

## APLIKASI HOME SOLAR SYSTEM SEBAGAI PENERANGAN UNTUK TPQ AL-MURTADHO DI KOTA MALANG

Asrori Asrori <sup>1)\*</sup>, Agus Harijono <sup>2)</sup>, Akhmad Faizin <sup>3)</sup>, Agus Dani <sup>4)</sup>, Kriswitono <sup>5)</sup>  
<sup>1,2,3,4,5)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang  
<sup>1)\*</sup> Email: asrori@polinema.ac.id

### INFO ARTIKEL

#### Riwayat Artikel :

Diterima : 16 November 2020

Disetujui : 03 Desember 2020

#### Kata Kunci:

pelatihan singkat, instalasi panel surya, sistem penerangan rumah, PLTS mini, *home solar system*

### ABSTRAK

Lokasi TPQ-Al Murtadho terletak di RW 01, Wonokoyo, Kedungkandang, Kota Malang. Bangunan semi permanen ini didirikan secara swadaya oleh warga setempat. Selain berfungsi sebagai taman pendidikan Al-Quran (TPQ), bangunan ini juga dimanfaatkan untuk tempat musyawarah warga. Sistem penerangan yang murah dan mudah sangat relevan untuk diterapkan pada bangunan tersebut. Oleh karena itu dalam PkM ini dilakukan pelatihan singkat dan pemasangan sistem penerangan bertenaga surya (*home solar system*). Kegiatan yang dilakukan bersama pemuda karang taruna ini berlangsung selama dua hari. Pelatihan berupa presentasi mengenai listrik tenaga surya, yang dilanjutkan dengan perakitan dan pemasangan instalasi panel surya di TPQ Al-Murtadho. Hasil PkM adalah paket listrik tenaga surya yang terdiri dari : 1 unit panel surya; 1 unit *solar charger controller*; 1 unit baterai; 3 lampu LED dan peralatan aksesoris. Panel surya yang digunakan adalah 100 WP (*Watt Peak*) artinya daya maksimum yang mampu dibangkitkan oleh panel surya dalam 1 jam adalah 100 Watt. Jika sinar matahari dalam kondisi normal (cerah) diasumsikan 5 jam, maka panel surya mampu menghasilkan listrik sebesar 500 Wattjam. Sehingga dengan energi tersebut akan mampu untuk menyalakan lampu dengan daya 9 Watt pada 3 titik selama 9-10 jam.

### ARTICLE INFO

#### Article History :

Received : November 16, 2020

Accepted : December 03, 2020

#### Keywords:

short training, solar panel installation, home lighting system, mini solar power plant, home solar system

### ABSTRACT

*TPQ-Al Murtadho is located at RW 01, Wonokoyo, Kedungkandang, Malang City. This semi-permanent building was built independently by local residents. Apart from functioning as Al-Qur'an education park, this building is also used for community deliberations. Cheap and easy lighting systems are very relevant to be applied to these buildings. Therefore, in this activity training and brief installation of the home solar system were carried out. The activity which was carried out with a youth organization lasted for two days. The training was in the form of a presentation on solar power, followed by assembling and installing solar panels at TPQ Al-Murtadho. The result of community service is a home solar system package which consists of 1 pc of solar panels; 1 pc of solar charger controller; 1 pc of the battery; 3 LED lamp and accessories. The solar panel used is 100 WP (Watt Peak), which means that the maximum power that the solar panel can generate in 1 hour is 100 Watts. If the sunlight in clear day is assumed to be 5 hours, then the solar panel is capable of producing 500 Watt-hours of electricity. So that with this energy, it will be able to turn on a 9 Watt lamp at 3 points for 9-10 hours.*

## 1. PENDAHULUAN

Kelurahan Wonokoyo merupakan salah satu kelurahan yang masuk dalam wilayah kecamatan Kedungkandang, kota Malang. Kelurahan ini terdiri dari 5 RW dan 27 RT. Luas wilayahnya adalah 504 Ha. Kelurahan ini berada sekitar 5 km arah tenggara dari balai kota Malang ([malangkota.go.id](http://malangkota.go.id)). Kelurahan Wonokoyo secara geografis berada di bukit Gunung Buring yang terletak pada ketinggian  $\pm 454$  m di atas permukaan laut, dengan suhu lingkungan antara  $22-31^{\circ}\text{C}$  (Soetjipto, 2008).

Di kelurahan Wonokoyo ini terdapat satu RW yang penghuninya adalah satu kompleks perumahan yaitu perumahan Citra Pesona Buring Raya yang terletak di RW 04. RW 04 terdiri dari 5 RT yang mana tingkat hunian di perumahan ini hampir mencapai 400 KK (Kepala Keluarga). Banyak kegiatan baik yang bersifat sosial dan keagamaan (Islam) yang dilakukan oleh warga di RW 04, diantaranya adalah kegiatan mengaji Al-Quran (TPQ) untuk anak-anak (Muliana dkk, 2011). Bangunan yang bersifat semi permanen ini didirikan secaremandiri oleh warga RW 04 secara gotong royong (Gambar 1).



**Gambar 1. TPQ Al-Murtadho RW 01 Kel. Wonokoyo, Kedungkandang, Kota Malang**

Bangunan ini setiap sore hari digunakan untuk kegiatan mengaji TPQ. Disaat tertentu juga dimanfaatkan untuk tempat musyawarah warga khususnya untuk RT 01. Sementara itu untuk penerangan lampu bersumber dari PLN yang diambilkan dari rumah warga. Sehingga pada malam harinya sering kali tidak ada penerangan dalam bangunan tersebut, untuk alasan penghematan (Gambar 2).



**Gambar 2. Bangunan TPQ disaat malam hari**

Melihat dari kondisi yang ada maka program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini adalah melakukan pemasangan instalasi penerangan tenaga surya kapasitas mini yang dikenal dengan *home solar system* sebagai proyek percontohan. Panel surya akan dipasang berada disekitar area bangunan TPQ. Selain itu dalam PkM ini akan diberikan pelatihan untuk pemuda karang taruna atau perwakilan warga mengenai teknologi instalasi panel surya.

Berbagai program pengabdian kepada masyarakat dengan pemanfaatan energi surya untuk sistem penerangan telah banyak dilakukan. Program PkM tersebut dapat berupa pelatihan ketrampilan dan pemasangan instalasi penerangan tenaga surya (Sandro Putra, 2016; Hijah dkk, 2018; Mungkin dkk, 2020). Menurut (Simamora, 2006), salah satu cara efektif untuk meningkatkan SDM masyarakat desa adalah melalui program pelatihan pada pemuda karang taruna di wilayah setempat. Oleh karena itu kegiatan PkM ini akan disertai dengan program pelatihan kepada pemuda karang taruna yang berada di lokasi RW 4 Wonokoyo. Pelatihan singkat tersebut mengenai pemanfaatan teknologi panel surya untuk penerangan rumah tangga.

Pelatihan tersebut diharapkan akan memberikan dampak positif yaitu: (1) Menambah pengetahuan dan ketrampilan bagi pemuda dan warga setempat mengenai aplikasi panel surya untuk sistem penerangan rumah tangga. (2) Berpeluang untuk menjadi tenaga instalir atau teknisi dalam pemasangan panel surya berkapasitas skala kecil, yang pada akhirnya dapat mengurangi pengangguran pemuda didaerah tersebut. (3) Masyarakat akan lebih mengenal (*familiar*) dengan teknologi

panel surya. Selain harga yang sudah terjangkau, instalasi yang mudah dan minimnya perawatan peralatan ini. (4) Membuka peluang wirausaha bagi warga yang berminat untuk menyediakan peralatan-peralatan instalasi sistem penerangan bertenaga surya, karena sudah banyak beredar baik di toko *offline* maupun *online*.

Sistem pembangkit tenaga surya pada prinsipnya terbagi menjadi 2 jenis yaitu sistem *on grid* dan *off grid*. Dimana untuk program PkM yang dilaksanakan mengacu pada sistem *off grid* yaitu suatu sistem pembangkit yang berdiri sendiri (*standalone*) dan tidak terkoneksi dengan jaringan listrik PLN (Boedoyo, 2013). Sistem PLTS yang paling sederhana adalah pembangkit surya untuk sekala rumah tangga, biasa dikenal PLTS mini atau PLTS HSS (*Home Solar System*). Sistem ini dikenal dengan sistem *DC to DC* dimana arus DC dari panel surya selanjutnya disimpan dalam baterai melalui pengaturan kontroler (Asrori dkk, 2019). Sistem penerangan yang digunakan dalam sistem ini juga menggunakan lampu DC (LED 12 V).

Beda halnya dengan sistem *DC to AC*, perbedaan pada sistem ini adalah arus DC pada baterai diubah menjadi arus AC supaya bisa digunakan untuk aplikasi peralatan elektronik dalam rumah tangga. Namun demikian sistem ini biasanya untuk pemasangan panel surya dalam kapasitas menengah yaitu diatas 1000 Wp Sistem *DC to AC* seperti ini juga dikenal dengan pembangkit surya atap (*solar rooftop*).

Berikut contoh beberapa instalasi sistem PLTS mini atau PLTS HSS. Pada umumnya tipe PLTS mini ini digunakan untuk aplikasi penerangan rumah atau penerangan jalan umum (PJU). Komponen utama instalasi hanya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu (1) Panel Surya, (2) *Solar Charger Controller* (SCC) atau *Battery Charger Controller* dan (3) Baterai (*accu*). Prinsip kerja PLTS mini seperti ini cukup sederhana, Panel surya akan menghasilkan listrik DC, selanjutnya oleh alat pengontrol SCC arus yang masuk ke *accu* (baterai) akan di atur sesuai dengan tegangan pengisian baterai dan berfungsi *cut off* jika pengisian sudah penuh (Ainuddin dkk, 2018).

Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan panel surya dan *charger controller* saja sudah

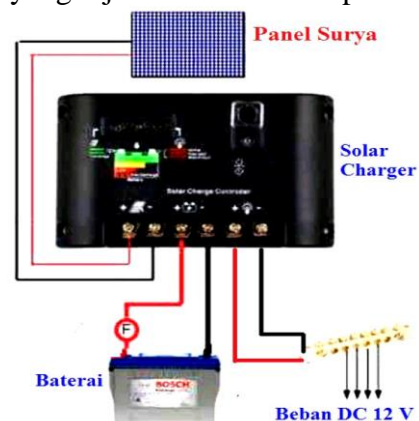
dapat memanfaatkan energi matahari. Sehingga energi matahari ini dapat digunakan untuk mengecaskan HP ataupun untuk keperluan penerangan langsung.



**Gambar 3. Instalasi PLTS mini tipe langsung tanpa sistem penyimpanan baterai**

Gambar 3 merupakan rangkaian yang paling sederhana. Panel surya menghasilkan arus listrik DC masuk kedalam *charger controller*, selanjutnya langsung bisa digunakan untuk media *charger* HP atau digunakan untuk penerangan lampu. Kelemahan rangkaian seperti ini adalah tidak bisa digunakan pada saat hujan atau pada malam hari, karena tidak ada penyimpanan energi listrik berupa baterai. *Feature* yang ada dalam SCC ini juga bermacam-macam, tergantung spesifikasi dan kegunaannya.

Gambar 4 merupakan sistem PLTS mini yang paling banyak digunakan dan beredar di pasaran yang dijual dalam bentuk paket



**Gambar 4. Instalasi PLTS mini dengan sistem penyimpanan baterai.**



Gambar 4 merupakan tipe *DC to DC* dengan sistem penyimpanan energi berupa baterai (*accu*). Kelebihan dari sistem seperti ini adalah energi listrik dapat digunakan pada malam hari atau pada saat langit sedang mendung atau hujan. Karena energi listrik masih tersimpan dalam baterai.

Oleh karena itu berdasarkan analisis jenis instalasi PLTS mini di atas maka untuk pemasangan panel surya di TPQ Al-Murtadho RW 4 Kel. Wonokoyo Kec. Kedungkandang Kota Malang menggunakan sistem *DC to DC* seperti Gambar 4. Sistem *DC to DC* tersebut merupakan sistem yang cukup sederhana dalam instalasi pembangkit listrik tenaga surya.

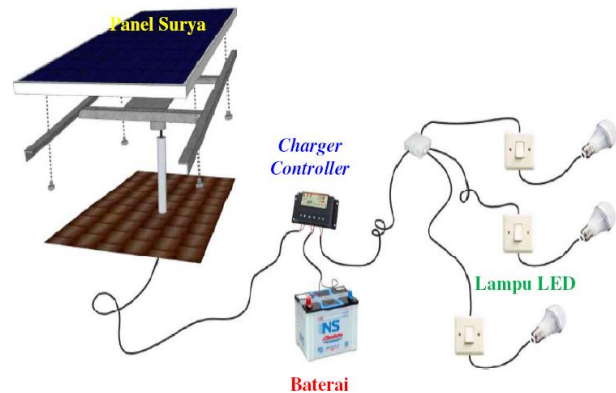
## 2. METODE

Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2020 yang dilakukan oleh tim Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang ini terdiri dari dua jenis kegiatan yaitu: 1) metode pelatihan singkat dan 2) pemasangan paket PLTS mini. Adapun diagram alir dari program PkM ini tampak dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pelaksanaan PkM

Sedangkan kegiatan yang kedua adalah perakitan PLTS SHS untuk TPQ Al-Murtadho di RW 01 Kel. Wonokoyo. Pembangkit listrik tenaga surya mini yang dipasang pada kegiatan PkM ini, terdiri dari rangkaian instalasi seperti Gambar 6.



Gambar 6. Instalasi *home solar system* yang digunakan pada kegiatan PkM

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Komponen utama *home solar system*

PLTS SHS mempunyai rangkaian listrik yang sangat sederhana. Sehingga mudah diajarkan dalam pelatihan kepada masyarakat awam. Adapun komponen utama dan tambahan (aksesoris) untuk pembangkit listrik tenaga surya mini yang dipasang pada kegiatan PkM ini, terdiri dari komponen berikut :

#### 1) Panel Surya

Panel surya yang digunakan berkapasitas 100 Wp seperti tampak dalam Gambar 7 dengan spesifikasi teknis secara rinci diuraikan dalam Tabel 1.



Gambar 7. Panel surya kapasitas 100 Wp

**Tabel 1. Spesifikasi panel surya 100 Wp**

<i>Tech. Specification</i>	<i>Units</i>
<i>Dimensions</i>	100 x 67 x 3 cm
<i>Weight</i>	8 kg
<i>Max. Power</i>	100 Wp
<i>Opt. Operating Voltage (Vm)</i>	17.8 V
<i>Opt. Operating Current (Im)</i>	5.62 A
<i>Open circuit Voltage (Voc)</i>	22.4 V
<i>Short circuit current (Isc)</i>	5.95 A
<i>Power Tolerance</i>	±3%
<i>Max. system voltage</i>	600 VDC
<i>Max. Series fuse rating (A)</i>	10 A
<i>NOCT</i>	47 °C

## 2) Solar Charger Controller (SCC)

*Solar charger Controller (SCC)* berfungsi sebagai pengendali/pengatur (*regulator*) untuk pengisian tegangan dan arus dari panel surya menuju baterai. Peralatan SCC yang digunakan dalam PkM ini tampak seperti pada Gambar 8.



**Gambar 8. Solar Charger Controller (SCC)**

*Solar Charger Controller* yang digunakan adalah tipe PWM (*Pulse Width Modulation*) dengan spesifikasi teknis seperti tampak dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Spesifikasi Solar Charger Controller**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Satuan teknik</b>
Dimensi (P x L x T)	13,3 x 7 x 3,5 cm
Berat	200 gram
Daya PV input	120 Wp
Arus Max input	10 A
Tegangan Max input	42 V
<i>Float Charge</i>	13,8 V
<i>Rated Voltage</i>	12 V
<i>Charge Disconnect</i>	11.2V
<i>Charge Reconnect</i>	13 V
<i>Equalization Voltage</i>	14,2 V

## 3) Battery/Accu

Penggunaan *baterai/accu* (Gambar 9) adalah untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya melalui proses pengisian (*charge*) pada saat panel mendapatkan sinar

matahari dan dapat digunakan pada saat tidak ada sinar matahari (*discharge*).



**Gambar 9. Baterai (accu) 12V/45 Ah**

Gambar 9 merupakan foto *accu* 12V/45 Ah yang digunakan dengan spesifikasi seperti dalam Tabel 3.

**Tabel 3. Spesifikasi teknis baterai**

<b>Spesifikasi</b>	<b>Keterangan</b>
Merk/Pabrikan	Incoe PT. ASTRA
Tipe/JIS	NS60L / 46B24L
Dimensi (P x L x T)	236 x 127 x 201 mm
Berat	7,5 kg
Tegangan	12 V
Kapasitas	45 Ah
CCA (@ -18 °C)	341 A
RC (@ 25A)	56 Menit

## 4) Komponentambahan

Komponen tambahan terdiri dari kabel, *socket*, saklar, *clamp*, rangka dudukan dan lain-lain. Adapun yang yang perlu diperhatikan dalam instalasi DC adalah metode penyambungan kabel. Dalam instalasi DC seperti PLTS mini ini direkomendasikan menggunakan kabel sesuai dengan spesifikasi dan tersambung dengan *socket* (MC4). Oleh karena itu jenis kabel yang digunakan dalam instalasi ini adalah *NYHY* 2 x 4 mm. Sedangkan *Connector MC4* digunakan sebagai penghubung kabel dari panel surya ke SCC agar arus listrik yang dihantarkan sempurna tersalurkan ke kabel. Gambar 10 menunjukkan kabel dan *MC-4* yang digunakan dalam instalasi PLTS mini tersebut.



**Gambar 10. Kabel NYYHY dan MC4**

#### 5) Lampu LED- DC 12 V

Menurut Palaloi (2018), kelebihan lampu LED adalah hemat daya, awet, tahan lama dan aman. Lampu LED dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 70 % dibanding dengan lampu neon (CFL). Lampu LED termasuk awet jika bekerja dalam kondisi tegangan listrik yang stabil maka tingkat pemakaian rata-rata dapat mencapai 50.000-100.000 jam. Sehingga lampu LED 30 kali lebih tahan lama dibandingkan bohlam pijar dan 10x lebih awet dibandingkan lampu CFL (*Compact Fluorescent Lamp*).

Lampu penerangan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah lampu LED 12 V/DC yang terdiri dari bentuk bohlam dan *tube* seperti tampak dalam Gambar 11.



**Gambar 11. Bentuk Lampu LED 12V/ DC**

### 3.2. Perakitan *home solar system* untuk PkM

Pada tahap ini yang dilakukan adalah perakitan peralatan panel surya yang akan di pasang di lokasi PkM. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### 1) Pembuatan rangka besi kotak (*hollow*)

Rangka besi dengan ukuran 40x40x2 mm digunakan sebagai rangka/*frame* untuk panel surya dengan ukuran 40 x 60 cm. Proses

pembuatan dilakukan secara pemesian (potong, gerinda, las) seperti tampak dalam Gambar 12.



**Gambar 12. Rangka dudukan panel surya**

#### 2) Perakitan dan pengujian instalasi

Perakitan dan pengecekan dari setiap peralatan berfungsi untuk mengetahui kondisi dari komponen-komponen yang ada. Sehingga ketika dipasang maka semua peralatan sudah dalam kondisi bagus. Gambar 13, 14 dan 15 menunjukkan proses pengecekan dan pengujian peralatan *home solar system* (HSS) yang akan dipasang.

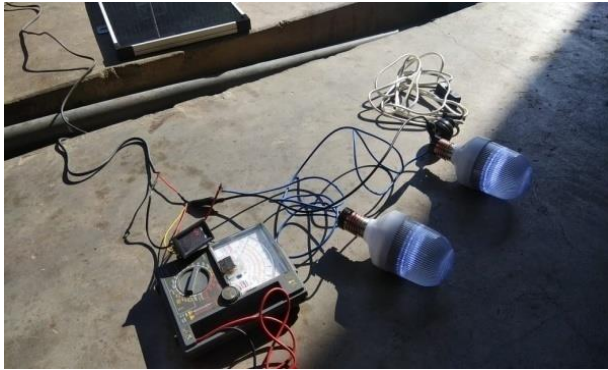


**Gambar 13. Proses pengecekan peralatan HSS**

Gambar 13 menunjukkan proses perakitan instalasi panel surya yang akan digunakan. Panel surya yang digunakan adalah kapasitas 100 Wp, yang dihubungkan menggunakan kabel NYYHY (Gambar 10) menuju sebuah *solar charger* (Gambar 8). Listrik arus DC yang dihasilkan oleh panel surya dikendalikan oleh *solar charger* ini, selanjutnya disimpan kedalam baterai (Gambar 9). Selain untuk pengecekan fungsi setiap komponen maka dengan melakukan pengujian lapangan dapat diketahui kapasitas energi listrik yang tersimpan dibaterai dan durasi



waktu untuk sistem penerangan (Gambar 14 dan 15).



**Gambar 14. Pengujian lampu LED**



**Gambar 15. Pengecekan kondisi BCC dan baterai**

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa panel surya berkapasitas 100 WP (*Watt Peak*), pada kondisi langit cerah mampu menghasilkan daya hingga 95 Watt. Daya yang terukur lebih kecil dari spesifikasi panel surya dikarenakan adanya faktor efisiensi. Jika sinar matahari dalam kondisi cerah dengan rata-rata lama penyinaran selama 5 jam, maka yang panel surya mampu menghasilkan listrik sebesar 100 x 5 yaitu 500 Watt jam. Sehingga dengan kapasitas baterai 45 Ah/12V, pada malam hari dapat menyalakan lampu LED 9 Watt (3 pc) selama 9-10 jam.

### 3) Penyerahan dan pemasangan paket HSS

Sebelum dilakukan pemasangan di lokasi TPQ Al-Murtadho, maka dilakukan penyerahan secara simbolis kepada ketua RW 01 Kel. Wonokoyo, Kedungkandang, Kota Malang. Gambar 16 menunjukkan foto bersama ketua RW 01 dalam menyerahkan bantuan paket

sistem PLTS SHS. Adapun rincian dari PLTS *Solar home system* ini terdiri dari : 1 unit panel surya; 1 unit *solar charger controller*; 1 unit baterai/Aki; 2 lampu LED tipe bohlam; 1 lampu LED tipe *tube* dan Peralatan aksesoris (kabel, klem, *socket*, terminal DC dll).



**Gambar 16. Penyerahan paket PLTS HSS**

### 3.3. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Malang, karena Program kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dibiayai dengan DIPA No. SP DIPA-023.18.2.677606/2020 Politeknik Negeri Malang.

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Program pengabdian kepada masyarakat berupa pemasangan *Home Solar System (HSS)* ini dilakukan di TPQ Al-Murtadho, RW 04, Kel. Wonokoyo, Kec. Kedungkandang, Kota Malang. Selain itu juga dilakukan pelatihan tentang *Home Solar System* kepada perwakilan karang taruna setempat. Metode yang dilakukan adalah pelatihan singkat dengan materi antara lain: dasar-dasar PLTS, pengenalan komponen penyusun PLTS mini dan merencanakan kebutuhan daya untuk pemasangan PLTS mini. Selain teori juga diberi pelatihan cara merakit PLTS mini untuk sistem penerangan rumah dengan lampu hemat energi (LED DC/12 V)

Paket PLTS mini ini terdiri dari panel surya 100 Wp, *Solar Charger Controller* tipe PWM 10 A; baterai/Aki 12V/45Ah, lampu LED DC/12V (tipe *bohlam* dan *tube*) serta peralatan aksesoris (kabel, klem, *socket*, terminal DC dll). Pada kondisi cerah selama 5 jam, panel surya 100 Wp mampu menghasilkan energi listrik

sebesar 500 Wattjam. Sehingga pada malam hari, dengan menggunakan baterai 45 Ah/12V diprediksi mampu menyalakan lampu LED 9 Watt (3 pc) selama 9-10 jam.

#### 4.2. Saran

1. Perlu diadakan kegiatan PkM lanjutan, karena melihat antusiasme masyarakat setelah mendapatkan informasi mengenai listrik tenaga surya.
2. Masyarakat mengusulkan untuk pemasangan lampu penerangan tenaga surya disepanjang jalan makam umum warga RW 04, karena selama ini belum ada aliran listrik karena jauh dari pemukiman warga.
3. Perlu adanya kegiatan evaluasi dan monitoring secara berkelanjutan agar hasil dari pelaksanaan PKM ini lebih besar manfaatnya.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ainuddin, A., Manjang, S. and Samman, F. A. (2018) 'Sistem Pengendali Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya', *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(2), pp. 16–24. doi: 10.25042/jpe.112017.03.
- Asrori, Imam Mashudi and Suyanta (2019) 'Pengujian Rasio Kinerja Instalasi Panel Surya Tipe Silikon–Kristal pada Kondisi Cuaca Kota Malang', *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (Jetm)*, 2, No.2(p-ISSN: 2620-8741), pp. 11–18. Available at: <http://jetm.polinema.ac.id/>.
- Boedoyo, M. S. (2013) 'Potensi Dan Peranan Plts Sebagai Energi Alternatif Masa Depan Di Indonesia', *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 14(2). doi: 10.29122/jsti.v14i2.919.
- Hijah, SN & komarudin, M. 2018. Peningkatan Kompetensi Sumber Daya Manusia melalui Pelatihan Ketrampilan Teknik Listrik Tenaga Surya. *Prosiding PKM-CSR*, Vol. 1 (2018) e-ISSN: 2655-3570.
- Muliana, Y, Firdausi, SV, & Pribadi, DA 2011, 'Pembinaan Masyarakat tentang Hipertensi Melalui Upaya Promotif dan Preventif di RW 1 Kelurahan Wonokoyo Kecamatan Kedung Kandang, Malang', *Laporan KKN, Mahasiswa Kedokteran UB*. <https://www.scribd.com/doc/143988425/Laporan-kelompok-8>
- Mungkin, M, Satria, H, & Bahri, Z. 2020. Instalasi Photovoltaic Sistem Off-Grid untuk Lampu Jalan di Pondok Pesantren Islamiyah Pintu Padang Siunggam. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7 (3), 247 – 252.
- Palaloi, S., Nurdiana, E. and Wibowo, A. (2018) 'Pengujian Dan Analisis Kinerja Lampu Tl Led Untuk Pencahayaan Umum', *Jurnal Standardisasi*, 20(1), p. 77. doi: 10.31153/js.v20i1.680.
- Sandro Putra, C. R. (2016) 'Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal', *Seminar Nasional Cendekiawan*, 6(1), p. 23.4.
- Simamora, H. 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. STIE YKPN, Yogyakarta. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=553197>
- Soetjipto, 2008. Adaptasi Geografi Masyarakat Petani Madura di Pedukuhan Baran Kelurahan Buring Malang. *MIPA*, 37(1), 97-102.
- Sudirman, P. (2015) 'Kajian Tingkat Efikasi Lampu Led Swabalast Untuk Pencahayaan Umum the Study of the Efficacy Level of Swabalast Led Light', *Issn*, 14(1), pp. 1–14. <https://www.keckedungkandang.malangkota.go.id>, diakses 2 Januari 2020