

PENERAPAN LISTRIK DESA SECARA *ON-GRID* PLN DALAM UPAYA PENGHEMATAN BIAYA LISTRIK

I. Bizzy^{1*}, R. Sipahutar¹, Darmawi¹, M. Yanis¹, dan A. Sofijan²

¹Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang

²Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: irwin@unsri.ac.id

ABSTRAK: Energi listrik merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan sehari-hari. Namun, beberapa desa masih belum mendapatkan jaringan listrik yang merata karena faktor teknis dan lainnya. Untuk itu perlu diterapkan listrik desa on-grid dengan PLN. Desa Ulak Kembahang 2 di Kecamatan Pemulutan Barat, Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan, sering mengalami pemadaman listrik. Kejadian ini berdampak pada kemajuan desa dalam segala aspek seperti pendidikan, ekonomi, informasi, dan lain-lain. Panel PV yang digunakan adalah monocrystalline 100 Wp. Hasil uji coba menunjukkan kemampuan sistem PLTS On-Grid sangat berguna untuk diterapkan pada rumah tangga yang sering mengalami pemadaman listrik dan dapat menghemat pembayaran listrik ke PLN; bahkan dalam skala besar bisa menjual kelebihan listrik ke PLN..

Kata Kunci: Energi listrik, energi matahari, *on-grid*.

ABSTRACT. Electrical energy is a vital need in everyday life. However, some villages still do not get an evenly distributed electricity network due to technical and other factors. For this reason, it is necessary to apply on-grid village electricity with PLN. Ulak Kembahang 2 Village in Pemulutan Barat District, Ogan Ilir Regency, South Sumatra Province, experiences frequent power outages. This incident impacted the village's progress in all aspects such as education, economy, information, and others. The PV panel used is monocrystalline 100 Wp. The trial results show the ability of the On-Grid PLTS system to be very useful to be applied to households that often experience power outages and can save electricity payments to PLN; even on a large scale can sell excess electricity to PLN.

PENDAHULUAN

Desa Ulak Kembahang 2 merupakan salah satu desa dalam Kecamatan Pemulutan Barat Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Desa ini terletak tidak jauh dari jalan Raya Palembang Prabumulih. Mata pencaharian masyarakatnya adalah petani. Berdasarkan data BPS Kabupaten Ogan Ilir tahun 2011 bahwa jumlah penduduk desa ini adalah 1.380 jiwa dengan luas wilayah 3,85 km². Sedangkan, jarak dari kampus Universitas Sriwijaya ke Desa Ulak Kembahang 2 adalah 19,1 km. Desa ini juga merupakan salah satu desa binaan Universitas Sriwijaya.

Walaupun sebagian rumah penduduk desa telah dialiri listrik PLN tetapi masih sering terjadi pemadaman listrik, bahkan ada sebagian yang belum dialiri listrik PLN. Salah satu potensi desa ini adalah disinari matahari hampir 12 jam sehari sepanjang tahun. Intensitas matahari yang dimiliki cukup besar untuk dapat dikonversikan menjadi energi listrik dengan panel photovoltaic atau PV.

Menurut Al-Waeli et al. (2017) bahwa peningkatan temperatur panel PV pada cuaca cerah akan menghasilkan penurunan efisiensi dan berdampak pada daya keluaran panel PV juga menurun. Sedangkan, Bizzy et al. (2020) yang meneliti pendinginan panel PV tipe polikristalin 100 Wp dengan pelat berlubang menghasilkan efisiensi yang cukup tinggi ketika intensitas matahari tinggi.

Peningkatan efisiensi sebuah panel PV juga terkait dengan tipe dan material yang digunakan. Ada 4 (empat) generasi PV, yaitu generasi pertama terdiri dari teknologi PV berdasarkan film kristal yang berbasis sel pada silicon, silicon adalah bahan semikonduktor yang banyak digunakan untuk panel PV yang dikomersialkan, generasi kedua yang berfokus pada teknologi film tipis dengan tujuan mengurangi biaya, generasi ketiga adalah yang berorientasi meningkatkan efisiensi, dan generasi keempat adalah menggabungkan biaya rendah/fleksibilitas film tipis polimer dengan stabilitas

yang baik memanfaatkan teknologi material nano (Luceño-s dan Mar, 2019).

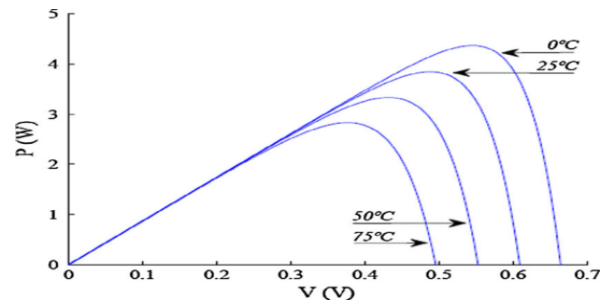
Selain itu, untuk mendinginkan panel PV ada 2 (dua) cara, yaitu pendinginan aktif atau *active cooling* dan pendinginan pasif atau *passive cooling*. Panel PV yang didinginkan dengan cara aktif merupakan penggunaan daya tambahan berupa peralatan, seperti fan, blower, dan pompa dalam upaya meningkatkan laju perpindahan kalor konveksi paksa. Sebaliknya, panel PV yang didinginkan dengan cara pasif tanpa daya tambahan untuk meningkatkan laju perpindahan kalor konveksi bebas atau alami. Kedua cara mendinginkan panel ini memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing. Pendinginan aktif akan meningkatkan laju perpindahan kalor konveksi lebih besar dibandingkan pendinginan pasif tetapi membutuhkan daya yang lebih besar pula. Kinerja panel PV lebih meningkat apabila temperaturnya dapat diturunkan. Pengaruh temperatur panel PV terhadap tegangan dan daya output sebagaimana dijelaskan oleh Adeeb, Farhan, dan Al-salaymeh (2019), terjadi penurunan tegangan dan daya ketika temperatur panel PV meningkat atau dengan kata lain radiasi matahari yang datang ke permukaan panel PV meningkat tetapi tegangan yang dihasilkannya menurun.

Adapun penerapan listrik desa secara *On-Grid* PLN di Desa Ulak Kembahang 2 ini dilakukan untuk mengatasi pemadaman listrik yang sering terjadi di lokasi dengan panel PV tipe Monokristalin 100 Wp.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Kegiatan ini bertujuan untuk mengatasi pemadaman listrik yang sering terjadi di lokasi desa Kembahang 2. Metode yang digunakan adalah merancang sistem *On-Grid* PLN dengan sumber energi matahari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS *On-Grid* adalah sistem instalasi PLTS yang tergabung dengan jaringan sistem pembangkit lainnya, seperti jaringan listrik PLN. Bila dibandingkan dengan sistem *Off-Grid*, lebih murah dan disarankan memakai baterai (Tiwari dan Swapnil, 2010). Sistem *Off-Grid* adalah sistem yang mampu membangkitkan energi listrik dan memberikan daya untuk beban secara mandiri, tidak membutuhkan koneksi dengan jaringan pembangkit lain, seperti jaringan PLN.

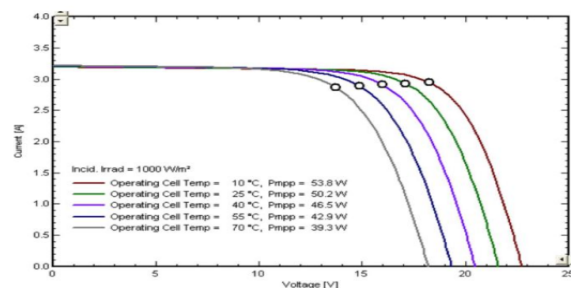
Adapun karakteristik modul PV bahwa daya dan tegangan merupakan fungsi temperatur, bertambahnya temperatur sel surya akan mengakibatkan penurunan tegangan dan daya keluaran modul PV.



Gambar 1. Karakteristik daya (P) dan tegangan (V) sebagai fungsi temperatur. (Sarhan et al., 2006)

Karakteristik daya (P) dan tegangan (V) sebagai fungsi temperatur ditunjukkan pada gambar 1. Daya 1 W, temperatur panel PV 0 °C memiliki tegangan mendekati 0,7 V. Sedangkan, pada temperatur 25 °C, tegangan mendekati 0,6 V, dan pada temperatur 50 °C, menghasilkan tegangan sebesar 0,55 V. Demikian juga, pada temperatur panel PV 75 °C tegangan yang timbul mendekati 0,5 V.

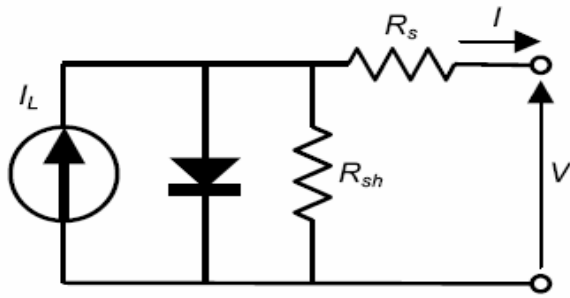
Pada gambar 2 menunjukkan kurva arus dan tegangan yang merupakan fungsi temperatur di mana dengan meningkatnya temperatur operasi sel surya akan mengakibatkan penurunan arus dan tegangan keluaran modul PV. Sedangkan, faktor pengisian (FF) mengikuti standar nilai variabel pada kurva arus dan tegangan, yaitu semakin tinggi FF semakin banyak daya yang dihasilkan.



Gambar 2. Karakteristik arus (I) dan tegangan (V) modul PV (Sarhan et al., 2006)

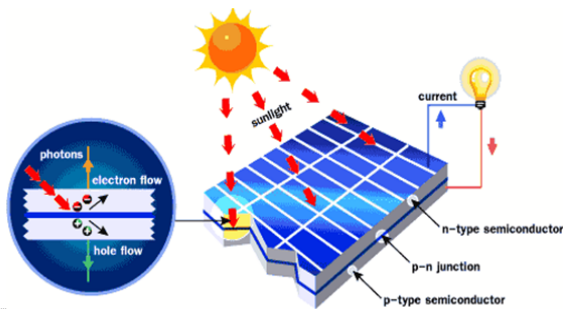
Rangkaian pengganti/ekivalen dari sel surya dengan model dioda tunggal dapat dilihat pada gambar 3. Cara kerja sel surya ini berkaitan dengan perangkat semikonduktor dioda. Pelepasan elektron terjadi apabila cahaya bersentuhan dengan sel surya dan bahan semikonduktor menyerapnya. Ketika elektron tersebut mampu menempuh perjalanan menuju bahan semikonduktor pada lapisan yang berbeda mengalami perubahan sigma gaya-gaya pada material. Terbentuklah suatu kristal yang stabil oleh atom-atom silikon tersebut. Dibutuhkan dua elektron dengan atom yang saling berdekatan agar terjadi pembentukan konfigurasi elektron yang stabil di dalam kristal. Selanjutnya, elektron bebas

bergerak ke arah suatu rongga di dalam kisi kristalnya yang dinamakan sebagai konduktivitas intrinsik.



Gambar 3. Model dioda tunggal untuk rangkaian ekivalen modul PV (Stuart R et al., 2013).

Sinar matahari terdiri dari foton yang merupakan partikel yang sangat kecil, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4. Foton adalah partikel sinar matahari mengenai atom semikonduktor silikon daripada sel surya yang dapat menghasilkan energi untuk memisahkan elektron dari struktur atom (Adeeb et al., 2019), (Donne et al., 2013), (Sofijan, 2019), (Amelia et al., 2016). Sedangkan, elektron bermuatan negatif akan bebas bergerak di daerah pita konduksi dari semikonduktor. Atom yang kehilangan elektron ini akan memiliki kekosongan dalam strukturnya, yang dinamakan sebagai "lubang" bermuatan positif. Daerah semikonduktor mempunyai elektron bebas negatif dan bertindak menjadi donor elektron, yang selanjutnya dinamakan semikonduktor tipe-N. Sebaliknya, daerah semikonduktor memiliki lubang positif dan sebagai akseptor elektron dinamakan semikonduktor tipe-P. Persimpangan positif dan negatif atau PN *Junction*, menghasilkan energi mendorong elektron dan lubang bergerak ke arah berlawanan.

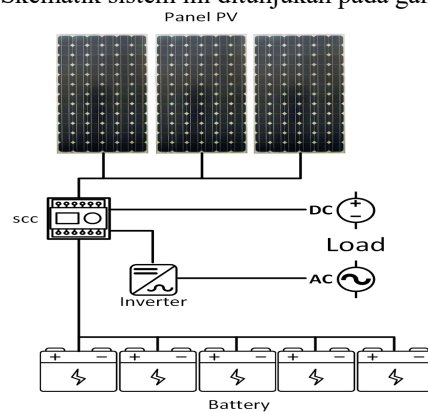


Gambar 4. Konversi energi atau p-n junction

Elektron menjauh dari daerah negatif, lubang akan menjauh dari daerah positif. Saat diberi beban, seperti berupa lampu di titik temu positif dan negatif ini akan menimbulkan arus listrik searah (Wawer et al., 2011), (Guillevin, Heurtault, Geerligs, dan Weeber, 2011), (Dincer dan Meral, 2010).

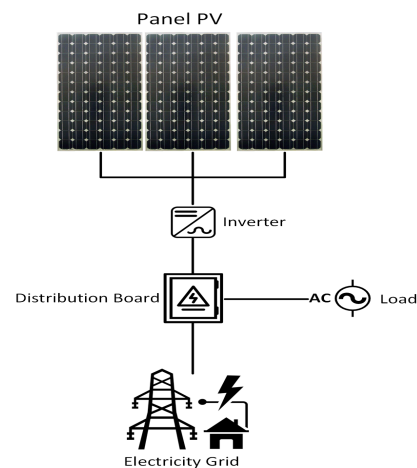
Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan *Off-Grid*

PLTS *Off-Grid* adalah sistem instalasi PLTS yang mampu membangkitkan energi listrik, dan menyuplaikan daya untuk beban secara mandiri. Sistem ini tidak terhubung dan tidak butuh terhubung dengan jaringan pembangkit listrik lainnya. Instalasi ini diterapkan pada lokasi yang jauh dari jangkauan transmisi jaringan pembangkit listrik yang tersedia, seperti jaringan pembangkit listrik PLN. Kelemahannya, bahwa matahari hanya bersinar pada siang hari, berarti sistem ini hanya bisa dimanfaatkan saat matahari bersinar di siang hari. Oleh karena itu, sistem ini perlu didukung oleh komponen penyimpanan daya, atau baterai, dan berakibat penambahan biaya pengadaan baterai. Skematik sistem ini ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Skema PLTS *Off-Grid*

Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan *On-Grid*



Gambar 6. Skema PLTS *On-Grid*

PLTS *On-Grid* adalah sistem instalasi PLTS yang terhubung dengan sistem jaringan pembangkit lainnya, seperti jaringan pembangkit PLN. Pemasangan sistem ini pada daerah urban yang dekat dengan sistem transmisi jaringan pembangkit PLN atau lainnya. Sistem ini lebih

murah dibandingkan dengan *Off-Grid* karena perlu penambahan baterai.

METODE KEGIATAN

Kegiatan ini dilaksanakan dengan tahapan mendesain PLTS *On-Grid* dan disosialisasikan penerapannya ke masyarakat desa Ulak Kembang 2. PLTS *On-Grid* telah diaplikasikan tersambung dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini menyuplai daya untuk penggunaan beban listrik pada saat tertentu maupun saat terjadi pemadaman dari jaringan PLN. Kegiatan penerapan PLTS *On-Grid* ini dilakukan di kantor Desa Ulak Kembang 2 secara langsung disosialisasikan ke masyarakat bersama dosen dan adik-adik mahasiswa. Kegiatan ini ditunjukkan gambar 7.



(i)



(ii)



(iii)

Gambar 7. Foto kegiatan di Desa Kembang 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan ini di Balai Desa Ulak Kembang 2 pada tanggal 28 Agustus 2021. Jumlah

yang hadir terdiri dari bapak dan ibu rumah tangga. Peserta dibagikan masker dengan protokol kesehatan sesuai aturan sebelum dimulai pelaksanaan kegiatan mengingat masih dalam kondisi pandemi.

Respon dan tanggapan masyarakat terhadap kegiatan ini sangat besar mengingat pembayaran listrik per bulan per rumah tangga cukup tinggi dan kendala sering terjadinya pemadaman listrik dari PLN sehingga aktivitas sehari-hari mereka terganggu. Penggunaan teknologi *On-Grid* PLN ini menguntungkan masyarakat bila diterapkan, akan tetapi harus mengeluarkan sedikit modal atau investasi awal untuk pembelian perangkat teknologi ini. Selanjutnya, setiap bulan mampu mengurangi biaya pembayaran listrik per bulan, kemudian dalam waktu tertentu akan kembali modal investasi awalnya sehingga bulan berikutnya akan mengurangi biaya listrik per bulan. Dianjurkan kepada masyarakat untuk bekerjasama dengan koperasi desa dan Bank setempat dalam investasi awal peralatan ini dan perguruan tinggi dapat membantu dalam perawatan dan melatih masyarakat. Sebuah teknologi akan bertahan lama bila memakai perawatan yang kontinyu dan baik.

Harapan masyarakat saat sosialisasi teknologi ini dilaksanakan kepada Tim dari pengabdian adalah kiranya Pemerintah Daerah dapat bekerjasama dengan Perguruan Tinggi untuk terus menciptakan teknologi yang mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam berbagai sektor, khususnya teknologi yang mampu mengurangi biaya listrik per bulan dan mengatasi pemadaman listrik sehari-harinya.

KESIMPULAN

Penerapan listrik desa secara *On-Grid* PLN di Desa Ulak Kembang 2 ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Peralatan teknologi *On-Grid* PLN ini dirancang sederhana dengan bahan konstruksi cukup mudah dibeli di pasar agar masyarakat dapat membuat sendiri.
2. Peserta yang disosialisasikan merasa mendapat ilmu pengetahuan mengenai cara penghematan pembayaran listrik per bulan dan berharap ada kelanjutan dari pihak Pemerintah Daerah dan Perguruan Tinggi untuk membantu terlaksananya teknologi *On-Grid* PLN ini di desa mereka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Sriwijaya atas pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dibiayai oleh Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun anggaran 2021 SP DIPA-023.17.2.677515/2021 tanggal 23 November 2021 sesuai SK Rektor Nomor:

0007/UN9/SK.LP2M.PM/2021 tanggal 23 Juli 2021, pemerintah daerah, dan masyarakat Desa Ulak Kembahang 2 atas terlaksananya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeeb, J., Farhan, A., & Al-Salaymeh, A. (2019). Temperature Effect on Performance of Different Solar Cell Technologies. *Journal of Ecological Engineering*, 20(5), 249–254. <https://doi.org/10.12911/22998993/105543>
- Al-Waeli, A. H., Sopian, K., A. Kazem, H., & T. Chaichan, M. (2017). Photovoltaic Thermal PV/T systems: A review. *International Journal of Computation and Applied Sciences*, 2(2), 62–67. <https://doi.org/10.24842/1611/0027>
- Amelia, A. R., Irwan, Y. M., Leow, W. Z., Irwanto, M., Safwati, I., & Zhafarina, M. (2016). Investigation of the effect temperature on photovoltaic (PV) panel output performance. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(5), 682–688. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.6.5.938>
- Bizzy, I., Sipahutar, R., Puspitasari, D., Sofijan, A., & Fajri, M. A. (2020). The cooling effect of polycrystalline type PV panels using perforated aluminum plates. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 909(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/909/1/012005>
- Dincer, F., & Meral, M. E. (2010). Critical Factors that Affecting Efficiency of Solar Cells. *Smart Grid and Renewable Energy*, 01(01), 47–50. <https://doi.org/10.4236/sgre.2010.11007>
- Donne, A. Le, Scaccabarozzi, A., Tombolato, S., Binetti, S., Acciarri, M., & Abbotto, A. (2013). Solar Photovoltaics: A Review. *Reviews in Advanced Sciences and Engineering*, 2(3), 170–178. <https://doi.org/10.1166/rase.2013.1030>
- Guillevin, N., Heurtault, B. J. B., Geerligs, L. J., & Weeber, A. W. (2011). Development towards 20% efficient Si MWT solar cells for low-cost industrial production. *Energy Procedia*, 8(August 2014), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.06.094>
- Luceño-s, A., & Mar, A. (2019). Materials for Photovoltaics: State of Art and Recent Developments. *International Journal of Molecular Sciences*, 20, 1–42. <https://doi.org/10.3390/ijms20040976>
- Sarhan, W. M., Alkhateeb, A. N., Omran, K. D., & Hussein, F. H. (2006). Effect of temperature on the efficiency of the thermal cell. *Asian Journal of Chemistry*, 18(2), 982–990.
- Sofijan, A. (2019). *The solar renewable energy system study with a capacity of 1300 W utilizing polycrystalline photovoltaic*. 6(1), 5–11.
- Stuart R, W., Martin A, G., Muriel E, W., & Richard, C. (2013). Applied Photovoltaics. In *TJ International Ltd, Padstow, Cornwall*. <https://doi.org/10.4324/9781849776981>
- Tiwari, G. N., & Swapnil, D. (2010). *Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Wawer, P., Müller, J., Fischer, M., Engelhart, P., Mohr, A., & Petter, K. (2011). Latest trends in development and manufacturing of industrial, crystalline silicon solar-cells. *Energy Procedia*, 8, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.06.093>