

PENELITIAN PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN DAMPAKNYA TERHADAP LINGKUNGAN

Martin Djamin

Peneliti di Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Konversi dan Konservasi Energi - BPPT

Abstract

Currently, there are more than 12.1 MWp photovoltaic systems have been installed in Indonesia through government programmes and private sector activities. An assessment on performance of photovoltaic systems and study of their impacts was established in Kolaka, South-east Sulawesi. At the moment there are 2270 solar home systems (SHS) in this location. During the research and study, there are 9 data loggers have been installed in nine solar home systems in 4 villages of Kolaka. These data loggers were used to monitor and measure some parameters such as solar insolation, $V_{Battery}$, V_{Load} , I_{Load} , I_{Module} and room temperature. Besides performance data collection above, a quantitative research method was done to explore the quality of life of rural and remote peoples. 175 questionnaires were used to collect the data from households in 4 villages Polinggona, Popalia, Petudua dan Pewisoa Jaya. This paper will discuss results of the measurement of solar home systems, the impact on daily life of villagers and global and local environmental impact of the use of solar home systems.

Kata Kunci: PLTS, data-logger, alat pengontrol baterai

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari sekitar 17.500 pulau. Jumlah penduduk Indonesia adalah sekitar 220 juta jiwa dimana 60% dari penduduk bertempat tinggal di daerah pedesaan. Oleh karena itu upaya untuk melistriki daerah pedesaan menggunakan jaringan listrik PLN mengalami kendala yang cukup besar. Saat ini belum tersedia data kinerja lapangan dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang terpasang dengan kapasitas panel surya 50 Wp dan kapasitas baterai 70 Ah dan belum tersedia data lapangan yang dapat membuktikan bahwa spesifikasi PLTS sudah memadai.

Selain dari pada itu kebiasaan para pemakai PLTS harus dimonitor sejalan dengan evaluasi teknis PLTS, karena

keduanya akan saling mempengaruhi keandalan sistem PLTS. Isu teknis akan mempengaruhi kepuasan pemakai PLTS dan kebiasaan pemakai akan mempengaruhi umur dari baterai. Oleh karena itu, dilakukan kajian melalui sumber informasi sebagai berikut:

Salah satu cara untuk melistriki daerah pedesaan terpencil adalah dengan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), karena pembangkit listrik ini mempunyai banyak keuntungan seperti ramah lingkungan, fleksibel untuk pengembangan kapasitas daya tidak tergantung dari sumber energi fosil. Survey kepada pemakai PLTS sebagai basis untuk mengetahui kebiasaan dari pemakai;

- a) Kuantifikasi aspek kebiasaan pemakai dan fungsi kinerja PLTS didapat dari data logger.
- b) Kondisi teknis dari PLTS akan memberikan informasi terhadap kondisi terkini dan membantu interpretasi data dari data logger.
- c) Hasil wawancara dengan pemuka masyarakat setempat akan memberikan ide untuk pembentukan pengelola PLTS kelak.



Gambar 1. Data logger¹⁾

Penelitian dan survei dilakukan di empat Desa di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. Makalah ini akan mendiskusikan hasil monitoring pemakaian dan kinerja PLTS yaitu dengan melakukan pengukuran dan rekaman beberapa data penting seperti V_{Baterai} , V_{beban} , I_{beban} , dan I_{Modul} . Selain itu akan dilakukan analisa dampak terhadap penerapan PLTS yang diolah dari hasil survei terhadap 175 pemakai PLTS di lokasi penelitian.

2. METODOLOGI

- a) Data kinerja PLTS direkam dengan menggunakan peralatan data logger Sentry (Gambar 1). Data logger dapat merekam data setiap 30 menit selama 6 bulan. Data logger ini dilengkapi dengan baterai sendiri, sehingga dapat mengukur kinerja PLTS tanpa terganggu oleh kondisi baterai PLTS.
- b) Survei kesetiap rumah dilakukan kepada pemakai PLTS untuk mendapatkan informasi: kepuasan pemakai, dampak terhadap kehidupan pemakai baik kenyamanan maupun penghematan pemakaian sumber energi lain seperti minyak tanah.

Tabel 1: Distribusi kuesioner

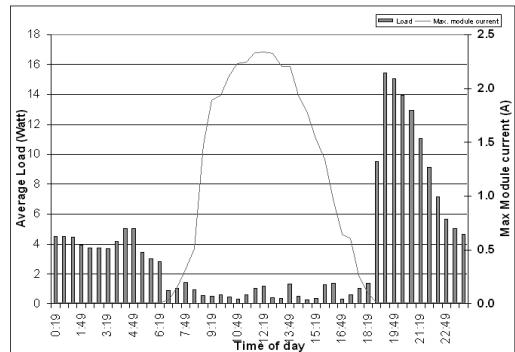
Nama Desa	Jumlah Kuesioner
Polinggona	54
Popalia,	37
Petudua	42
Pewisoa Jaya	42

Data survei diolah, dievaluasi dan dianalisa dengan *Statistical Product and Service Solution software* (SPSS) untuk windows versi 10.²⁾

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Kinerja PLTS

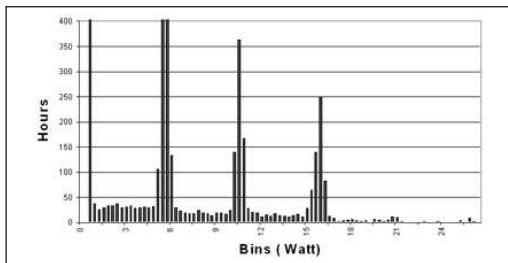
Dari data pengukuran arus modul dengan menggunakan sebuah software tertentu³⁾ diplot maksimum arus modul surya dan arus beban rata-rata dilokasi, seperti terlihat pada gambar2.



Gambar 2. Arus modul maksimum dan arus beban rata-rata di bulan November

Pada gambar 2 terlihat bahwa beban maksimal terjadi pada jam 18.29 (tiga lampu). sedangkan mulai jam 22.49 sampai dengan jam 06.19 beban paling rendah (satu lampu).

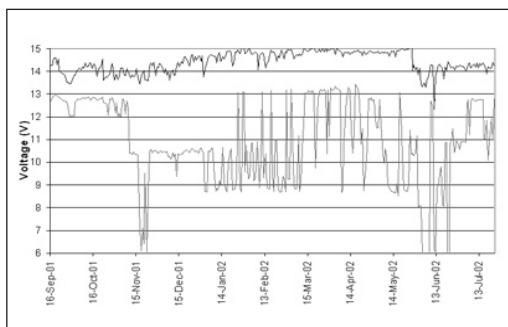
Distribusi frekuensi beban (lampu) pada gambar 3 memperlihatkan bahwa beban sebesar 0,3 W terjadi beberapa jam. Ini berarti beban yang dipakai untuk mengoperasikan sistem kontrol PLTS (bukan lampu). Beban lampu dapat dilihat dari beberapa puncak beban pada gambar 3 yaitu 5,5 W, 10,5 W dan 16 W. Puncak-puncak beban ini adalah kombinasi pemakaian satu, dua dan tiga buah lampu dari sistem PLTS.



Gambar 3. Distribusi dari frekuensi beban

3.2. Alat Pengontrol Baterai

Hasil pengukuran tegangan baterai pada gambar 4 memperlihatkan bahwa pada bulan Nopember batas bawah telah berubah menjadi 6 volt jauh dibawah tegangan batas bawah yang dirancang oleh pabrik (11 Volt). Energi yang diambil dari baterai juga secara bertahap berkurang dari 125 Wh per hari menjadi 25 Wh per hari.



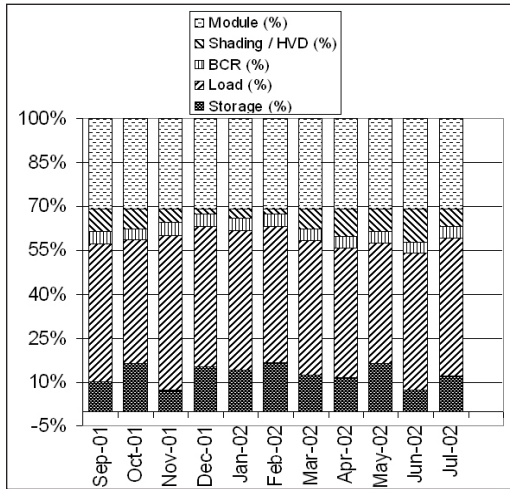
Gambar 4. Tegangan baterai maksimum dan minimum.

Analisa data pada gambar 4 memperlihatkan bahwa pemakai atau teknisi PLTS telah merubah tegangan batas bawah dari alat pengontrol baterai. Hal ini dimungkinkan karena alat pengontrol baterai (*Battery Charge Regulator-BCR*) yang dipakai mempergunakan potensiometer untuk mengatur tegangan batas atas dan batas bawah dari baterai. Sehingga teknisi atau pemakai secara mudah dapat merubah batas atas maupun batas bawah tegangan baterai.

3.3. Energi Balans

Output terpenting dari monitoring ini adalah informasi tentang rugi-rugi energi dari sistem PLTS. Dari data pengukuran dapat diklasifikasikan sebagai rugi-rugi berikut:

- 1) Rugi-rugi modul surya
Daya modul dihitung dari perkalian arus modul dan tegangan modul pada radiasi 1000 W/m². Perbedaan dengan daya nominal disebabkan oleh kombinasi antara debu dipermukaan modul, perbedaan antara kapasitas modul aktual dan kapasitas pada *name plate*, pengaruh suhu, rugi-rugi pada kabel dan sistem bekerja diluar batas *maximum power point*.
- 2) Rugi-rugi pada BCR.
Komponen elektronika pada BCR membutuhkan energi listrik dan rugi-rugi bisa diukur dengan memperhatikan daya yang berubah menjadi panas.
- 3) Rugi-rugi baterai.
Arus baterai tidak diukur secara langsung, tapi diketahui dengan melihat pengukuran arus modul dan beban. Karena tidak diketahuinya perubahan *battery state of charge*, maka hal ini merupakan rugi-rugi dari baterai.



Gambar 5. Tipikal energi balans PLTS

Gambar 5 memperlihatkan tipikal energy balans yang direkam pada sebuah PLTS. Rugi-rugi modul surya tercatat sekitar 30% dari yield acuan (dihitung dari perkalian insolasi harian dengan daya yang tercantum pada *name plate* modul). Hanya sekitar 40-50% dari potensi energi dikonsumsi oleh pemakai.

Tabel 2. Alasan pemakai memiliki PLTS

Alasan	Frekuensi	Persentase [%]
Lampu penerangan	166	95
Pendidikan	97	55
Membaca	81	46
Dengar radio	58	33
Bekerja malam	21	12
Lihat TV	16	9
Rapat	2	1
Lain-lain	16	9

Hasil survei memperlihatkan bahwa 99% responden menyampaikan puas terhadap biaya cicilan dan hanya 1% menyatakan mahal. Hasil wawancara dengan teknisi lapangan menyatakan bahwa 89% PLTS bekerja dengan baik, 7% kurang baik dan 4% rusak. Perbedaan ini perlu dipelajari dengan seksama terutama dalam menterjemahkan jawaban dari pertanyaan dalam kuesioner khususnya untuk pertanyaan yang meyangkut pendapat pemakai.

11% responden tidak ingin menggunakan jaringan listrik PLN dan 83% dari pemakai PLTS berkeinginan tetap memiliki PLTS bila mereka mendapat listrik dari jaringan PLN. Sedangkan 8% akan menjual PLTS bila telah mendapat listrik PLN.

Evaluasi data juga memperlihatkan bahwa sebelum PLTS dipasang di rumah, setiap keluarga menggunakan rata-rata 18 liter minyak tanah per bulan. Setelah PLTS terpasang, konsumsi minyak tanah rata-rata turun menjadi 2 liter/bulan. Jadi untuk daerah Kolaka dengan kapasitas PLTS total 113,5 kWp dapat menurunkan konsumsi minyak tanah sebanyak 36.000 liter/bulan.

Penggunaan pembangkit listrik tenaga surya tidak mengeluarkan emisi gas rumah kaca ke atmosfer dan untuk 1 kWp pembangkit listrik tenaga surya akan mengurangi emisi gas CO₂ sebanyak 9,3 ton selama 25 tahun [4]. Pada saat ini di seluruh Indonesia telah terpasang sebesar 12,1MWp pembangkit listrik tenaga surya. Oleh karena itu pembangkit ini akan berkontribusi untuk pengurangan gas CO₂ sebesar 112.530 ton selama 25 tahun. Disisi lain penggunaan PLTS saat ini juga mengurangi penggunaan minyak tanah sebesar 27,5 kilo liter per bulan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Kendala teknis utama dari penerapan PLTS adalah kerusakan baterai. Data yang direkam dalam *data logger* memperlihatkan bahwa batas atas dan batas bawah baterai pada alat pengontrol baterai telah diubah oleh teknisi/atau pemakai sehingga baterai mengalami penurunan kinerja dan akan mempercepat kerusakan baterai.

Rugi-rugi sistem terlihat cukup tinggi dari yang diperkirakan. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan peralatan yang mempunyai efisiensi rendah, perilaku pemakai (kurang rajin membersihkan panel surya) dan perletakkan panel surya kurang baik (sinar matahari terlindung pohon).

Dari survei yang dilakukan terlihat bahwa kualitas hidup masyarakat meningkat yaitu dengan bertambahnya waktu bekerja di malam hari, peningkatan waktu belajar bagi para pelajar dan kegiatan lainnya. Keuntungan lain dari penerapan PLTS bagi masyarakat adalah masyarakat perdesaan dapat menerima berita yang baru melalui televisi dan radio.

Pada umumnya para pemakai PLTS merasa puas dengan sistem yang diterapkan bahkan beberapa dari pemakai akan tetap mempertahankan PLTS walaupun kelak rumah mereka mendapat sambungan listrik PLN. Hal ini memperlihatkan bahwa PLTS sangat handal dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat perdesaan terpencil.

Dapat pula disimpulkan bahwa penerapan PLTS telah memberikan kontribusi untuk mengatasi masalah polusi. Setiap rumah dapat mengurangi pemakaian minyak tanah 18 liter/bulan, sehingga pengurangan minyak tanah untuk kabupaten Kolaka dapat mencapai 2270 x 18 liter/bulan dan secara nasional dapat mengurangi sebanyak 12.100.000/50 x 18 liter/bulan.

4.2. Saran

Dari data tegangan beban terlihat bahwa pemakai PLTS dapat dengan mudah mengubah batas atas dan bawah dari

alat pengontrol baterai. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi komponen alat pengontrol baterai agar pemakai tidak dapat dengan mudah mengubah pengaturan alat tersebut. Sehingga pemakaian baterai akan terkontrol dengan baik dan memperpanjang umur baterai.

Modul surya agar ditempatkan pada posisi yang bebas dari bayang-bayang pohon dan sebaiknya modul surya dibersihkan secara periodik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djamin M et al, International Solar Energy Society Solar World Congress 2001, 25-30 November 2001, Adelaide, Australia, pp1461.
2. Statistical Product and Service Solutions (SPSS) for windows version 10, 1998.
3. F.D.J. Nieuwenhout, P.J.N.M. van de Rijt and M.R. Vervaart, Proceedings 16th European Photovoltaic Solar Energy Conference,
4. Frankl P., "Life Cycle Assessment of PV Systems – An Overview and Future Outlook", in *Proceedings of the International Conference "PV in Europe – From technology solutions"*, Rome (2002).