

## INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI GUNA TERBENTUKNYA PONDOK MANDIRI ENERGI DI PP. NURUSSALAM AMBULU JEMBER

Siti Diah Ayu Febriani<sup>#1</sup>, Risse Entikaria Rachmanita<sup>#2</sup>, Mochamad Irwan Nari<sup>#2</sup>

<sup>#1,2,3</sup>Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember  
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember

<sup>1</sup>siti\_diah@polije.ac.id

<sup>2</sup>risse\_rachmanita@polije.ac.id

<sup>3</sup>m.irwan.nari@polije.ac.id

### Abstract

PLTS is a solar electricity generator using solar panel. In the educational environment and boarding schools, electrical energy has an important role in the success of the teaching and learning process. PP. Nurussalam Ambulu Jember consumes large amounts of electricity to support their learning activities. The effort made to save electricity is by utilizing information technology-based solar energy to form the Pondok Mandiri Energi (POMAGI). Solar module installation has been carried out using a 25 Watt LED lamp in PP. Nurussalam Ambulu Jember. This solar module installation is able to save electricity costs and can produce 23.25 kWh of independent electricity for 4 weeks that can be monitored via a smartphone.

*Keywords*— monitoring, POMAGI, smartphone, solar panel

### I. PENDAHULUAN

Konsumsi energi semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Dalam usaha pemenuhan energi tersebut dikembangkan sumber energi terbarukan, salah satunya dari energi surya dengan menggunakan sel surya. Sel surya adalah alat yang terbuat dari bahan semikonduktor yang mampu mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada saat foton mengenai sel surya maka energi yang diserap dari foton akan diberikan ke elektron untuk melepaskan diri dari semikonduktor tipe N. Terlepasnya elektron ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan. Pada sambungan PN terdapat medan listrik yang menyebabkan elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor N begitu juga dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor P [1]. Sel surya didesain untuk mengubah cahaya menjadi energi listrik sebanyak-banyaknya dan dapat digabung secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang diinginkan [2].

Pondok Pesantren Nurussalam Ambulu merupakan salah satu pondok pesantren yang berada di kecamatan Ambulu yang beralamat di Jalan Imam Syafii 7 Krajan Lor Ambulu Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur. Pondok Pesantren ini mempunyai jumlah santri sebanyak 150 santri. Pondok adalah tempat mengaji sambil sekolah. Dilingkungan pondok pesantren dan pendidikan, energi listrik memiliki peranan penting dalam keberhasilan proses belajar mengajar. Pondok pesantren Nurussalam mengkonsumsi energi listrik

dalam jumlah yang besar dengan penggunaan untuk mendukung semua aktivitas pondok.

Pondok Pesantren Nurussalam mengeluarkan biaya besar, kurang lebih Rp. 1.000.000 per bulan untuk membayar tagihan listrik PLN. Beberapa permasalahan lainnya terkait energi seperti sering terjadinya pemadaman listrik secara mendadak karena keterbatasan daya listrik, belum adanya pemanfaatan energi surya yang berbasis teknologi informasi untuk produksi listrik mandiri, belum adanya kegiatan ekstrakurikuler terkait energi terbarukan, dan belum adanya manajemen energi listrik secara baik. Sehingga diperlukan analisis dan evaluasi tentang pola penggunaan energi listrik untuk selanjutnya dapat dijadikan pondok pesantren hemat dan peduli energi serta sebagai acuan pondok mandiri energi (POMAGI) dengan instalasi panel surya sebagai PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Instalasi akan dilakukan di atap Masjid Nurussalam. Atap gedung adalah bagian paling atas dari sebuah bangunan atau gedung, yang permukaannya datar dan tidak ditutupi oleh langit-langit, sehingga terbuka. Atap gedung biasanya dikelilingi oleh pagar pembatas, seringnya berupa tembok/ pagar besi. Disamping itu, bentuk PLTS di atap gedung tersebut memiliki keunggulan tersendiri apabila dibandingkan dengan PLTS skala besar, diantaranya lebih mudah dan murah untuk diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang sudah ada, dapat memanfaatkan lahan yang ada (mengurangi biaya investasi lahan), serta dapat turut mengurangi beban jaringan sistem yang ada [3]. Instalasi PLTS dilengkapi dengan aplikasi yang bisa memonitoring pengelolaan sistem dari jauh melalui

smartphone serta modul (buku panduan) untuk mempermudah mitra dalam instalasi dan pengelolaan sistem.

Program penghematan listrik bukan hanya masalah teknis semata melainkan pertimbangan dan keputusan manajemen terutama ditinjau dari segi keuangan [4]. Selain dapat menghemat energi listrik dan pengurangan biaya listrik PLN PP. Nurussalam, kegiatan pengabdian ini bermanfaat dalam memberikan pengetahuan tentang pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik dengan menggunakan solar sel serta keterampilan dalam instalasi dan monitoring pengelolaan PLTS berbasis sistem IoT.

## II. TARGET DAN LUARAN

### A. Target

Berdasarkan permasalahan yang ditemui di Pondok Pesantren Nurussalam Ambulu, Jember yakni, masyarakat pondok masih sering terjadinya pemadaman listrik secara mendadak karena keterbatasan daya listrik, tagihan biaya listrik PLN yang masih cukup tinggi, belum memiliki keterampilan instalasi panel surya, pemanfaatan dan pengelolaan sistem energi surya berbasis teknologi informasi, dengan permasalahan tersebut target yang diusulkan pada program pengabdian kepada masyarakat ini meliputi beberapa kegiatan. Target kegiatan yang diusulkan adalah sebagai berikut :

1. Penyampaian materi wawasan penerapan IPTEKS pada pemanfaatan dan pengelolaan energi surya berbasis teknologi informasi,
2. Demonstrasi pemasangan instalasi panel surya disalah satu fasilitas pondok dan membentuk kegiatan ekstrakurikuler energi terbarukan,
3. Pembentukan Pondok mandiri energi berdasarkan penggunaan energy terbarukan yakni energi surya,
4. Monitoring keberhasilan panel surya dan pengelolaannya berbasis teknologi informasi.

### B. Luaran

Luaran yang ingin dicapai pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah produk panel surya, keterampilan instalasi panel surya, pemanfaatan dan pengelolaan energi surya berbasis teknologi informasi serta adanya kegiatan ekstrakurikuler terkait energi terbarukan serta terbentuknya pondok mandiri energi dengan menggunakan energi listrik dari konversi energi surya dengan spesifikasi sebagai berikut:

#### 1) Pengurangan biaya listrik PLN

Usaha untuk mengurangi konsumsi energi listrik PLN dalam hal ini mengurangi biaya pembayaran tagihan listrik PLN tiap bulannya yaitu dengan menentukan tindakan-tindakan penghematan energi listrik tanpa mengurangi mutu pelayanan pendidikan atau fasilitas pondok pesantren lainnya. Dengan menggunakan

analisis, selanjutnya dapat diperhitungkan sel surya untuk panel surya yang akan digunakan di salah satu fasilitas pondok tersebut.

#### 2) Keterampilan instalasi pemasangan panel surya, pemanfaatan dan pengelolaan energy surya berbasis teknologi informasi.

Keterampilan instalasi pemanfaatan dan pengelolaan energi surya dengan menggunakan panel surya diharapkan diperoleh oleh seluruh masyarakat pondok pesantren dengan menggabungkan kinerja arduino melalui internet, sehingga meminimalisir sumberdaya manusia untuk memantau kinerja sistem di lokasi terpasangnya panel surya secara langsung serta menghemat waktu dan biaya.

#### 3) Terbentuknya Pondok Mandiri Energi

Terbentuknya pondok mandiri energi di pondok pesantren Nurussalam Ambulu dengan memanfaatkan panel surya yang akan mengubah energy surya menjadi energy listrik. Dengan ini akan mengurangi penggunaan energy listrik dari PLN sehingga berdampak pada pengurangan biaya tagihan listrik PLN setiap bulan.

## III. METODE PELAKSANAAN

Berdasarkan permasalahan mitra yang telah diuraikan, tim pengusul memberikan solusi permasalahan terkait energi. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat adalah pertama, tahap survei lokasi, dilakukan untuk memperoleh data primer dan sekunder tentang kondisi terkini masyarakat PP. Nurussalam diperoleh melalui wawancara dengan pengelola pondok dan beberapa santri untuk mengetahui permasalahan terkait listrik dan energi. Kedua, tahap penyampaian materi wawasan penerapan IPTEKS pada pemanfaatan dan pengelolaan *PV generation system* berbasis teknologi informasi dalam hal ini menggunakan sistem IoT. Ketiga, tahap Audit Energi (analisis data historis, analisis energi, analisis teknik, analisis ekonomi/finansial). Audit dilakukan untuk rekomendasi penghematan energi listrik. Keempat, tahap demonstrasi instalasi *PV generation system* dan sistem monitoring di salah satu atap bangunan. Kelima, tahap evaluasi, dilakukan sebagai monitoring keberhasilan terlaksananya kegiatan pengabdian: pemahaman mitra dengan materi, keterampilan pemasangan panel surya dan pengelolaannya berbasis teknologi informasi.

#### A. Penyampaian Materi wawasan penerapan IPTEKS pada pemanfaatan dan pengelolaan *PV generation system*

Penyampaian materi terkait wawasan penerapan IPTEKS pada pemanfaatan dan pengelolaan *PV generation system* dilakukan pada tanggal 11

September 2019 pukul 09.00 WIB di Pondok Pesantren Nurussalam yang di hadiri oleh 16 siswa SMK dan 2 orang pengurus pondok pesantren.

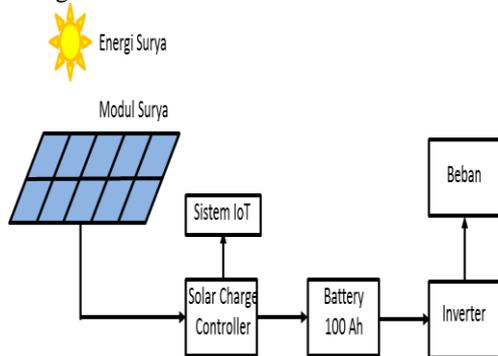
Penyampaian materi dilaksanakan selama 2 jam dengan materi pengenalan energi terbarukan, pemanfaatan energi terbarukan yang ada di sekitar lingkungan pondok, perhitungan energi listrik, system panel surya, tata cara instalasi panel surya.



Gambar 1. Penyampaian materi dan pemberian panel surya kepada PP Nurussalam

### B. Pemasangan Panel Surya

Alat yang dibutuhkan dalam pemasangan panel surya adalah modul surya *polycrystalline* (100 Wp), inverter 500 Watt, *solar charge controller* PWM 20, baterai basah GS 100 Ah, Kabel NYM 1 mm, box modul surya, terminal, MCB AC 2 Amphere, Galvalum 0,7 kanal C, baut, kabel Tis dan sistem IoT. Pemasangan panel surya dimulai dengan membuat diagram blok sistem, rangkaian sistem serta diagram alur.



Gambar 2. Diagram blok pemasangan PV generation system

Instalasi *PV generation system* dilakukan di atap Masjid PP. Nurussalam oleh dosen, mahasiswa, guru dan siswa PP. Nurussalam. Langkah pertama dalam instalasi *PV generation system* adalah memasang kerangka/box pada modul surya kemudian memasang dudukan modul surya. Dudukan modul surya menggunakan bahan galvalum 0,7 kanal C tinggi 50 cm yang dipasang rapat di atas atap. Peletakan modul surya pada dudukan dimiringkan dengan sudut 15° menghadap arah matahari.



Gambar 3. Instalasi panel surya di atap Masjid PP. Nurussalam

Setelah instalasi, modul surya dihubungkan dengan dengan *solar charge controller* yang berfungsi untuk mengatur proses pengisian arus searah ke baterai dan proses pengosongan dari baterai ke beban. Alat ini juga berfungsi untuk mengatur kelebihan pengisian pada baterai. *Solar charge controller* menggunakan teknologi PWM 20, teknologi ini akan melakukan pengisian dengan arus yang besar ketika baterai kosong dan arus pengisian diturunkan secara bertahap ketika baterai semakin penuh. *Solar charge controller* dihubungkan dengan baterai basah GS 100 Ah. Baterai ini merupakan media yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang dihasilkan oleh modul surya. Baterai dihubungkan dengan inverter yang merupakan perangkat untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC dengan tegangan maksimum 220 volt. Inverter yang digunakan adalah STC 300W. Dari inverter menghasilkan arus AC yang dihubungkan ke beban lampu LED 25 Watt.

Rangkaian *Solar charge controller* dan inverter dihubungkan dengan MCB AC 2 Amphere, terminal ke beban dan sambungan sistem IoT yang diletakkan dalam box. MCB AC 2 Amphere merupakan alat pengaman dan pemutus arus listrik secara otomatis.



Gambar 4. Rangkaian *Solar charge controller*, inverter, MCB AC 2 Amphere, terminal ke beban dan sambungan sistem IoT

### C. Pemasangan Sistem IoT

Sistem IoT menggunakan arduino yang dihubungkan ke aplikasi di smartphone. Aplikasi monitoring panel surya digunakan untuk memantau pengelolaan PV generation system dari jarak jauh. Aplikasi ini mampu memonitoring arus dan tegangan yang dihasilkan setiap waktu oleh modul surya dan daya beban yang dipakai. Aplikasi ini juga mampu menghitung energi listrik yang dihasilkan setiap waktu beserta perhitungan tarif daftar listrik (TDL).

Cara kerja sistem IoT, pertama arduino membaca arus listrik menggunakan sensor acs712 yang dikalikan dengan tegangan dan menghasilkan energi. Setelah diproses hitung lalu dijadikan sebuah bentuk objek untuk diunggah ke firebase (cloud) dan bekerja sesuai dengan milis yang disesuaikan. Pada cloud data hanya disimpan dan aplikasi di android menampilkan data-data arus, tegangan dan beban. Data tersebut dapat dimonitoring melalui aplikasi di android [5]-[6].



Gambar 5. Aplikasi monitoring panel surya di *smartphone*

### IV. KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI

Kinerja Lembaga Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember sebagai lembaga yang menaungi seluruh kegiatan dosen dan mahasiswa dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat untuk meningkatkan kompetensi tenaga pengajar dalam bidang mata kuliah yang dibinanya disamping secara langsung juga meningkatkan kualitas lulusan melalui keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan diantaranya adalah:

- Pengembangan berbagai jenis usaha mikro, kecil dan menengah
- Rancang bangun (rekayasa) berbagai jenis teknologi tepat guna (proses peralatan) dalam bidang budidaya dan pengolahan produk
- Aplikasi teknologi informasi
- Aplikasi bahasa Inggris dalam mendukung aktivitas pemasaran dan promosi.

Proses pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat sebagai berikut:

- P3M menginformasikan setiap informasi pengajuan proposal, baik dari sumber dana

- PNBP Polije maupun sumber dana Dikti dan cara pengusulannya sesuai dengan panduan
- P3M menyeleksi usulan proposal yang masuk ke P3M dan yang memenuhi syarat diusulkan ke Dikti maupun Polije
- P3M mengkoordinasi pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat secara lembaga, baik secara administrative maupun keuangan
- P3M memonitor dan mengevaluasi pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat di lapangan
- P3M memfasilitasi setiap kegiatan pengabdian kepada masyarakat sesuai dengan fasilitas yang tersedia

Sumberdaya manusia yang terlibat dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat adalah dosen yang memiliki kepakaran untuk menyelesaikan persoalan mitra dan mahasiswa yang membantu aspek teknis. Berikut disajikan dalam Tabel 4.1 adalah kepakaran masing-masing dosen yang tertuang dalam bentuk tugas dan kewajiban.

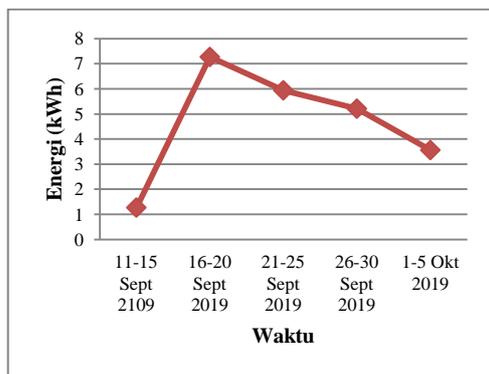
TABEL 4.1 TUGAS DAN KEWAJIBAN

No	Nama	Status	Tugas dan Kewajiban
1	Siti Diah Ayu Febriani S.Si., M.Si	Ketua	Mengorganisasi kegiatan dari mengakomodasi informasi, permasalahan, pemasangan/ instalasi panel surya, pemeliharaan sistem, pemantauan keberhasilan program pengabdian masyarakat
2	Risse Entikaria Rachmanita S.Pd., M.Si	Anggota 1	Komunikasi dengan pihak terkait, proses instalasi panel surya, audit energy, prosesing.
3	Mochamad Irwan Nari S.T., M.T	Anggota 2	Komunikasi dengan pihak terkait, proses instalasi panel surya, audit energy, prosesing dan pembuatan laporan.
4	David Mahendra	Anggota 3 (Mahasiswa)	Instalasi panel surya, informasi data sekunder
5	Ridwan Fauzi	Anggota 4 (Mahasiswa)	Instalasi panel surya, informasi data sekunder

## V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Pengabdian masyarakat di PP. Nurussalam Ambulu Jember telah dilakukan. Instalasi panel surya 100 Wp telah dilaksanakan di atap Masjid Nurussalam pada tanggal 11 September 2019 oleh tim pengabdian dan didemonstrasikan ke guru dan siswa PP. Nurussalam. Guru dan siswa bisa mengamati secara langsung proses instalasi panel surya, mulai dari pemasangan panel surya di atap, perakitan rangkaian solar charge controller, inverter, baterai, dan sistem IoT-nya. Guru dan siswa bisa memonitoring kinerja panel surya melalui *smartphone* dengan cara mendownload aplikasi di android. Dari aplikasi tersebut guru dan siswa bisa mengamati arus dan tegangan yang dihasilkan, beban, serta menghitung energi yang dihasilkan dan keuntungan yang didapat.

Hasil monitoring kinerja panel surya menggunakan aplikasi monitoring panel surya melalui *smartphone* dari tanggal 11 September sampai 5 Oktober 2019 adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik pengamatan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.

Dari hasil pengamatan tersebut, jumlah energi listrik yang dihasilkan dari tanggal 11 September 2019 sampai 5 Oktober 2019 adalah 23,25 kWh. Menurut Peraturan Menteri ESDM No. 31 Tahun 2014 dan No. 9 Tahun 2015 ada 12 golongan yang besaran tariff listriknya disesuaikan [7]. Tarif dasar listrik (TDL) di PP. Nurussalam dengan batas daya 1.300 VA dan 2.200 VA tahun 2019 sebesar Rp 1.467,28 per kWh [8]. Besar keuntungan yang didapatkan ketika menggunakan panel surya adalah Rp 34.114,26 dalam waktu 4 minggu.

PP. Nurussalam bisa menghemat biaya listrik sebesar Rp 34.114,26 selama 4 minggu. Dengan ini akan mengurangi penggunaan energi listrik dari PLN sehingga berdampak pada pengurangan biaya tagihan listrik PLN setiap bulan. Dengan memanfaatkan panel surya yang akan mengubah energi surya menjadi energi listrik, terbentuk pondok mandiri energy (POMAGI) di PP. Nurussalam Ambulu Jember.

## KESIMPULAN

Instalasi panel surya 100 Wp telah berhasil dilaksanakan di PP. Nurussalam Ambulu Jember. Dengan adanya instalasi panel surya, masyarakat PP. Nurussalam mampu melakukan pemanfaatan dan pengelolaan energi surya dengan menggunakan panel surya dan monitoring kinerja melalui aplikasi android di *smartphone*. Energi yang dihasilkan selama 4 minggu sebesar 23,25 kWh menggunakan aplikasi android di *smartphone*. Sehingga PP. Nurussalam bisa menghemat biaya listrik sebesar Rp 34.114,26 dan terbentuk menjadi pondok mandiri energy (POMAGI).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada Politeknik Negeri Jember atas izin dan bantuan dana yang telah diberikan serta PP. Nurussalam Ambulu Jember sebagai mitra dalam pengabdian masyarakat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suriadi., Syukri, Mahdi, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu menggunakan sftware PVSYSY pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 9, No.2 Universitas Syah Kuala, 2010.
- [2] Chennai, R. Makhlof, M. Kerbache T., & Bouzoid, A, "A detailed Modelling Method for pgotovoltaic Cells," *Amsterdam Journal of energy*. vol. 32, pp. 1724-1730S, 2007.
- [3] S.G. Ramadhan & Ch. Rangkuti , "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Atap Gedung Hary Hartanto Universitas Trisakti", *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2016.
- [4] (2004) Badan Standardisasi Nasional website. [Online]. Tersedia: [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id).
- [5] Taufal Hidayat & Dwiki Firmansyah, "Perancangan smart Meter Berbasis IoT untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid: Proposal Penelitian," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 8, No. 1, Januari 2019.
- [6] R. E. Rachmanita & H. Ahmadi, "Aplikasi Interdigital apasitors Sensor (IDCS) dalam Pengukuran Permittivitas Crude Oil," *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*, vol. 5, No. 2, 2019.
- [7] (2015) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia website. [Online]. Tersedia: [www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id).
- [8] (2019) Money Smart website. [Online]. Tersedia: [www.moneysmart.id](http://www.moneysmart.id).