

## Panel Surya Sebagai Edukasi Energi Hijau Di Lingkungan Pondok Pesantren

**Faaris Mujaahid<sup>1\*</sup>, Widyasmoro<sup>2</sup>, Iswanto<sup>3</sup>, Rahmat Susanto<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Kampus Terpadu UMY, Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183

<sup>4</sup>Muhammadiyah Boarding School Jogja, Jl. Prambanan-Piyungan km 2, Marangan, Bokoharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta  
Email: f.mujaahid@umy.ac.id

### *Abstrak*

Energi non-fosil telah menjadi sebuah isu besar saat ini. Penggunaan energi yang berasal dari matahari, angin, panas bumi, dan energi terbarukan lainnya menjadi sebuah keharusan di beberapa negara, termasuk Indonesia. Tujuan program pengabdian masyarakat skim Kemitraan Masyarakat, kerja sama antara program studi Teknik Elektro UMY dengan Muhammadiyah Boarding School (MBS) Prambanan adalah dengan membangun sebuah sistem pembangkit listrik sederhana yang bersumber dari energi matahari. Sistem ini dibuat untuk dua tujuan; sebagai fasilitas umum penerangan bila ada gangguan pada listrik PLN dan sebagai bahan pembelajaran bagi civitas di lingkungan MBS Prambanan. Dengan menggunakan skema PLTS off-grid atau tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN. Komponen yang digunakan adalah 3 x 300 Wp modul surya, solar charge controller jenis MPPT, baterai kapasitas 100 mAh jenis VRLA, inverter 12 VDC/230 VAC 500/1000 Watt, dan 3 x panel indikator (2 x watt-meter DC, 1 x watt-meter AC). Skema off-grid ini menghasilkan suatu sistem yang dapat menghasilkan listrik secara mandiri dengan total daya maksimal 100 Watt. Daya ini cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik lima lampu jalan umum di sekitar tempat parkir MBS Prambanan dengan jenis lampu LED masing-masing berdaya 20 Watt.

**Kata Kunci:** Energi hijau, PLTS, Sel Surya, Pondok Pesantren

### **Pendahuluan**

Dengan perkembangan ekonomi dan teknologi yang semakin pesat, kebutuhan akan energi listrik menjadi semakin fundamental. Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer/dasar yang menjadi keharusan bagi kelangsungan hidup masyarakat, seperti kebutuhan air bersih, makanan, dan tempat tinggal. Bahan bakar fosil saat ini masih menjadi sumber utama dalam membangkitkan listrik. Termasuk di Indonesia yang 88% pembangkitan listrik masih bersumber dari batu bara, minyak, dan gas alam pada tahun 2017 (ESDM, 2018). Beberapa kelemahan bahan bakar fosil adalah sifatnya yang terbatas (dapat habis) dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif energi lain yang bersifat terbarukan dan ramah terhadap lingkungan. Alternatif energi ini salah satunya adalah energi matahari yang dapat langsung dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan teknologi sel surya. Indonesia termasuk area yang memiliki potensi besar terhadap energi matahari dengan

intensitas sinar dan radiasi yang relative stabil sepanjang tahun. Dengan potensi tersebut, maka pengenalan energi terbarukan, khususnya dengan teknologi sel surya, kepada masyarakat luas memiliki manfaat jangka panjang terhadap peningkatan rasio elektrifikasi di Indonesia.

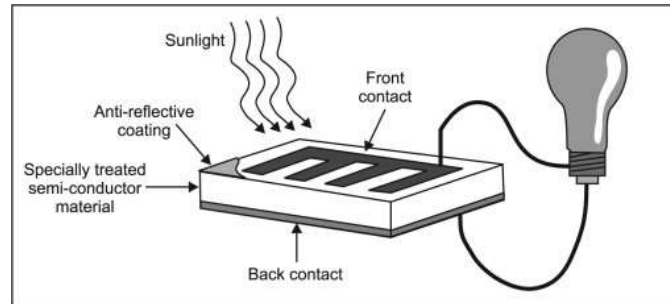
Muhammadiyah Boarding School (MBS) Prambanan merupakan salah satu pondok pesantren binaan Pimpinan Cabang Muhammadiyah (PCM) Prambanan yang terletak di Marangan, Bokoharjo, Sleman. Dilihat dari lokasinya, jaringan PLN belum maksimal dalam mendistribusikan listrik disana. Sehingga berdampak pada penerangan di sekitar MBS Prambanan, seperti penerangan jalan umum dan penerangan fasilitas gedung. Selain dalam hal sistem penerangan, kebutuhan listrik juga sangat penting dalam administrasi organisasi seperti computer dan koneksi internet. Sering kali data-data tidak tersimpan dengan baik pada saat listrik mati secara mendadak, sehingga mempengaruhi kinerja dan efisiensi waktu/energi. Salah satu pondok pesantren di Bantul, Pondok pesantren Nurul Iman, juga memanfaatkan sel surya sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan (Abrori et al, 2017).

Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk memberikan fasilitas penerangan pada tempat umum di MBS Prambanan dengan teknologi sel surya. Selain itu juga memberikan edukasi dan pengenalan teknologi dengan cara *hands-on* (praktik langsung) kepada para santri di MBS Prambanan.

## Landasan Teori

### 1. Sel Surya

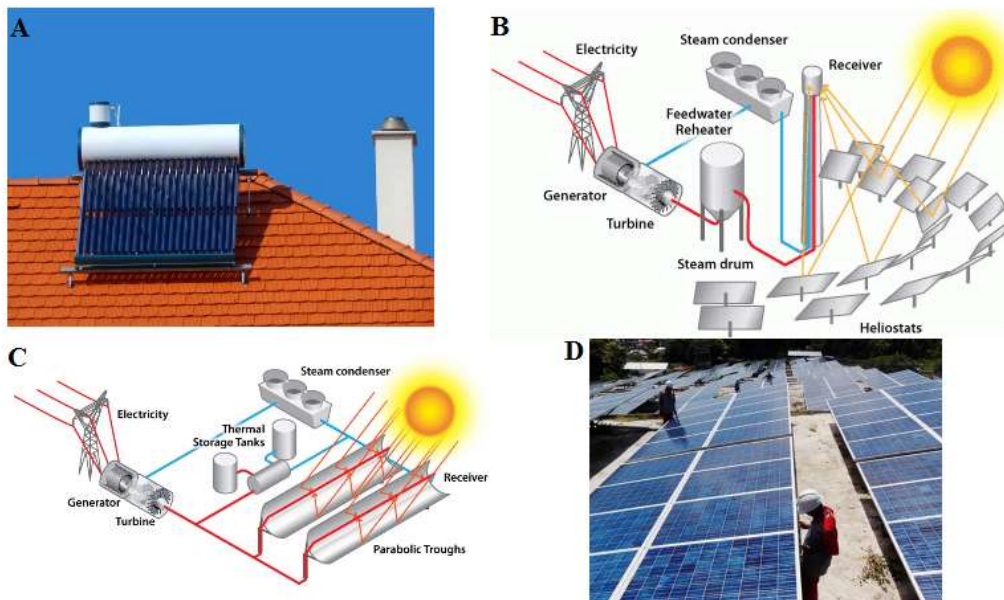
Sel surya merupakan sebuah perangkat semikonduktor yang mengkonversi sinar matahari (energi foton matahari) menjadi listrik. Saat ini, material yang digunakan pada sel surya masih didominasi oleh bahan semikonduktor bernama silikon. Sel surya yang berasal dari silikon tersebut diproduksi dan diproses dengan cara yang sama seperti chip memori komputer ataupun komponen elektronik IC (Integrated Circuit). Hal ini dikarenakan komponen elektronik juga dibuat dari material semikonduktor silikon. Proses produksi sel surya silikon ini awalnya ditemukan pada tahun 1839. Silikon yang telah dipurifikasi lalu diberikan perlakuan berupa doping untuk menambahkan atau mengurangi kadar elektron pada semikonduktor silikon sesuai dengan kebutuhannya. Pada gambar 1 diilustrasikan sel surya seperti sebuah roti sandwich, yang mana sel surya terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan paling bawah dan atas adalah lapisan konduktor atas dan bawah untuk menghantarkan elektron agar beban (lampu) dapat dialiri energi listrik. Dibawah lapisan konduktor atas, terdapat lapisan anti-reflektif yang berguna untuk menghindari sinar matahari yang terbuang, sehingga sinar matahari tidak terpantulkan/ter-refleksikan kearah lain selain menuju lapisan semikonduktor silikon yang terdapat dibawah lapisan anti-reflektif. Dan terakhir, lapisan tengah merupakan inti dari sel surya. Lapisan ini biasanya terdiri dari lapisan semikonduktor silikon positif dan negatif yang telah ditambahkan elemen boron (untuk menambahkan holes/positif) dan phosphorus (untuk menambahkan elektron/negatif).



Gambar 1. Cara kerja sel surya (Soga, 2006)

## 2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

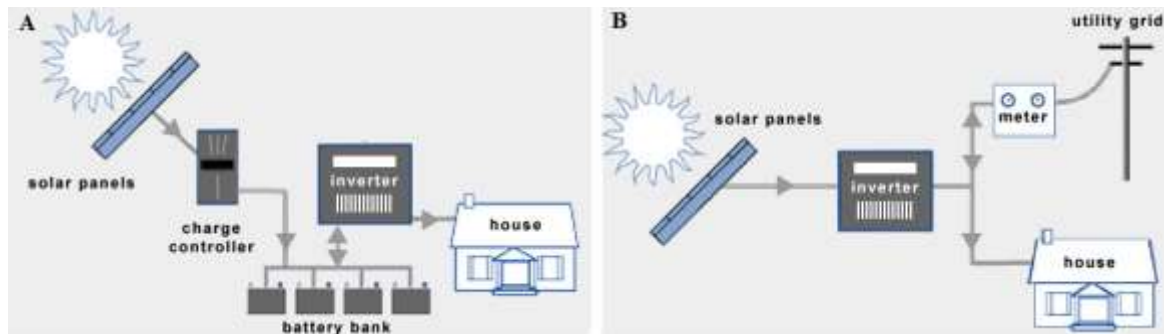
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sebuah sistem pembangkit listrik dengan memanfaatkan matahari sebagai sumber energinya. Matahari adalah sumber energi alam yang dapat memberikan energi dalam bentuk panas, sinar, ataupun energi fotonnya. Beberapa contoh aplikasi penggunaannya adalah solar thermal yang menggunakan energi panas matahari untuk menghasilkan air panas (gambar 2.A), Concentrated Solar Power atau CSP yang menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan listrik (gambar 2.B dan 2.C), dan sel surya yang menghasilkan listrik dari energi foton matahari (gambar 2.D).



Gambar 2. (A) Solar thermal, (B) CSP, (C) CSP, (D) sel surya

Pada naskah ini, PLTS yang dibahas adalah sistem yang menggunakan sel surya. Ada dua skema yang dapat digunakan, yaitu skema PLTS off-grid dan PLTS on-grid. PLTS off-grid mengacu pada rangkaian pembangkit listrik yang berdiri sendiri dan tidak tersambung kepada jaringan listrik nasional PLN, sehingga kebutuhan beban listrik hanya bergantung pada ketersediaan sumber energi matahari saja dan membutuhkan komponen penyimpan energi

seperti baterai (Anapode, 2019). Untuk program Pengabdian Masyarakat yang penulis lakukan disini menggunakan skema PLTS off-grid. PLTS on-grid sebaliknya, rangkaian ini tersambung pada jaringan listrik PLN dan harus mengikuti regulasi yang telah diatur oleh PLN. Untuk skema on-grid, penggunaan baterai adalah opsional, namun untuk inverter harus ada karena arus listrik terhubung ke jaringan PLN yang berupa arus AC. Ada satu skema lagi yang menggabungkan sistem off-grid dan on-grid, disebut sebagai skema hibrida/ *hybrid*. Tabel 1 dan gambar 3 menggambarkan perbedaan antara sistem off-grid dan on-grid.



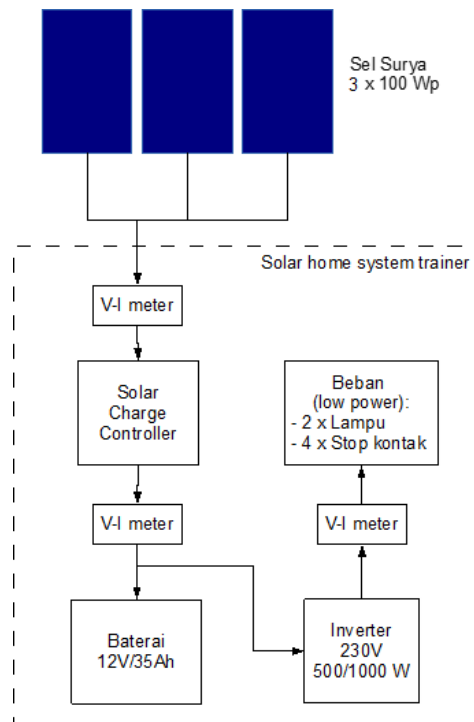
Gambar 3. (A) PLTS skema off-grid, (B) PLTS skema on-grid (energy informative, 2019)

Tabel 1. Perbedaan PLTS off-grid dan PLTS on-grid

	Off-grid	On-grid
Jaringan listrik PLN	Tidak terhubung	Terhubung
Komponen yang wajib ada	Sel surya, solar charge controller, baterai	Sel surya, inverter, meteran EXIM (export-import)
Komponen tambahan	inverter	Solar charge controller, baterai
Instalasi	Mudah	Lebih sulit
Target pengguna	Pelosok, kepulauan, dan tempat terpencil lainnya yang belum teraliri jaringan listrik PLN	Rumah padat penduduk, industri, perkantoran, kota/desa, atau tempat lain yang sudah ada jaringan listrik PLN
Ekonomis	Lebih mahal	Lebih murah
Regulasi PLN	Tidak perlu	Harus mengikuti regulasi yang ada

### Metode Perancangan

Sistem sel surya didesain dengan skema off-grid atau tidak terhubung ke jaringan PLN. Spesifikasi dari sistem ini adalah dengan menggunakan sel surya berkapasitas 300 Wp, solar charge controller jenis MPPT, baterai jenis VRLA (Valve-regulated lead acid) berkapasitas 100Ah, inverter 12VDC/230 VAC 500/1000 Watt, beban berupa 2 lampu penerangan (2 x 10 watt) dan stop kontak untuk men-charge HP/power bank, tiga panel indikator (V-I meter) untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh sel surya sebagai bahan pembelajaran. Panel terpasang setelah sel surya, baterai, dan inverter. Adapun diagram untuk perangkat SHS diatas diilustrasikan seperti gambar berikut.



Gambar 4. Diagram blok instalasi PLTS skema off-grid di MBS Prambanan

### Hasil dan Pembahasan

Perancangan PLTS off-grid di MBS Prambanan terlaksana dengan baik. Dosen dan mahasiswa UMY, serta guru MBS Prambanan bekerjasama dalam merealisasikan pemasangan sel surya sebagai sumber energi hijau dan bahan edukasi santri terhadap teknologi. Ini terlihat dari pembagian tugas oleh masing-masing individu. Dosen UMY diwakili oleh Faaris Mujaahid, Widyasmoro, dan Iswanto yang bertugas melakukan komunikasi awal dengan pihak MBS Prambanan dan perancangan terhadap PLTS off-grid. Program ini juga melibatkan mahasiswa UMY yang diwakili oleh Bangkit Dwiputra Erlangga dan Nur Fauzi Hidayat untuk membantu teknis pelaksanaan dan instalasi PLTS off-grid di lapangan. Sedangkan dari pihak MBS Prambanan, ada Rahmat Susanto (wakil direktur III MBS Prambanan) dan pak Supri

(teknisi listrik) yang membantu penyediaan peralatan pertukangan/las dan data yang dibutuhkan selama kegiatan ini berlangsung. Adapun hasil dari pengabdian masyarakat ini adalah berupa peralatan *Solar Home System* yang bersifat pendidikan. Komponen yang kami berikan adalah seperti yang tertulis pada tabel berikut ini:

No	Komponen <i>Solar-Home-System</i>	
	Nama	Spesifikasi
1	Solar cell	3 x 100 Wp
2	Aki kering	3 x VRLA, 12 V, 40-55 Ah
3	Solar charge controller	1 x MPPT 40 A
4	Digital amperemeter/voltmeter	2 x DC dan 1 x AC
5	Kabel 1	Tipe NYMHY 2x1.5 mm
6	Kabel 2	Tipe Serabut 2x0.75 mm
7	Board peraga	1 paket customized
8	Bracket solar cell	1 paket customized

Gambar 5 menunjukkan hasil dari kerja sama yang dilakukan oleh pihak UMY dan MBS Prambanan. Gambar 5 (A) dan 5 (B) dilakukan oleh pihak MBS Prambanan dalam membuat bracket sel surya. Gambar 5 (C), 5 (D), dan 5 (E) hasil perancangan dan instalasi yang dilakukan oleh pihak UMY, dibantu pula oleh pihak MBS Prambanan. Harapan dengan adanya kerja sama ini, pihak MBS Prambanan juga dapat mengetahui secara teknis cara kerja sel surya, sehingga dapat diajarkan kepada santri-santrinya.



Gambar 5. Hasil perancangan PLTS off-grid di MBS Prambanan

### Kesimpulan

Program PLTS sangat bermanfaat untuk mendukung fasilitas umum seperti penerangan jalan umum, terutama bila jaringan listrik nasional PLN terganggu. Meskipun masih belum bisa dijadikan sebagai sumber utama listrik, namun dengan adanya diversifikasi listrik dari sumber lain, maka akan mengurangi ketergantungan kepada satu sumber listrik bila terjadi gangguan. Adanya PLTS skema off-grid ini juga mensosialisasikan dan edukasi kepada santri, guru, staf, dan civitas lainnya di MBS Prambanan mengenai manfaat energi hijau dan bahaya akan energi fosil terhadap lingkungan.

### Ucapan Terima Kasih

Dengan terselesaikannya program pengabdian kepada masyarakat skim Kemitraan Masyarakat, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada LP3M UMY yang telah mendanai kegiatan ini (SK No. 2816/SK-LP3M/I/2019), bapak Rahmat Sutanto selaku Wakil Direktur III MBS Prambanan dan bapak Supri selaku kepala teknis kelistrikan MBS

Prambanan yang telah mendukung secara langsung pemasangan PLTS off-grid, serta mahasiswa Teknik Elektro UMY Bangkit Dwiputra Erlangga dan Nur Fauzi Hidayat yang telah membantu di lapangan. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh individu yang telah memberikan sumbangan materil dan non-materil dalam kegiatan ini.

### Daftar Pustaka

- Abrori Muchammad, Sugiyanto, T. F. N. (2017). Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif dan Media Pembelajaran Praktikum Siswa Di Pondok Pesantren “Nurul Iman” Sorogenen Timbulharjo, Sewon, Bantul, Yogyakarta Menuju Pondok Mandiri Energi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains Dan Teknologi*, 1(1), 17–26.
- Anapode. (n.d.). On-Grid vs Off-Grid Solar. Retrieved August 14, 2019, from <https://www.anapode.com/content/On-GridVsOff-Grid>
- energy informative. (2012). Grid-Tied Solar Systems. Retrieved August 14, 2019, from <https://energyinformative.org/grid-tied-off-grid-and-hybrid-solar-systems/>
- IESR. (2018). Kapasitas PLTS Indonesia Masih Minim. Retrieved August 14, 2019, from <http://iesr.or.id/kapasitas-plts-indonesia-masih-minim-3/>
- Mellor, A. (2017). Could solar-thermal be the solution for low-carbon heating? Retrieved August 14, 2019, from <https://granthaminstitute.com/2017/08/08/could-solar-thermal-be-the-solution-for-low-carbon-heating/>
- Ministry of Energy and Mineral Resources Indonesia. (2017). Statistik Ketenagalistrikan 2017. *Directorate General of Electricity and Energy Utilization*.
- Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. (n.d.). Linear Concentrator Solar Power Plant Illustration. Retrieved August 14, 2019, from <https://www.energy.gov/eere/solar/downloads/linear-concentrator-solar-power-plant-illustration>
- Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. (2013). Power Tower System Concentrating Solar Power Basics. Retrieved August 14, 2019, from <https://www.energy.gov/eere/solar/articles/power-tower-system-concentrating-solar-power-basics>
- pveducation.org. (n.d.). Introduction. Retrieved August 14, 2019, from <https://www.pveducation.org/pvcdrom/introduction/introduction>
- Soga, T. (2006). Fundamentals of Solar Cell. In *Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion*. <https://doi.org/10.1016/B978-044452844-5/50002-0>