

PENGEMBANGAN UNIT PENSUPLAI DAYA BERTENAGA SURYA UNTUK POMPA AIR KELOMPOK TERNAK SAPI DI DAERAH PEDESAAN

Oleh:

Rustam Asnawi¹, Nurhening Yuniarti¹, dan Felixtianus Eko Wismo Winarto²

¹Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

²Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

email: rustam@uny.ac.id

Abstract

In farming, clean water is a basic need to wash food, drink, bathe and clean the cow shed. Provision of clean water is by means of an electric water pump. Meanwhile, electricity prices tend to rise gradually, consequently monthly the electricity bill for farming needs rise. Another thing, the power outage in the countryside sometimes happens in a long duration. The stability of clean water availability at the location of livestock groups is disrupted. One of the best solution approaches to overcome these problems is to create and develop applied products related to renewable energy and energy independence, namely solar power supply unit. This power supply unit uses 2 150WP 12 Volt solar panels, 2 solar charge controllers, 3 100Ah batteries and a DC to AC 1500W inverter. The result of the development of this solar powered power supply unit is about 300 Watt. Its main function is to turn on the water pump during the day and in addition it is able to turn on the led light for street lighting at night. Based on the observations, this unit has been operating well and effectively for about 1 month and successfully assisted members of the cow farm groups in the provision of clean water.

Keywords: *power supply, solar cell, and renewable energy.*

A. PENDAHULUAN

Di Indonesia khususnya di daerah pedesaan banyak dijumpai kelompok ternak sapi. Kelompok ini beranggotakan para peternak sapi yang berdomisili dalam satu wilayah (satu kampung). Dalam sebuah kelompok ternak sapi biasanya beranggotakan sekitar 20-30 peternak dengan jumlah sapi juga sekitar 30 ekor.

Guna menunjang kegiatan kesehariannya, air bersih merupakan sebuah kebutuhan pokok bagi setiap anggota kelompok untuk mencuci makanan sapi, minuman sapi, memandikan sapi dan membersihkan kandang sapi. Apabila ada sekitar 30 ekor sapi maka kebutuhan air bersih setiap harinya bisa ratusan liter. Pada umumnya untuk mensuplai air bersih tersebut para warga ke-

lompok bergotong-royong membuat sumur tanah dan menara untuk penampungan air bersih. Air dinaikkan dari dalam sumur dengan menggunakan pompa listrik hingga masuk ke bak penampungan di menara air. Apabila digunakan pompa air yang berkekuatan sekitar 125 watt dan supaya rata-rata waktu operasi pompa tidak lebih dari 5 jam terus menerus, maka diperlukan 2 buah pompa air. Dengan demikian, total daya pompa air tersebut 250 watt. Dari pengalaman di lapangan untuk memenuhi kebutuhan air bersih seluruh anggota kelompok ternak sapi, dalam 1 harinya rata-rata harus menghidupkan pompa air itu selama 5 jam. Lalu hal terpenting yang perlu diketahui disini adalah bahwa semua aktifitas para anggota kelom-

pok ternak itu dilakukan di siang hari (biasanya di pagi atau sore hari).

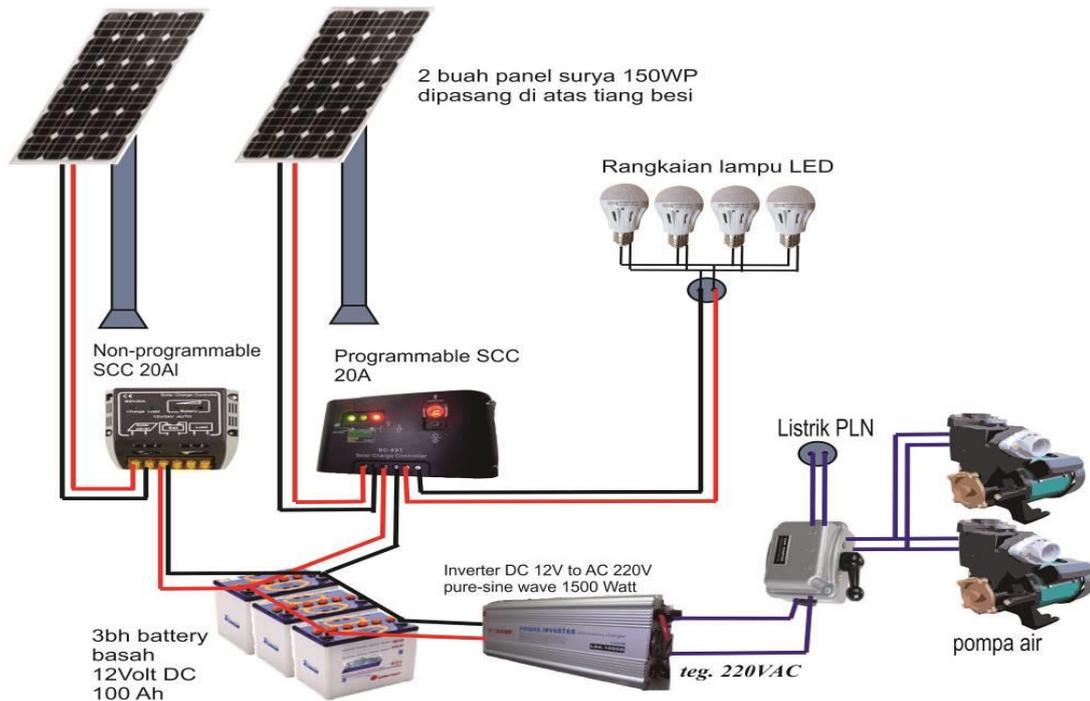
Sementara itu akhir-akhir ini harga listrik cenderung naik terus karena pemerintah lambat laun mencabut subsidi untuk listrik. Akibatnya, tagihan rekening listrik tiap bulan untuk kelompok ternak sapi ini juga semakin naik. Hal ini tentu mengurangi pendapatan anggota kelompok ternak, atau dengan kata lain beban bulanan para anggota kelompok ternak sapi itu semakin berat. Selain itu, jaringan listrik PLN di pedesaan terkadang mengalami pemadaman dengan durasi cukup lama (lebih dari 1 jam). Tentu saja ini mengganggu stabilitas ketersediaan air bersih di lokasi kelompok ternak tersebut.

Berangkat dari permasalahan di atas dan juga mengingat kondisi riil di lapangan, maka salah satu pendekatan solusi untuk memecahkan permasalahan itu adalah dengan membantu membuatkan unit pensuplai daya listrik khusus untuk menghidupkan pompa air 250W yang bersumber listrik bukan dari listrik PLN, akan tetapi dengan menggunakan tenaga matahari (Sujit, 2015). Pemilihan tenaga matahari sebagai sumber energi listrik ini dengan berbagai alasan dan pertimbangan di antaranya: (1) semua kegiatan warga kelompok yang berhubungan dengan sapi dilakukan di siang hari; (2) Indonesia adalah negara tropis yang setiap hari disinari oleh matahari lebih dari 5 jam efektif (Handayani dkk., 2012); dan (3) relatif lebih mudah membuatnya dan mudah mencari komponennya.

Energi dari pancaran sinar matahari dapat diubah menjadi energi listrik (Hoque & Das, 2013). Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) saat ini sudah mulai populer sebagai bagian dari *renewable energy* dan kemandirian energi (Sujit K., 2013; Kementerian ESDM RI, 2016). Saat ini sudah banyak produk teknologi terapan yang digunakan di perumahan berupa sebuah sistem *re-*

newable energy PLTS dengan daya kecil (berkisar antara 300-450 watt saja). Adapun komponen yang diperlukan untuk mengembangkan PLTS jenis ini adalah sebagai berikut (Endecon Engineering, 2001; Roos, 2009; The National Renewable Energy Lab., 2003). Panel sel surya yang akan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, battery (aki) sebagai media penyimpanan energi listrik tersebut, *Solar Charge Controller* (SCC) yang akan mengatur dan mengendalikan proses pengisian dan pengosongan battery, dan inverter yang akan mengubah tegangan baterai (DC) menjadi tegangan AC dan sistem instalasi kelistrikan. Unit pensuplai daya bertenaga matahari khusus untuk pompa air listrik ini secara teori dapat didesain seperti dipaparkan dalam Gambar 1.

Adapun tujuan dikembangkannya unit pensuplai daya bertenaga matahari ini adalah (1) untuk membantu para peternak sapi yang tergabung dalam kelompok ternak sapi dalam menjaga stabilitas persediaan air bersih untuk keperluan sehari-hari; (2) ikut meringankan beban para anggota kelompok ternak sapi dalam membayar rekening listrik PLN bulanan. Kemudian dari sini bisa diambil manfaat dari dikembangkannya unit pensuplai daya bertenaga matahari ini, yakni para peternak sapi yang tergabung dalam kelompok ternak sapi dapat lebih terjamin dalam kelangsungan kegiatan sehari-hari seperti misalnya: memberi minum, memandikan sapi, dan membersihkan kandang sapi. Adanya penurunan tagihan listrik bulanan diharapkan sedikit banyak dapat membantu meningkatkan pendapatan total para anggota kelompok ternak tersebut.



Gambar 1. Diagram Rangkaian Unit Penukupan Daya Listrik Bertenaga Matahari

C. METODE PENGABDIAN

Untuk pembuatan unit penukupan daya, pertama pengadaan dan penyediaan barang material dan komponen. Berdasarkan Gambar 1 di atas, maka komponen yang diperlukan adalah panel surya, *solar charge controller*, media penyimpanan energi listrik (baterai) dan inverter dari DC ke AC. Selanjutnya melakukan perakitan dan instalasi komponen. Kegiatan ini dapat melibatkan anggota kelompok ternak.

Setelah tahap pembuatan dan pengembangan selesai, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba produk. Unit penukupan daya bertenaga matahari, uji coba dilakukan dengan menyalurkan listrik keluaran unit ke pompa air di siang hari dan menyalakan lampu *led* di malam hari. Saat uji coba dilakukan perekaman data unjuk kerja kemudian dilakukan evaluasi untuk mengetahui apakah keluarannya sudah sesuai dengan yang diinginkan. Jika belum, perlu dilakukan per-

baikan sistem sampai diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hal pertama yang harus dilakukan dalam pengembangan penukupan daya bertenaga matahari ini adalah menghitung kebutuhan daya listrik per harinya sehingga akan diperoleh informasi kebutuhan jumlah panel surya. Untuk mengetahui berapa jumlah dan spesifikasi solar panel yang dibutuhkan digunakan pendekatan perhitungan sederhana berikut ini. Dari hasil survei langsung di lapangan (di area kelompok kandang sapi), piranti yang harus disuplai energi listrik hanya ada dua macam yakni: (1) pompa air berjumlah 2 unit yang digunakan untuk mengisi air di bak penampungan air; dan (2) lampu-lampu penerangan jalan. Piranti pompa air menggunakan tegangan listrik AC 220 Volt dan berkekuatan sekitar 125 Watt. Pompa air tidak dihidupkan secara terus-menerus selama 24 jam, namun jika dirata-

rata hanya sekitar 4-5 jam saja dalam sehari. Kemudian lampu-lampu penerangan kandang yang berjumlah 30 buah titik lampu (masing-masing berdaya 5 Watt). Lampu-lampu penerangan ini akan menyala terus mulai dari sekitar jam 18:00 sore hingga terbit fajar (sekitar jam 05:00 pagi) atau sekitar 11 jam.

Jumlah kebutuhan energi listrik dalam 1 hari secara keseluruhan untuk kelompok ternak tersebut berarti sekitar $125 \text{ Watt} \times 2 \times 5 \text{ Jam} = 250 \text{ Watt} \times 5 \text{ Jam} = 1250 \text{ Watt Jam}$. Jadi, jika rata-rata efektif waktu penyinaran matahari di Indonesia adalah 5 jam dalam 1 hari, maka untuk kasus ini cukup digunakan 2 buah panel surya 150 Watt Peak (WP). Sehingga akan diperoleh energi rata-rata sebesar $= 300 \text{ Watt} \times 5 \text{ Jam} = 1500 \text{ Watt Jam}$. Sisanya yang 250 Watt Jam dipergunakan untuk menghidupkan serangkaian lampu led (12 volt DC) warna putih di malam hari.

Panel sel surya yang digunakan berjenis *monocrystalline* (James, 2012) dengan spesifikasi daya keluaran pada kondisi penyinaran matahari paling optimum adalah 150 Watt, tegangan dan arus keluaran maksimum sekitar 18 Volt dan 8 Ampere. Selanjutnya, energi listrik yang dihasilkan oleh 2 buah panel sel surya ini harus ditampung atau disimpan ke media penyimpan energi listrik. Dalam hal ini digunakan battery (akumulator) basah dengan spesifikasi tega-

ngan keluaran 12 volt DC 100Ah sebanyak 3 buah.

Kemudian untuk menyalurkan energi listrik dari panel surya ke media penyimpan (akumulator) diperlukan *Solar Charge Controller* (SCC) dengan *Pulse Width Modulation* (PWM) berbasis mikrokontroler. Selain itu, SCC juga berfungsi untuk mengontrol tegangan dan arus yang masuk dan keluar battery. Apabila tegangan baterai sudah mencapai batas maksimum (artinya sudah penuh), maka secara otomatis SCC akan mengurangi arus yang masuk ke battery. Hal ini untuk membuat baterai tidak panas (sehingga tidak cepat rusak). SCC juga akan memberikan informasi tentang kondisi battery apakah dalam kondisi *full*, *normal*, *low* ataupun *empty power*. SCC yang digunakan dengan spesifikasi arus maksimum 20 Ampere. Meskipun demikian, dengan mempertimbangkan kondisi riil di lapangan maka untuk mengurangi efek panas yang timbul di dalam SCC akibat arus dan suhu lingkungan yang tinggi dan juga untukantisipasi jika terjadi lonjakan arus tiba-tiba, dalam pengembangan PLTS ini digunakan dua buah SCC yang berbeda jenis fiturnya. Setiap panel surya akan masuk ke sebuah SCC, lalu kedua SCC akan mencharge larik paralel battery yang sama. Jenis pertama dari SCC adalah non-programmable SCC (Gambar 2 kiri) dan jenis kedua adalah programmable SCC (Gambar 2 kanan).



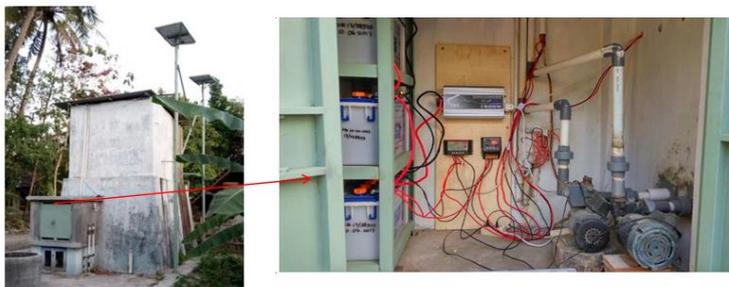
Gambar 2. SCC Nonprogrammable (Kiri) dan SCC Programmable (Kanan)

Kedua jenis SCC ini sama-sama bisa men-charge battery dan dapat mendeteksi jika baterai sudah *full-charged* (yang akan memutus jalur ke baterai secara otomatis) ataupun bisa mendeteksi jika *battery low-charged* (yang akan memutus saluran ke beban). Bedanya untuk yang *programmable*, SCC ini dapat diprogram ketika matahari sudah terbenam (tidak ada arus yang masuk ke SCC) maka SCC ini akan mengaktifkan jalur ke beban (lampu *led* akan menyala) secara otomatis. Lamanya waktu aktif jalur beban ini sesuai dengan nilai yang di-inputkan (diprogram) oleh pengguna. Dalam unit PLTS yang dikembangkan untuk mitra ini, SCC *programmable* diprogram 11 jam aktif (nyala). Artinya, ketika matahari terbenam penuh (sekitar jam 18:00), lampu *led* akan menyala sendiri dan 11 jam kemudian (atau sekitar jam 05:00 pagi) lampu *led* tersebut akan mati sendiri. Sementara itu, untuk SCC *nonprogrammable* tidak ada fitur otomatis nyala sendiri ketika tidak ada sinar matahari

Komponen utama lainnya adalah inverter DC-to-AC (220 volt). Komponen elektronik ini berfungsi untuk mengubah tegangan 12 Volt DC dari 3 buah baterai menjadi tegangan 220 AC sehingga bisa digunakan untuk menggerakkan 2 buah pompa air (motor AC). Adapun spesifikasi teknis dari inverter ini adalah sebagai berikut. *Pure Sine Wave*, merk TBE dengan daya *output* maksimum 1500 Watt. Terdapat 2 jenis inverter DC-to-AC yakni *modified-sine wave inverter* (gelombang sinus termodifikasi)

dan *pure-sine wave inverter* (gelombang sinus murni). Kualitas *pure-sine wave* lebih bagus karena karakteristiknya mendekati sama dengan gelombang sinus listrik PLN. Digunakan jenis inverter yang keluarannya gelombang sinus murni karena tidak akan merusak beban yang bersifat induktif (seperti misalnya motor listrik). Hal ini berbeda jika digunakan jenis inverter *modified-sine wave* karena bentuk gelombang keluarannya tidak murni sinus (tapi mirip gelombang kotak & gergaji) maka tidak cocok jika digunakan untuk menggerakkan beban induktif. Langkah selanjutnya adalah instalasi dan ujicoba unit pensuplai daya bertenaga matahari di lapangan (Gambar 3).

Bagaimanapun juga *output* daya listrik dari unit pensuplai daya tenaga matahari ini akan sangat bergantung dengan kondisi cuaca saat itu. Apabila seharian cuaca di lokasi mitra mendung atau tidak ada sinar matahari yang optimal tentunya unit pensuplai daya ini tidak cukup tenaga untuk menggerakkan pompa air. Jika hal ini terjadi maka *power supply* daya pompa air harus di-*switch* ke jalur listrik PLN. Oleh karena itu perlu dirancang mekanisme *switch* jalur *power supply* ke pompa air antara mini PLTS dan PLN yang mudah dan fleksibel. Untuk keperluan tersebut digunakan saklar tuas 3 posisi (perhatikan Gambar 1). Jika tuas di posisi I maka pompa tersambung ke jalur PLN dan jika di posisi II maka pompa akan tersambung ke unit pensuplai daya tenaga matahari.



Gambar 3. Hasil Instalasi Unit Pensuplai Daya Tenaga Matahari dan Pompa Air

PENUTUP

Produk *renewable energy* sederhana yang berhasil dikembangkan untuk membantu kelompok ternak sapi berupa pensuplai daya listrik tenaga matahari (PLTS) skala kecil. Unit pensuplai daya listrik tenaga matahari berdaya 300 Watt yang dapat difungsikan untuk menggerakkan pompa air berdaya 125 Watt dengan waktu operasional rata-rata perhari 4-5 jam di siang hari. Adanya unit pensuplai daya bertenaga matahari ini mampu mengurangi beban anggota kelompok ternak sapi ketergantungan suplai listrik dari PLN juga menjaga stabilitas ketersediaan air bersih di lokasi kelompok ternak.

Adanya produk terapan unit pensuplai daya tenaga matahari ini dapat menarik dan menyadarkan masyarakat (khususnya di pedesaan) akan arti pentingnya *renewable energy* dan kemandirian energi.

Sebagai saran ke depannya, unit pensuplai daya ini bisa ditambah daya *output*-nya sehingga bisa digunakan untuk membantu berbagai keperluan lain yang lebih luas bagi warga. Selain itu, kemasan unit ini dibuat sekomunikatif dan sesederhana mungkin sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran energi terbarukan untuk murid-murid sekolah dasar dan menengah di sekolah-sekolah di sekitar lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

Endecon Engineering. 2001. *A Guide to Photovoltaic (PV) System Design and Installation*. California Energy Commission, Energy Technology Development Division 1516 Ninth Street Sacramento California 95814. Diunduh dari: http://www.energy.ca.gov/reports/2001-09-04_500-01-020.PDF.

Handayani, N. A., & Ariyanti, D. 2012. "Potency of Solar Energy Application in Indonesia." *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*, 1(2), 33-38. <http://ejournal-undip.ac.id/index.php/ijred/article/view/3800/3484>.

Hoque, S.M.N., & Das, B.K. 2013. "Analysis of Cost, Energy and Emission of Solar Home Systems in Bangladesh." *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*, 3(2), 347-352. Diunduh dari: <http://ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/download/597/pdf>.

Kementerian ESDM RI. 2016. "Center of Excellence Energi Bersih Siap Beroperasi." *Siaran Pers Kementerian ESDM No.031.Pers/04/SJI/2016*. April 2016. Diunduh dari: <http://ebtke.esdm.go.id/post/2016/04/03/1176/center.of.excellence.energi.bersih.siap.beroperasi>.

James, M. 2012. *Monocrystalline vs Polycrystalline Solar Panels: Busting Myths*. Diunduh dari: <https://www.solarchoice.net.au/blog/monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels-busting-myths/>. Diterbitkan 27 Maret 2012.

Roos, C. 2009. *Solar Electric System Design, Operation and Installation*. Extension Energy Program, Washington State University. Diunduh dari: www.energy.wsu.edu/documents/solarpvforbuildersoct2009.pdf.

Sujit Kumar Jha. 2013. *Application of Solar Photovoltaic System in Oman* –

Overview of Technology, Opportunities and Challenges. International Journal of Renewable Energy Research Vol.3, No.2.<http://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/594/pdf>

Sujit Kumar Jha. 2015. "Optimal Cost of a Solar Photovoltaic System for a Remote House in Bihar." *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)* Vol.4, No.2:153-161. ISSN: 2252-4940. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijred/article/view/8639/PDF>.

The National Renewable Energy Lab. 2003. *A Consumer's Guide – Get Your Power from the Sun.* U.S. Department of Energy, 1000 Independence Avenue, Washington DC. Diunduh dari: <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35297.pdf>.