

Pemasangan Panel Surya 2x100Wp Di Masjid A. Malik Fajar Eco MBS Malang

Lukman Hakim^{*1}, Dodit Suprianto², Ginanjar Suwasono Adi³, Heri Sungkowo⁴,
Dhimas Dhesah Kharisma⁵, Arinalhaq Fatachul Aziiz⁶, Ahmad Rizky Dinar Saputra⁷,
Ahmad Faisal Zakaria Mukti Suyono⁸, Ella Andrika Sari⁹,
Reyzal Dwi Mardiantaka¹⁰, Ersha Noufal Ardana¹¹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11} Politeknik Negeri Malang; Jl. Soekarno Hatta 9 Malang 65141; telp/fax: 0341-404424/0341-404420

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

e-mail: ^{*1}lukman.hakim@polinema.ac.id, ²dodit.suprianto@polinema.ac.id, ³ginanjar.adi@polinema.ac.id,

⁴heri.sungkowo@polinema.ac.id, ⁵dhimasdk@polinema.ac.id, ⁶arinalmath@polinema.ac.id,

⁷rizkydinar78@gmail.com, ⁸faisalzakaria0207@gmail.com, ⁹ellaandrikasariella@gmail.com,

¹⁰reyzaldwimardiantaka@gmail.com, ¹¹ersha.noufal.ardana@gmail.com

Abstrak

Bangunan Masjid A. Maik Fajar Eco MBS didesain sangat ramah lingkungan, misalnya pada bangunan masjid tersebut banyak terdapat bukaan atau dengan kata lain tidak ada dinding melainkan hanya struktur kolom. Tiang-tiang kolom masjid sama sekali tidak ada stop kontak listrik. Kondisi ini jamaah masjid dan para santri ini akan sangat kesulitan untuk melakukan pengisian baterai HP saat terjadi kehabisan daya baterai ketika melakukan kegiatan di sekitar masjid, apalagi jika keadaan yang sangat penting untuk melakukan komunikasi sedangkan daya baterai HP kosong. Pemasangan panel surya 2x100Wp yang biasa disebut PLTS 2x100 Wp di masjid A. Malik Fajar Eco MBS Kota Malang bertujuan untuk menyediakan daya listrik yang digunakan khusus untuk pengisian baterai HP bagi para jama'ah dan santri saat ada kegiatan di sekitar masjid. Metode yang digunakan dalam pemasangan PLTS 2x100Wp ini adalah observasi lapangan secara langsung bahwa lokasi tersebut membutuhkan stop kontak untuk pengisian baterai HP setiap ada kegiatan dan menentukan tempat pengisian batereai HP tersebut agar dapat digunakan secara maksimal. Tempat pengisian baterai yang disediakan untuk 5 HP yang dipasang di dekat pos satpam agar dalam pengawasan petugas keamanan. Pemasangan PLTS 2x100Wp untuk pengisian batereai HP mempunyai dampak positif bagi lingkungan masjid tersebut. Adanya pemasangan PLTS 2x100Wp tersebut para jama'ah dan santri yang ada di lingkugan masjid diberikan kemudahan yang signifikan dalam pengisian baterai HP. Selain itu adanya PLTS 2x100Wp dapat menghemat energi listrik kurang lebih sebesar 0.78 kWh per harinya, dengan kata lain bahwa penghematan listrik PLN yang dilakukan adalah sebesar 23.4 kWh per bulan. Hal ini menunjukkan pemasangan PLTS 2x100Wp memberikan penghematan yang signifikan terhadap pemakaian energi listrik yang ada di lingkungan Masjid A. Malik Fajar Eco MBS Malang.

Kata kunci—panel surya, eco MBS, PLTS, charger, masjid

1. PENDAHULUAN

Matahari sebagai sumber energi baru terbarukan untuk dikonversi menjadi energi listrik sudah sangat dikenal masyarakat dan disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS terdiri dari 2 jenis pemasangannya yaitu berdiri sendiri (*off-grid*) dan tersambung dengan PLN (*on-grid*). Penggunaan panel surya *off-grid* untuk penerangan di lingkungan masjid memberikan dampak dan manfaat pada masyarakat dan lingkungan tersebut [1]. Panel surya untuk penerangan juga dipasang secara *off-grid* sebagai penerangan jalan lingkungan [2]. Penggunaan yang lain adalah untuk pengisian baterai hp dengan kapasitas 10Wp [3], dan pengisian baterai HP di

tempat umum [4]. Selain itu untuk daerah yang jauh dari jaringan PLN juga menggunakan PLTS secara *off-grid* dan *hybrid* dengan pembangkit *pico hydro* (PLTPH) sehingga area tersebut mendapatkan energi listrik untuk kebutuhan sehari-harinya khususnya penerangan pada malam hari [5].

Masjid A. Malik Fajar Eco MBS didesain sangat ramah lingkungan, misalnya pada bangunan masjid tersebut banyak terdapat bukaan atau dengan kata lain sedikit dinding melainkan hanya struktur kolom, sehingga instalasi stop kontak di dalam ruangan masjid hanya untuk kebutuhan sound system dan CCTV, tidak ada tempat stop kontak untuk kebutuhan lainnya di dalam masjid, misalnya untuk mengisi baterai HP para jama'ah yang secara darurat membutuhkan pengisian baterai. Masjid A. Malik

Fajar Eco MBS Malang ramai digunakan untuk kegiatan keagamaan dan pengajian. Masjid ini juga sebagai tempat singgah para orang tua atau wali santri ketika akan bertemu dengan anaknya. Masjid itu juga digunakan untuk kegiatan rapat dan pertemuan-pertemuan wali santri ataupun pengelola masjid, dengan kata lain bahwa masjid ini mempunyai banyak kegiatan dan ramai. Berdasarkan kondisi dan keadaan tersebut sehingga perlu kelengkapan dan kemudahan bagi pengguna masjid mendapatkan stop kontak untuk pengisian daya baterai HP saat batereai habis terutama dalam keadaan darurat untuk melakukan panggilan.

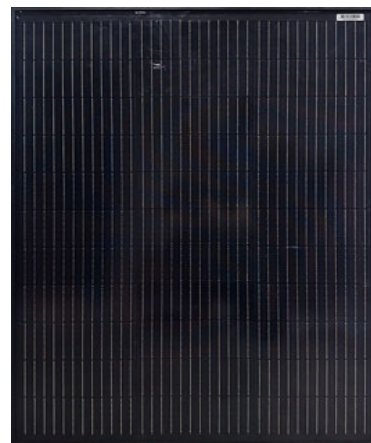
Upaya meningkatkan fasilitas dan mendukung keberlanjutan energi di Masjid A. Malik Fajar Eco MBS Malang, maka dilakukan pemasangan secara *off-grid* panel surya dengan kapasitas 2x100 Wp yang akan digunakan untuk menyediakan sumber daya listrik untuk charger ponsel (HP) bagi jamaah dan pengguna masjid. Total kapasitas PLTS terpasang adalah 200Wp ini untuk mendapatkan energi listrik yang lebih besar dikarenakan tingkat keramaian dan kepadatan kegiatan di masjid sehingga diharapkan dapat mengisi baterai HP sekurang-kurangnya 5 hingga 10 HP dalam sehari jika konsumsi daya listrik super *fast charging* max. 25 watt per HP [6]. PLTS *off-grid* untuk sumber energi listrik di masjid juga akan menghemat penggunaan listrik PLN yang selama ini sebagai sumber listrik utamanya.

2. METODE

2.1 Panel Surya 2x100Wp

Panel surya adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya digunakan untuk sumber listrik utama dalam pengisian baterai HP di Masjid A. Malik Fajar Eco MBS. Kapasitas yang digunakan adalah 100Wp sejumlah dua unit. Gambar 1 menunjukkan gambar panel surya, dimana panel surya merupakan kumpulan dari *photovoltaic cell* yang akan memproduksi energi listrik jika terkena sinar radiasi matahari [7].

Daya yang dibangkitkan oleh PLTS tersebut adalah sebesar 200Wp yang artinya bahwa pada keadaan iradiasi matahari maksimum kondisi terik maka dapat mensuplai daya listrik sebesar 200Watt, dan jika matahari tidak dalam keadaan terik maka daya listrik yang disuplai akan lebih kecil. Agar daya listrik yang didapatkan lebih besar lagi maka perlu disesuaikan kapasitas daya panel surya yang akan dipasang untuk PLTS.



Gambar 1. Panel Surya jenis *black monocrystaline*

2.2 Baterai

Baterai adalah komponen yang digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Ketika panel surya menghasilkan listrik di siang hari, energi tersebut bisa langsung digunakan atau disalurkan ke baterai untuk disimpan. Listrik yang disimpan di baterai ini dapat digunakan pada malam hari atau saat cuaca mendung ketika panel surya tidak menghasilkan cukup energi. Dengan menggunakan baterai, sistem panel surya dapat beroperasi secara *off-grid*.

2.3 Solar Charger Controller

Solar Charger Controller (SCC) adalah perangkat yang berfungsi untuk mengatur aliran energi dari panel surya ke baterai, memastikan baterai tidak kelebihan muatan akibat pengisian yang terus menerus walaupun baterai sudah penuh (*overcharge*) atau terlalu sedikit muatannya akibat penggunaan daya baterai yang terus menerus walaupun daya baterai sudah di bawah batas aman terendah (*overdischarge*). SCC ini berperan penting dalam menjaga baterai agar tetap awet dan berfungsi dengan baik.

2.4 Instalasi listrik stop kontak

Instalasi ini berupa jaringan listrik yang bertegangan AC 220V satu fasa yang menggunakan kabel instalasi tegangan rendah jenis NYHHY untuk sarana menghantarkan listrik ke stop kontak. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya digunakan untuk pengisian atau charger HP

2.5 Box Panel

Box panel adalah tempat untuk menempatkan, melindungi, dan mengamankan peralatan listrik. Pada umumnya box panel berisikan pemutus, pengaman, bus bar, terminal dan komponen tambahan lainnya. Isi yang ada dalam box panel untuk PLTS ini adalah

Miniature Circuit Breaker (MCB), Surge Protective Device (SPD), SCC, BMS, Inverter, dan Baterai serta komponen tambahan lainnya.

2.6 Flowchart Sistem

Tahapan dalam pelaksanaan kegiatan ini dituangkan dalam *flowchart* dengan urutan sebagai berikut:

- Pertama Survey lokasi, Survei lokasi ini dilakukan bersama mitra untuk melihat kondisi dan keadaan lokasi
- Kedua penentuan tempat pemasangan, dalam penentuan tempat ini mencari bersama mitra tempat area pemasangan panel surya yang bebas dari bayangan pohon dan bangunan agar sinar matahari langsung jatuh mengenai panel surya tersebut.
- Ketiga pembelian alat dan bahan, tahap ini adalah tahap pengadaan barang kebutuhan PLTS yang akan dipasang.
- Keempat pemasangan panel surya dan instalasi stop kontak, pada tahap ini adalah pelaksanaan pemasangan panel surya lengkap dengan instalasi sistem kelistrikannya untuk kebutuhan pengisian daya baterai HP.
- Tahap terakhir adalah evaluasi hasil pemasangan, pada tahap ini dilakukan untuk memastikan agar pemanfaatan panel surya sebagai pengisi daya atau charger hp bisa maksimal dan optimal.

Berikut gambar 2 menunjukkan *flowchart* tahapan pemasangan panel surya 2x100Wp di masjid A. Malik Fajar Eco MBS Malang.



Gambar 2. *Flowchart* pemasangan panel surya

2.7 Konsumsi Energi

Tujuan dari pemasangan panel surya 2x100Wp selain untuk pengisian daya baterai HP salah satunya adalah penghematan energi listrik dari penggunaan sumber energi utamanya adalah listrik PLN. Persamaan (1) menunjukkan persamaan energi listrik,

$$W = P \times t \quad (1)$$

Energi listrik W adalah besarnya energi yang dikonsumsi oleh beban terpasang pada waktu tertentu dalam satuan Wh (*Watt.hour*) atau *Watt.jam*, daya P adalah daya beban terpasang dalam keadaan beroperasi atau menyala dalam satuan *watt*, dan waktu t adalah waktu dimana lama beban tersebut beroperasi atau menyala dalam satuan jam. Persamaan 1 digunakan untuk menghitung konsumsi energi charger baterai HP saat digunakan pengisian dari keadaan baterai kosong hingga penuh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Pemasangan

Lokasi pemasangan panel surya 2x100Wp untuk charger HP di Masjid A. Malik Fajar Eco MBS Kota Malang Jl. Joyo Agung No.5, Merjosari, Kec. Lowokwaru. peta lokasi ditunjukkan pada gambar 3. Koordinat lokasi pengabdian adalah lat: -7.939200° dan long: 112.582304°.

Pemilihan lokasi ini karena tidak ada bangunan tinggi dan pohon tinggi yang menghalangi sinar matahari menyinari panel surya. Panel surya dipasang menghadap arah utara dengan sudut kemiringan 10 derajat. Menurut *data viewer NASA* tahun 2024 pada koordinat tersebut dapat menghasilkan radiasi matahari rata-rata sebesar 5.11 kWh/m² per hari.



(sumber: Google Earth 2025)

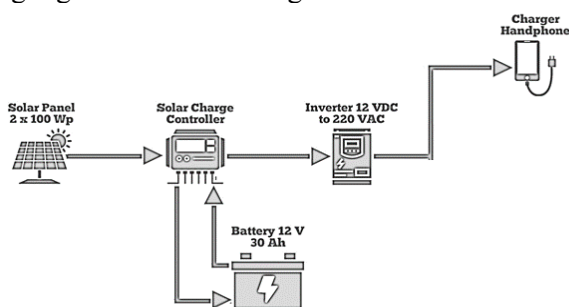
Gambar 3. Lokasi pemasangan panel surya 2x100Wp

3.2 Desain Sistem

Desain sistem PLTS tipe [8] dapat mensuplai beban AC dan beban DC sekaligus. PLTS mensuplai beban DC langsung dari DC bus, sedangkan beban AC menggunakan inverter untuk mengubah sistem DC dari DC bus ke sistem AC. Desain tersebut tidak tersambung dengan sistem *grid* PLN atau dengan kata lain sistem *off-grid* atau *standalone*.

Beban sistem kelistrikan di Masjid A. Malik Fajar Eco MBS kota Malang menggunakan beban sistem tegangan AC. Pemasangan PLTS 2x100Wp di masjid A. Malik Fajar digunakan untuk sistem tegangan AC.

Gambar 4 menunjukkan diagram sistem PLTS 2x100Wp yang dipasangi di Masjid A. Malik Fajar Eco MBS Kota Malang. PLTS 2x100wp tidak terhubung *grid* dengan sistem kelistrikan PLN, dengan kata lain adalah *off-grid* atau *standalone*. PLTS akan menghasilkan energi listrik dari konversi energi surya yang digunakan untuk mengisi baterai.



Gambar 4. Desain sistem PLTS 2x100Wp

Baterai yang digunakan untuk penyimpanan dan pelepasan energi listrik diatur agar penggunaan baterai lebih maksimal. Pengaturan pengisian dan pelepasan energi listrik baterai dilakukan oleh *Battery Management System (BMS)*. BMS untuk memantau, *switching*, dan melindungi sel baterai individu atau sistem baterai secara keseluruhan [9].

Sistem tegangan dari panel surya menuju baterai adalah sistem DC. Setelah panel surya mengisi baterai, energi listrik dari baterai diubah menjadi sistem AC dengan menggunakan inverter. Hal karena beban yang akan disuplai energi listrik adalah beban AC. Listrik dari inverter langsung disalurkan untuk mengisi baterai HP melalui stop kontak.

3.3 Instalasi PLTS 2x100Wp

Instalasi PLTS 2x100Wp mengacu pada desain sistem yang telah ditentukan. Spesifikasi bahan dan komponen PLTS yang dipasang. PLTS yang dipasang adalah panel surya jenis *black monocrystalline* berkapasitas 100Wp dengan tegangan V_{mp} sebesar 18.3VDC, nilai arus I_{mp}

sebesar 5.47A, dimensi panel surya tersebut panjang 800mm, lebarnya 670mm, dan tebalnya adalah 30mm. sedangkan beratnya adalah 6.1kg, sedangkan efisiensi panel surya tersebut 22% [10].

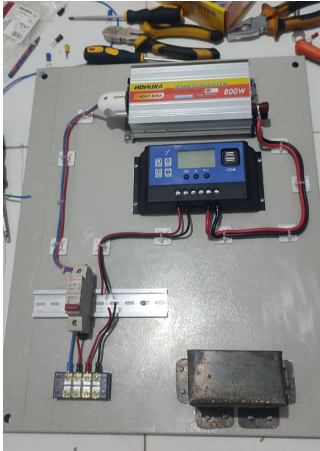
Solar charger controller (SCC) mempunyai rating tegangan kerja 12/24 VDC dengan kemampuan maksimum input dayanya adalah 520watt, baterai yang digunakan adalah jenis LiFePo yang mempunyai tegangan 3.2VDC berkapasitas 30Ah per cell sebanyak 4 cell, inverter berkapasitas 800watt untuk merubah dari sistem 12VDC menjadi sistem 230VAC, MCB DC 2 pole 12VDC berkapasitas 40A, MCB AC 1 pole 220VAC berkapasitas 10A, *surge protective device* (SPD) 2 pole 12VDC berkapasitas 40A, *battery management system* (BMS), dan material lainnya yang dibutuhkan dalam pemasangan PLTS. Kabel yang digunakan untuk wiring adalah jenis NYAF, sedangkan untuk instalasi kelistrikannya adalah jenis NYYHY. Berikut tabel 1 komponen sistem dan spesifikasinya:

Tabel 1. material komponen sistem dan spesifikasi

No	Material	spesifikasi
1	Panel Surya	100 Wp, 18.3VDC, <i>black monocrystalline</i>
2	<i>Solar Charger Controler</i>	12V/24V, 40A, max input power 520W (12V), 1040W (24V)
3	Baterai	LiFePo 3.2 VDC 30Ah
4	<i>Battery Management System (BMS)</i>	4s 12V 30A
5	Inverter	12VDC - 230VAC, 800W
6	Kabel wiring	NYAF 1x1.5mm ² , 1x2.5mm ² , 1x4mm ²
7	Kabel instalasi sistem kelistrikan	NYYHY 1x1.5mm ² , 3x1.5mm ²
8	Stop Kontak	220VAC, 5 gang
9	MCB AC	1P 220VAC 10A
10	MCB DC	2P 12VDC 40A
11	SPD	2P 12VDC 40A
12	Rangka Penyangga	C-trust
13	Box Panel Listrik	tipe <i>Outdoor</i>
14	HP holder	Tempel dinding

Komponen sistem yang digunakan tersebut dirakit dalam box panel listrik tipe *outdoor*. Berikut gambar 5 menunjukkan proses perakitan material dan komponen sistem PLTS 2x100Wp. Penentuan kapasitas inverter yang digunakan adalah sesuai

dengan [11]. Komponen sistem ini dirakit sesuai dengan diagram sitem pada gambar 4.



Gambar 5. Proses perakitan material dan komponen sistem PLTS 2x100Wp

Penyangga panel surya 2x100Wp dipasang menggunakan tiang jenis *C-trust*, penyangga ini dipondasi agar kuat dan kokoh. Berikut gambar 6 menunjukkan proses pemasangan penyangga dan panel surya pada penyangga. Pemasangan ini melibatkan mitra dalam pelaksanaannya.



Gambar 6. Proses pemasangan penyangga dan panel surya 2x100Wp bersama mitra.

PLTS 2x100Wp terpasang menggunakan sistem 12VDC, yang terdiri dari 2unit panel surya dengan kapasitas masing-masing 100Wp. Panel surya tersebut dipasang pada penyangga *C-trust*. Selain untuk tempat panel surya 2x100Wp, penyangga tersebut juga berfungsi untuk tempat panel tipe *outdoor* yang berisikan komponen sistem PLTS. Berikut gambar 7 menunjukkan hasil pemasangan PLTS 2x100Wp di masjid A. Malik Fajar Eco MBS kota Malang.



Gambar 7. Hasil pemasangan PLTS 2x100Wp.

Instalasi sistem AC untuk beban charger HP menggunakan stop kontak. Instalasi kelistrikannya sesuai persyaratan dan peraturan [12]. Instalasi menggunakan saluran kabel tanah NYHY untuk disambungkan ke stop kontak 5 gang. HP yang akan dilakukan pengisian daya baterainya diletakkan di *holder* yang dipasang di dinding pos jaga agar aman dan tidak mengganggu ibadah. Gambar 8 menunjukkan tempat pengisian HP yang berada di pos jaga.



Gambar 8. Tempat Pengisian Baterai HP

3.4 Analisis Konsumsi Energi

PLTS 2x100Wp ini mensuplai energi listrik untuk pengisian baterai HP. Berdasarkan [13] besarnya tegangan baterai adalah 3.9V, sedangkan kapasitas baterai berdasarkan spesifikasi HP adalah 5000mAh [14]. Dari data spesifikasi HP yang digunakan maka dapat diperoleh konsumsi energinya sebesar 19.5Wh. Dengan kata lain adalah untuk untuk

melakukan pengisian baterai HP dengan spesifikasi tersebut membutuhkan energi listrik 19.5Wh.

Charger adapter yang digunakan adalah dengan spesifikasi 2A, 5VDC dan tegangan input 100 – 220VAC. Dengan menggunakan persamaan (1) maka waktu yang diperlukan dalam pengisian HP tersebut adalah 1 jam 57 menit. Jika menggunakan spesifikasi *fast charger adapter* 9VDC, 3A maka waktu yang diperlukan pengisian HP hingga penuh adalah $\pm$ 43 menit. Hal ini menunjukkan bahwa spesifikasi *charger adapter* mempengaruhi waktu pengisian baterai hingga penuh.

Pengisian baterai yang dipasang di lokasi adalah stop kontak untuk pengisian 5 unit HP yang ditunjukkan pada gambar 8. Dengan demikian maka total konsumsi energi untuk pengisian 5 unit HP adalah sebesar 97.5 Wh. Jika di pagi dan siang harinya dalam keadaan cerah, maka PLTS 2x100Wp yang terpasang dengan efisiensi sistem adalah 80% secara perhitungan dapat melakukan pengisian baterai HP pada siang hari sejumlah kurang lebih 25 unit hp dan malam hari sejumlah 15 unit HP dengan energinya pada siang hari adalah 487.5Wh dan pada malam hari adalah sebesar 292.5Wh. Sehingga dalam waktu 24jam total energi listrik pengisian HP sebesar 780Wh. Dengan demikian penghematan energi listrik selama 1 bulan (30 hari) adalah sebesar 23.4 kWh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan:

1. Pemasangan panel surya 2x100Wp untuk *charger* HP di masjid sangat membantu dan bermanfaat bagi mitra untuk memberikan fasilitas pengisian HP bagi jama'ah masjid dan masyarakat lingkungan sekitar masjid ketika ada kegiatan.
2. PLTS 2x100Wp terpasang mampu melakukan pengisian baterai HP sejumlah 40unit HP dengan rincian 25unit HP di siang hari, sedangkan di malam hari sejumlah 15unit HP.
3. PLTS 2x100 Wp jenis *black monocrystalline* mempunyai efisiensi 22% menghasilkan energi listrik sebesar 0.82 kWh perhari. Jika untuk pengisian 40unit HP setiap harinya maka energi listriknya sebesar 0.78kWh/hari. Dengan demikian adanya PLTS tersebut dapat menghemat listrik PLN sebesar 23.4kWh per bulan.

5. SARAN

Saran dan rekomendasi adalah Perlu dilakukan kegiatan yang sama dan berkelanjutan di lokasi pengabdian masjid A. Malik Fajar Eco MBS

Kota Malang, sehingga penggunaan energi baru terbarukan tidak hanya untuk pengisian baterai HP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur, anggota tim, dan seluruh civitas akademika, yang telah memberi dukungan moral dan dana terhadap program pengabdian masyarakat ini. Serta kepada pengelola A. Malik Fajar Eco MBS Kota Malang yang berpartisipasi aktif baik secara langsung dan tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, M. N., Ronilaya, F., Eryk, I. H., Wibowo, S., & Hakim, L., 2021. Small scale hybrid power generation for remote area electrification. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1073, 012026. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1073/1/012026>
- [2] International Electrotechnical Commission., 2017. *IEC 61960-3:2017: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Secondary lithium cells and batteries for portable applications—Part 3: Prismatic and cylindrical lithium secondary cells, and batteries made from them*.
- [3] Khatib, T., Ibrahim, I. A., & Mohamed, A., 2016. A review on sizing methodologies of photovoltaic array and storage battery in a standalone photovoltaic system. *Energy Conversion and Management*, 120, 430–448. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.05.011>
- [4] Nordin, N. D., & Rahman, H. A., 2016. A novel optimization method for designing stand alone photovoltaic system. *Renewable Energy*, 89, 706–715. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.001>
- [5] Patel, M. R., 2006, *Wind and solar power systems: Design, analysis, and operation* (2nd ed.). CRC Press.
- [6] Popp, A., Fechtner, H., Schmuelling, B., Kremzow-Tennie, S., Scholz, T., & Pautzke, F., 2021. Battery management systems topologies: Applications. In *Proceedings of the 4th International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICPEA52760.2021.9639285>
- [7] Ridzki, I., Prasetyo, B. E., Wiharya, C., Santoso, A. H., & Hakim, L., 2021. Pemanfaatan panel surya sebagai smart street lighting di Desa Banjarejo, Kec. Pakis, Kab. Malang. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 8(2). <https://doi.org/10.33795/elposys.v8i2.631>
- [8] Ridzki, I., Prasetyo, B. E., Wiharya, C., Mieftah, M., & Hakim, L., 2023. Pemasangan lampu panel surya di Masjid Baitul Ummah Bakalan Krajan–Sukun–Kota Malang. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 10(1), 19–23.
- [9] Samsung. (n.d.). *25W wall charger for super fast charging*. <https://www.samsung.com/id/mobile-accessories/wall-charger-for-super-fast-charging-25w-black-ep-ta800nbeginw/>
- [10] Samsung. (n.d.). *Galaxy S25 Ultra specifications*. <https://www.samsung.com/id/smartphones/galaxy-s25-ultra/specs/>
- [11] Solana. (n.d.). *Black monocrystalline solar panel*. Solana. <https://solana.co.id/blackmono/>

- [12] Sugeng, H., & Syahrillah, G. R. F., 2017. Rancang bangun pemanfaatan panel surya sebagai charger handphone di tempat umum. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 2(2).
- [13] Suwarno, & Z., M. F., 2022. Implementasi charger HP dengan panel surya 10 Wp, 21 VDC. *JETRI: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 19(2), 175–191.
- [14] Tim Penyusun PUIL., 2011, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011*. Badan Standardisasi Nasional.