

Pembangunan Model Stasiun Pengisian Motor Listrik Bertenaga Panel Surya untuk Ojek Motor Listrik dan Umum di Area Sarana Olahraga Ganesha ITB

Building a Model of Solar-Powered Charging Station for Electric Motorcycle Taxis and Public Use in the Ganesha Sports Facility of ITB

Alvin Fariz¹, Reksa Akbar Kinasih Gusti², Ramdhan Rusman Nuryadin³, Mukhammad Hisyam Prakoso⁴, Muhammad Haidar Aziz⁵, Abdul Muizz Pradipto⁶, Irfan Dwi Aditya⁷, Valdi Rizki Yandri⁸, Rahmat Hidayat⁹

Email : ⁸valdi@pnp.ac.id , ⁹rahmat@fi.itb.ac.id

^{1,2,3,4,5,6,9}*Kelompok Keahlian Fisika Magnetik dan Fotonik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132*

⁷*Kelompok Keahlian Fisika Instrumentasi dan Komputasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132*

⁸*Kelompok Keahlian Energi Baru Terbarukan, Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis, Padang 25164*

Abstract

In this community service activity, a model of an electric motorcycle charging station has been built, which uses an independent Solar Power Plant (PLTS) (abbreviated as SPML-PS). This SPML-PS was built off-grid for use by the electric motorcycle taxi community and the public at the Ganesha Sports Facility (Saraga) area, Bandung Institute of Technology (ITB), Bandung. Using electricity from renewable sources like solar power is an effective way to harness green energy, reducing CO₂ emissions from vehicles and dependence on fossil fuels. The SPML-PS model consists of solar panels (with a total power capacity of 900 Wp), a 2.4 kWh storage battery, and a Maximum Power Point Tracking (MPPT) controller integrated with a direct current (DC) to alternating current (AC) inverter. This SPML-PS is monitored using cloud-based Internet of Things (IoT) technology, allowing users to check electricity availability online at any time from anywhere. With these specifications, this SPML can charge two electric motorcycles or more per day, depending on the sunlight intensity. The installation and testing were carried out from October to November 2025. This SPML-PS was inaugurated by the Director of Community Service and Expertise Services (DPMK) ITB on November 20, 2025. This activity also demonstrated that this kind of SPML-PS can be built and operated independently by individuals, communities, small-medium enterprises, or cooperatives.

Keywords: *Battery, Charging Station, Electric Motorcycle, Solar Power Plant*

Abstrak

Dalam kegiatan pengabdian masyarakat kali ini telah dibuat model pengisian baterai motor listrik (molis) yang bersumber dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mandiri (disingkat sebagai SPML-PS), yang dibangun bersifat off-grid, untuk dipergunakan oleh komunitas ojek molis dan masyarakat umum di kawasan Sarana Olahraga Ganesha (Saraga), Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung. Penggunaan sumber listrik yang

berasal dari energi baru terbarukan (EBT), seperti energi surya, merupakan bentuk pemanfaatan energi hijau secara utuh, yang tidak hanya mengurangi emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor tetapi juga pengurangan penggunaan energi fosil. Model SPML-PS yang dibangun terdiri dari dengan panel surya (dengan kapasitas daya total 900 Wp), baterai listrik penyimpanan berkapasitas 2,4 kWh, pengontrol daya berjenis *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) terintegrasi dengan sebuah inverter arus searah (DC) ke arus bolak-balik (AC). SPML-PS ini dimonitor dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) berbasis internet awan (*cloud internet*) sehingga dapat dicek terlebih dahulu ketersediaan listriknya secara online oleh pengguna setiap saat dari mana saja. Dengan spesifikasi tersebut, SPML ini dapat dipergunakan untuk mengisi dua motor listrik atau lebih per hari, bergantung pada intensitas matahari. Pemasangan dan pengujian SPML-PS ini dilaksanakan dari bulan Oktober hingga November 2025. SPML-PS ini diresmikan oleh Direktur Pengabdian Masyarakat dan Layanan Kepakaran (DPMK) ITB pada tanggal 20 November 2025. Kegiatan ini juga menunjukkan bahwa SPML-PS semacam ini dapat dibangun dan dioperasikan secara swa-kelola oleh individu, komunitas, usaha kecil-menengah ataupun koperasi.

Kata Kunci: Baterai, Motor Listrik, PLTS, Stasiun Pengisian

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan energi terbarukan semakin menjadi perhatian utama di berbagai negara, termasuk Indonesia. Salah satu bentuk energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah tenaga surya (Aditya dkk., 2025; Pambudi dkk., 2025). Panel surya atap merupakan solusi yang efektif dalam mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari, terutama dalam mendukung transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan. Di sisi lain, perkembangan kendaraan listrik, khususnya motor listrik, semakin meningkat sebagai respons terhadap kebutuhan transportasi yang lebih ramah lingkungan dan efisien. Tingkat pertumbuhan penggunaan kendaraan listrik dapat memberikan dampak besar dalam pengurangan emisi gas rumah kaca yang berasal dari sektor transportasi (Kwon dan Chang, 2025; Taamneh dan Makahleh, 2025). Keberhasilan dalam dekarbonisasi sektor transportasi bergantung pada peningkatan penggunaan kendaraan listrik (Challa dkk., 2022; Guo dkk., 2026). Peningkatan penggunaan motor listrik di Indonesia akhir-akhir ini merupakan tren positif karena dapat mendukung realisasi pengurangan emisi gas rumah kaca, dalam rangka menuju *net zero emission* melalui pemanfaatan energi hijau (*green energy*) (Hidayah dkk., 2025; Agustina dkk., 2025). Penggunaan motor listrik yang memanfaatkan sumber listrik dari pembangkit energi listrik menggunakan minyak bumi belum bisa membentuk suatu ekosistem berbasis energi bersih (*clean energy*). Penggunaan sumber energi bersih, seperti energi surya dan angin, akan membentuk ekosistem energi bersih seutuhnya yang dapat menekan secara signifikan emisi gas rumah kaca, khususnya gas CO₂ dan CO (Bhowmik dkk., 2025; Kilinc-Ata, 2025).

Pemerintah melalui Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 13 Tahun 2023 telah menekankan pentingnya penggunaan sepeda motor listrik (Kementerian

Energi dan Sumber Daya Mineral, 2023) . Namun, salah satu tantangan utama untuk penggunaan motor listrik secara luas di Indonesia adalah ketersediaan infrastruktur pengisian daya listrik yang masih terbatas, terutama di wilayah usaha kecil dan menengah (UKM). Banyak pelaku usaha kecil, seperti ojek *online* (ojol), kurir, dan pedagang keliling, masih kesulitan menemukan stasiun pengisian motor listrik (SPML) yang mudah diakses dan terjangkau. SPML yang bertenaga Panel Surya (SPML-PS) bisa menjadi sebuah solusi. Berdasarkan penggunaannya, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat bersifat *on-grid*, yang tersambung ke jaringan distribusi tenaga listrik PT. PLN (Persero) atau *off-grid*, yang tidak tersambung ke jaringan distribusi tenaga listrik (Hassan, 2021). Untuk penggunaan yang berskala kecil tetapi bersifat cukup rutin, SPML-PS yang bersifat *off-grid* dapat menjadi solusi yang lebih sederhana dan efektif.

Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, SPML-PS yang dibangun bersifat *off-grid* karena hanya akan digunakan sebagai SPML khusus untuk di area Sarana Olahraga Ganesha (Saraga), Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung. Pemasangan PLTS yang berjenis *off-grid* di fasilitas umum ini diharapkan dapat membantu pengendara ojol dan pengguna fasilitas Saraga ITB. Dengan terkoneksi pada awan internet (*internet cloud*) dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), pengguna dapat melihat status ketersediaan SPML-PS pada laman internet-nya melalui komputer ataupun telepon pintar (*smart phone*). Selain itu, kegiatan ini bertujuan untuk membuat model SPML-PS mini yang bisa dibangun oleh individu, komunitas atau UKM, tidak harus oleh unit usaha berskala besar dan global.

METODOLOGI KEGIATAN

SPML-PS ini dibangun dengan didasari pada teknologi pengisian baterai listrik terkini, baik untuk motor listrik dengan baterai *non-swap* dan *swap*. Tahapan kegiatan terdiri dari:

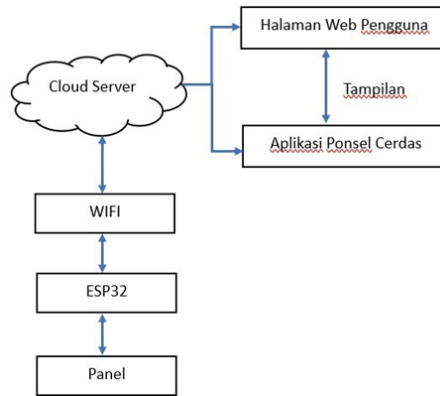
1. Perancangan SPML-PS
2. Pembuatan dan pengujian awal SPML-PS
3. Peresmian dan pemanfaatan secara terbuka.

SPML-PS ini telah dirancang dengan menggunakan beberapa komponen utama, sebagai berikut:

1. Panel Sel Surya terdiri dari 9 panel @100 Wp
2. Baterai tipe *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) yang menggunakan teknologi *Absorbent Glass Mat* (AGM) 12 Volt, 100Ah sebanyak 2 unit
3. Mikrokontroler berbasis IoT
4. Unit kontrol berbasis *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) terintegrasi dengan *Inverter* DC ke AC.

5. Kotak panel box SPML-PS dengan beberapa *Mini Circuit Breaker* (MCB) arus AC dan DC.

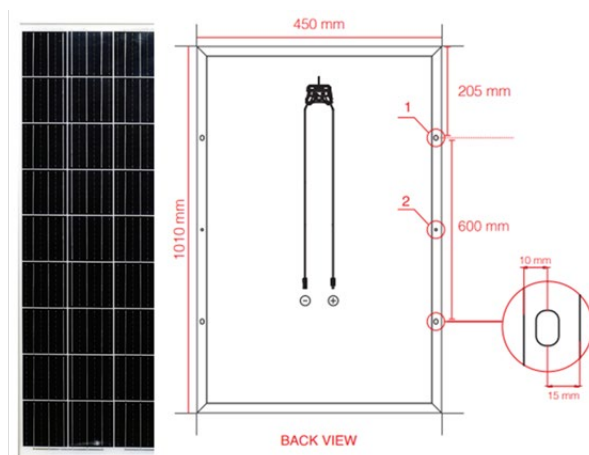
SPML-PS ini terkoneksi dengan awan internet melalui perangkat IoT agar dapat dimonitor secara *real time* oleh pengguna dari manapun dan kapanpun melalui komputer ataupun telepon cerdas. Diagram sederhana dari SPML-PS ini diilustrasikan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Skematik Pengiriman Data dari Kotak Panel ke *Cloud Server*

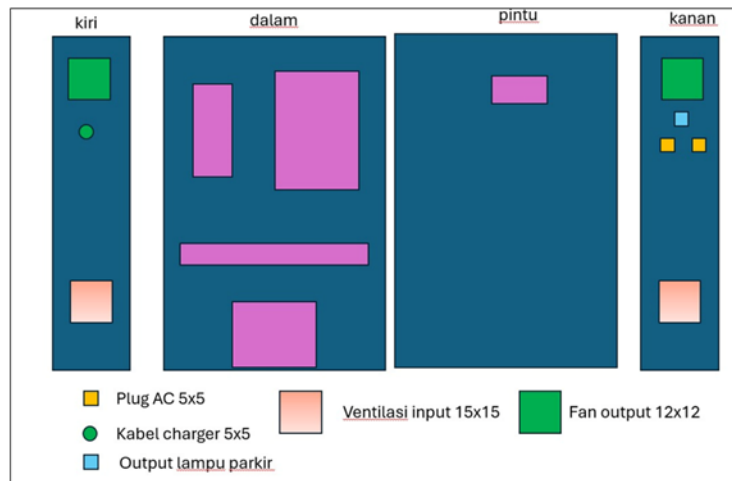
Spesifikasi baterai motor listrik yang banyak digunakan oleh masyarakat, terutama pengendara *Gojek* dan *Grab*, adalah kapasitas 52 Ah dan tegangan 72 V (setara dengan 3,7 kWh) dan kapasitas 40 Ah dan tegangan 60 V (setara dengan 2,4 kWh). Sebagian motor listrik ada yang langsung menggunakan saluran AC 220 V untuk pengisian baterainya karena unit konverter listrik dan *Battery Management System* (BMS) terpasang di dalam motor. Sebagian lainnya, unit konverter listrik dan BMS ada terpisah sebagai sebuah unit adaptor di luar motor. Karena ada dua perbedaan tersebut, pada SPML-PS ini disediakan dua macam luaran, baik dalam bentuk AC 220V dan juga DC (72V dan 60 V).

Tipe panel surya yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini sel surya silikon monokristalin (ICA 100-36M, ICASolar) dengan dimensinya yaitu 450 mm x 1010 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



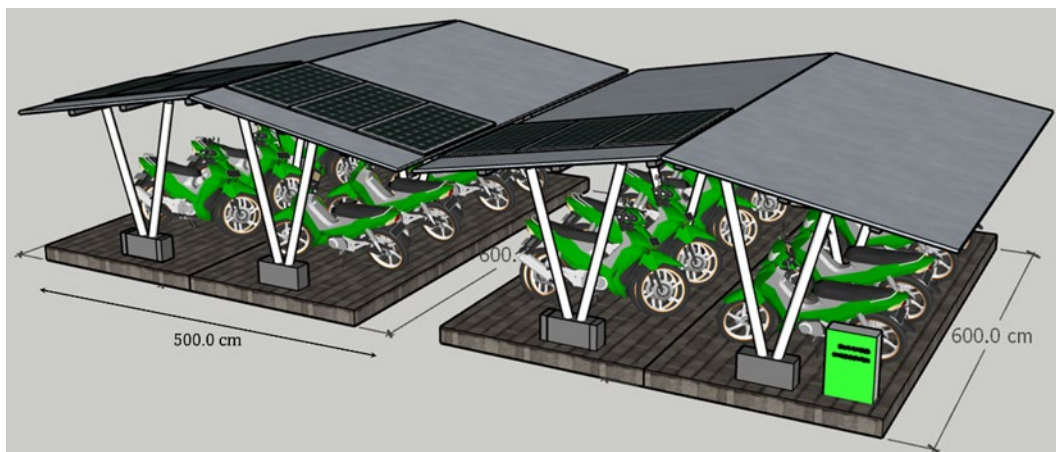
Gambar 2. Perencanaan Panel Surya Silikon Monokristalin Tipe ICA 100-36M beserta Dimensinya

Panel surya tersebut dapat menghasilkan daya maksimum 100 Wp, sehingga digunakan sebanyak 9 panel untuk menghasilkan total 900 Wp. Kotak panel digunakan untuk meletakkan MCB DC, MCB AC, kabel instalasi dan komponen tambahan lainnya, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan pada Kotak Panel

Spesifikasi yang digunakan adalah MCB DC 20 A dan MCB AC 32 A. Panel surya dipasang pada atap parkir motor Saraga ITB dengan luas 6 x 2,5 m² seperti ditunjukkan dalam sketsa pada Gambar 4.



Gambar 4. Sketsa Pemasangan Panel Surya pada Tempat Parkir Motor Saraga ITB

Kondisi lokasi penempatan model PLTS untuk stasiun pengisian baterai motor listrik di area Saraga ITB dapat dilihat pada Gambar 5, dimana panel surya dipasang di atap area parkir motor.



Gambar 5. Area Parkir Motor Saraga ITB

Koordinat lokasi stasiun pengisian baterai motor listrik ini ditunjukkan pada Gambar 6, dimana *Global Horizontal Irradiation* (GHI) lokasi tersebut adalah 1.718,5 kWh/m².



Gambar 6. GHI di Lokasi Pembangunan SPML-PS Ini

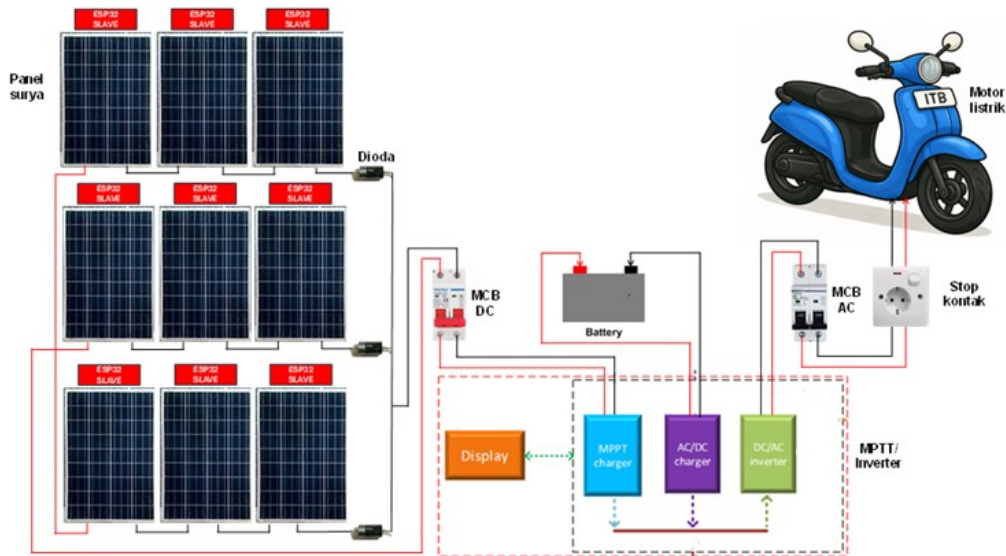
Lokasi detail dari SPML-PS ini adalah pada koordinat $-6,885^{\circ}$; $107,611^{\circ}$, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Koordinat SPML-PS ($-6,885^{\circ}$; $107,611^{\circ}$)

Diagram satu garis instalasi SPML-PS ini ditunjukkan pada Gambar 8, yang menggunakan beberapa komponen, termasuk MCB AC dan MCB DC untuk perlindungan

sirkuit dengan beban ringan. MCB tersebut dipasang di panel distribusi agar mudah diakses untuk perawatan dan penggantian. Koneksi kabel dirancang aman untuk menghindari percikan atau hubungan arus pendek.



Gambar 8. Sistem PLTS *Off-grid* yang Dirancang untuk Dipasang pada Stasiun Pengisian Baterai Motor Listrik di Saraga, Bandung

Jenis kabel yang digunakan adalah NYHHY yang dipasang di dalam pipa atau saluran kabel untuk melindungi dari kerusakan fisik dan memenuhi syarat keselamatan. Sebanyak 9 panel surya terhubung secara seri dan paralel, kemudian terhubung ke dioda dan masukan MCB DC. Fungsi utama dioda pada panel surya adalah sebagai dioda pemblokiran yang mencegah arus balik dari baterai di malam hari. Selain itu, ada juga dioda *bypass* yang berfungsi mengalihkan arus agar tidak melewati sel yang tertutupi bayangan untuk mencegah efek *hot spot* yang dapat merusak panel surya.

Tipe MPPT yang digunakan adalah Up2000-MS3322 (Huizhou Epever Technology Co., Ltd). MPPT ini terhubung langsung dengan sebuah inverter, yang mengubah arus DC menjadi arus AC 220V dan berperan sebagai luaran AC melalui sebuah stop kontak. Luaran AC ini dapat dikoneksikan langsung dengan motor listrik. MCB DC digunakan sebagai pemutus arus listrik otomatis saat terjadi kondisi yang tidak aman seperti arus berlebih atau hubungan singkat. MCB DC melindungi komponen lain dalam sistem dari kerusakan dan mencegah potensi bahaya seperti kebakaran atau sengatan listrik. MCB DC ditempatkan di berbagai titik krusial dalam sistem, termasuk antara panel surya dan *controller*, antara *controller* dan baterai, serta antara baterai dan inverter. Detail komponen dalam SPML-PS ini dan beberapa aspek teknisnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen yang Digunakan pada SPML-PS dan Beberapa Aspek Teknisnya

No.	Jenis Komponen	Spesifikasi
1.	Panel surya silikon monokristalin (9 panel)	<i>Maximum power</i> (P_{max}) : 100 WP <i>Power Tolerance</i> : $\pm 5\%$ <i>Maximum Power Voltage</i> (V_{mp}) : 22,97 V <i>Maximum Power Current</i> (I_{mp}) : 4,36 A <i>Open circuit volatge</i> (V_{oc}) : 26,91 V <i>Short circuit current</i> (I_{sc}) : 4,61 A <i>Maximum system voltage</i> : 1000 V DC <i>Maximum series fuse rating</i> : 15 A <i>Weight</i> : 5,9 kg <i>Dimension</i> : 1010 x 450 x 28 mm
2.	MPPT (12/24 V)	Dengan 3 paralel, minimal diperlukan : $I_{sc} = I_{sc \text{ per panel}} \times \text{jumlah panel} = 13,83 \text{ A}$ (untuk 3 paralel), dimana I_{sc} adalah arus SCC dan I_{sc} adalah arus hubung singkat panel surya. Kapasitas SCC MS3322 yang digunakan = 30 A.
3.	Baterai (12 V/100 Ah)	Efisiensi baterai = $100\% - 5\%$ (rugi-rugi) = 95% Energi+Cadangan = kebutuhan energi : efisiensi = $1680 \text{ Wh} : 95\% = 1768,42 \text{ Wh}$ Jumlah baterai = 2 unit (12 V) dengan kapasitas 100 Ah
4.	Konektor MC4	2,5 – 6 m
5.	Kabel Panel Surya	$\varnothing 2,5 \text{ mm}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasangan dan pengujian dan pemasangan panel surya dan instalasi listrik lainnya dilaksanakan pada bulan November 2025. Pengujian awal panel surya yang telah disambungkan dengan MPPT dan baterai dilakukan di kampus Institut Teknologi Bandung, seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Panel Surya Sebelum Pemasangan

Setelah baterai telah berhasil diuji saat pengisian dan pengosongan, maka dilanjutkan dengan pemasangan panel surya di atap tempat parkir motor Saraga seperti terlihat pada Gambar 10.



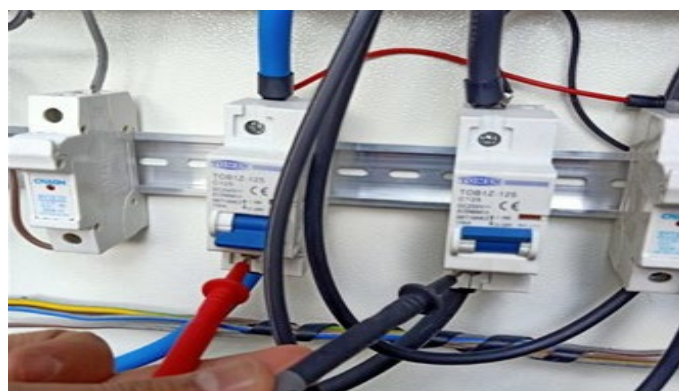
Gambar 10. Pemasangan Panel Surya di Atap Tempat Parkir Motor

Kabel dan konektor MC4 selanjutnya digunakan untuk menyambungkan antar panel surya, dioda dan MCB, di bawah atap tempat parkir motor seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pemasangan Kabel dan Konektor MC4

Setiap MCB yang telah terpasang selalu dilakukan pengujian terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pemasangan dan Pengujian MCB

Setelah pemasangan dan pengujian instalasi SPML-PS berhasil dilaksanakan, fasilitas ini diresmikan pada tanggal 20 November 2025. Persiapan instalasi pada kotak panel sebelum peresmian dapat terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Persiapan Kotak Panel Sebelum Peresmian

Persiapan kegiatan bersama para pengemudi *Gojek* dan *Grab* serta masyarakat sekitar dapat terlihat pada Gambar 14.



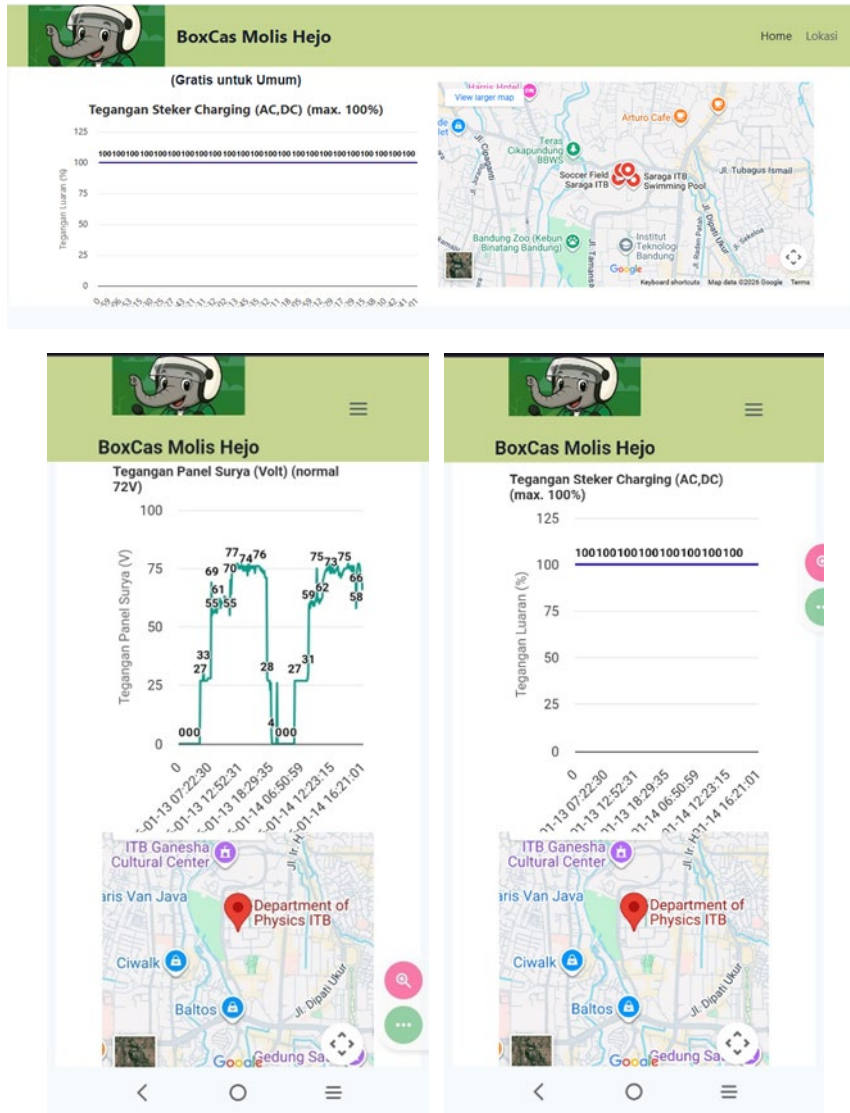
Gambar 14. Diskusi Ketua Tim Pengabdian Masyarakat dengan Para Pengemudi *Gojek* dan Masyarakat yang Hadir

Ajang ini diharapkan juga sebagai sarana sosialisasi kepada masyarakat agar dapat menggunakan SPML-PS ini ke depannya. Fasilitas Saraga ITB ini sehari-harinya banyak digunakan oleh masyarakat umum, selain mahasiswa ITB itu sendiri, sehingga SPML-PS ini dapat juga dimanfaatkan oleh masyarakat umum. SPML ini diresmikan oleh Direktur Direktorat Pengabdian Masyarakat dan Layanan Kepakaran (DPMK) ITB, yakni Prof. Dr.-Ing. Ir. Zulfiadi Zulhan, S.T., M.T., IPU., didampingi oleh Dr.rer.nat. David Prambudi Sahara, S.T., M.T. selaku Deputi Direktur Bidang Pengabdian Masyarakat, serta Ferdiansyah Poernama, A.Md. selaku Kepala Seksi Program Pengabdian Masyarakat, seperti terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Peresmian oleh Direktur DPMK ITB, Prof. Dr.-Ing. Zulfiadi, S.T., M.T. serta Foto Bersama

Meskipun SPML-PS ini merupakan model pertama penulis, SPML-PS ini sudah siap untuk dimanfaatkan sepenuhnya dengan kinerja yang optimal oleh rekan-rekan Komunitas Ojol Listrik Kawasan Dago, Bandung. Status SPML-PS dapat dilihat oleh pengguna sebelum datang untuk melakukan pengisian melalui laman internet, yang dapat diakses oleh publik tanpa harus melakukan *sign-in* ataupun *log-in*. Tampilan laman internet untuk SPML-PS ini ditunjukkan oleh Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan Laman Internet Status SPML-PS Dilihat di Komputer/Laptop dan Telepon Cerdas

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini telah berhasil menyelesaikan pembangunan sebuah SPML bertenaga Panel Surya (SPML-PS), yang diharapkan dapat membantu para pengguna motor listrik, termasuk pengemudi ojol molis (*Gojek dan Grab*), yang datang ke Saraga ITB, Bandung. SPML-PS ini dapat langsung digunakan untuk mengisi baterai motor

listrik yang pada umumnya menggunakan baterai sekitar 2,4-3,7 kWh. Kebutuhan ini dapat dipenuhi dari 9 unit panel surya berkapasitas 100 Wp dan 2 unit baterai *lithium* (12V) berkapasitas 100 Ah. Kapasitas ini masih relatif rendah karena dibatasi oleh total anggaran. Akan tetapi, sebagai sebuah model, rancangan SPML-PS ini dapat dengan mudah ditingkatkan kapasitasnya menjadi hingga dua kali atau lebih sehingga dapat digunakan untuk pengisian cepat. Di sisi lain, pembangunan model SPML-PS ini bisa menjadi contoh bahwa SPML dengan memanfaatkan energi matahari, yang membentuk ekonomi hijau, dapat dilakukan bahkan dalam skala kecil oleh individu, komunitas, usaha kecil-menengah dan koperasi, sehingga dapat mendukung kemandirian dan demokratisasi energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana Pengabdian kepada Masyarakat dari Direktorat Pengabdian Masyarakat dan Kemitraan (DPMK), Institut Teknologi Bandung (ITB) (nomor kontrak 3328/IT1.B07.5/TA.01/2025). Para penulis juga berterima kasih kepada Unit Pelaksana Teknis (UPT) Saraga dan Sabuga ITB di bawah naungan Direktorat Sarana Prasarana dan Sistem Informasi ITB, atas izin penggunaan lokasi untuk SPML-PS ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, I. A., Wijayanto, T., dan Hakam, D. F. (2025). Advancing Renewable Energy in Indonesia: A Comprehensive Analysis of Challenges, Opportunities, and Strategic Solutions. *Sustainability*, 17(5), 2216.
- Agustina, R., Yuniaristanto, dan Sutopo, W. (2025). Factors Influencing Electric Motorcycle Adoption in Indonesia: Comprehensive Psychological, Situational, and Contextual Perspectives. *World Electric Vehicle Journal*, 16(2), 106.
- Bhowmik, R. C., Islam, S., Roy, S. K., Hridoy, M. A. A. M., Yeamin, M. B., Hoque, M. A., Hasan, M., dan Roshid, M. M. (2025). The Role of Hydropower, Clean Energy, Renewable Energy, FDI, and Capital Formation in Affecting CO2 Emissions and Environmental Sustainability in South Asia. *Environment, Innovation and Management*, 1(2550021), 1-22.
- Challa, R., Kamath, D., dan Anctil, A. (2022). Well-to-wheel Greenhouse Gas Emissions of Electric Versus Combustion Vehicles from 2018 to 2030 in the US. *Journal of Environmental Management*, 308, 114592.
- Guo, X., Zhang, D., Li, M., Chang, L., Wang, M., dan Zhang, L. (2026). Decarbonizing Transportation through Electric Vehicles: A Life Cycle Perspective across China, Europe,

and the USA. *Journal of Environmental Management*, 401, 128932.

Hassan, Q. (2021). Evaluation and Optimization of Off-grid and On-grid Photovoltaic Power System for Typical Household Electrification. *Renewable Energy*, 164, 375–390.

Hidayah, F. N., Hisjam, M., Ma'aram, A., dan Sutopo, W. (2025). Comparison of Customer Preferences in Malaysia and Indonesia to Evaluate the Need of Charging Infrastructure and Dual Battery Electric Motorcycle as An Effort to Increase the Adoption Rate of Electric Motorcycles. *Case Studies on Transport Policy*, 20, 101446.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). *Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 13 Tahun 2023 tentang Sepeda Motor Listrik Berbasis Baterai*. Jakarta.

Kilinc-Ata, N. (2025). Investigation of the Impact of Environmental Degradation on the Transition to Clean Energy: New Evidence from Sultanate of Oman. *Energies*, 18(4), 839.

Kwon, S. dan Chang, Y. (2025). A Study on CO₂ Emission Reduction using Operating Internal Combustion Engine Vehicles (ICEVs) and Electric Vehicles (EVs) for Rental Vehicles, Focusing on South Korea. *Energies*, 18(11), 2997.

Pambudi, N. A., Nanda, I. R., Wahyudi, dan Suharno. (2025). Understanding Knowledge, Perception, and Acceptance of Geothermal Energy among Indonesian Students: Implications for Sustainable Renewable Energy Initiatives. *Sustainable Energy Technologies Assessments*, 79, 104357.

Taamneh, M. M. dan Makahleh, H. Y. (2025). The Prospects of Adopting Electric Vehicles in Urban Contexts: A Systematic Review of Literature. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 31(101240), 1-16.