

Perakitan dan Troubleshooting Penerangan Jalan Raya Tenaga Surya Bagi Masyarakat RT 15 LK 2 Kelurahan Rajabasa Nunyai, kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung

Herman H Sinaga^{1✉}, Diah Permata², Nining Purwasih³, Charles R Harahap⁴

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro, No.1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro, No.1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

³Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro, No.1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

⁴Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro, No.1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

✉Corresponding Author: herman.h.sinaga@eng.unila.ac.id

Abstrak

Penggunaan energi listrik tenaga surya merupakan salah satu bentuk upaya konservasi penggunaan energi. Karena energi surya merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang tersedia sepanjang tahun secara gratis. Selain merupakan energi terbarukan, energi surya juga relative ramah lingkungan karena dalam memproduksi energinya tidak menghasilkan limbah ikutan. Pada sistem tenaga listrik tenaga surya, energi matahari dikonversikan menjadi energi listrik melalui konversi langsung sel-surya. Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dilaksanakan di RT 15 LK 2 Kelurahan Rajabasa Nunyai, kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung. Dengan metode pelaksanaan kegiatan pengabdian dilaksanakan dengan pelatihan pengetahuan dasar kelistrikan untuk dapat mengetahui dan merakit sistem pembangkit tenaga surya bagi masyarakat. Tujuan lain kegiatan pengabdian ini adalah sebagai sarana untuk mengedukasi masyarakat tentang kemungkinan penggunaan sumber energi listrik alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari. Setelah kegiatan pengenalan dilaksanakan, kegiatan dilanjutkan dengan kegiatan pemasangan panel lampu jalan pada 5 titik yang telah disepakati para anggota kegiatan dan masyarakat. Lampu penerangan yang dipergunakan merupakan lampu LED berdaya 90 watt. Dari hasil pemasangan lampu jalan umum didapat bahwa lampu jalan dapat bekerja dengan baik dan menerangi jalan di sekitar pemukiman penduduk.

Kata kunci: Trik tenaga surya; Sel-surya; Lampu jalan

Pendahuluan

Penerangan jalan umum (PJU) pada umumnya menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga menghidupkan lampu PJU (Hasibuan, Siregar and Fahri, 2020). Energi listrik yang dimanfaatkan untuk PJU umumnya menggunakan sumber yang disediakan oleh PLN. Sampai saat ini, energi listrik sendiri merupakan sumber energi yang paling banyak dipergunakan oleh masyarakat Indonesia. Sumber energi dengan penggunaan sebesar 20% dari seluruh energi yang dipergunakan masyarakat merupakan energi listrik (Patoding and Sau, 2019) (Yudiartono, Sugiyono and Wahid, 2018). PLN sebagai penghasil listrik utama di Indonesia menghasilkan listrik dengan menggunakan beragam sumber pembangkitan seperti : batubara, gas, minyak, air, panas bumi, dll. Mayoritas sumber energi yang dipergunakan untuk menghasilkan listrik di Indonesia masih merupakan bahan yang bersifat tidak dapat diperbaharui dan tidak ramah lingkungan. Biaya yang dibutuhkan untuk menyediakan sumber energi tersebut juga cenderung meningkat setiap tahunnya (Putri *et al.*, 2022).

Sumber utama yang dipergunakan untuk menghasilkan listrik di Indonesia didominasi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) yang mencapai 66% dari semua sumber energi yang dipergunakan untuk menghasilkan listrik (Hilmawan and others, 2021). Sedangkan sumber energi baru dan terbarukan (EBT) lainnya seperti angin, matahari dan biomassa belum memberikan kontribusi yang berarti (Yudiartono, Sugiyono and Wahid, 2018). Namun diharapkan pada tahun 2025, sumber energi baru dan terbarukan (EBT) akan memberikan sumbangsih sebesar 34% sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik (Daud, 2023) (Hilmawan and others, 2021).

Dalam rangka mendukung target penggunaan energi EBT sebesar 34 % pada tahun 2025 (Yudiartono, Sugiyono and Wahid, 2018) (Hilmawan and others, 2021), semua lini masyarakat perlu diedukasi tentang teknologi EBT, seperti sumber tenaga surya (Hasibuan *et al.*, 2019). Maka dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat yang dilaksanakan diajukan pengenalan dan pemanfaatan system penerangan jalan umum yang mempergunakan tenaga surya sebagai sumber energi listrik menyalakan lampu PJU.

Permasalahan Mitra salah satu upaya percepatan penggunaan listrik bagi masyarakat adalah pengenalan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Teknologi pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sel-surya dan komponen pendukungnya merupakan teknologi yang relatif membutuhkan pengetahuan dasar dibidang kelistrikan. Sehingga pengenalan dan instalasi sistem sel-surya secara langsung kemasayarakat akan sangat sulit untuk mendapatkan hasil yang

baik. Dalam proposal ini, pengenalan sistem pembangkit listrik tenaga surya dilakukan dengan memilih sasaran yang dapat mengembangkan penggunaan sistem pembangkit sel surya itu sendiri. Sehingga dipilih sasaran dalam kegiatan ini adalah masyarakat RT 15 LK 2 kelurahan Rajabasa Nunyai, kecamatan Rajabasa, Bandar Lampung

Metode Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan terbagi atas tiga bagian:

1) Pengenalan

Pengenalan dilakukan dengan memberikan materi pembelajaran tentang sistem kelistrikan sel-surya. Termasuk dalam materi pembelajaran adalah pengenalan bagian-bagian sistem tenaga surya, perhitungan pembebanan dan pemilihan komponen, desain sistem listrik sel-surya.

2) Instalasi

Setelah peserta memahami bagian-bagian sistem listrik sel-surya, dilanjutkan dengan perakitan/instalasi sel-surya. Pelatihan instalasi akan dipimpin oleh dosen pelaksana kegiatan pengabdian dan diabntu dua orang mahasiswa.

3) Troubleshooting

Kegiatan ini ditujukan supaya peserta kegiatan pengabdian dapat melakukan perbaikan jika ada kerusakan pada sel-surya. Troubleshooting yang diajarkan hanya untuk masalah sederhana yang tidak membutuhkan perbaikan mayor. Karena komponen-komponen sistem sel-surya merupakan bagian-bagian yang terpisah, maka troubleshooting hanya akan membahas pemeriksaan kerusakan pada tiap-tiap komponen. Sehingga perbaikan dilakukan adalah dengan penggantian perkomponen.

Pengenalan Bagian-Bagian Sistem Penerangan Jalan Raya

Penanganan Penerangan jalan raya (PJR) dengan menggunakan energi tenaga surya merupakan salah satu sitem penerangan jalan yang sangat berkembang saat ini. Hal ini dikarenakan teknologi konversi energi surya menjadi energi listrik sudah cukup baik dan andal. Hal ini ditandai dengan penggunaan panel yang 142ontroll kecil untuk mensuplai energi bagi kebutuhan energi lampu jalan umum.

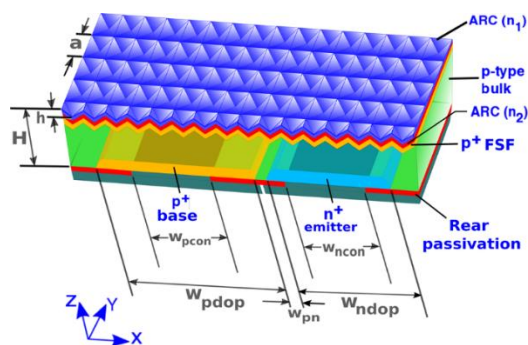
Dalam kegiatan pengabdian lampu pjr disuplai dengan memanfaatkan energi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik oleh sebuah panel surya. Tegangan panel surya yang disuplai ke lampu dikendalikan oleh sebuah 142ontroller. Dengan menggunakan 142ontroller maka tegangan dapat menjadi stabil dan kualitas penerangan menjadi lebih baik. Sebuah batere dipergunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada siang hari. Energi listrik yang disimpan batere ini kemudian diinputkan ke lampu pjr. Keseluruhan langkah konversi energi surya menjadi cahaya yang dihasilkan pjr dibahas dibawah ini.

1) Sel surya

Saat ini sel-surya merupakan salah satu alternatif utama untuk menghasilkan energi yang terbarukan. Secara umum terdapat dua jenis sel-surya yakni monocrystalin dan policristalin (Hasibuan *et al.*, no date). Tipe policristaline adalah tipe yang paling umum diproduksi dengan 142ontro biaya produksi yang rendah (Goetzberger and Hebling, 2000). Polikristalin dapat dibuat sebai lapisan pita tipis yang akan membutuhkan atom silicon yang jauh lebih sedikit dari pada jika dibuat sebagai bentuk monokristalin (Boyle, 1996) (Kaygusuz, 2001). Selain menggunakan silicon, dapat juga dipergunakan gallium arsenide (GaAs) dan copper indium dieseline (CuInSe2) (Green, 2002), cadmium telluride (CdTe) (from Photovoltaics, 2001). Bahan lain yang dikembangkan penggunaannya karena transparansi lapisan kristalnya yakni dioksida titanium (Bhattacharya and John, 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi, efisiensi sel-surya terus berkembang dan sampai saat ini telah mencapai 14-18% (Islam *et al.*, 2014). Sel surya bekerja berdasarkan prinsip konversi langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Konversi bisa terjadi akibat adanya energi foton sinar matahari melepaskan 142ontroll pada salah satu lapisan (lapisan terluar) sel-surya (gambar 1). Ketika 142ontroll terlepas dari lapisan luar maka akan terjadi beda tegangan antar lapisan. Pada sel-surya yang umum diproduksi, besar beda tegangan yang dihasilkan berada pada antara 0.1-0.3 Volt (Islam *et al.*, 2014). Sehingga untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi lapisan-lapisan sel-surya dihubungkan secara 142ontroll.

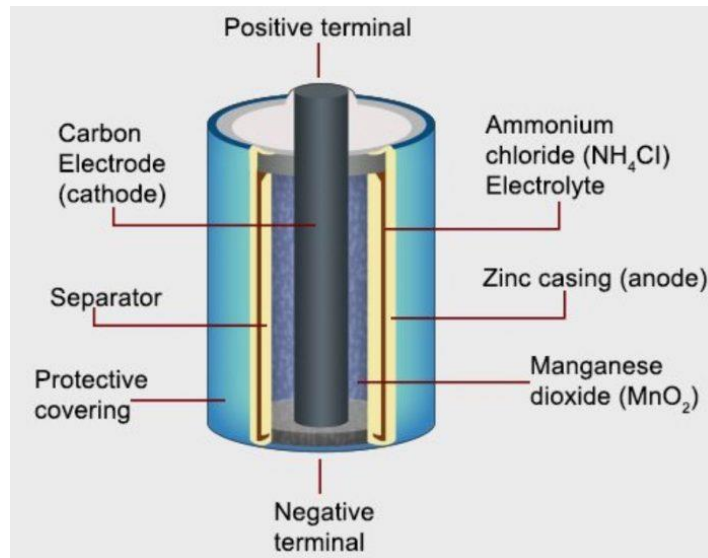
Besar energi yang dapat dihasilkan sel-surya komersial saat ini sekitar 1.2-1.5 watt per sel, dengan luasan per-sel sekitar 225 cm² (15x15 cm) (Rante, Patras and Rompis, 2018) (Mubarak *et al.*, 2020). Sehingga untuk membangkitkan enerli listrik sebesar 50 wat, akan dibutuhkan sel-surya sejumlah 30-40 buah yang bergantung pada efisiensi sel-surya dengan perkiraan luasan 50x50 cm.



Gambar 1. Sel-surya dua lapis (Bhattacharya et.al, 2019)

2) Batere

Energi listrik yang dihasilkan oleh sel-surya biasanya disimpan menggunakan batere. Batere yang dipergunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan sel-surya harus mampu bertahan selama mungkin. Kinerja minimum batere yang baik adalah energi yang terkandung tidak boleh berkurang lebih dari 25% dalam satu hari. Dengan kata lain DOD (deep of discharge) harus lebih besar dari $100\% - 25\% = 75\%$ (Prasad and Natarajan, 2006) (Ibrahim and Ilinca, 2008). Besar kapasitas penyimpanan batere itu sendiri harus lebih besar dari besar energi maksimum yang dihasilkan oleh sel-surya. Tipe batere yang paling umum dipergunakan dalam sistem kelistrikan sel-surya adalah tipe kering (dry) (gambar 2). Karena batere tipe kering tidak membutuhkan perawatan.



Gambar 2. Diagram tipikal batere tipe kering (www.classnote.org)

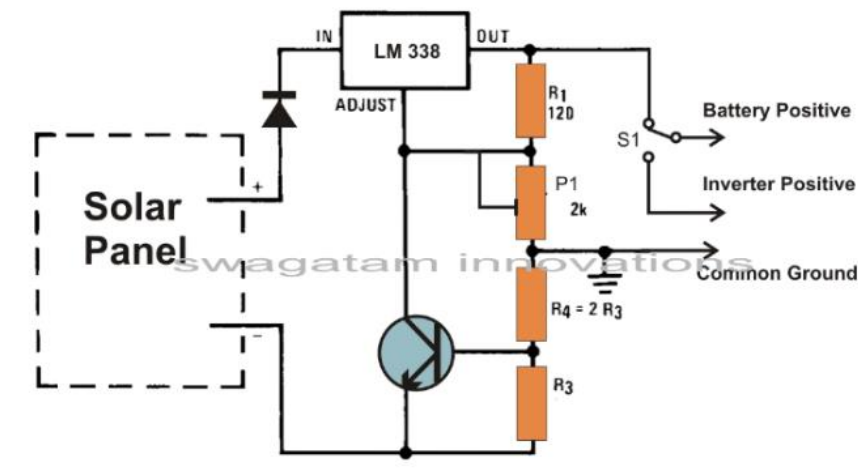
3) Kontroller pengisian batere sel-surya

Batere pada sistem kelistrikan sel-surya dicatu dari sel-surya yang besar arus pengisiannya dikendalikan oleh sebuah 143ontroller (gambar 3). Pengendalian pengisian batere dilakukan supaya arus pengisian dapat terkendali yang berguna mencegah terjadinya pengisian arus berlebih (overcharging). Pengendalian juga dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya tegangan pengisian yang berlebih (Osaretin and Edeko, 2015). Pengendalian arus dan tegangan akan memaksimalkan usia pakai dari batere.

Rating pengendali arus pengisian ke batere dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$i_{cc} = \frac{P_{maks}}{FF \times V_{oc}} \times (100\% + \eta) \quad (1)$$

dengan: i_{cc} = arus pengisian, P_{maks} = daya maksimum sel-surya, FF =efisiensi sel-surya, V_{oc} = tegangan output, dan η = efisiensi batere



Gambar 3. Diagram controller pengisian batere sel-surya (www.homemade-circuit.com) dari Luar Negeri.

Solusi yang ditawarkan dalam proposal kegiatan pengabdian ini adalah pelatihan pengenalan, instalasi dan troubleshooting pembangkit listrik sel-surya. Detail solusi yang ditawarkan dapat dilihat pada table 1

Tabel 1. Solusi yang ditawarkan dalam kegiatan Pengabdian

No	Solusi yg ditawarkan	Luaran
1	Pengenalan	<ol style="list-style-type: none">1. Memberi pengetahuan yang cukup tentang pembangkit listrik sel-surya2. Memahami prinsip kerja pembangkit listrik sel-surya3. Mampu merencanakan pembangkit listrik sel-surya untuk aplikasi di rumah
2	Instalasi	<ol style="list-style-type: none">1. Mampu menerapkan teknologi sel-surya sebagai sumber listrik dalam rumah tangga2. Mampu merakit pembangkit listrik sel-surya3. Mampu menentukan penempatan pembangkit listrik sel-surya
3	Trouble-shooting	<ol style="list-style-type: none">1. Mampu memahami permasalahan yang timbul pada pembangkit listrik sel-surya2. Mampu memperbaiki kerusakan sederhana pembangkit listrik sel-surya

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan dilakukan dengan metode diskusi dan tanya jawab. Pelaksana kegiatan terdiri dari 4 orang dosen dan dibantu 6 orang mahasiswa. Kegiatan utama yang dilaksanakan adalah pemasangan lampu jalan raya pada lima pada jalan utama masuk ke Desa Nunyai Raja basa, RT 15 LK 2, Bandara Lampung.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan kegiatan yang dilakukan dengan diskusi cara kerja alat dan pemasangan lampu jalan pada jalan desa Nunyai Raja basa. Contoh hasil lampu penerangan yang dipasang saat bekerja pada malam hari ditunjukkan pada gambar 6



Gambar 4. Kegiatan diskusi teknik pemasangan lampu Penerangan Jalan Umum di desa Nunyai Raja basa pada September 2022.



Gambar 5. Pemasangan penerangan system tenaga surya di salah satu titik dekat Mushola di Desa Nunyai Raja Basa pada September 2022. Pemsangan dilakukan oleh Pelaksana kegiatan dan warga sekitar.



Gambar 6. Lampu penerangan system tenaga surya beroperasi saat malam hari di Desa Nunyai Raja Basa pada September 2022. (a) lokasi Mushola Desa, (b) Jalan di Desa Nunyai Raja Basa.

Kegiatan pengabdian yang dilaksanakan diharapkan dapat dikembangkan dengan edukasi dan pengenalan penggunaan teknologi solar sell lainnya seperti aplikasi system keamanan berbasis close circuit tv (CCTV) yang menggunakan solar sell sebagai suplay daya. Topik ini diungkapkan oleh masyarakat dalam diskusi aplikasi solar sell selama kegiatan berlangsung. Karena tentunya edukasi adalah proses yang seharusnya berjalan terus, maka diharapkan kegiatan dengan topik kemanan dengan penggunaan CCTV dapat menjadi kegiatan pengabdian yang dapat dilaksanakan dikemudian hari.

Kesimpulan

Kegiatan penggunaan penerangan jalan tenaga surya telah dilaksanakan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat di Desa Nunyai Raja Basa, Bandar Lampung. Pada kegiatan ini sebanyak 5 titik penerangan jalan raya di pasang untuk menerangi jalan masuk dan perumahan penduduk Desa Nunyai Raja Basa, Bandar Lampung. Dalam kegiatan ini, masyarakat Desa dilibatkan dalam kegiatan pengenalan, perakitan dan trouble shooting sistem penerangan jalan raya tenaga surya. Hasil kegiatan yang dilaksanakan berlangsung dengan baik, yang dapat dilihat dari penerangan jalan raya yang dapat berfungsi dengan baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah mendanai kegiatan Pengabdian ini melalui skema pengabdian pada masyarakat DIPA BLU FT-UNILA.

Referensi

- Bhattacharya, S. and John, S. (2019) 'Beyond 30\ % conversion efficiency in silicon solar cells: a numerical demonstration', *Scientific reports*, 9(1), pp. 1-15.
- Boyle, G. (1996) *Renewable energy: power for a sustainable future*. Oxford University Press.
- Daud, M. (2023) 'Analisis Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Sumber DC Pada Rumah Tinggal Tipe 54 Bersumber Energi Terbarukan', *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), p. 8.
- from Photovoltaics, C. E. (2001) 'Series on Photoconversion of Solar Energy, Vol. 1'. Imperial College Press, London.
- Goetzberger, A. and Hebling, C. (2000) 'Photovoltaic materials, past, present, future', *Solar energy materials and solar cells*, 62(1-2), pp. 1-19.
- Green, M. A. (2002) 'Photovoltaic principles', *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 14(1-2), pp. 11-17.
- Hasibuan, A. et al. (2019) 'Sumber Bahan Bakar Dari Limbah Padat Pada Pembangkit Listrik Di Pabrik Kelapa Sawit', *Ready Star*, 2(1), pp. 187-193.
- Hasibuan, A. et al. (no date) 'Analysis of the Effect of Solar Temperature and Radiation on Characteristics IV on 170 WP Photovoltaic Module Based on Matlab Simulink'.
- Hasibuan, A., Siregar, W. V. and Fahri, I. (2020) 'Penggunaan Led Pada Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Penghematan Energi Listrik', *Journal Of Electrical And System Control Engineering*, 4(1), pp. 18-32.
- Hilmawan, E. and others (2021) 'Outlook Energi Indonesia 2021, Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya Untuk Penyediaan Energi Charging Station', *Jakarta: Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*.
- Ibrahim, H. and Ilinca, A. (2008) 'e J. Perron, Energy storage systems – characteristics and comparisons', *Renew. Sustain. Energy Rev*, 12(5), pp. 1221-1250.
- Islam, M. S. et al. (2014) 'Challenges and prospects of cost-effective Si-based solar cells fabrication in Bangladesh', in *2014 International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology*, pp. 1-6.
- Kaygusuz, K. (2001) 'Renewable energy: Power for a sustainable future', *Energy exploration & exploitation*, 19(6), pp. 603-626.
- Mubarak, H. et al. (2020) 'Optimal Power Analysis for the Installation of On-Grid Rooftop Photovoltaic Solar Systems (RPVSS) in the Industrial Engineering Laboratorium Building, Bukit Indah Universitas Malikussaleh Lhokseumawe Aceh', in *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)*, pp. 44-47.
- Osaretin, C. A. and Edeko, F. O. (2015) 'Design and implementation of a solar charge controller with variable output', *Electrical and electronic engineering*, 12(2), pp. 40-50.
- Patoding, H. E. and Sau, M. (2019) *Buku Ajar Energi Dan Operasi Tenaga Listrik Dengan Aplikasi Etap*. Deepublish.
- Prasad, A. R. and Natarajan, E. (2006) 'Optimization of integrated photovoltaic--wind power generation systems with battery storage', *Energy*, 31(12), pp. 1943-1954.
- Putri, R. et al. (2022) 'Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sebagai Sumber Alternatif pada Mesjid Tengku Bullah Universitas Malikussaleh', *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), pp. 39-44.
- Rante, J. C., Patras, A. and Rompis, L. (2018) 'Design of a Solar Micro Power Plant for Home Lighting', in *2018 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS)*, pp. 453-456.
- Yudiarsono, A., Sugiyono, A. and Wahid, L. M. A. (2018) 'Adiarso, Outlook Energi Indonesia 2018: Energi Berkelanjutan untuk Transportasi Darat'. Center of Assessment for Process and Energy Industry, Jakarta.