

Penggunaan Penerangan Jalan Umum Berbasis Tenaga Surya

Bayu Purbo Wartoyo, Suhanto, Bambang Driyono
Politeknik Penerbangan Makasar, Makasar, Indonesia

Disubmit: 16 Agustus 2023 | Direvisi: 28 November 2023 | Diterima: 11 Desember 2023

Abstrak: Sumber energi dunia telah mengalami beberapa kali perubahan, dari yang awalnya mayoritas menggunakan biomassa menjadi fosil yang dipicu oleh revolusi industri pada tahun 1900-an. Penggunaan energi fosil yang semakin tinggi menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah penggunaan pembangkit listrik tenaga surya. Contoh pemanfaatannya adalah dalam pemenuhan energi listrik sebagai penerangan dengan penggunaan energi listrik yang masih menggunakan daya yang kecil. Politeknik Penerbangan Makassar bersama dengan Airnav Indonesia, melakukan kerjasama dalam hal pemanfaatan energi terbarukan berbasis tenaga surya yang diimplementasikan di Desa Mapanget, Sulawesi Utara. Adapun beberapa titik di lokasi ini masih minim penerangan sehingga rawan terjadi kecelakaan dan tindak kriminalitas. Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah pemberian pengetahuan mengenai solar cell, wiring diagram solar cell, dan cara pengecekan dan perbaikan penerangan jalan umum berbasis tenaga surya. Hasil yang diperoleh dari pengabdian masyarakat ini adalah masyarakat memahami, dapat memasang dan memperbaiki penerangan jalan umum berbasis solar cell. Kesimpulannya, dengan adanya penerangan jalan umum di beberapa ruas jalan di Kelurahan Mapanget dapat mengurangi tingkat kecelakaan dan memberikan rasa aman bagi masyarakat saat melintasi jalan tersebut.

Kata Kunci: Energi, Pengabdian Masyarakat, Solar Sel,

Abstract: *The world's energy sources have undergone several changes, from initially the majority used biomass to fossils which were triggered by the industrial revolution in the 1900s. The higher use of fossil energy causes an increase in greenhouse gas emissions. One alternative that can be done is the use of solar power plants. An example of its use is in fulfilling electrical energy as lighting with the use of electrical energy which still uses small power. Makassar Aviation Polytechnic together with Airnav Indonesia, collaborates in terms of utilizing solar-based renewable energy implemented in Mapanget Village, North Sulawesi. As for some points in this location, there is still minimal lighting so that it is prone to accidents and crime. The method used in this community service activity is the provision of knowledge about solar cells, solar cell wiring diagrams, and how to check and repair solar-based public street lighting. The results obtained from this community service are that people understand, can install and repair solar cell-based public street lighting. In conclusion, the existence of public street lighting on some roads in Mapanget Village can reduce the accident rate and provide a sense of security for the community when crossing the road.*

Keywords: Community Service, Energy, Solar Cell

Hak Cipta © 2024 Penulis

This is an open access article under the CC BY-SA License.



Penulis Korespondensi:

Bayu Purbo Wartoyo

Email: bayu.purbo@poltekbangmakassar.ac.id

Cara sitasi: Wartoyo, B. P., Suhanto., Driyono, B. (2024). Penggunaan Penerangan Jalan Umum Berbasis Tenaga Surya, *ADMA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 545-558, <https://doi.org/10.30812/adma.v4i2.3291>

Pendahuluan

Kegiatan Pengabdian Masyarakat merupakan salah satu pilar Tri Dharma Perguruan Tinggi, disamping dharma pendidikan dan pengajaran serta dharma penelitian. Pengabdian Masyarakat merupakan bagian integral tri dharma perguruan tinggi yang dalam pelaksanaannya tidak terlepas dari dua dharma yang lain serta melibatkan segenap sivitas akademik: dosen, mahasiswa, tenaga kependidikan, serta alumni. Melalui Pengabdian Masyarakat, Poltekbang Makassar hadir di tengah-tengah masyarakat Indonesia dalam rangka menyelenggarakan kolaborasi oleh para dosen dan mahasiswa untuk berkarya bersama di Indonesia.

Desa/kelurahan Mapanget adalah desa yang terletak di Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Awalnya daerah tersebut dikenal karena lokasinya yang dekat dengan Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. Seiring dengan perkembangan jaman dan pembangunan yang semakin pesat, sudah terdapat beberapa perumahan masyarakat. Sehingga jalanan di sekitar Desa Mapanget yang sebelumnya sepi sekarang semakin ramai. Akan tetapi penerangan di sekitar jalan tersebut belum maksimal, terdapat beberapa titik yang masih belum dilengkapi penerangan jalan sehingga rawan akan kecelakaan maupun tindak kejahatan.

Untuk mengatasi hal ini, penulis bersama dengan tim pengabdian masyarakat Poltekbang Makassar membuat lampu penerangan umum berbasis tenaga surya (*solar cell*) dengan komponen-komponen yang dibutuhkan sebagai berikut.

1. Panel Surya (*Solar Cell*)

Sel Surya atau solar cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel surya atau solar cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek Photovoltaic ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "hole" dengan muatan Positif (+).

Daerah semikonduktor dengan electron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor electron, daerah semikonduktor tipe N(N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan hole bersifat positif dan bertindak sebagai penerima (Acceptor) elektron yang dinamakan dengan semikonduktor tipe P (P-type). Di persimpangan daerah Positif dan Negatif (PN Junction), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan Hole akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di Persimpangan Positif dan Negatif (PN Junction) hal ini maka akan menimbulkan arus listrik.



Gambar 1. Solar Cell

2. Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban, solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) Solar Charge Controller menerapkan teknologi *pulse width modulation* (PMW) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.



Gambar 2. Solar Charge Controller

3. Battery Management System (BMS)

BMS (*Battery Management System*) adalah perangkat yang digunakan untuk menyeimbangkan, pemantauan, dan proteksi pada baterai yang disusun secara seri atau paralel. BMS dilengkapi dengan *passive cell balancing*, sensor tegangan setiap baterai, sensor arus, sensor suhu, rangkaian proteksi untuk memutus arus. Hasil penelitian menunjukkan, BMS mampu membaca nilai tegangan baterai dengan *error* terbesar 4.59%, nilai arus dengan *error* 2.002% dan nilai suhu dengan *error* 0.83%. *Passive cell balancing* dapat melakukan transfer energi dan ΔV baterai mengalami penurunan menjadi nilai dari 0.17 V menjadi 0.14 V. Rangkaian proteksi dapat meutus arus saat kondisi overcurrent, overheat, undervoltage, dan overvoltage.

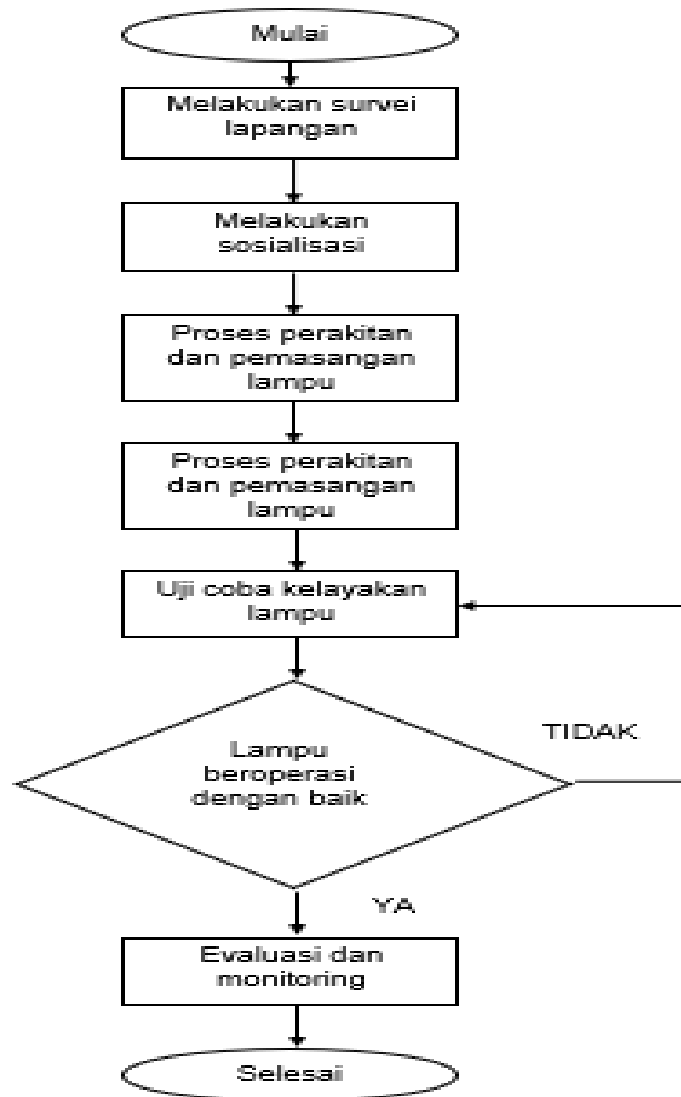


Gambar 3. *Battery Management System*

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan pengabdian yang dilakukan oleh penulis, antara lain sebagai berikut. Zul Fakhri, dkk (2022) melaksanakan penelitian berjudul Penerapan Tenaga Listrik Solar Cell untuk Lampu Penerangan Jalan Umum. Penelitian ini dilaksanakan di Kampung Cilimus, Desa Padaasih, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat. Pengabdian didasari oleh belum terjangkaunya energy listrik dari PLN sehingga menyebabkan terdapat beberapa jalan umum yang tidak memiliki penerangan di malam hari. Indra Bayu Sukma, dkk (2022) melaksanakan penelitian berjudul Perencanaan Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Tenaga Surya untuk Alternatif Penerangan Jalan Talang Pete Plaju Darat. Penelitian ini menggunakan metode observasi untuk mengetahui sudut kemiringan stang ornament, perhitungan daya lampu yang digunakan, serta banyaknya lampu yang perlu dipasang.

Metode

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini berupa upaya pemecahan permasalahan yakni masih terdapat beberapa titik jalan di Desa Mapanget yang belum dilengkapi penerangan jalan, maka kita melaksanakan beberapa tahapan sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Alur Kegiatan

Adapun uraian pada kegiatan pengabdian ini sebagai berikut:

1. Tahap Survei Lapangan

Pada tahap ini tim dari Politeknik Penerbangan Makassar, Airtel Indonesia Cabang Manado dan jajaran pemerintah Desa Mapanget melakukan survei di jalan yang melintasi Desa Mapanget dan dilakukan observasi terhadap lingkungan berkaitan titik-titik yang membutuhkan penerangan jalan umum. Kemudian rombongan tim menemui pemilik lahan dimana lampu penerangan jalan tersebut akan dipasang sehingga dalam pelaksanaan tidak memiliki kendala, penempatan, dan pemanfaatan lampu jalan umum sesuai dengan apa yang dibutuhkan masyarakat khususnya dalam hal penerangan jalan umum.

2. Tahap Pelatihan dan Sosialisasi

Pada tahap ini tim pengabdian masyarakat melakukan sosialisasi terhadap masyarakat sekitar bersama dengan pihak dari Kelurahan Desa Mapanget. Adapun pada sosialisasi dijelaskan tentang kegiatan pengabdian masyarakat yang kita adakan, dimana

kita akan memasang lampu penerangan jalan umum, apa saja manfaat bagi masyarakat dengan adanya kegiatan ini, serta melakukan penyuluhan tentang pentingnya konversi energi dari energi fosil menjadi energi terbarukan. Tim pengabdian masyarakat juga tidak lupa untuk melakukan pelatihan tentang bagaimana cara merakit, memasang, merawat, dan melakukan pengecekan terhadap solar cell yang mengalami masalah.

3. Lokasi Pelaksanaan

Lokasi pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Desa Mapanget, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara.

4. Pelaksanaan Kegiatan

a. Perhitungan Jumlah Penerangan Jalan Umum

Dalam kegiatan ini rombongan tim melaksanakan evaluasi dari hasil survei dan menentukan berapa jumlah titik lampu yang dibutuhkan.

b. Pelaksanaan Kegiatan Instalasi dan Pemasangan Lampu Penerangan Jalan Umum

Pelaksanaan instalasi terdiri atas instalasi panel surya, solar charge controller, baterai management system beserta baterai, kabel, dan lampu. Setelah dilakukan instalasi, selanjutnya dilaksanakan pemasangan beserta pengujian lampu jalan berbasis tenaga surya.

c. Evaluasi dan Tindak Lanjut

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektifitas kegiatan dan manfaat yang diberikan kepada masyarakat, serta tindak lanjut apa yang akan dilakukan setelah kegiatan ini berlangsung agar manfaatnya dapat terus dirasakan oleh masyarakat.

Pembahasan

1. Survei Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan di Desa Mapanget, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Pada survei ini dilakukan peninjauan pada 2 tempat yaitu di Jalan Mapanget dan di jalan samping bandar udara. Seperti yang terlihat pada Gambar 5 belum ada penerangan jalan umum di dua lokasi tersebut sehingga mengakibatkan kondisi menjadi gelap pada malam hari serta rawan terjadinya kecelakaan dan tindak kejahatan.



Gambar 5. Titik Peninjauan Pemasangan Lampu Penerangan

2. *Kegiatan Sosialisasi dan Pelatihan*

Pada kegiatan ini kita mengundang masyarakat umum beserta perangkat desa untuk hadir dalam kegiatan sosialisasi tentang energi terbarukan. Selanjutnya dilakukan pelatihan berkaitan penerangan jalan umum antara lain komponen-komponen yang digunakan, fungsi dari setiap komponen, bagaimana cara mengecek komponen apabila terjadi kerusakan, cara merakit setiap komponen tersebut sehingga berfungsi sebagaimana mestinya, dan yang terakhir adalah proses pemasangan di titik yang telah ditentukan. Adapun kegiatan ini mendapatkan respon yang sangat bagus dari masyarakat Desa Mapanget selaku peserta sosialisasi dibuktikan dari banyaknya pertanyaan yang diberikan kepada pemateri mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan.

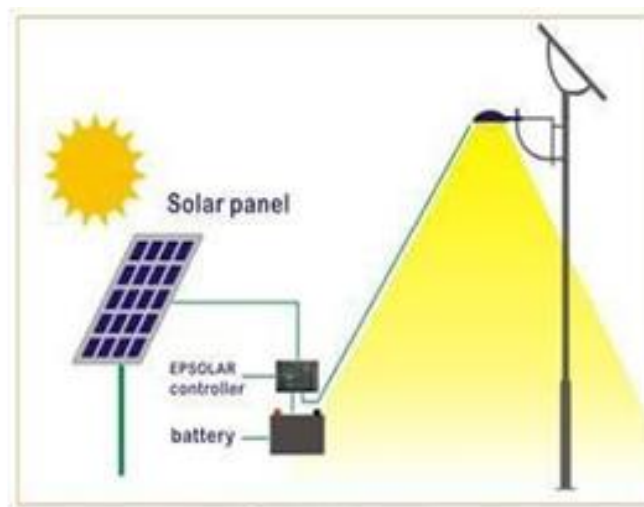




Gambar 6. Kegiatan Sosialisasi dan Pelatihan

3. Cara Kerja Lampu Penerangan Umum Berbasis Tenaga Surya (Solar Cell)

Lampu penerangan berbasis solar cell pada prinsipnya memakai cahaya matahari sebagai sumber tenaga untuk menyalakan lampu jalan. Pada siang hari, lampu jalan dalam kondisi mati akan tetapi panel surya menangkap cahaya matahari kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang disalurkan ke *Solar Charge Controller* (SCC). Sehingga apabila terjadi pengisian berlebih akan diatur oleh SCC. SCC kemudian mengalirkan daya listrik ke *Baterai Management System* (BMS), BMS berfungsi untuk mengatur daya yang disalurkan ke baterai. Pada malam hari, perangkat control lampu akan mendeteksi bahwa cahaya matahari sudah tidak ada sehingga otomatis mengalirkan daya listrik ke lampu agar dapat menyala. Demikian siklus ini akan terus berulang, selama seluruh komponen dalam keadaan normal.



Gambar 7. Ilustrasi Cara Kerja Lampu Berbasis Solar Cell



Gambar 8. Komponen Penyusun Lampu Berbasis Solar Cell

4. Proses Instalasi Lampu Solar Cell

Pada tahapan ini, dilakukan proses penyerahan lampu solar cell secara simbolis kepada Desa Mapanget yang disaksikan oleh masyarakat dan perangkat desa. Kemudian dilaksanakan proses instalasi dan pemasangan lampu dan solar cell pada titik-titik yang sudah disepakati.

Berikut ini adalah beberapa hal yang biasanya diperlukan untuk memasang lampu penerangan jalan umum dengan tenaga surya:

- Panel surya, lampu LED, baterai, solar charge controller, battery management system, sensor, dsb.
- Tiang penyangga untuk memasang lampu penerangan.
- Kabel dan konektor untuk menghubungkan bahan-bahan seperti panel surya, baterai, dsb.
- Alat-alat seperti obeng, tang, dsb.

Langkah selanjutnya saat semua bahan telah tersedia yakni melakukan pemasangan tiang penyangga untuk lampu. Tiang yang terpasang terbuat dari bahan yang kokoh dan stabil sehingga tetap dapat bertahan dalam kondisi cuaca yang buruk. Setelah tiang penyangga telah terpasang, dilanjutkan dengan pemasangan panel surya dan lampu LED. Panel surya yang terpasang harus dalam posisi terpapar langsung oleh sinar matahari tanpa ada penghalang. Posisi panel surya diatur sedemikian rupa agar sudutnya optimal untuk

menyerap sinar matahari sepanjang hari. Selanjutnya semua komponen dihubungkan menggunakan kabel dan konektor. Pemasangan ini harus dalam kondisi yang baik dan tidak ada kebocoran listrik sehingga tidak membahayakan pengguna. Setelah semua komponen terpasang, lampu penerangan jalan umum kemudian diuji untuk dapat dipastikan berfungsi dengan baik.



Gambar 9. Penyerahan Peralatan



Gambar 10. Instalasi Solar Cell



Gambar 11. Pembuatan Pondasi Tiang Lampu



Gambar 12. Pemasangan Lampu Penerangan Jalan

5. Evaluasi Pemasangan Lampu Penerangan Berbasis Solar Cell

Setelah dilakukan pemasangan lampu pada titik-titik yang sudah disepakati, kemudian dilakukan evaluasi berkaitan fungsi lampu sebagai penerangan jalan. Seperti apakah solar cell mampu bekerja dengan baik dalam menyerap cahaya matahari di siang hari serta apakah lampu penerangan berbasis solar cell ini mampu menyala di malam hari seperti yang diharapkan. Berdasarkan hasil pemasangan, lampu dapat menyala dengan cahaya maksimal selama kurang lebih 12 jam terhitung dari pukul 18.00 – 06.00. Sehingga dari hasil evaluasi, didapatkan kesimpulan bahwa lampu penerangan berbasis solar cell dapat bekerja dalam memberikan penerangan yang maksimal di malam hari.



Gambar 12. Penggunaan Lampu Penerangan Berbasis Solar Cell di Malam Hari

Penerapan alat ditunjukkan pada Gambar 9. Pada gambar 9 terlihat satu set lampu jalan tenaga surya yang terdiri atas lampu led DC 50 W, panel surya 100 wp, 1 set *control charger (solar charge controller dan battery management system)*, sensor cahaya, dan baterai 12 v 100 Ah.

Panel surya berfungsi sebagai pembangkit listrik yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya kemudian dialirkan ke solar charge controller untuk diatur tegangannya sehingga tegangan yang masuk sesuai dengan yang dibutuhkan oleh baterai. Energi yang tersimpan pada baterai selanjutnya dialirkan ke lampu. Lampu yang digunakan dilengkapi oleh sensor cahaya yang dapat mendeteksi ada atau tidaknya cahaya di sekitar. Ketika lingkungan sekitar dalam keadaan minim cahaya (redup/gelap) seperti di suasana sore hari menjelang malam, maka sensor akan memicu lampu untuk dapat menyala secara otomatis. Sebaliknya, Ketika lingkungan sekitar dalam kondisi terang (pagi/siang hari), lampu tentu saja akan dalam keadaan mati.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan, secara umum berjalan dengan lancar. Warga menyambut dengan baik dan antusias. Dengan adanya pemasangan lampu jalan berbasis solar panel, kondisi jalanan yang semula gelap kini mendapatkan penerangan yang maksimal. Sehingga diharapkan dapat meminimalisir bahkan menghilangkan kasus terjadinya kecelakaan dan tindak kejahatan. Dengan demikian, tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini yakni menyediakan lampu penerangan jalan umum berbasis panel surya telah dapat tercapai.

Ucapan Terima Kasih

Keberhasilan pelaksanaan kegiatan Program Pengabdian Masyarakat (PKM) merupakan hasil dukungan, kerja sama, dan dorongan berbagai pihak. Untuk itu, selaku tim pelaksana, kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Politeknik Penerbangan Makassar, Airnav Indonesia Cabang Manado, serta Pemerintah Desa Mapanget.

Daftar Pustaka

Atonergi (Turn On Your Solar Energy). 2023. *Panduan Pemasangan Lampu PJU Solar Cell*.

<https://atonegi.com/panduan-pemasangan-lampu-pju-solar-cell>¹

Builder Indonesia. (2020). *BMS Baterai, Fungsi dan Cara Kerja Battery Management System*.

<https://www.builder.id/bms-baterai2>

- Fakhri, Z., dkk. (2022). Penerapan Tenaga Listrik Solar Cell untuk Lampu Penerangan Jalan Umum di Kp. Cilimus Desa Padaasih Kecamatan Cisarua Kabupaten Bandung Barat. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 259-264.³
- Hasanuddin, S. & Lukman, A. (2021). Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS). *AINET (Jurnal Informatika)*, 3(2), 83-90.⁴
- Janaloka. (2017). *Fungsi Solar Charger Controller Pada Sistem Solar Cell*. <https://janaloka.com/fungsi-solar-charger-controller-pada-sistem-panel-surya5>
- Khan, H⁶. (2020). The Heterogeneity of Renewable Energy Consumption, Carbon Emission and Financial Development in the Globe: A Panel Quantile Regression Approach. *Energy Reports*, 6, 859-867.⁶
- Luo, C. (2016). Environment and Economic Risk: An Analysis of Carbon Emission Market and Portfolio Management. *Environ Res*, 297-301.⁷
- Nur, M. I. (2020). *Pengembangan Prototipe Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Gabah Menggunakan Tenaga Surya Berbasis Internet of Things*. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.⁸
- Nurisna, Z. (2020). Pemanfaatan Listrik Tenaga Surya sebagai Penerangan di Jalan Desa Pedukuhan Plumbon Banguntapan. *PROSIDING SEMNAS PPM 2020: Inovasi Teknologi dan Pengembangan Teknologi Informasi dalam Pemberdayaan Masyarakat Pasca Covid-19*, 191-200.⁹
- Pertamina Energi Institute. (2020). *Pertamina Energi Outlook 2020*. Jakarta: Pertamina Energi Institute.¹⁰
- Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.¹¹
- Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Presiden No 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.¹²
- Setyono, A.E & Tamtomo, B.F. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154-162.¹³
- Sugiyono, A. (2002). *Penggunaan Energi dan Pemanasan Global: Prospek bagi Indonesia*. Universitas Gadjah Mada.¹⁴
- Sukma, I. B., dkk. (2022). Perencanaan Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Tenaga Surya (Solar Cell) untuk Alternatif Penerangan Jalan Talang Pete Plaju Darat. *Teknika: Jurnal Teknik*, 8(2), 140-146.¹⁵

