

## Peningkatan Kompetensi Masyarakat Melalui Pelatihan Dan Perancangan Instalasi Listrik Panel Surya

*Improving Community Competence Through Training and Design of Solar Panel Electrical Installations*

Linda Sartika <sup>1\*</sup>, Ismit Mado <sup>1</sup>, Achmad Budiman <sup>1</sup>, Abil Huda <sup>1</sup>, Abdul Muis Prasetya <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical Engineering, Universitas Borneo Tarakan

\* linda\_krs@yahoo.com

### ABSTRAK

Indonesia sebagai wilayah tropis memiliki sumber energi sinar matahari yang sangat potensial. Namun belum optimal dimanfaatkan pada bidang energi listrik baru-terbarukan. Demikian juga dengan potensi energi surya di Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara. Kebijakan alih energi listrik ini dikembangkan terus pemerintah Indonesia melalui kebijakan Permen ESDM 13/2019 yang mengatur kebebasan pemanfaatan PLTS Sistem Atap (*Rooftop*) bagi masyarakat dengan kapasitas dibawah 500 kVA tanpa melalui izin operasi dan SLO (sertifikat laik operasi). Kemudahan ini bertujuan untuk menyegerakan pengembangan energi listrik mandiri bagi masyarakat. Kegiatan pelatihan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan dosen teknik elektro Universitas Borneo Tarakan guna melatih masyarakat merencanakan rancang bangun dan memasang solar home panel atap rumah, sistem lampu penerangan dan menjelaskan fungsi kerja serta manfaatnya didalam kehidupan masyarakat. Materi pelatihan diberikan dalam bentuk paparan dan demo. Sesi selanjutnya dilaksanakan perakitan dan pemasangan lampu jalan lingkungan berbasis panel surya (PJUTS) di salah satu jalan lingkungan warga RT 4 Kelurahan Lingkas Ujung Tarkan. Hasil dari kegiatan mendapat sambutan yang positif dari para Ketua RT selaku peserta pelatihan atas pengetahuan baru, peningkatan ketrampilan dan kompetensi teknis.

**Kata kunci** — instalasi, panel surya, PJU, peningkatan kompetensi

### ABSTRACT

Indonesia as a tropical region has a very potential source of solar energy. However, it has not been optimally utilized in the field of renewable energy. Likewise, the potential for solar energy in Tarakan City, North Kalimantan Province. This electrical energy transfer policy is continuously being developed by the Indonesian government through of Minister of Energy and Mineral Resources Regulation 13/2019 which regulates the freedom to use PLTS Rooftop Systems with a capacity below 500 kVA without going through an operating permit and SLO (certificate of operation worthiness). This facility aims to accelerate the development of independent electrical energy for the community. The training activity was carried out by an electrical engineering lecturer at the University Borneo Tarakan to train the community in designing solar home panels for roofs, lighting systems and explaining work functions and their benefits in people's lives. Training materials are provided in the form of material and virtual presentations. The next session carried out the assembly and installation of solar panel-based environmental street lights on one of the community streets in Lingkas-Ujung Village, Tarakan. The results of the activity received a positive response from the participants for the new knowledge, skills improvement and technical competence.

**Keywords** — installation, solar panels, PJUTS, competency improvement

### OPEN ACCESS

© 2023. Linda Sartika, Ismit Mado, Achmad Budiman, Abil Huda, Abdul Muis Prasetya



Creative Commons  
Attribution 4.0 International License

## 1. Pendahuluan

Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pengembangan kebutuhan listrik berbasis energi baru dan terbarukan (EBT) sesuai dengan roadmap Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menyebutkan target EBT pada tahun 2025 sebesar 25 persen. Hal ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan sumber energi fosil Indonesia dan potensi EBT yang dimiliki Indonesia[1]. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi sinar matahari sebesar 4,8 KWh/m<sup>2</sup> atau setara 112.000 GWp, namun yang dimanfaatkan hanya sekitar 10 MWp. Target kementerian ESDM kapasitas PLTS terpasang hingga tahun sebesar 0,87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Selain faktor ketersediaan fosil yang semakin berkurang, peningkatan kapasitas terpasang energi surya ini merupakan energi yang bersih dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi karbon. Hal ini sangat strategis mendukung pencahangan iklim dunia dalam mengurangi polusi udara dan peningkatan kampanye pemanasan global bagi Indonesia di masa datang.

Tarakan merupakan kota yang terletak di Provinsi Kalimantan Utara. Tarakan merupakan kota pulau yang terletak di sebelah timur Kalimantan Utara, memiliki posisi yang strategis sebagai kota pulau yang merupakan pintu gerbang dan pusat transit perdagangan antar pulau di wilayah utara Kalimantan dan antara negara di kawasan Indonesia bagian utara dengan Malaysia Timur dan Filipina. Wilayah kota Tarakan berbatasan dengan Kecamatan Pulau Bunyu Kabupaten Bulungan di sebelah utara, laut Sulawesi di sebelah timur, Kecamatan Tanjung Palas Kabupaten Bulungan di sebelah selatan, serta Kecamatan Sesayap Kabupaten Tana Tidung dan Kecamatan Sekatak Kabupaten Bulungan di sebelah barat.

Indonesia memiliki energi solar radiasi perhari rata-rata sekitar 5,5kWh/m<sup>2</sup>. Artinya dengan data intensitas cahaya matahari yang ada, kita bisa memperoleh energi sebesar 5,5 kWh dalam setiap luasan 1 meter persegi dalam sehari. Untuk wilayah Tarakan, energi radiasi matahari rata-rata tahunan sebesar 4,79kWh/m<sup>2</sup>. Nilai ini jika dirata-ratakan perhari, Kota Tarakan mempunyai intensitas cahaya matahari sebesar 199,6 W/m<sup>2</sup>. Sebagai perbandingan gurun Sahara

dan gurun Australia mempunyai intensitas cahaya matahari harian masing-masing sebesar 300 W/m<sup>2</sup> dan 250 W/m<sup>2</sup>. Dan memang berdasarkan hasil kajian sumber energi terbarukan di kota Tarakan, hanya sumber energi matahari yang diapproved oleh BAPPEDA kota Tarakan sebagai alternatif sumber energi baru terbarukan yang dapat dikelola dengan baik[2].

Berdasarkan rencana strategis Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Pemerintah Kota Tarakan 2019-2024 dalam mewujudkan visi kota sebagai kota maju dan sejahtera melalui smart city salah satu misi yang ingin dicapai pemerintah kota adalah meningkatkan dan mempercepat pembangunan infrastruktur publik yang cepat, mudah, murah, adil, dan transparan, salah satunya pertumbuhan persentase PJU yang berfungsi dengan baik mencapai rasio pencapaian sebesar 1,2 persen tahun 2015 dan selanjutnya tumbuh rasio 1 persen pada tahun 2016-2019[3]. Namun persentase pencapaian masih menurut Broto Subagyo, Kepala Bidang Tata Ruang dan Dekorasi DPUTR Tarakan masih perlu 11.000 PJU untuk mencapai target jika dihitung dengan menyesuaikan panjang ruas jalan dibagi setiap 35 meter[4]. Pencapaian target PJU ini sebagaimana ulasan hanya sebatas status jalan utama kota, jalan provinsi, dan jalan nasional bukan termasuk jalan lingkungan.

Pengabdian ini sebagai respon hasil survey kunjungan lapangan pada salah satu wilayah pengabdian dosen Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan, berlokasi di RT 4 Kelurahan Lingkas Ujung Tarakan. Penerangan jalan merupakan salah satu bentuk layanan pemerintah yang digunakan untuk kepentingan pengguna jalan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan Umum memuat ketentuan fasilitas kelengkapan jalan berupa penerangan jalan.

Suatu kota atau wilayah lingkungan seharusnya ditunjang dengan sarana lampu penerangan jalan. Alat kelengkapan sarana ini sangat menunjang aktifitas masyarakat dari bahaya kejahatan, kecelakaan lalu lintas dan aspek penting kehidupan sosial masyarakat. Dan dari sisi estetika akan membuat suasana kota di malam hari menjadi lebih baik, cantik, dan indah.

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) mengadakan Pelatihan instalasi penerangan jalan berbasis tenaga surya sebagai

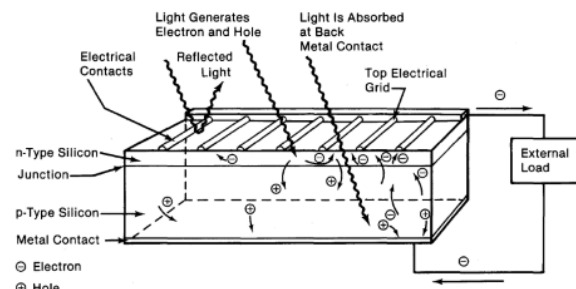


upaya respon atas hasil survey yang telah dilakukan. Dan dalam kegiatan ini akan melaksanakan workshop instalasi dan pemasangan penerangan jalan lingkungan berbasis panel surya.

Energi surya dipilih sebagai sumber energi listrik alternatif karena jumlahnya yang melimpah dan tersedia secara cuma-cuma, bebas gangguan dan polusi, serta mudah dalam pemasangan dan perawatannya[5]. Alat yang digunakan sebagai penghasil energi adalah panel surya yang merupakan gabungan dari beberapa sel surya. Sel surya merupakan suatu piranti yang dapat merubah cahaya matahari menjadi listrik secara langsung melalui efek fotovoltaiik. Piranti ini terbuat dari bahan semikonduktor silikon yang terdiri dari dua jenis, yaitu jenis n dan p. Semikonduktor jenis n memiliki kelebihan elektron sehingga bermuatan negatif, sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole sehingga bermuatan positif[6]. Silikon merupakan bahan yang mudah diubah konduktifitasnya dengan cara menambahkan pengotor (dopant) ke dalam kisi kristal n dan p ini. Peningkatan konduktifitas ini meningkatkan daya hantar panas atau listrik dari sebuah semikonduktor[7].

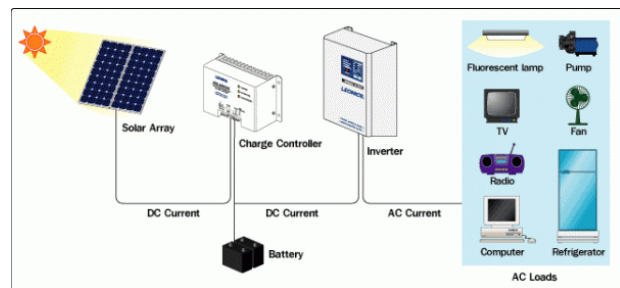
Pada sel surya, semikonduktor jenis n berada pada lapisan yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke lapisan deplesi dan semikonduktor jenis p[8]. Ketika sambungan p-n ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor jenis n sehingga meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron tersebut. Menurut Hersch, P. dan Zweibel, K. (1982), fenomena ini disebut electron-hole photo generation[8]. Karena pada sambungan p-n terdapat medan listrik E, elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor jenis n, begitu pula dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor jenis p. Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor ini, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan elektron[8].

Fenomena ini ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini[8].



Gambar 1. Proses perubahan cahaya menjadi listrik pada sel surya (fotovoltaiik)

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberikan bekal pelatihan instalasi listrik rumah tinggal sederhana berbasis tenaga surya (solar home system) dengan sumber arus listrik bolak balik (AC) dan aplikasi perakitan PJUTS berbasis sumber arus listrik searah (DC). Pelatihan berupa teknik instalasi berupa alat peraga, dan visual, sedangkan aplikasi PJUTS dipasang pada salah satu jalan di lingkungan RT 4 Kelurahan Lingkas Ujung Tarakan. Pada prinsipnya arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya fotovoltaiik adalah arus listrik searah (DC) sehingga untuk kebutuhan instalasi listrik rumah tangga selain peralatan modul fotovoltaiik, solar charge controller, baterai beserta kabel dan jaringan instalasi, sistem PLTS juga terdiri atas inverter jaringan dan inverter baterai atau aki.



Gambar 2. Skema Pemanfaatan Solar Home System

Pelatihan ini terlaksana atas kerjasama Kelurahan Lingkas Ujung Tarakan dan lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Borneo Tarakan melalui tenaga pengajar teknik elektro Universitas Borneo Tarakan. Berawal dari permasalahan klasik yang terjadi ditengah-tengah masyarakat dan upaya akademisi untuk membudayakan energi baru terbarukan, tim elektro melakukan

investigasi ke lokasi yang diwakili para ketua-ketua RT di lingkungan Kelurahan Lingkas Ujung. Hasil diskusi mendapat sambutan yang antusias dari masyarakat. Kurangnya pengetahuan masyarakat dalam pengoperasian, pemeliharaan maupun menangani kerusakan yang ada, mengakibatkan pemanfaatan PLTS pada beberapa tempat menjadi kurang maksimal dan tidak efektif sehingga tidak lagi beroperasi[9].

Berdasarkan uraian diatas, skala prioritas permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat di Kelurahan Lingkas Ujung Kota Tarakan, dapat diuraikan sbb:

- a) Warga dan khususnya Ketua RT di Kelurahan Lingkas Ujung Tarakan masih kurang memahami tentang instalasi PLTS.
- b) Warga dan khususnya Ketua RT di Kelurahan Lingkas Ujung Tarakan tidak memiliki kemampuan merancang sistem instalasi, pengoperasian, pemeliharaan PLTS.
- c) Rerata belum ditemukannya penerangan jalan lingkungan di Kelurahan Lingkas Ujung tarakan khususnya di jalan-jalan lorong (gang).

Pelatihan akan memberikan pengetahuan dan ketrampilan tentang PLTS baik dari sisi perencanaan, pemasangan, instalasi, pengujian, pemeliharaan dan penanganan gangguan. Tujuan dari pelatihan berbasis workshop ini adalah:

- a) Ketua RT Lingkas Ujung Tarakan dapat memiliki pengetahuan yang cukup tentang penerapan PLTS.
- b) Ketua RT Lingkas Ujung Tarakan Masyarakat dapat merencanakan dan memasang PLTS sebagai penerangan jalan lingkungan.
- c) Ketua RT Lingkas Ujung Tarakan akan memiliki kemampuan untuk mengoperasikan, memelihara serta mengatasi gangguan yang terjadi.
- d) Ketua RT Lingkas Ujung Tarakan akan mampu mengembangkan secara mandiri pembangunan PLTS untuk penerangan jalan lingkungan di masing-masing wilayah.

## 2. Target dan Luaran

Dalam rangka untuk menyelesaikan permasalahan terkait kurangnya edukasi masyarakat tentang pemanfaatan PLTS untuk rumah tinggal sederhana dan penerangan jalan lingkungan. Berikut ini merupakan rancangan

solusi yang akan ditawarkan untuk mengatasi masalah tersebut melalui pendekatan Andareas Pangkung, dkk[9]:

### 1. Metode Pendekatan

Memberi pelatihan melalui pengarahannya dan ketrampilan instalasi dan sistem operasi PLTS. Dan agar kegiatan ini efektif, bimbingan terbatas diwakili oleh Ketua RT sebanyak 15 peserta.

### 2. Rencana Kegiatan

Langkah kegiatan yang dilakukan dan telah disepakati oleh pelaksana kegiatan untuk dilaksanakan adalah: Pelatihan instalasi PLTS rumah tinggal sederhana dan praktek pemasangan penerangan jalan lingkungan. Dengan daftar peralatan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Peralatan dan spesifikasi PLTS

Jenis Alat	Fungsi	Spesifikasi
<b>Panel Surya</b>	Alat yang digunakan mengubah cahaya menjadi listrik	Daya maksimum ( $P_{max}$ ): 90 W Tegangan pada $P_{max}$ ( $V_{mp}$ ): 18 Vdc Arus pada $P_{max}$ ( $I_{mp}$ ): 5 A
<b>Baterai</b>	Tempat penyimpanan energi listrik	Jenis: Aki 32B20R NS40 Yuasa Basah Pafecta Tegangan: 12 V Arus: 32 Ah
<b>Light Emitting Diode (LED)</b>	Beban lampu DC	Jenis: Lampu sorot MS-9620DC Mitsuyama Daya: 20 W Tegangan: 12 V
<b>Solar Charge Controller</b>	Pengontrol pengisian daya surya ke baterai.	Jenis: Sistem digital Merk STEC Tegangan: 12/24 V Arus: 20 A

## 3. Metodologi

Data yang di peroleh dari penelitian ini berupa data dan analisa deskriptif kuantitatif. Pelatihan tentang pemasangan dan instalasi PLTS dilakukan secara lisan yang meliputi definisi dan cara kerja dan spesifikasi panel surya, cara kerja sistem penyimpanan energi surya pada baterai, cara penyambungan dari panel surya ke baterai dan beban lampu penerangan, instalasi dan rancang bangun kebutuhan rumah tinggal sederhana melalui materi simulasi, serta cara perawatan dan pemeliharaan panel surya dan baterai serta

permasalahan yang mungkin terjadi pada sistem beserta cara penanggulangannya.

Pengujian dan pengukuran terhadap sistem PLTS yang sudah terpasang. Pada hari selanjutnya dilaksanakan kegiatan pemasangan di lokasi sebagai bentuk implementasi kegiatan selama pelatihan. Hasil pelaksanaan kegiatan ini di evaluasi dari kuesioner yang diisi oleh peserta tentang pelatihan yang diperoleh. Parameter yang dinilai adalah bagaimana proses, tanggapan dan respon dari peserta.

Ketentuan yang perlu diperhatikan oleh peserta pelatihan sebagaimana web materi bumienergasurya.com[10], dikompilasi sbb:

- Letak panel surya yang kurang tepat: tidak disinari secara maximal oleh matahari dari pagi sampai sore.
- Baterai/Aki : sering tidak dapat mengisi dan tidak dapat menyimpan dengan baik.
- Controler tidak berfungsi sehingga baterai tidak mengisi secara baik dan penyaluran listrik keluar tidak terkontrol.
- Beban yang diberikan tidak sesuai dengan kemampuan dari PLTS yang digunakan, misalnya utk PLTS 90Wp untuk melayani beban Lampu 90Watt selama 12 jam, demikian juga untuk kebutuhan rumah tinggal sederhana.
- Adanya rangkaian kabel yang terputus tetapi tidak dapat di deteksi karena kurangnya pengetahuan dan ketersediaan peralatan ukur seperti Voltmeter.

#### 4. Pembahasan

Pelatihan berisi prinsip dasar instalasi listrik rumah tinggal. Adapun materi berupa modul pengenalan komponen PLTS seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, materi perhitungan kebutuhan daya listrik dan ketersediaan alat beserta komponen. Kegiatan ini dalam bentuk tatap muka, dan tanya jawab tentang dasar-dasar PLTS, menyangkut proses kerjanya dan komponen-komponennya, beserta penanganan dan teknik pemeliharaannya[9]. Tim juga memperlihatkan secara langsung bagian-bagian dari PLTS, seperti modul panel surya, baterai/Aki, kontroler, sistem pengukuran dan peralatan pendukung. Materi pelatihan ditunjang dengan beberapa simulasi instalasi dan cara kerja PLTS *solar system home*[11-13].



Gambar 3. Pengukuran intensitas cahaya



Gambar 4. Perakitan dan instalasi

Sistem perakitan dan uji lampu jalan PLTS dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Borneo Tarakan (Gambar 3 dan 4). Selanjutnya dikerjakan pemasangan bersama peserta di Lokasi RT 4 Kelurahan Lingkas Ujung yang telah disepakati bersama peserta seperti pada Gambar 5.



(a)



(b)

(a) pekerjaan instalasi PJUTS

(b) konstruksi tiang PJUTS

Gambar 5. Kegiatan pemasangan PJUTS

Pembelajaran tentang fungsi dan kegunaan serta manfaat tenaga surya sebagai sumber energi alternatif sangat diperlukan oleh masyarakat umum. Pengetahuan tentang PLTS akan menimbulkan keinginan masyarakat untuk memanfaatkan PLTS sebagai sumber energi listrik masa depan Indonesia.



(a) dokumentasi kegiatan  
(b) peserta kegiatan

Gambar 5. Dokumentasi kegiatan

## 5. Kesimpulan

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan sumber energi terbarukan yang relatif murah, mudah diaplikasikan dan dapat memberikan manfaat yang banyak kepada masyarakat. Pencanaan pemerintah menuju masyarakat mandiri energi listrik nasional telah pula ditunjang dengan kemudahan akses dan alih teknologi yang mudah diperoleh masyarakat di pasar lokal. Masyarakat sasar di Kelurahan Lingkas Ujung Kota Tarakan sangat antusias mengikuti pelatihan PLTS yang digagasa ini, terbukti dari respon yang baik dan hasil kuesioner yang memuaskan. Diharapkan pelatihan ini dapat menambah pengetahuan masyarakat tentang sumber energi terbarukan serta cara perawatan dan pemeliharaan PLTS yang telah terpasang.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Tim pelaksana kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Borneo Tarakan yang telah membantu pendanaan dan *support* administrasi. Selain itu, tim pelaksana juga mengucapkan terima kasih kepada pihak Kelurahan dan masyarakat Lingkas Ujung Tarakan atas kesediaan dan kerjasama yang baik sepanjang pelaksanaan PKM ini.

## 7. Daftar Pustaka

- [1] Oriza Candra, Aswardi, Elfizon, Syaiful Islami, Nevi Faradina, Citra Dewi, Doni Tri Putra Yanto, and Erita Astrid, "Peningkatan Kompetensi Masyarakat melalui Pelatihan Pemasangan Instalasi Listrik Domestik dan Panel Surya," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 134–137, Dec. 2020, doi: 10.24036/jpte.v1i1.57.
- [2] Syafaruddin, and Salama Manjang, "Pemecahan Masalah Krisis Energi Listrik Di Pulau Tarakan," Seminar Nasional Riset Inovatif II, pp. 1174–1180, 2014, ISSN: 2339-1553.[http://digilib.mercubua.ac.id/manager/t!@file\\_artikel\\_abstrak/Isi\\_Artikel\\_271086308453.pdf](http://digilib.mercubua.ac.id/manager/t!@file_artikel_abstrak/Isi_Artikel_271086308453.pdf)
- [3] Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Pemerintah Kota Tarakan, "Rencana Strategis Tahun 2019-2024," 2018.<http://dpuprtarakan.id/file/Renstra%202019-2024.pdf> (accessed May. 16, 2022)
- [4] <https://korankaltara.com/tarakan-perlu-11-000-penerangan-jalan-umum/> (accessed 16 May. 16, 2022)
- [5] <https://sunenergy.id/blog/pembangkit-listrik-tenaga-surya/> (accessed 16 May. 16, 2022)
- [6] Soteris A. Kalogirou, *McEvoy's Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*. Third edition, 2018, London: Academic Press, ISBN: 978-0-12-809921-6
- [7] European Commission, *Photovoltaic Solar Energy: Development and Current Research*. 2009, Luxembourg: European Communities.
- [8] Wahmisari Priharti, Ekki Kurniawan, and Desri Kristina Silalahi, "Penyuluhan penggunaan listrik dari sumber energy surya di pesantren Al Muqarramah Kabupaten Bandung," *Ethos: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* 7, vol. 7, no. 2, pp. 355-360, Jun. 2019, doi: 10.29313/ethos.v7i2.4743
- [9] Andreas Pangkung, Chandra Buana, and, Marhatang Marhatang, "IbM Pemanfaat Tenaga Surya Untuk Penerangan Jalan Desadi Desa Nisombalia," *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, pp. 443-447, 2019.
- [10] <https://bumienergisurya.com/pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts-on-grid/> (accessed 16 May. 16, 2022)
- [11] <https://bumienergisurya.com/pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts-on-grid/> (accessed 16 May. 16, 2022)
- [12] <https://zakariyaarif.web.ugm.ac.id/2015/11/21/solar-home-system-di-perkampungan-cari/> (accessed 16 May. 16, 2022)
- [13] <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Eco-friendly-solar-energy-product-5kw-1437716327.html> (accessed 16 May. 16, 2022)