

NASKAH ORISINAL

Penggunaan Panel Surya Sebagai Alternatif Sumber Energi pada Penyediaan Air Bersih di Dusun Winong Jatisawit

Suyatno* | Bachtera Indarto | Gatut Yudoyono | Gontjang Prajitno | Nasori | Melania Suweni
Muntini | Susilo Indrawati | Mashuri | Muhamad Zainul Asrori | Sriyani Purwaningsih

Departemen Fisika, Institut Teknologi
Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Suyatno, Departemen Fisika, Institut
Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya,
Indonesia. Alamat e-mail:
kangyatno@physics.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Instrumentasi, Departemen
Fisika, Institut Teknologi Sepuluh
Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Keberadaan air bersih seringkali ditentukan oleh topografi dan letak geografis. Sebagai daerah yang berada di area perbukitan, dusun Winong yang berada di Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah memiliki kendala dalam penyediaan air bersih. Lokasi yang berada di perbukitan, membuat aliran air permukaan dari sumber mata air membutuhkan usaha yang cukup besar. Saat ini, masyarakat mengalirkan air dari sumber mata air dengan menggunakan pipa yang berjarak 5 km dari desa. Penggunaan pipa tersebut berpotensi rusak oleh binatang serta banjir ketika musim hujan. Selain itu, ada beberapa warga yang membuat sumur pompa dengan kedalaman 100 m sehingga diperlukan pompa air bertenaga listrik dengan daya besar. Hal ini menambah beban warga dengan iuran listrik setiap bulan untuk pompa air. Jarak sumber air dan ketergantungan akan listrik PLN, menyebabkan pasokan air sering tidak tersedia, khususnya ketika musim penghujan. Pada musim penghujan, air yang dari pipa biasanya keruh bahkan mati karena pipa sering terbawa banjir. Di musim penghujan, listrik PLN sering mengalami pemadaman. Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan membuat sistem pembangkit listrik berbasis energi matahari melalui panel surya. Listrik yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan pompa air. Sistem ini beroperasi secara hibrid menggunakan inverter hibrid antara tenaga matahari, baterai dan listrik PLN. Jumlah daya yang dihasilkan oleh sistem ini adalah 4.050 Wp yang berasal dari 30 lembar panel surya berdaya 135 Wp. Sementara baterai yang digunakan adalah 2 buah baterai dengan tegangan 12 V/100 Ah. Melalui program ini, diharapkan kebutuhan air bersih dapat tercukupi tanpa adanya ketergantungan lagi dengan listrik PLN, sehingga kebutuhan dasar melalui air bersih dapat terpenuhi sehingga kualitas hidup di daerah tersebut menjadi lebih baik.

Kata Kunci:

Air bersih, Baterai, Pompa Air, Sistem Hibrid, *Solar cell*

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Pertambahan jumlah penduduk yang semakin pesat berakibat pada meningkatkan kebutuhan hidup. Air bersih sebagai salah satu kebutuhan pokok manusia memegang peran penting di segala aspek kehidupan. Mulai dari kebutuhan makan dan minum, mandi dan juga mencuci. Ironisnya, ketersediaan air permukaan yang semakin menipis, menjadikan berbagai upaya dilakukan manusia untuk mendapatkan air bersih tersebut.

Dusun Winong, Kecamatan Jatiyoso, Kabupaten Karanganyar, adalah salah satu dari sekian dusun di Karanganyar yang untuk mendapatkan air bersih masih terkendala. Kondisi topografi dusun yang berada diperbukitan serta struktur tanah berpadas yang menyebabkan air tanah berada pada kedalaman sehingga tidak dapat langsung dialirkan atau mengalir. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, saat ini penduduk desa mengalirkan air secara swadaya dari sumber air yang berjarak 5 km menggunakan pipa dan juga dengan mengambil secara langsung ke sumber air. Gambar (1) menunjukkan contoh aktifitas warga untuk mendapatkan air bersih.



Gambar 1 Kegiatan mengambil air bersih dari sumber mata air.

Berdasarkan pada Gambar (1) untuk mendapatkan air bersih, warga tersebut rela berjalan antar 1 sampai 2 km demi mendapatkan air bersih. Pada Gambar (1) terlihat adanya jaringan pipa air yang diusahakan warga dari sumber mata air yang jaraknya bisa mencapai 3 km. Pipa air induk dari sumber mata air kemudian didistribusikan melalui pipa-pipa kecil ke warga. Penggunaan pipa air dari sumber yang jauh sangat riskan dan sering kali pipa menjadi rusak, terlebih jika musim penghujan. Di musim hujan, pipa yang terpasang sering terbawa oleh banjir serta seringkali air yang mengalir bercampur dengan lumpur (keruh). Upaya lain yang dilakukan yaitu dengan membangun sumur, baik sumur pompa maupun sumur konvensional. Karena lokasi dusun yang berada diperbukitan, air permukaan berada pada kedalaman lebih dari 60 m. Berdasarkan penelitian dan kajian yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, kedalaman air tanah di daerah tersebut adalah sekitar 60-100 m. Kondisi ini tentunya juga berdampak pada jenis pompa serta energi listrik yang dibutuhkan pompa cukup besar. Selain itu topografi mitra yang berada pada ujung jaringan PLN, berakibat sering mati lampu, terutama pada musim penghujan.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dalam program Abmas ini akan dibuat pembangkit listrik tenaga Surya (PLTS) untuk menjalankan pompa air yang saat ini menggunakan energi listrik dari PLN. Panel surya adalah bahan semikonduktor yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik^{[1][2]}. Alat ini berfungsi menjaga pasokan energi listrik ke pompa sehingga tidak lagi tergantung pada listrik PLN. Selain itu, penggunaan PLTS ini diharapkan dapat menekan biaya operasional yang selama ini dibebankan ke warga. Melalui PLTS ini, kebutuhan air bersih bagi warga akan tercukupi.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Saat ini, upaya yang dilakukan warga masyarakat Dusun Winong dalam memenuhi kebutuhan air bersih adalah dengan membuat saluran kecil-kecil melalui pipa dari sumber mata air. Untuk 1 pipa dari sumber air biasanya digunakan untuk 5 kepala keluarga.

Jarak yang jauh dari sumber mata air, menjadikan saluran air (pipa) sering rusak, baik oleh binatang maupun oleh banjir ketika musim hujan. Gambar (2) menunjukkan sistem aliran air bersih yang ada sekarang.



Gambar 2 Sistem perpipaan air bersih saat ini.

Berdasarkan Gambar (2) air bersih yang berasal dari sumber kemudian dialirkan melalui pipa dan ditampung pada bak penampungan yang sekaligus sebagai bak pembagi. Kecilnya pipa dan debit air yang ada, berakibat pada jumlah (volume) air yang diterima oleh warga. Hal ini berdampak pada air yang diperoleh hanya digunakan sebagai kebutuhan air minum. Sementara untuk kebutuhan yang lain (Mandi, Cuci dan Kakus) biasanya dilakukan disandang atau sungai. Upaya lain yang dilakukan saat ini adalah dengan membangun PAMDES (Pengadaan Air Minum Desa) berupa sumur bor dengan kedalaman 100 m. Untuk menaikkan air ke permukaan, digunakan pompa air berdaya listrik besar yaitu 20 A atau sekitar 4.400 VA. Pada program pengabdian ini, dirancang penggunaan panel surya sebagai sumber energi listrik untuk pompa air pada PAMDES yang ada. Sistem yang dibuat terdiri dari panel surya, *solar controller*, baterai serta *inverter*^[3].

Sistem yang dibuat, bekerja secara hibrid antara panel surya, baterai serta listrik PLN untuk menggerakkan pompa air dan penerangan sekitar pompa. Semua sistem ini bekerja melalui sistem hibrid antara panel surya, baterai dan PLN. Sistem ini beroperasi dengan prioritas utama adalah panel surya ketika siang hari dan baterai pada malam hari^{[4][5]}. Selain itu, sistem juga dapat beroperasi menggunakan energi listrik dari PLN ketika kedua sistem sebelumnya tidak mencukupi untuk menghidupkan pompa. Langkah ini merupakan upaya untuk penyediaan air bersih bagi warga. Kegiatan abmas yang akan dilakukan ini juga sesuai dengan isu-isu strategis, konsep pemikiran, pemecahan masalah yang ada pada peta jalan program SDGs Indonesia dalam bidang Kesehatan, yaitu peningkatan sarana air bersih untuk daerah terpencil.

1.3 | Target Luaran

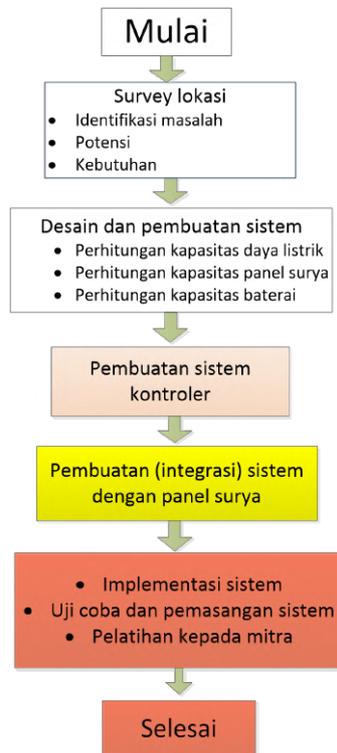
Pelaksanaan program pengabdian pada masyarakat ini dihasilkan berupa produk berupa:

1. Sistem penyediaan air bersih berbasis pompa air dengan sistem hibrid antara panel surya, baterai serta listrik PLN.
2. Transfer teknologi sederhana kepada masyarakat mitra terkait pemanfaatan energi baru terbarukan.
3. Menyusun makalah dan mempublikasikan hasil kegiatan ke dalam Jurnal Nasional dan *book chapter* yang menjelaskan gambaran dari program pengabdian kepada masyarakat.

2 | METODE KEGIATAN

Dalam pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat, direncanakan melalui beberapa tahapan yang diantaranya adalah :

3 | HASIL DAN DISKUSI



Gambar 3 Langkah kerja pembuatan sistem.

3.1 | Survei lokasi dan Identifikasi permasalahan

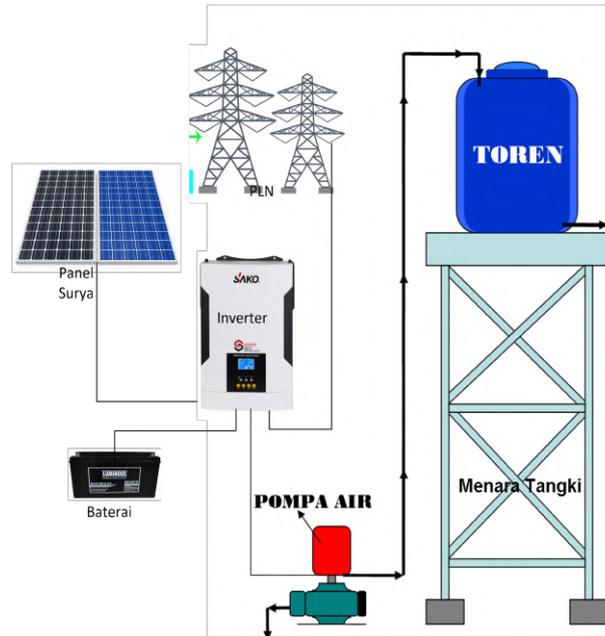
Pada tahap ini dilakukan diskusi dengan masyarakat untuk memperoleh informasi terkait dengan keluhan serta upaya yang sudah dilakukan saat ini. Survei dan identifikasi permasalahan dilakukan pada bulan April 2023. Selain itu, pada tahap ini dilakukan estimasi kebutuhan daya listrik serta beberapa alternatif dalam implementasi (pemasangan). Berdasarkan hasil survei, kedalaman sumur yang digunakan sebagai sumber air bersih adalah 120 m, dan daya listrik terpasang adalah 20 A atau sebesar 4400 VA. Saat ini (sebelum menggunakan PLTS), biaya rutin yang harus dikeluarkan oleh mitra untuk pembelian pulsa PLN adalah Rp. 2.000.000,- setiap bulan. Nilai ini dirasa cukup memberatkan warga ditambah lagi dengan biaya perawatan serta perbaikan pompa jika terjadi kerusakan. Air bersih tersebut disalurkan ke 80 kepala keluarga di Dusun Winong. Gambar (4) menunjukkan penampungnya (tandon air) yang ada saat ini serta bak pengaturan pembagian (distribusi) air bersih ke warga.



Gambar 4 Tandon air PAMDES system dan distribusi air bersih.

3.2 | Desain dan Perakitan Sistem PLTS

Pada tahapan ini dilakukan desain dan perakitan dari sistem yang akan dipasang. Selain merancang model dari sistem yang dibuat, pada alat yang didesain dilengkapi dengan sistem sensor ketinggian. Penggunaan sensor ini dimaksudkan untuk mengontrol atau mematikan sistem secara otomatis ketika air dalam bak penampungan habis atau penuh. Sistem yang didesain akan menggunakan panel surya sebagai sumber tegangan yang kemudian dikonversi dan disimpan oleh baterai^[2].



Gambar 5 Sistem *hybrid* panel surya untuk pompa air.

3.3 | Spesifikasi Sistem yang Dibuat

Sistem yang dibuat digunakan untuk menghidupkan pompa air dengan daya 3 pk atau sekitar 2200 W. Dari daya yang dibutuhkan oleh pompa, maka dapat ditentukan besarnya Panel Surya V array sebesar^{[2] [6] [7] [8]}

$$\begin{aligned} P_T &= P_b \times 1,2 \\ &= 2200 \times 1,2 \\ &= 2640 \text{ W} \end{aligned}$$

dengan PT adalah daya total dan 1,2 adalah factor beban.^{[3] [9]}

Daya Listrik pompa : 2640 watt

Debit : 25 L/menit

Daya Panel Surya : 4050 wp

Tegangan panel : 80 Volt

Baterai : 2 x 12 v x 100 Ah

Jenis inverter : *Hybrid* 6000 VA

3.4 | Uji Coba dan Pemasangan

Pada tahap ini, sebelum diaplikasikan sistem dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi kepekaan *sensor level* serta respon pompa. Pada tahap ini, pengujian dilakukan di laboratorium Instrumentasi dan elektronika Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data ITS. Uji coba di Laboratorium dilakukan pada bulan September 2023 sebelum sistem dipasang di mitra. Setelah sistem menunjukkan kinerja yang optimal, kemudian dilakukan implementasi atau pemasangan di lapangan yaitu di Dusun Winong, Karanganyar, Jawa Tengah. Tahap pemasangan (instalasi sistem) dilakukan pada 28-29 September 2023. Selama pemasangan, dilakukan pula diskusi dengan mitra terkait cara kerja sistem PLTS. Sistem kontrol yang dibuat dioperasikan secara hybrid antara panel surya, baterai dan listrik PLN. Sistem hybrid ini diatur dengan 3 prioritas sumber yaitu prioritas 1 adalah sumber dari Panel surya, prioritas 2 adalah sumber baterai dan prioritas 3 adalah PLN. Ketika siang hari dan energi dari matahari cukup untuk menggerakkan pompa, maka suplai listrik berasal dari panel surya. Ketika energi dari panel surya tidak mencukupi (mendung, hujan dan malam hari), maka sumber listrik berasal dari baterai dan jika baterai dalam kondisi habis atau malam hari, sistem beroperasi dengan sumber energi dari PLN. Gambar (6) menunjukkan kondisi rumah pompa (tandon air) sebelum dan sesudah terpasang sistem PLTS.



Gambar 6 Tampilan tandon air sebelum dipasang panel surya dan sesudah dipasang panel surya.

Berdasarkan pada Gambar (6), biaya operasional terbesar sebelum menggunakan panel surya adalah untuk pembelian pulsa listrik yang rata-rata adalah Rp. 2.000.000,- setiap bulan. Pada saat beroperasi, pompa yang digunakan membutuhkan arus listrik sebesar 10 A atau daya yang dibutuhkan adalah 2200 W^[6]. Nilai ini dirasa sangat berat bagi warga dusun yang sebagian besar berprofesi petani. Penggunaan panel surya ini diharapkan mampu mengurangi beban masyarakat tersebut. Kegiatan pemasangan panel surya dilakukan pada tanggal 28 September 2023. Selain melakukan pemasangan panel surya, dilakukan pula diskusi dengan mitra terkait fungsi dan cara kerja sistem. Sementara uji coba dan serah terima dilakukan pada tanggal 4 Nopember 2023. Melalui pemasangan panel surya ini pula biaya untuk membeli pulsa listrik dapat berkurang menjadi Rp. 1.000.000,- setiap bulan. Hal ini berakibat pada biaya yang semula digunakan untuk pengoperasian pompa dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan Masyarakat lainnya seperti merintis UMKM yang hasilnya untuk dinikmati Bersama seluruh Masyarakat.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini juga melibatkan dosen serta mahasiswa dalam program KKN tematik. Dari kegiatan pengabdian ini diharapkan mahasiswa mampu mengamati serta mengaplikasikan ilmu dan teknologi di Masyarakat secara langsung. Melalui kegiatan ini diharapkan muncul kegiatan atau ide-ide baru yang bisa langsung dirasakan manfaatnya oleh masyarakat. Sehingga Sebagian masalah atau problem yang dihadapi oleh Masyarakat dapat terselesaikan. Gambar (7) menunjukkan proses serah terima sistem PLTS kepada Mitra pada kegiatan Abdimas tahun 2023.



Gambar 7 Pelaksanaan abdimas dan serah terima sistem PLTS kepada Mitra.

4 | KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil, dapat diambil kesimpulan diantaranya adalah:

1. Penggunaan sistem energi baru terbarukan panel surya mampu membantu mencukupi kebutuhan air bersih, tanpa ketergantungan pada sumber energi listrik PLN.
2. Penggunaan sistem PLTS ini mampu mengurangi biaya operasional rata-rata sebesar RP.1.000.000,- setiap bulan.
3. Penggunaan energi surya sebagai energi listrik terbarukan dapat juga digunakan untuk pengaadaan air pada bidang pertanian serta pengendalian hama.

5 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini didanai oleh DRPM ITS melalui skema Pengabdian dana Lokal ITS tahun 2023 dengan Nomor kontrak: 1524/PKS/ITS/2023.

Referensi

1. Ramdhani B. Dasar-dasar Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Jakarta: GIZ 2018;.
2. Dunlop J. Batteries And Charge Control In Stand-Alone Photovoltaic Systems. Fundamental And Application 1997;.
3. Suyatno S. Pengendali Hama Tanaman Bawang Merah menggunakan Lampu RGB LED dengan Sumber Tegangan Panel Surya. Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul) 2022;2(1):34–41.
4. Nugroho RA, Winardi B, Sudjadi S. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Hybrid Di Gedung Ict Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 7.0. Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro 2021;10(2):377–383.
5. Nuryanto LE. Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 Wp. Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial 2022;17(3):196–205.
6. Syukri M, et al. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh. Jurnal Rekayasa Elektrika 2010;9(2):77–80.
7. Suyatno S, Indarto B, Fatimah I, Prajitno G. Sosialisasi Instore Drying Sebagai Upaya Penyimpanan Bawang Merah Terkontrol Berbasis Panel Surya di Sukomoro, Nganjuk, Jawa Timur. Sewagati 2023;7(5):775–781.
8. Energi K, Mineral SD. Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia. Jakarta: KESDM 2020;.

9. Djaufani MB, Hariyanto N, Saodah S. Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Reka Elkomika* 2015;3(2).

Cara mengutip artikel ini: Suyatno, Indarto, B., Yudoyono, G., Prajitno, G., Nasori, Muntini, M.S., Indrawati, S., Mashuri, Asrori, M.Z., Purwaningsih, S., (2024), Penggunaan Panel Surya Sebagai Alternatif Sumber Energi pada Penyediaan Air Bersih di Dusun Winong Jatisawit, *Sewagati*, 8(2):1401–1408, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i2.905>.