

Pemanfaatan Energi Matahari pada Solar Panel untuk Penerangan Jalan dan Jalur Hijau Di RW 12 Desa Landungsari

Irwan Heryanto/Eryk ^{*a)}, Mohammad Noor Hidayat ^{a)}, Ferdian Ronilaya ^{a)},
Sigit Setya Wiwaha ^{a)}, Ika Noer Syamsiana ^{a)}

(Artikel diterima: bulan September 2020, direvisi: Oktober 2020)

Abstrak: To assist residents of RW 12 Desa Landungsari in supporting village facilities and infrastructure, especially the problem of street lighting. Where to apply to the related agency is not possible because it is only a rural area, so it is necessary to have the self-help of the residents in lighting up their area at night. This lighting will use solar cells as an energy source with a capacity of 50 Wp Off Grid system with a load of 12 Volt DC LED lights. This is because solar energy is a large enough energy available and is environmentally friendly. This research activity also includes community education on the importance of using solar energy as a source of electrical energy. Based on field testing, the average solar panel output voltage is 17 volts, the maximum charging current is 2.6 A and a load power of 30 watts consists of several LED lights.

Kata-kata kunci : panel surya, lampu penerangan, instalasi listrik

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara penghasil dan pengeksportir minyak dan gas bumi. Namun, cadangan sumber daya alam tersebut mulai berkurang akibat eksploitasi besar-besaran untuk dijadikan sumber energi. Indonesia sendiri sangat bergantung pada bahan bakar fosil, gas dan minyak bumi. Penggunaan energi fosil diketahui dapat menyebabkan senyawa-senyawa yang tidak aman lingkungan terbentuk di atmosfer seperti karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO₂), serta sulphur dioksida (SO₂) yang dapat menyebabkan pencemaran udara seperti hujan asam, pemanasan global, hingga kabut asap dan mengurangi kadar ozon [1].

Bumi menerima 174 per watt atau mewakili faktor 10¹⁵ watt dari radiasi matahari yang masuk (insolasi) di atmosfer atas [2]. Dengan fotosintesis, tanaman hijau mengubah energi matahari menjadi energi kimia, yang menghasilkan makanan, kayu, dan biomassa dari mana bahan bakar fosil berasal. Total energi matahari yang diserap oleh atmosfer bumi, lautan dan daratan sekitar 3.850.000 exajoule (EJ) atau setara dengan faktor 10¹⁸ joule per tahun. Fotosintesis menangkap sekitar 3.000 EJ per tahun dalam biomassa [3].

Karena kondisi geografis Indonesia terletak di garis khatulistiwa, sehingga Indonesia mempunyai sumber energi surya yang melimpah. Badan Energi Terbarukan Internasional memperkirakan potensi PV di Indonesia adalah 532,6 GW [4]. Berikut adalah prosentase pembangkit listrik di Indonesia berdasarkan Proyeksi Bauran Energi Tahun 2019-2028, prosentase batu bara sebagai sumber energi listrik Indonesia Tahun 2019 menempati porsi tertinggi sebesar 62,7%, kemudian posisi kedua pembangkit listrik tenaga gas sebanyak 13,0%, LNG (liquefied natural gas) 8,3%, (PLTA) 6,1%, (PLTP) 5,0%, sementara EBT lain (tenaga surya, angin, dll) persentasenya sangat sedikit yaitu 0,3%. Jadi untuk mencapai target bauran energi pada Tahun

2025 maka diperlukan penambahan PLTS atau (PV rooftop) sekitar 3,200 MW atau setara dengan 1,6 juta pelanggan PLTS atap @ 2kW. Target tersebut dapat tercapai dengan partisipasi masyarakat dan dukungan pemerintah dalam pengembangan EBT, terutama PV rooftop yang harganya akan diperkirakan akan menurun di masa depan.

Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan di sisi lain ada sebagian wilayah Indonesia yang belum mendapat aliran listrik karena tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistemnya yang modular dan mudah dipindahkan merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternatif. Bersamaan dengan ini masalah polusi dan permintaan energi yang lebih tinggi akan menjadi pendorong utama untuk lebih banyak pemanfaatan energi surya secara luas dan lebih dalam di Indonesia.

Penerangan untuk Fasilitas umum dan bangunan seperti masjid dan jalan masuk kampung dan jalan utama per RT (Rukun Tetangga), di wilayah RW 12 Desa Landungsari Kecamatan Dau bisa dikatakan minim baik segi jumlah dan perawatan. Penerangan yang minimalis ini dikhawatirkan menjadi sebab terjadinya beberapa tindak kejahatan terutama di malam hari.

Wilayah RW 12 Desa Landungsari merupakan wilayah di kaki pegunungan Butak dengan jarak sekitar 10 km dari kampus Polinema, dimana masyarakatnya banyak yang belum berani menyentuh hal-hal yang berhubungan dengan kelistrikan. Alasan kesetrum dan lain sebagainya merupakan alasan klasik kebanyakan warga. Warga akan meminta tolong para remaja atau pemuda ketika mereka mengalami permasalahan dengan listrik, baik masalah lampu maupun lainnya.

Remaja masjid merupakan salah satu potensi warga yang bisa bermanfaat untuk warga sekitar, mengingat RW ini belum mempunyai wadah karang taruna atau sejenisnya.

* Korespondensi: eryk@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

Oleh karena itu, perlu penambahan penerangan jalan dan ke depan ditingkatkan pelatihan-pelatihan dalam pemeliharaan maupun perbaikan instalasi listrik penerangan jalan dan juga penerangan fasilitas umum, seperti taman, area pertemuan warga dan sebagainya.

Sesuai dengan Analisis situasi dan Permasalahan Mitra di RW 12 Desa Landungsari bahwa kebutuhan penerangan menjadi hal yang penting dan utama dibutuhkan, maka kami menawarkan solusi masalah ketersediaan listrik untuk sumber energi pada penerangan jalan sebagai berikut:

1. Diperlukan pembangkit tenaga listrik yang ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi.
2. Diperlukan sumber energi listrik alternative di RW 12 mengingat lokasi yang cukup jauh dari rumah warga dan untuk menghemat pengeluaran biaya bulanan oleh warga yang listriknya tersambung di penerangan jalan umum.
3. Sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya skala kecil dengan berbagai panel baik independent maupun terpusat.

2. Kajian Pustaka

Sel surya adalah suatu komponen elektronika yang dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut solar cell yang besarnya sekitar 10 - 15 cm persegi. Komponen ini mengkonfirmasi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Solar cell merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semi konduktor. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu solar cell sangat kecil maka beberapa solar cell harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut modul.

Sebuah Sel Surya dalam menghasilkan energi listrik 100 W/m² dengan kekuatan radiasi solar matahari 1000 W/m², ternyata efisiensinya hanya mencapai 10% - 13. [1]

2.1 Jenis – jenis Solar Cell

Berdasarkan pada tipe bahan solar cell nya, modul surya yang umum dipakai dikategorikan kedalam 3 tipe dengan efisiensi konversinya yaitu perbandingan antara daya yang dihasilkan modul surya dengan radiasi matahari yang ditangkap modul surya dalam satuan (%): [2]

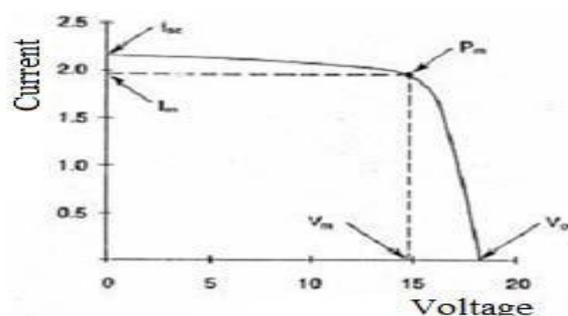
- a. Type Mono Crystalline; terbuat dari silikon kristal tunggal, efisiensi konversi paling tinggi(12%-18%). Secara visual dapat dilihat dimana warna solar cell merata. Harga tipe modul ini relatif paling mahal.
- b. Type Poly Crystalline; terbuat dari silikon kristal banyak (Poly), saat ini paling banyak dipakai, efisiensi lebih rendah dari monokristal tetapi lebih tinggi dari amorphous. (10%-15%). Secara visual dapat dilihat dimana warna permukaan solar cell tidak merata dan seragam. Harga tipe modul ini relatif lebih murah dari monokristal.
- c. Type Amorphous; terbuat dari silikon yang tidak terbentuk kristalnya, oleh karenanya disebut juga sebagai non kristalin. Secara visual tipe modul surya ini dapat dilihat dari solar cell nya yg berupa lembaran (sheet, dan bukan kotak-kotak kecil seperti tipe kristalin) dan juga dari ukuran fisiknya. Karena efisiensi konversinya yang rendah (paling rendah diantara

kedua tipe di atas berkisar 8%-12%), maka ukuran modul surya tipe ini hampir dua kali lipat dari ukuran modul surya kristalin dengan kapasitas yang sama. Beberapa tahun yang lalu tipe ini ditinggalkan para pemakainya karena ketidakstabilan keluarannya apabila terkena matahari langsung. Belakangan beberapa produsen meng-klaim bahwa teknologi amorphous telah diperbaiki dan dapat menghasilkan listrik yang lebih stabil. Tipe ini paling murah di antara dua tipe lainnya.

Output standar setiap modul surya umumnya dicantumkan pada label yang di lekatkan di bagian belakang dari modul surya. Output tersebut di ukur pada STC (Standard Test Condition 1 kW/m² pada distribusi spektral AM 1,5 dan Temperature cell 25°C). Sedangkan output harian yang dihasilkan oleh modul surya sangat tergantung pada tingkat radiasi matahari yang menyinari modul surya.

2.2 Prinsip Kerja Solar Cell

Pada Gambar 2.1 grafik kurva I-V di bawah yang menggambarkan keadaan sebuah Sel Surya beroperasi secara normal. Sel Surya akan menghasilkan energi maximum jika nilai V_m dan I_m juga maximum. Sedangkan I_{sc} adalah arus listrik maximum pada nilai volt = nol; I_{sc} berbanding langsung dengan tersedianya sinar matahari. Voc adalah volt maximum pada nilai arus nol; Voc naik secara logaritma dengan peningkatan sinar matahari, karakter ini yang memungkinkan Sel Surya untuk mengisi accu.



Gambar 2.1 Grafik kurva I-V [3]

Keterangan:

- I_{sc} = Short-circuit current
- V_{oc} = Open-circuit voltage
- V_m = Voltage maximum power
- I_m = Current maximum power
- P_m = Power maximum-output dari PV array (watt)

2.3 Karakteristik Panel Surya / Solar Cell

Berdasarkan pengukuran-pengukuran yang dilakukan maka karakteristik solar cell dapat digambarkan seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.1, dimana Voc adalah tegangan rangkaian terbuka solar cell dan I_{sc} adalah merupakan arus hubungan singkat solar cell.

Dua buah parameter solar cell telah dibicarakan yaitu arus hubungan singkat dan tegangan rangkaian terbuka. Pada kurva tegangan arus solar cell, I_{sc} merupakan perpotongan kurva dengan sumber arus (V=0) dan V_{oc} adalah perpotongan kurva

dengan sumber tegangan ($V=0$) seperti pada gambar. 2.1. di atas.

Dengan meneliti kurva diatas terlihat bahwa titik-titik pengoperasian dari solar cell terletak sepanjang kurva, dari sekian banyak titik-titik pengoperasian, diharapkan satu titik pengoperasian khusus yang menghasilkan daya keluaran solar cell maksimum, yaitu pada titik (V_m, I_m). Titik (V_m, I_m) akan dipergunakan untuk mendefenisikan parameter solar cell yaitu pengisian (*charging factor*). Faktor pengisian adalah perbandingan antara daya maksimum dengan hasil kali tegangan terbuka dan arus hubungan singkat pada solar sell.

Efisiensi konversi energi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik adalah perbandingan dari daya output dari solar sell dengan daya input. Daya input solar cell adalah daya total sinar matahari yang masuk ke solar cell, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut [1]

$$\eta = P_{out}/P_{in}.....(2.1)$$

Dengan ;

P_{out} = Daya output solar cell (Watt)

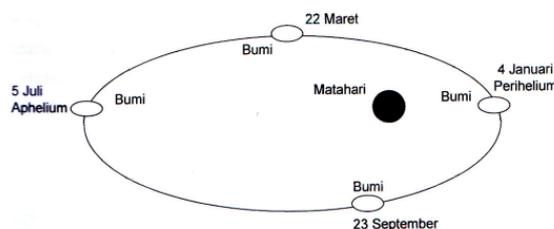
P_{in} = Daya input solar cell (Watt)

Besarnya daya output solar sell yang dihasilkan bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima solar cell dan juga tergantung pada luas cahaya ultraviolet, cahaya tampak sampai cahaya infra merah [3].

Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan solar cell adalah keadaan iklim dan tingkat radiasi sinar matahari. Keadaan iklim disuatu tempat dapat mempengaruhi jumlah energi yang dibangkitkan oleh solar cell. Penggunaan solar cell akan lebih menguntungkan pada daerah yang memiliki musim kemarau lebih panjang dari musim hujan ataupun pada musim lainnya.

Kedudukan bumi yang selalu berubah terhadap matahari dengan adanya rotasi dan revolusi dengan lintasan yang berbentuk elips akan mempengaruhi tingkat radiasi sinar matahari yang sampai ke bumi. Suatu pandangan umum dari sistem revolusi bumi yang berpusat pada matahari diperlihatkan pada gbr. 2.3. Jarak matahari dan bumi berubah sesuai dengan lintasan edar bumi mengelilingi matahari yang berbentuk elips, jarak terjauh bumi dengan matahari adalah sekitar tanggal 5 Juli (Aphelium) dan jarak terdekat adalah sekitar tanggal 4 Januari (Perihelium). Fluks matahari diluar atmosfer bumi adalah lebih kurang 1.353 kw/m². Kuantitas ini dikenal sebagai konstanta matahari (solar konstanta). Jadi banyaknya radiasi matahari yang diserap oleh suatu permukaan disuatu tempat dibumi tergantung pada: [4]

1. Konstanta matahari, absorpsi (penyerapan) dan refleksi (pemantulan) atmosfer bumi.
2. Jarak antara bumi dengan matahari
3. Sudut jauh sinar matahari
4. Sifat-sifat permukaan yang dikenai sinar matahari
5. Lamanya penyinaran sinar matahari



Gambar 2.3 Jarak Matahari Dengan Bumi Setiap Tahunnya [2]

3. Metodologi Pelaksanaan

Secara ringkas, metode pelaksanaan PKM terbagi dalam beberapa langkah sebagai berikut:

1. Analisis kebutuhan tenaga listrik yang diperlukan untuk lampu penerangan
2. Penentuan titik – titik lampu yang akan dipasang.
3. Membangun konstruksi sipil yang dibutuhkan untuk tiang maupun mounting.
4. Pemasangan panel surya bersama warga dan tim karangtaruna, serta beberapa pengarahan system dan pemeliharaannya.
5. Komisioning dan pengujian system untuk memastikan system sudah berjalan sesuai target.

Mitra kerja, warga dan pengurus RW 12 berperan dalam menyediakan lahan dan bantuan tenaga saat pemasangan lampu dan peralatan panel surya.

RW 12 Desa Landungsari memiliki warga sekitar 470 KK yang sangat potensial dalam pengembangan daerahnya menuju green village dengan memanfaatkan energi rendah polusi. Ditopang dengan anak-anak usia SMP dan SMA dapat memberikan sumbangsih positif dalam pengembangan renewable energy, minimal di wilayah RW 12. .

4. Hasil yang Dicapai

Kegiatan ini terelaksana dengan Kerjasama Pimpinan dan staff RW 12, beserta ketua RT 01, 02, 03, 04 dan 05 yang bersama-sama tim PKM Polinema terdiri dari Dosen dan relawan mahasiswa. Pelaksanaan ini dimulai dengan serah terima panel surya kepada pengurus RW 12, pada gambar 4.3 beserta peralatan pendukung diantaranya :

1. Sel Surya kit
2. Battery
3. Kabel penghubung dan box panel
4. Lampu DC

Waktu pelaksanaan PKM ini adalah pada tanggal 2 dan 9 Agustus 2020 bertempat di Ruang fasum dan Balai RW 12 Dusun Klandungan Desa Landungsari, Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Dimulai dengan persiapan peralatan, dan pengumuman pada Grup Whatsapp warga, mengingat pada masa ini adalah pandemic covid-19. Kendala yang dihadapi adalah tim PKM mempersiapkan beberapa hal terkait protocol Kesehatan di tempat berkumpulnya warga, diantaranya penyediaan masker, tempat cuci tangan dan pengaturan tempat.



Gambar 4.1 Persiapan peralatan sel surya dan peralatan pendukung

Setelah identifikasi peralatan dirasa cukup, dengan dibantu beberapa mahasiswa, peralatan dibawa ke titik kumpul dengan tim RW 12 untuk selanjutnya dilakukan *brifing* sebelum pemasangan.



Gambar 4.2 Peralatan ukur

Peralatan ukur dipakai untuk mengetahui Tegangan keluaran Sel surya (Volt) dan Arus keluaran sel surya (Ampere). Hal ini dilakukan agar warga masyarakat dan tim RW 12 mengetahui secara ilmiah bahwa sel surya dapat membangkitkan energi listrik, karena kebanyakan masyarakat masih awam terhadap hal ini.

Kemudian dilakukan pengukuran panel di dalam ruangan maupun saat terkena sinar matahari dengan hasil

Saat di ruangan $V_{out} = 10.7$ Volt
Saat di luar ruangan dan terkena sinar matahari
 $V_{out} = 17,4$ Volt



Gambar 4.3 Penyerahan Sel Surya kepada RW 12 Landungsari



Gambar 4.4 Pemasangan Box panel untuk Charge Controller dan baterai



Gambar 4.5 Brifing dan penjelasan

Pada akhir pengabdian ini, tim menjelaskan sekali lagi manfaat sel surya dalam ketenagalistrikan. Harapan ke depan adalah masyarakat semakin sadar akan energi terbarukan, yang bersih dan ramah lingkungan. Masyarakat antusias dalam mengikuti kegiatan ini, dan akan dilanjutkan dengan pemanfaatan sel surya serta ditindaklanjuti dengan pelatihan dasar.

Daftar Pustaka

- [1] Zuhail, 1998 Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya Jakarta. Gramedia.
- [2] Hasnawiyah Hasan, (2012) "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi", Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRKT)10:169-180
- [3] Ari Rahayuningtyas, (2014) " Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana Di daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan", Prosiding SNaPP2014 Sains, Teknologi Dan Kesehatan 4 : 223-230
- [4] Universitas Sumatera Utara (2012), Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS) <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/44711/4/cha-pter%2011.pdf> (diakses 3 Agustus 2019)