tipikal beban harian yang direkam oleh data loader

sedangkan beban minimum sebesar 75 Wh dipakai pada bulan Juli.



Gambar 6. Pengukuran tegangan baterai maksimum dan minimum dengan data logger ECN4-52121

Pengukuran dan perekaman tegangan baterai maksimum dan minimum (Gambar 6) pada PLTS milik Bachtiar memperlihatkan bahwa fungsi kontrol dari BCR untuk membatasi tegangan batas bawah baterai (LVD) sebesar 11 volt dan tegangan batas atas (HVD) sebesar 14 volt tidak berfungsi. Data pengukuran memperlihatkan bahwa baterai masih mensuplai energi listrik walaupun tegangan baterai sudah berada dibawah 11 Volt. Begitu juga energi listrik masih dimasukkan ke baterai walaupun tegangan baterai sudah mencapai 15 Volt.

#### 4. KESIMPULAN

Seperti terlihat pada tabel 2, energi rata-rata yang diproduksi oleh modul surya pada musim kemarau (Maret-Agustus) adalah 162 Wh/hari. Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa energi rata-rata yang dibangkitkan oleh modul surya adalah lebih kecil dari 160 Wh/hari. Karena pada musim penghujan radiasi matahari lebih rendah dari pada musim kemarau. Dengan adanya rugi-rugi pada BCR, baterai, debu, bayang-bayang, maka dapat diperkirakan bahwa PLTS hanya memproduksi sekitar 140 Wh/hari.

Dari pengukuran, pencatatan dan evaluasi data radiasi matahari terlihat bahwa radiasi matahari rata-rata harian di kabupaten Kolaka sebesar 5,16 kWh/m<sup>2</sup>/hari lebih tinggi dari pada radiasi rata-rata Indonesia sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari (Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2006).

Bila modul surya dibersihkan secara periodik, kemungkinan modul dengan kapasitas 40 Wp

tegangan baterai sudah maksimum (high voltage Disconnected-HVD). Tetapi hal ini dapat mengakibatkan sering terjadinya LVD.

Rugi-rugi keseluruhan PLTS terlihat lebih besar dari yang diperkirakan, sebagian penyebabnya adalah karena perilaku dari pemakai PLTS. Piranti keras dari BCR dapat dengan

mudah dilihat dan diubah oleh pemakai/teknisi, sehingga mereka seringkali melakukan perubahan *setting* dari BCR terutama *setting* batas bawah tegangan baterai (LVD). Selain dari pada itu perubahan LVD dan HVD dari BCR dapat mempercepat kerusakan baterai.

Sencom for Windows, Windows application to program Sentry data logger, retrieve recorded produce graphical report.

Penggunaan data logger dapat merekam perilaku dari pengguna sistem PLTS bahkan

---

***Pengujian Kinerja Pembangkit Listrik.....(Martin Djamin)***  
**145**

memotong ponon yang mengnaiangi sinar matahari harus dilakukan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025, 2006, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia,