

## Pemanfaatan Energi Surya sebagai Sumber Energi Alternatif di Dusun Kotta Blater Desa Curahnongko Kabupaten Jember

*Utilization of Solar Energy as an Alternative Energy Source in Kotta Blater Hamlet, Curahnongko Village, Jember Regency*

Astrie Kusuma Dewi <sup>1\*</sup>, Pujiyanto <sup>1</sup>, Chalidia Nurin Hamdani <sup>1</sup>, Mochamad Rizky Pradana <sup>1</sup>, Risse Entikaria Rachmanita <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas

<sup>2</sup> Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember

\* [astrie.dewi@esdm.go.id](mailto:astrie.dewi@esdm.go.id)

### ABSTRAK

Dusun Kotta Blater merupakan salah satu wilayah di Desa Curahnongko, Kecamatan Tempurejo, Jember. Warga di lokasi tersebut tinggal di area terpencil di tengah perkebunan karet sehingga belum terjangkau jaringan listrik PLN. Kebutuhan listrik dipenuhi dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel yang berbahan bakar solar. Dengan kegiatan pengabdian diperkenalkan teknologi tepat guna sistem pembangkit listrik tenaga surya sederhana sistem *off-grid* berdaya kecil untuk memenuhi sebagian dari kebutuhan listrik tersebut. Daya listrik yang dihasilkan terutama digunakan untuk keperluan penerangan. Komponen ini terdiri dari solar panel, kontroler, inverter, dan aki disediakan tim PkM, termasuk lampu, kabel fitting, terminal listrik, dan aksesoris lain. Proses instalasi dilakukan tim PkM bekerjasama dengan warga pengguna yang dibantu warga lain dan pemuda yang berdomisili di sekitar lokasi pengabdian. Sebagai hasil kegiatan ini, telah terpasang sistem pembangkit listrik sederhana dengan komponen utama dua keping solar panel berdaya puncak total 300 Watt dan satu baterai berkapasitas 100 Ah. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sederhana ini di aplikasikan di Masjid Al Amien untuk melayani kebutuhan penerangan, pengeras suara dan pompa air.

**Kata kunci** — energi alternatif, jaringan listrik, panel surya, sistem *off-grid*

### ABSTRACT

*Kotta Blater is one of the areas of Curahnongko Village, Tempurejo District, Jember. Residents in these locations live in remote areas in the middle of a rubber plantation, so they are not yet reached by the PLN electricity network. Electricity needs are met by Diesel Power Plants that run on diesel fuel. With this community service activity, appropriate technology is introduced for a simple solar power generation system with a small power off-grid system to meet some of the electricity needs. The electricity generated is mainly used for lighting purposes. These components consist of solar panels, controllers, inverters, and batteries provided by the PkM team, including lamps, cables, fittings, electrical terminals, and other accessories. The installation process was carried out by the PkM team in collaboration with user residents assisted by other residents and youth who live around the service location. As a result of the activity, a simple power generation system has been installed with the main components being two solar panels with a total peak power of 300 watts and one battery with a capacity of 100 Ah. This simple Solar power plant is applied in Al Amien Mosques to serve the needs of lighting, loudspeakers, and water pumps.*

**Keywords** — *alternatief energy, electric network, solar panel, off-grid system*

### OPEN ACCESS

© 2021. Astrie Kusuma Dewi, Pujiyanto, Chalidia Nurin Hamdani, Mochamad Rizky Pradana, Risse Entikaria Rachmanita



Creative Commons  
Attribution 4.0 International License

## 1. Pendahuluan

Berada di garis khatulistiwa, sinar matahari di Indonesia dikenal sangat melimpah. Matahari bersinar sepanjang tahun, suatu keuntungan yang tidak semua negara bisa miliki. Dalam empat tahun berturut-turut, sebagai pembangkit tenaga listrik, penggunaan energi terbarukan berhasil melampaui penggunaan bahan bakar fosil. Dari 100 GW yang terpasang sebanyak 55 % berasal dari solar photovoltaic (PV), dari tenaga angin sebesar 28 % dan dari tenaga air sebesar 11 %. Dan di tahun 2018 setidaknya ada 90 negara yang mampu menghasilkan 1 GW dan lebih dari 30 negara yang menghasilkan sumber pembangkit dari energi terbarukan sebesar 30 GW [1].

Indonesia yang berada di daerah tropis, memiliki potensi energi matahari sebesar 4.80 kWh/m/hari. Ini menunjukkan bahwa pembangkit listrik berasal dari energi matahari berpotensi untuk dikembangkan. Pembangkit listrik PV Farm dapat dijadikan salah satu alternatif untuk mewujudkan blueprint pengelolaan energi nasional tahun 2006-2025. Berdasarkan sasaran bauran energi primer nasional tahun 2025, berdasarkan Peraturan Presiden No.5/2006, lampiran N, tentang kebijakan energi nasional, memperlihatkan target optimalisasi pengelolaan energi, bersumber dari Energi Baru dan Terbarukan.[2]

Tapi ada saatnya listrik tidak mengalir penuh selama 24 jam disebabkan karena adanya pemadaman atau kerusakan. Di sinilah dibutuhkan sumber listrik emergency, karena kebutuhan manusia akan listrik saat ini tidak hanya digunakan untuk penerangan, tapi sebagai sumber energy untuk alat komunikasi. Selain itu untuk daerah tertinggal, yang belum terjangkau listrik, dibutuhkan aliran listrik misalnya kebutuhan minimalis yaitu sebagai alat penerangan.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), merupakan peralatan pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut *Solar Cell*, atau *Solar Photovoltaic*, atau *Solar Energy*. Sistem kerja dari PLTS memanfaatkan energi matahari untuk menjadi energi listrik melalui *photovoltaic* (PV) modul atau yang lebih dikenal dengan modul surya, sehingga menjadi suatu pembangkit yang efisien dan efektif. PLTS adalah pembangkit yang ramah lingkungan karena sistem kerjanya

memanfaatkan energi matahari untuk mensuplai daya listrik ke beban.

Sistem sel surya yang digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charge controller*), dan aki (baterai) 12 volt. Panel sel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel surya yang digabung dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Modul sel surya itu menghasilkan energi listrik yang proporsional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari.[3]

PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) yang selanjutnya disebut PTPN XII merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dengan status perseroan terbatas yang keseluruhan sahamnya dimiliki oleh Pemerintah Republik Indonesia. Kantor pusat PTPN XII beralamat di Jl. Rajawali No 44 Surabaya, Jawa Timur. PTPN XII Kebun Kotta Blater ini berlokasi di Dusun Kotta Blater, Desa Curahnongko, Kecamatan Tempurejo Jember, PTPN XII Kebun Kotta Blater Jember merupakan perkebunan dengan komoditas yaitu tanaman kakao, tebu, gula kelapa, produksi kayu dan karet sehingga PTPN XII Kebun Kotta Blater ini merupakan salah satu perkebunan karet yang memproduksi getah karet (lateks) menjadi RSS (*Ribbed Smoked Sheet*).

Tantangan geografis sering menjadi alasan sulit dijangkaunya akses listrik PLN ke banyak desa di Indonesia, hal tersebut sebagaimana yang dialami masyarakat di Dusun Kotta Blater, Desa Curahnongko, Kecamatan Tempurejo Jember, PTPN XII Kebun Kotta Blater Jember. Berdasarkan informasi yang di dapat, ada sekitar 55 rumah masyarakat Dusun Dusun Kotta Blater yang masih belum teraliri oleh listrik PLN. Sumber listrik masyarakat desa tersebut berasal dari pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD). Dikarenakan harga bahan bakar mengalami kenaikan, maka penggunaan listrik juga dibatasi. Masyarakat di dusun tersebut merupakan pekerja perkebunan di PTPN XII Kotta Blater. Tempat tinggal masyarakat tersebut berpindah-pindah dari kebun satu ke kebun lainnya, sehingga jumlah masyarakat yang tinggal di dusun tersebut tidak memenuhi persyaratan dari PLN untuk memasang jaringan listrik. Saat ini listrik hanya menyala di jam 18.00 - 19.00 WIB, kurang lebih selama 1 jam setiap harinya. Hal tersebut mengakibatkan aktivitas yang dilakukan oleh



anak-anak maupun masyarakat dari 55 rumah tersebut sangat terbatas dan kurang optimal saat malam hari, seperti anak-anak dalam belajar dan mengaji, serta aktivitas warga seperti memasak, dan aktivitas lain di malam hari.

Berdasarkan permasalahan tersebut, solusi yang diberikan berupa implementasi sistem pembangkitan listrik menggunakan panel surya yang dipasang merupakan sistem *off-grid* dengan pemasangan 2 buah panel surya 200 Wp.

## 2. Target dan Luaran

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan, tim dapat memberikan beberapa analisa terkait perbandingan antara permasalahan masyarakat terhadap keseluruhan hasil yang dicapai dari kegiatan ini memberikan rangkaian integrasi kelistrikan dengan komponen Solar Panel, *Solar Charge Control* (SCC) media penyimpanan aki kering dan lampu LED. Dengan rincian sebagai berikut:

- a) Sistem pembangkitan listrik menggunakan panel surya yang dipasang merupakan sistem *off-grid*.
- b) Pemasangan 2 buah panel surya 200 Wp hanya dapat menghidupkan 3 buah lampu pada teras, pengeras suara dan pompa air.
- c) Dari hasil pemasangan instalasi kelistrikan untuk lampu teras ini, maka penggunaan bahan bakar solar dapat di hemat untuk kebutuhan masjid dan bisa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga di sekitar masjid. Nyala lampu selama 10 jam dari sore hingga pagi, penggunaan pompa air untuk mengisi tandon air dan pengeras suara digunakan waktu adzan, total membutuhkan daya 290 Wh. PLTD membutuhkan konsumsi bahan bakar solar 80 liter per minggu untuk penggunaan listrik di masjid dan beberapa rumah. Walaupun ini tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan pengeluaran yang ditanggung, tetapi harapannya program ini dapat menjadi batu loncatan ke depannya agar masyarakat atau warga Dusun Kotta Blater dapat memanfaatkan integrasi kelistrikan yang dipasang secara ekonomi maupun energi. Minimnya pengetahuan terkait ketenagalistrikan warga dusun tersebut merupakan tantangan terbesar untuk tim

PkM dalam melaksanakan monitoring . Hal ini dikarenakan peserta belum memiliki keterampilan dasar tentang kelistrikan, sehingga saat terjadi kerusakan harus menunggu tim PkM datang ke lokasi untuk melakukan perbaikan.

## 3. Metodologi

Metode pelaksanaan dari kegiatan ini secara garis besar dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Survei lapangan yang lebih detail untuk mengetahui keberadaan situasi dan kondisi geografis di Dusun Kotta Blatter,
- b. Konsolidasi tim pelaksana pengabdian masyarakat. Selain dosen, tim juga dibantu tenaga administrasi, teknisi dari Laboratorium Energi PEM Akamigas, dan beberapa mahasiswa. Untuk anggota mahasiswa kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dibantu oleh mahasiswa dari Politeknik Negeri Jember.
- c. Pembelian peralatan dan bahan-bahan yang berkenaan dengan sistem PLTS. Setelah kondisi lokasi sudah tergambarkan, maka desain dari sistem dan daftar komponen dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan dan mulai dilakukan pengadaan barang.
- d. Melakukan dan memberikan penjelasan tentang pemasangan dan perawatan PLTS dan mengenai teknologi yang akan diimplementasikan, mulai dari cara kerja, pengertian hingga segala yang berkaitan dengan perawatan dan perbaikan sistem.
- e. Melakukan pengujian dan pengukuran terhadap sistem PLTS yang sudah terpasang. Pengujian meliputi pengukuran tegangan inverter, baterai dan output dari panel surya. Pengujian juga dilakukan pada instalasi listrik untuk penerangan teras dan pengeras suara.

Berikut bahan dan alat yang digunakan sehingga menghasilkan sistem PLTS mini untuk masyarakat Dusun Kotta Blater. Sebelum alat terpasang, dilakukan analisa kebutuhan masing-masing alat utama, yaitu:

- a. Analisis Kebutuhan Baterai (*accu*)  
Baterai (*accu*) berfungsi sebagai penyimpan energi saat matahari terbenam. Pemilihan baterai didasarkan pada kebutuhan



daya total yang diperlukan pada setiap harinya (Wh), tegangan baterai (V), dan *Deep of Discharge* (DOD) baterai 80%. Kapasitas baterai yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi dapat dihitung sebagai berikut ini (Lynn, 2010).

Tabel 1. Jumlah Konsumsi Energi

Komponen	Konsumsi Daya (W)	Konsumsi Energi (Wh)
Lampu 3 buah	45	135
Pengeras suara masjid	15	15
Pompa air	125	125
<b>Total</b>		<b>290</b>

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times DOD \times Eff} \quad (1)$$

$$C = \frac{2 \times 290}{12 \times 0,8 \times 0,9}$$

$$= 67,12 \text{ Ah/hari} = 70 \text{ Ah/hari}$$

Dimana:

C = Kapasitas baterai (Ampere-hour)

N = Jumlah hari otonomi (hari)

Ed = Konsumsi energi harian (Wh)

Vs = Tegangan baterai (Volt)

DOD = Kedalaman maksimum untuk pengosongan baterai (%)

Eff = Efisiensi baterai

Pada penelitian ini kapasitas baterai (*accu*) yang digunakan perencanaan yaitu sebesar 70 Ah. Pemilihan baterai (*accu*) 70 Ah disesuaikan dengan DOD dari baterai (*accu*) agar kebutuhan kapasitas baterai (*accu*) tidak kurang dan menyesuaikan dengan kapasitas baterai (*accu*) yang ada di pasaran.

#### b. Analisis Waktu Pengisian Baterai (*accu*)

Lama pengisian baterai (*accu*) dapat dihitung dengan rumus (Ramadhani, 2018) sebagai berikut ini.

$$h = \left(\frac{Ah}{A}\right) + (20\%h) \quad (2)$$

$$h = \left(\frac{70}{5,97}\right) + (20\% \times \frac{70}{5,97})$$

$$= 11,67 + 2,33 = 14 \text{ jam} = 14 \text{ jam}$$

Dimana:

I = Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

h = Lama pengisian baterai (jam)

Ah = Kapasitas baterai (*accu*) (Ampere Hour)

A = Arus pengisian (Ampere)

20% h = Diefisiensi baterai (*accu*) (jam)

Jadi waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai (*accu*) hingga penuh selama 14 jam.

#### c. Analisis Kebutuhan Panel Surya

Penerimaan radiasi matahari dapat dimaksimalkan salah satunya dengan memiringkan panel ke posisi matahari. Tujuannya agar permukaan panel selalu berada tepat menghadap matahari. Radiasi yang diterima panel juga dipengaruhi oleh *latitude* (garis lintang), hal tersebut menyebabkan posisi kemiringan optimal tiap daerah berbeda [10]. Menurut Kurniawan (2016), sudut kemiringan panel surya pada posisi datangnya sinar matahari yang paling maksimal dalam menangkap cahaya matahari yaitu pada sudut 10° (rata-rata) di PLTU Paiton.[11]. Umumnya di Indonesia, lama penyinaran matahari berkisar antara 5-6 jam/hari. Spesifikasi panel surya yang digunakan disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Panel Surya 100 WP

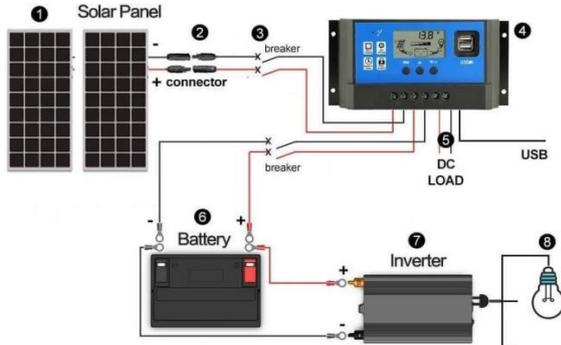
Spesifikasi	Keterangan
<i>Model Type</i>	100W-18V
<i>Rated Max Power (Pmax)</i>	100 W
<i>Current at Pmax (Imp)</i>	5,56 A
<i>Voltage at Vmax (Vmp)</i>	18 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	5,97 A
<i>Open Circuit Voltage</i>	22,4 V
<i>Dimension (mm)</i>	1030 x 680 x 30
<i>Number of Cells</i>	40
<i>Max. System fuse rating</i>	15 A
<i>Temperature Range</i>	-45°C ~+ 80°C

Analisis kapasitas panel surya yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas baterai yang digunakan antara lain sebagai berikut ini.



- Baterai yang digunakan 12 V 70 Ah
- Jumlah panel surya yang digunakan yaitu  $\frac{12 V \times 70 Ah}{100 WP \times 6 jam} = 1,4 \text{ unit} \approx 2 \text{ unit}$

Daya panel yang digunakan harus lebih besar dari daya beban, maka pada penelitian ini kapasitas panel surya yang digunakan adalah sebesar 100 WP sebanyak 2 unit.



Gambar 1. Skema Sistem PLTS Off-grid

#### 4. Pembahasan

Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel berbahan bakar *High Speed Diesel* (HSD) atau solar. Dengan digunakannya bahan bakar konvensional selain dilihat dari sisi kadar polusi pada gas buang kemungkinan pembangkit ini sulit untuk dioperasikan di masa mendatang dikarenakan persediaan minyak bumi dunia yang semakin menipis. Selain itu pasar minyak dunia yang tidak stabil menjadikan bahan bakar utama PLTD ini semakin mahal. PLTD yang ada mempunyai kapasitas 44 KVA. Saat ini PLTD tersebut menggunakan bahan bakar solar.



Gambar 2. PLTD

Pada tahun 2006 Dusun Kotta Blater menjadi Desa mandiri energi bahan bakar nabati yang berasal dari tanaman jarak dan kopra, Gambar 3.2 Dikarenakan produksi tanaman jarak

dan kopra di desa tersebut menurun, maka bahan bakar PLTD dialihkan menggunakan solar. Harga bahan bakar termasuk solar, mengalami kenaikan sehingga mengakibatkan pasokan solar untuk PLTD di Dusun Kotta blater mengalami pengurangan. Yang berakibat pasokan listrik untuk masyarakat dusun tersebut juga berkurang. Listrik hanya warga nikmati selama 2 jam setiap harinya.



Gambar 3. Prasasti Peresmian Desa Mandiri Energi



Gambar 4. Perijinan ke Kepala Desa Curahnongko

Berdasarkan permasalahan tersebut maka tim pengabdian masyarakat akan melakukan instalasi panel surya sebagai penghasil energi listrik, pemasangan khususnya untuk area Masjid Al Amien dikarenakan masjid merupakan sarana ibadah dan fasilitas umum. Tim pengabdian dan masyarakat yang mengikuti kegiatan ini berjumlah kurang lebih 10 orang yang terdiri mandor kebun, dan beberapa masyarakat di lokasi sekitar masjid. Pembagian tugas meliputi 3 orang untuk pemasangan dan perawatan panel, 4 orang untuk pengkabelan dan

3 orang lagi membantu di bagian pengadaan dan *trouble shooting*.

Untuk memulai kegiatan ini, terlebih dahulu tim pengabdian melakukan survey lokasi dan pengurusan perijinan. Survey dan perijinan lokasi dilaksanakan pada tanggal 12 Juli 2022. Ketua tim dan rombongan terlebih dahulu meminta izin ke kepala desa curahnongko, karena wilayah dusun kotta blater terletak di Desa Curahnongko. Kemudian tim melakukan kunjungan ke Kepala Kebun PTPN Kotta Blater untuk berkoordinasi dan pemetaan lokasi. Karena lokasi Masjid Al Amien berada di perumahan warga perkebunan PTPN Kotta Blater, lokasi tepatnya tepatnya berada di tengah perkebunan karet milik PTPN Kotta Blater.



Gambar 5. Pengukuran Tempat Peletakan Panel Surya

Kegiatan pemasangan panel surya dilakukan pada tanggal 22 Agustus 2022 di Masjid Al-Amien, Kotta Blater. Sebelum dilakukan pemasangan sistem terlebih dahulu dilakukan pengenalan mengenai sistem yang akan dipasang. Sistem yang akan di-install di Masjid Al-Amien, Kotta Blater dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Masjid Al-Amien sebagai Lokasi Pemasangan Panel Surya

Penjelasan diawali dengan prinsip kerja dari panel surya, dan hal-hal apa saja yang dapat mempengaruhi kinerja dari panel surya serta bagaimana cara merawat agar panel surya tersebut tetap memberikan hasil yang maksimal. Kemudian diajarkan mengenai cara kerja konverter, mengapa dibutuhkan konverter, apa fungsinya dan apa yang harus dilakukan ketika konverter ini rusak. Materi yang ke tiga adalah instalasi jaringan, diajarkan mengenai macam-macam jaringan dan bagaimana implementasi on grid maupun off grid. Materi yang terakhir mengenai baterai yang digunakan, mengapa menggunakan baterai dan bagaimana memilih kapasitas baterai yang sesuai. Panel surya yang dipasang sebanyak 2 buah dengan daya masing-masing 100 Wp pada halaman masjid seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemasangan Panel Surya di Halaman Masjid Al Amien



Gambar 8. Rangkaian Inverter, SCC dan Baterai

Setelah dilakukan pemasangan panel surya, dilakukan pengkabelan antar panel surya dan *box controller* seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Kemudian kegiatan dilanjutkan dengan kegiatan perakitan/integrasi antara panel surya dan beban 2 lampu pada teras. Integrasi dilakukan untuk modul *solar charger controller*, baterai dan power inverter. Sebelum dilakukan perakitan terlebih dahulu diberikan penjelasan mengenai pembacaan datasheet komponen yang meliputi spesifikasi dan tipe beserta dengan cara kerja dan cara instalasinya. Penjelasan hal tersebut kepada warga agar dapat melaporkan dengan benar kepada tim PkM jika ke depannya terdapat masalah pada sistem dan warga juga mengerti komponen yang perlu diganti/dibeli untuk memperbaiki sistem tersebut. Lampu yang digunakan adalah jenis lampu LED agar dapat menekan konsumsi pemakaian daya. Kegiatan selanjutnya adalah serah terima PLTS ke pengurus perkebunan Dusun Kotta Blater seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Serah Terima PLTS ke Pengurus Perkebunan Dusun Kotta Blater

## 5. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat melalui integrasi pembangkit listrik tenaga surya di Masjid Al Amien telah berhasil dilaksanakan sesuai rencana. Implementasi PLTS sangat bermanfaat bagi warga Dusun Kotta Blater sebagai sumber energi listrik alternatif bagi masyarakat. Dengan adanya PLTS, sebagian listrik di Masjid Al Amien tidak lagi menggunakan aliran listrik dari PLTD.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dari penulis kepada Politeknik Energi dan Mineral Akamigas yang telah memberikan fasilitas dan pendanaan.

## 7. Daftar Pustaka

- [1] "Energi Surya Di Indonesia." <http://www.esdm.go.id/berita/323-energi-baru-danterbarukan/2846-energi-surya-dan-pengembangannya-diindonesia.html> diakses 18 Maret 2016 pukul 10.00%0D.
- [2] "Energi Surya Dan Pengembangannya." <http://www.esdm.go.id/berita/56-artikel/3347-pemanfaatanenergisyura-diindonesia.html?tmpl=component&print=1&age%0A> diakses 18 Maret 2016 pukul 09.00.%0A <http://www.esdm.go.id/berita/323-energi-baru-danterbarukan/2846-energi-surya-dan-pengembangannya-diindo>.
- [3] M. Abrori, S. Sugiyanto, and T. F. Niyartama, "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," J. Bakti Saintek J. Pengabd. Masy. Bid. Sains dan Teknol., vol. 1, no. 1, p. 17, 2017, doi: 10.14421/jbs.1131.
- [4] H. B. SANTOSO, S. PRAJOGO, and S. P. MURSID, "Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron., vol. 6, no. 3, p. 357, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.357.
- [5] J. Bawalo, M. Rumbayan, and N. M. Tulung, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Rumah Kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud," Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc., 2014.
- [6] M. H. Barri, B. S. Aprillia, A. Sugiana, and K. B. Adam, "Integrasi Modul Energi Surya untuk Membantu Sistem Kelistrikan di Pondok Pesantren Darul Bayan Kecamatan Jatinangor Kabupaten Bandung," J-Dinamika J. Pengabd. Masy., vol. 6, no. 1, pp. 117–122, 2021, doi: 10.25047/j-dinamika.v6i1.2368.
- [7] D. P. Sari, N. Kurniasih, and A. Fernandes, "Pemanfaatan Listrik Tenaga Surya Sebagai Pasokan Listrik Untuk Menghidupkan Mesin Pompa Air Masyarakat Dusun Cilatak, Desa Sukadana, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Serang, Banten," Terang, vol. 3, no. 1, pp. 68–79, 2020, doi: 10.33322/terang.v3i1.1019.

- [8] A. Rohman, A. Holik, and H. Yuliandoko, "Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Sistem Pertanian Hidroponik Skala Rumah Tangga di Kelurahan Singonegaran Kota Banyuwangi Pendahuluan Dimasa pandemi Corona Virus Desease memaksimalkan lahan yang sempit dengan hasil Target dan Luaran ( Opti," vol. 6, no. 2, pp. 212–218, 2021.
- [9] D. Montreano, M. R. Waluyo, and R. Rizal, "Pemberdayaan Masyarakat Pesantren tentang Sel Surya untuk Fasilitas Listrik di Desa Sekarwangi, Cibadak, Sukabumi Jawa Barat," *Int. J. Community Serv. Learn.*, vol. 2, no. 4, p. 260, 2018, doi: 10.23887/ijcs1.v2i4.16244.
- [10] J. Optimalisasi et al., "Penentuan Kemiringan Sudut Optimal," vol. 3, pp. 123–131, 2017.
- [11] I. A. Kurniawan, "Tenaga Surya ( Plts ) Sebagai Pemanfaatan Solar Potential Analysis As Steam Power Plant ( Paiton ) Area," pp. 1–99, 2016.

