JPM
Jurnal Pengabdian Mandiri
Vol.5 No.11 Nopember 2026

Bimbingan Teknis dan Implementasi Panel Surya pada Charging Station Portabel untuk Meningkatkan Akses Pengisian Daya di UMKM Toko Kopi KOOPEN Kota Malang

Imron Ridzki[1], Sri Wahyuni Dali[2], Saddani Djulihenanto[3], Divac Nabiel Akbar[4], Binar Surya Gumilang[5]
[1,2,3,4,5]Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia
E-mail: [1]imron.ridzki@polinema.ac.id

Article History:
Received: 17-10-2026
Revised: 09-11-2026
Accepted: 20-11-2026

Keywords: *off-grid solar PV; technical guidance; charging station; solar energy; micro enterprises*

Abstract: *This community service program aimed to expand access to charging for electronic devices and to improve skills in using solar energy at the KOOPEN coffee shop, a micro enterprise in Klojen, Malang City. The limited number of power outlets inside the shop was the basis for introducing a solar panel and a portable charging station. The activities consisted of a site survey, load planning, equipment handover, technical guidance, and evaluation. The revised plan used loads of 70 W for a laptop, 27 W for a tablet, and 30 W for a mobile phone, giving a daily load energy of 184 Wh. With a 25% allowance for losses, the required supply rose to 230 Wh/day. A single 60 Wp solar panel yields an ideal 240 Wh/day under an assumption of four peak sun hours, which is sufficient by calculation with a margin of 10 Wh/day. The evaluation reported a 78% increase in participants' understanding and a usefulness score of 17 out of 20. Whether the actual supply is adequate still requires field testing.*

PENDAHULUAN

UMKM Toko Kopi KOOPEN di Kecamatan Klojen, Kota Malang, melayani pengunjung di dalam kedai maupun area sekitarnya. Berdasarkan survei awal yang didokumentasikan dalam laporan pengabdian tahun 2025, fasilitas pengisian daya perangkat elektronik masih terpusat pada satu titik stopkontak di dalam kedai. Kondisi tersebut membatasi akses pengunjung di area luar, terutama saat membutuhkan pengisian daya ponsel, tablet, atau laptop (Ridzki et al., 2025).

Pemanfaatan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid dapat memberikan alternatif pengisian daya bagi area layanan yang jauh dari stopkontak permanen (Akikur et al., 2013; Mandelli et al., 2016). Modul fotovoltaik mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik (Green, 1982; Messenger & Abtahi, 2017), sedangkan charging station portabel menyimpan energi dan menyediakan keluaran pengisian. Studi sistem pengisian baterai pada PLTS menunjukkan bahwa kualitas pengisian serta efisiensi sistem perlu diperhatikan ketika menentukan kemampuan perangkat memenuhi beban (Gumilang et al., 2024).

Program pengabdian ini menyalurkan panel surya dan charging station portabel kepada mitra serta memberikan bimbingan teknis pengoperasian dan perawatan. Pemanfaatan energi terbarukan skala kecil semacam ini sejalan dengan upaya perluasan akses energi melalui solusi off-grid (Ellabban et al., 2014; International Renewable Energy Agency, 2019). Sejumlah kegiatan pengabdian juga telah memanfaatkan PLTS portabel atau charging station bertenaga surya untuk mendukung layanan UMKM dan kebutuhan energi

darurat (Fauzi et al., 2024; Nurhadi et al., 2025). Artikel ini menyajikan pelaksanaan, perencanaan energi yang telah direvisi, dan hasil evaluasi kegiatan.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan dilaksanakan bersama UMKM Toko Kopi KOOPEN, Kecamatan Klojen, Kota Malang, pada program pengabdian tahun 2025. Subjek pendampingan mencakup pemilik usaha, pegawai, dan konsumen. Survei mengidentifikasi penempatan pengunjung, ketersediaan stopkontak, dan kebutuhan layanan pengisian daya. Perencanaan diarahkan pada laptop, tablet, dan ponsel, diikuti penyerahan perangkat, bimbingan teknis, serta evaluasi. Pendampingan penerapan teknologi tepat guna (Schumacher, 1973) bagi usaha berbasis kopi juga telah dilaporkan dalam kegiatan pengabdian terdahulu (Santoso et al., 2025).

Bimbingan teknis meliputi pengenalan komponen PLTS off-grid, penggunaan port AC/DC/USB, pembacaan indikator baterai, serta pemeriksaan kebersihan panel dan sambungan listrik. Pendekatan praktik langsung dipilih karena pembelajaran berbasis pengalaman membantu peserta memahami pengoperasian perangkat (Kolb, 1984), sebagaimana juga diterapkan pada pelatihan PLTS off-grid dalam kegiatan pengabdian lain (Auliq & Nugroho, 2025; Muhammad et al., 2025). Materi mengenai pengaturan keluaran dan batas pembebanan relevan dengan pembahasan pengendalian arus pada sistem konverter dan pengisian daya. Evaluasi kegiatan dilaporkan melalui indikator peningkatan pemahaman dan penilaian manfaat yang berkaitan dengan tingkat reaksi dan pembelajaran dalam evaluasi pelatihan (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006); laporan tidak merinci seluruh instrumen serta jumlah responden evaluasi (Saputra et al., 2022).



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat pada UMKM KOOPEN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Mitra dan Survei Lokasi

Survei lapangan menunjukkan bahwa aktivitas pelanggan tidak hanya berlangsung di dalam ruang kedai, tetapi juga di area sekitarnya. Foto dokumentasi lokasi dan interaksi pengunjung pada Gambar 2 menunjukkan konteks kebutuhan layanan pengisian daya yang dapat dipindahkan. Kondisi tersebut mendasari pemilihan charging station portabel sebagai sarana pendukung aktivitas UMKM.

JPM
Jurnal Pengabdian Mandiri
Vol.5 No.11 Nopember 2026



Gambar 2. Lokasi dan suasana aktivitas pengunjung Toko Kopi KOOPEN Klojen (sumber: Gambar 5.1 laporan akhir).

Perencanaan Kebutuhan Energi

Kebutuhan beban dihitung berdasarkan skenario pengisian satu laptop, satu tablet, dan satu ponsel sebagaimana tercantum dalam laporan akhir. Lama penggunaan yang direncanakan masing-masing adalah satu jam, dua jam, dan dua jam. Hasil perhitungan energi harian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perencanaan kebutuhan energi pengisian perangkat elektronik.

Beban	Jumlah	Daya (W)	Durasi (jam)	Energi (Wh)
Laptop	1	70	1	70
Tablet	1	27	2	54
Ponsel	1	30	2	60
Total	3	—	—	184

Perhitungan kebutuhan energi dilakukan berdasarkan jumlah perangkat (n), daya pengisian yang diasumsikan (P, W), serta durasi pemakaian (t, jam) sebagaimana Persamaan (1). Nilai laptop 70 W merupakan revisi skenario perencanaan dari 90 W pada laporan akhir 2025, bukan hasil pengukuran daya aktual. Daya tablet 27 W dan ponsel 30 W serta durasinya tidak diubah (Ridzki et al., 2025).

$$E_i = n_i P_i t_i \quad (1)$$

Berdasarkan Tabel 1, kebutuhan energi untuk satu laptop 70 W selama satu jam, satu tablet 27 W selama dua jam, dan satu ponsel 30 W selama dua jam dihitung sebagai berikut:

$$E_{\text{beban}} = (1 \times 70 \times 1) + (1 \times 27 \times 2) + (1 \times 30 \times 2) = 184\ \text{Wh/hari} \quad (2)$$

Mengikuti pendekatan perencanaan dalam laporan akhir, cadangan untuk mengantisipasi rugi-rugi ditetapkan sebesar 25% dari energi beban, mengingat sistem PLTS off-grid mengalami rugi pada pengisian baterai, konversi, dan pengkabelan (Messenger &

Abtahi, 2017). Cadangan ini bersifat asumsi desain dan belum diperoleh dari pengujian efisiensi perangkat. Perhitungannya ditunjukkan pada Persamaan (3) dan (4).

$$E_{\text{cadangan}} = 0{,}25 \times E_{\text{beban}} = 0{,}25 \times 184 = 46\ \text{Wh/hari} \quad (3)$$

$$E_{\text{kebutuhan}} = E_{\text{beban}} + E_{\text{cadangan}} = 184 + 46 = 230\ \text{Wh/hari} \quad (4)$$

Perencanaan menggunakan satu modul fotovoltaik monokristalin berdaya puncak 60 Wp dengan asumsi empat jam matahari setara puncak (peak sun hours, PSH) per hari (Duffie & Beckman, 2013; Kalogirou, 2014; Masters, 2013). Energi satu panel secara ideal dihitung menggunakan Persamaan (5).

$$E_{\text{PV,ideal}} = P_{\text{PV}} \times t_{\text{PSH}} = 60\ \text{Wp} \times 4\ \text{jam} = 240\ \text{Wh/hari} \quad (5)$$

Jumlah minimum panel ditentukan dari perbandingan kebutuhan energi suplai dan energi ideal per modul, kemudian dibulatkan ke atas ke bilangan bulat sebagaimana Persamaan (6).

$$N_{\text{PV,min}} = \text{ceil}\left(\frac{E_{\text{kebutuhan}}}{E_{\text{PV,ideal}}}\right) = \text{ceil}\left(\frac{230}{240}\right) = 1\ \text{modul} \quad (6)$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan suplai setelah penambahan cadangan 25% sebesar 230 Wh/hari, sedangkan produksi ideal satu panel 60 Wp pada 4 PSH sebesar 240 Wh/hari. Rasio 230/240 = 0,9583 dibulatkan ke atas menjadi satu panel 60 Wp. Selisih perencanaan hanya 10 Wh/hari (4,17% dari energi panel ideal), sehingga kesimpulan satu panel cukup berlaku pada asumsi perhitungan tersebut, bukan jaminan kinerja harian. Produksi riil dapat lebih kecil akibat cuaca, suhu modul, orientasi, bayangan, debu, dan rugi pengisian (Mani & Pillai, 2010; Skoplaki & Palyvos, 2009). Pengukuran energi panel serta pengelolaan pemakaian diperlukan untuk memastikan kebutuhan tercukupi.

Perangkat charging station yang tercantum dalam laporan memiliki kapasitas baterai nominal 151 Wh (40.800 mAh), keluaran AC 200 W (daya puncak 250 W), keluaran DC 9–12 V hingga 10 A, serta tiga port USB (dua QC 3.0 dan satu 5 V/2,4 A). Daya laptop 70 W masih berada dalam kisaran spesifikasi pengisian yang dikaji dalam laporan. Kemampuan perangkat melayani beban secara bersamaan perlu memperhitungkan batas daya keluaran tiap port dan daya terpakai aktual.

Penyerahan Perangkat dan Bimbingan Teknis

Implementasi program ditandai dengan penyerahan panel surya dan charging station kepada mitra (Gambar 3). Penyerahan ini memastikan sarana yang direncanakan tersedia di lokasi usaha dan menjadi perangkat praktik dalam kegiatan pendampingan. Dokumentasi pelatihan (Gambar 4) memperlihatkan proses penjelasan langsung mengenai penggunaan perangkat.

JPM
Jurnal Pengabdian Mandiri
Vol.5 No.11 Nopember 2026



Gambar 3. Penyerahan panel surya dan charging station kepada mitra (sumber: Gambar 5.2 laporan akhir).



Gambar 4. Bimbingan teknis pengoperasian perangkat bersama mitra (sumber: Gambar 5.3 laporan akhir).

Pada Gambar 3, perangkat diserahkan kepada perwakilan KOOPEN sebagai luaran fisik kegiatan pengabdian. Perangkat ini dimaksudkan untuk mendukung layanan pengisian daya pada area yang tidak terjangkau stopkontak permanen.

Pada Gambar 4, peserta menerima demonstrasi menyalakan dan mematikan sistem, membaca indikator baterai, memilih port keluaran sesuai perangkat, serta melakukan pemeliharaan dasar. Materi perawatan mencakup pembersihan permukaan panel, pemeriksaan kabel dan konektor, serta perhatian pada kondisi baterai. Pemeriksaan sambungan dan pemahaman batas pembebanan mendukung penerapan prinsip keselamatan penggunaan instalasi energi surya skala kecil (Badan Standardisasi Nasional, 2011; Djulihenanto et al., 2025).

Evaluasi Kegiatan

Laporan akhir mencatat peningkatan pemahaman peserta sebesar 78% setelah pelaksanaan bimbingan teknis serta penilaian kebermanfaatan 17 dari skor maksimum 20. Angka tersebut menggambarkan hasil evaluasi yang dilaporkan tim pelaksana. Namun, jumlah responden, metode penetapan persentase, dan data mentah sebelum–sesudah tidak dirinci dalam dokumen sumber sehingga tidak dilakukan interpretasi statistik tambahan (Ridzki et al., 2025).

Pembahasan

Kebutuhan mitra berupa layanan pengisian daya di area luar menempatkan mobilitas peralatan sebagai kriteria yang relevan selain aspek teknis. Pemakaian panel fotovoltaik bersama charging station memungkinkan pemilik usaha mengenalkan prinsip PLTS off-grid dalam konteks layanan pengunjung. Pendekatan pendampingan melalui demonstrasi langsung juga mendukung transfer pengetahuan operasional kepada pemilik dan pegawai yang akan mengelola peralatan, sehingga mempermudah adopsi teknologi baru oleh pengguna (Rogers, 2003).

Berdasarkan Persamaan (5) dan (6), perencanaan yang direvisi membutuhkan 230 Wh/hari dan secara teoretis dapat dipasok oleh satu panel 60 Wp yang menghasilkan 240 Wh/hari pada 4 PSH. Namun, kelebihan energi ideal hanya 10 Wh/hari sehingga margin perencanaan tergolong sempit. Angka 240 Wh/hari belum memperhitungkan seluruh variasi kondisi penyinaran dan rugi proses konversi yang sesungguhnya. Asumsi cadangan 25% perlu divalidasi melalui pencatatan energi masukan dan keluaran harian agar rekomendasi satu panel tidak dianggap sebagai jaminan pasokan sepanjang tahun.

Kapasitas baterai nominal 151 Wh lebih kecil 33 Wh dibandingkan kebutuhan beban harian revisi sebesar 184 Wh. Karena itu, charging station tidak dapat diasumsikan memenuhi keseluruhan skenario hanya dari satu kali isi baterai tanpa pasokan ulang panel. Pengisian ulang saat perangkat digunakan, pengaturan jadwal beban, serta pembatasan beban simultan dapat dipertimbangkan. Energi yang benar-benar dapat digunakan juga dipengaruhi rugi inverter, karakteristik baterai, dan batas tegangan operasi (Divya & Østergaard, 2009; Gumilang et al., 2024).

Hasil evaluasi pemahaman dan kebermanfaatan menunjukkan potensi penguatan kompetensi mitra. Akan tetapi, data yang tersedia belum cukup untuk menyimpulkan dampak kuantitatif terhadap penghematan listrik PLN, penurunan biaya operasional, maupun kenaikan omzet UMKM. Penelitian tindak lanjut perlu menggunakan instrumen evaluasi yang terdokumentasi serta pengujian sistem pada beragam intensitas radiasi dan pola pembebanan.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat tahun 2025 di UMKM Toko Kopi KOOPEN telah melaksanakan survei kebutuhan, penyerahan panel surya 60 Wp dan charging station portabel, serta bimbingan teknis pengoperasian dan perawatan. Setelah daya laptop direvisi dari 90 W menjadi 70 W, energi beban menjadi 184 Wh/hari, dengan tambahan cadangan 25% sebesar 46 Wh/hari sehingga kebutuhan suplai mencapai 230 Wh/hari. Pada asumsi penyinaran efektif empat jam, satu panel 60 Wp berpotensi menghasilkan 240 Wh/hari dan secara teoretis memenuhi kebutuhan yang diperhitungkan. Namun, margin ideal hanya 10 Wh/hari dan kapasitas baterai 151 Wh belum mencukupi seluruh energi beban 184 Wh tanpa pengisian ulang. Evaluasi kegiatan dalam laporan mencatat peningkatan pemahaman sebesar 78% dan kebermanfaatan 17 dari 20. Keandalan satu panel perlu diverifikasi dengan pengujian energi harian dan pengaturan beban sebelum diklaim mencukupi pada berbagai kondisi operasional.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Negeri Malang melalui pendanaan pengabdian masyarakat DIPA tahun 2025 serta kepada pengelola, pegawai, dan peserta kegiatan di UMKM Toko Kopi KOOPEN Klojen yang mendukung survei, implementasi, dan bimbingan teknis.

DAFTAR REFERENSI

Akikur, R. K., Saidur, R., Ping, H. W., & Ullah, K. R. (2013). Comparative study of stand-alone and hybrid solar energy systems suitable for off-grid rural electrification: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 27*, 738–752.

https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.043

Auliq, M. A., & Nugroho, A. B. (2025). Pelatihan modul pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid di SMK Muhammadiyah 3 Ambulu. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 6*(3), 2268–2274. https://doi.org/10.31949/jb.v6i3.13591

Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Persyaratan umum instalasi listrik 2011 (PUIL 2011) (SNI 0225:2011)*. Badan Standardisasi Nasional.

Divya, K. C., & Østergaard, J. (2009). Battery energy storage technology for power systems—An overview. *Electric Power Systems Research, 79*(4), 511–520. https://doi.org/10.1016/j.epsr.2008.09.017

Djulihenanto, S., Saputra, M., Hermawan, S. L., Akbar, D. N., Gumilang, B. S., & Putri, A. W. (2025). Implementasi sistem proteksi arus dan tegangan lebih pada PLTS 10×100 Wp. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan, 12*(1), 49–54. https://doi.org/10.33795/elposys.v12i1.6849

Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar engineering of thermal processes (4th ed.)*. John Wiley & Sons.

Ellabban, O., Abu-Rub, H., & Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 39*, 748–764. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113

Fauzi, M. W., Ariansyah, M. L., Wahyuni, E. S., & Mubarok, H. (2024). Pembuatan portabel energi berbasis panel surya sebagai sumber energi listrik alternatif saat darurat bencana untuk Badan Penanggulangan Bencana Daerah Yogyakarta (BPBD DIY). *JATTEC: Journal of Appropriate Technology for Community Services, 5*(1), 43–57. https://doi.org/10.20885/jattec.vol5.iss1.art6

Green, M. A. (1982). *Solar cells: Operating principles, technology, and system applications*. Prentice-Hall.

Gumilang, B. S., Djulihenanto, S., Hermawan, S. L., Andinia, K. L., & Wardania, Y. I. (2024). Sistem pengisian baterai VRLA 200Ah 24V pada pembangkit listrik tenaga surya 6×100 Wp di PPYD Al-Ikhlas, Singosari, Kabupaten Malang. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan, 11*(3), 213–218. https://doi.org/10.33795/elposys.v11i3.6308

International Renewable Energy Agency. (2019). *Off-grid renewable energy solutions to expand electricity access: An opportunity not to be missed*. International Renewable Energy Agency.

Kalogirou, S. A. (2014). *Solar energy engineering: Processes and systems (2nd ed.)*. Academic Press.

Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating training programs: The four levels (3rd ed.)*. Berrett-Koehler.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

Mandelli, S., Barbieri, J., Mereu, R., & Colombo, E. (2016). Off-grid systems for rural

electrification in developing countries: Definitions, classification and a comprehensive literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 58*, 1621–1646. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.338

Mani, M., & Pillai, R. (2010). Impact of dust on solar photovoltaic (PV) performance: Research status, challenges and recommendations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14*(9), 3124–3131. https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.065

Masters, G. M. (2013). *Renewable and efficient electric power systems (2nd ed.)*. John Wiley & Sons.

Messenger, R. A., & Abtahi, A. (2017). *Photovoltaic systems engineering (4th ed.)*. CRC Press.

Muhammad, Meliala, S., Ezwarsyah, Amri, Alchalil, & Jannah, M. (2025). Pelatihan rancang bangun PLTS off grid untuk peningkatan ekonomi mikro masyarakat Gampong Reuleut Barat. *Jurnal SOLMA, 14*(3), 5145–5153. https://doi.org/10.22236/solma.v14i3.20862

Nurhadi, S., Gumilang, B. S., Akbar, D. N., Santoso, A. H., Ananto, R. A., & Kurniawan, B. I. (2025). Sosialisasi dan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya portable sebagai sumber energi listrik alternatif di UMKM Hasanudin Kota Malang. *JPM: Jurnal Pengabdian Mandiri, 4*(10), 967–974. https://doi.org/10.53625/jpm.v4i10.11514

Ridzki, I., Dali, S. W., Djulihenanto, S., Akbar, D. N., & Gumilang, B. S. (2025). *Bimbingan teknis dan implementasi panel surya pada charger portabel skala kecil untuk mendukung UMKM Toko Kopi KOOPEN Klojen Kota Malang* [Laporan akhir pengabdian kepada masyarakat]. Politeknik Negeri Malang.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations (5th ed.)*. Free Press.

Santoso, A. H., Ridzki, I., Akbar, D. N., Djulihenanto, S., Imron, A., & Hakim, L. (2025). Implementasi motor induksi 1 fasa sebagai penggerak penggiling biji kopi pada UMKM. *Jurnal Pengabdian Polinema kepada Masyarakat, 12*(1), 31–34. https://doi.org/10.33795/jpkm.v12i1.6377

Saputra, M., Djulihenanto, S., & Ridzki, I. (2022). DC-DC converter 1300 VA dengan pengendali arus berbasis pengendali Arduino Mega untuk aplikasi charger. *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi, 3*(2), 54–60. https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jtia/article/view/1664

Schumacher, E. F. (1973). *Small is beautiful: A study of economics as if people mattered*. Blond & Briggs.

Skoplaki, E., & Palyvos, J. A. (2009). On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations. *Solar Energy, 83*(5), 614–624. https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.10.008