

Pemanfaatan Panel Surya dan *Light Control* Berbasis *Passive InfraRed Sensor (PIR)* pada Penerangan Jalan Di RW 12 Desa Landungsari Kabupaten Malang

Irwan Heryanto Eryk^{*1}, M. Noor Hidayat², Ferdian Ronilaya³, Sapto Wibowo⁴, Ika Noer Syamsiana⁵
^{1,2,3,4,5} Program Studi Sistem Kelistrikan dan Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
email: ¹eryk@polinema.ac.id, ²moh.noor@polinema.ac.id, ³ferdian@polinema.ac.id,
⁴sapto.wibowo@polinema.ac.id, ⁵ikanoersyamsiana@polinema.ac.id

Abstrak

Instalasi panel surya menjadi suatu keniscayaan dalam pemanfaatan energi bersih dan renewable, mengingat energi matahari merupakan energi yang cukup besar tersedia dan ramah lingkungan. Remaja sebagai penerus generasi green Energy dituntut untuk dapat menggunakan energi tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga dibutuhkan pengenalan awal dan dasar pengetahuan pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi listrik. Salah satu pemanfaatan Sel Surya adalah sebagai sumber energi untuk system pencahayaan. Pemanfaatan sel surya sebagai sumber energi pada lampu-lampu berbasis LED pada saat pemadaman PLN pada malam hari sangat diperlukan pada pos-pos siskamling dan beberapa jalan protokol di wilayah RW 12. Sehingga meskipun PLN padam saat malam hari, warga masih dapat melakukan aktifitas di luar rumah dengan penerangan yang cukup. Lampu LED ini dilengkapi sensor PIR yang berfungsi untuk mendeteksi objek bergerak, jika tidak ada objek bergerak, lampu akan diredupkan untuk menghemat energi dan akan menyala full pada saat mendeteksi objek bergerak dengan jarak lebih kurang 10 meter. Lampu ini menggunakan LED SMD 3030 dengan color temperature 6500 K, nilai lumen 4500, dan efikasi pencahayaan 104 lm/watt.

Kata kunci: Lampu LED, PIR sensor, Sel Surya, Penerangan

1. PENDAHULUAN

Suatu pembangkit energi listrik yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari menuju ke sel surya dapat mengubah suatu cahaya foton matahari menjadi energi listrik adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperature PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari. Sel surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energi listrik 900 hingga 1000 Watt [1].

Energi matahari termasuk energi yang bersih dan rendah emisi, sehingga perlu kiranya diperluas pemanfaatannya di kalangan masyarakat. Desa Landungsari yang terletak di lereng pegunungan Butak Kabupaten Malang, mempunyai potensi energi matahari atau energi surya yang cukup baik. Dengan suhu rata-rata harian berkisar 26-29⁰C, merupakan suhu yang cukup ideal untuk kinerja solar photovoltaic/sel surya. Sesuai dengan Analisis situasi dan Permasalahan Mitra di di RW 12 Dusun Klandungan desa Landungsari, maka kami menawarkan solusi masalah ketersediaan listrik sebagai berikut:

1. Diperlukan pembangkit tenaga listrik yang ramah lingkungan tidak menimbulkan dampak negatif pada kondisi alam yang digunakan sebagai penerangan di wilayah saat terjadi pemadaman PLN.
2. Diperlukan survey Bersama Mitra untuk menentukan titik-titik lampu untuk dipasang lampu cerdas dengan berbasis sel surya.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Energi Matahari

Energi Matahari adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas Matahari melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi matahari sangatlah luar biasa karena tidak bersifat polutif, tak dapat habis, dapat dipercaya dan tidak membeli. Energi matahari dapat dikonversikan langsung menjadi bentuk energi lain dengan tigaproses, yaitu: Proses Helochemical, Proses Helioelectrical, dan proses Heliothermal [1][2].

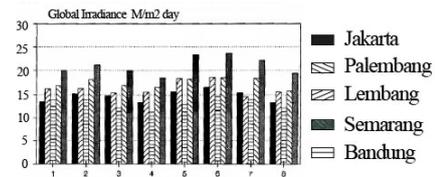
2.2. Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan proses penyinaran matahari sampai kepermukaan bumi dengan intensitas yang berbeda-beda sesuai dengan keadaan sekitarnya. Radiasi matahari yang diterima dipermukaan bumi lebih rendah dari konstanta matiharinya. Radiasi matahari yang terjadi di atmosfer mengalami berbagai

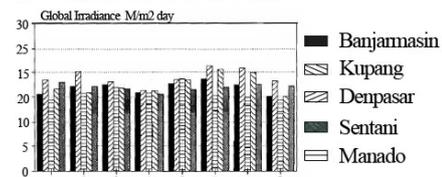
penyimpangan, sehingga kekuatannya menuju bumi lebih kecil. Bagian dari radiasi matahari yang dihisap (absorpsi) akan berubah sama sekali sifatnya. Perubahan dari sudut jatuhnya sinar dapat menyebabkan perubahan dari panjangnya jalan yang dilalui oleh sinar tersebut. Penerimaan radiasi surya di permukaan bumi sangat bervariasi menurut tempat dan waktu. Menurut tempat khususnya disebabkan oleh perbedaan letak lintang serta keadaan atmosfer terutama awan. Lama penyinaran akan berpengaruh terhadap aktivitas makhluk hidup misalnya pada manusia dan hewan. Juga akan berpengaruh pada metabolisme yang berlangsung pada tubuh makhluk hidup, misalnya pada tumbuhan. Penyinaran yang lebih lama akan memberi kesempatan yang lebih besar bagi tumbuhan tersebut untuk memanfaatkannya melalui proses fotosintesis. Pergeseran garis edar matahari menyebabkan perubahan panjang hari (lama penyinaran) yang diterima pada lokasi-lokasi di permukaan bumi. Perubahan panjang hari tidak begitu besar pada daerah tropis yang dekat dengan garis ekuator. Semakin jauh letak tempat dari garis ekuator maka fluktuasi lama penyinaran akan semakin besar. [3]

2.3 Potensi Energi Surya

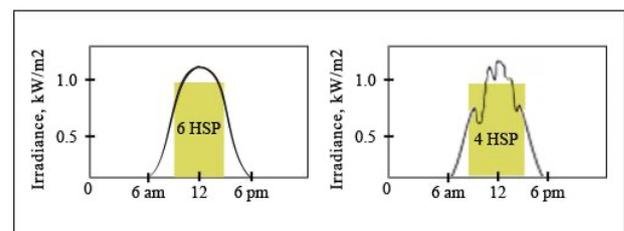
Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi, khususnya minyak bumi, yang terjadi sejak tahun 1970-an mendapat perhatian yang cukup besar dari banyak negara di dunia. Di samping jumlahnya yang tidak terbatas, pemanfaatannya juga tidak menimbulkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Mengingat ratio elektrifikasi di Indonesia baru mencapai 55-60 % dan hampir seluruh daerah yang belum dialiri listrik adalah daerah pedesaan yang jauh dari pusat pembangkit listrik, maka PLTS yang dapat dibangun hampir di semua lokasi merupakan alternatif sangat tepat untuk dikembangkan. Dalam kurun waktu tahun 2005-2025, pemerintah telah merencanakan menyediakan 1 juta Solar Home System berkapasitas 50 Wp untuk masyarakat berpendapatan rendah serta 346,5 MWp PLTS hibrid untuk daerah terpencil. Hingga tahun 2025 pemerintah merencanakan akan ada sekitar 0,87 GW kapasitas PLTS terpasang. Dengan asumsi penguasaan pasar hingga 50%, pasar energi surya di Indonesia sudah cukup besar untuk menyerap keluaran dari suatu pabrik sel surya berkapasitas hingga 25 MWp per tahun. Hal ini tentu merupakan peluang besar bagi industri lokal untuk mengembangkan bisnisnya ke pabrikasi sel surya.



Gambar 1a. Month period (Jan to Dec) Global radiation in Indonesia, Java (4 locations), and Sumatra [3]



Gambar 1b. Month period (Jan - Dec) Global radiation in Indonesia, Kalimantan, Bali, Sulawesi, Timor, And Irian Jaya



Gambar 2. Potensi Energi Panas Matahari di Indonesia [3]

2.4 Jenis Sel Surya

Berbagai-bagai teknologi telah diteliti oleh para ahli di dunia untuk merancang dan membuat sel fotovoltaik yang lebih baik, murah, dan efisien diantaranya adalah. [5]

- a. Generasi Pertama Kristal (*Single Crystal*)
Konfigurasi normal untuk Sel Fotovoltaik terdiri p-n Junction Mono Kristal Silikon material mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,999%. Ditumbuhkan dengan sistem yang paling terkenal Metode Czochralski hasil berbentuk silinder dengan panjang 12cm, diameter tertentu 2–5 inch, alat pemotong yang terbaru adalah gergaji yang mampu memotong dua sisi sekaligus dengan kapasitas 4000 wafer per-jam.
- b. Generasi Kedua Kristal (*Polycrystal*)
Material Mono Kristal harga per kilogram masih mahal, untuk menurunkan harga material, dikembangkan material lain yang disebut Polikristal. Pembuatan wafer dengan material ini menggunakan Metode Casting, kemudian dipotong dengan ukuran 40 x 40

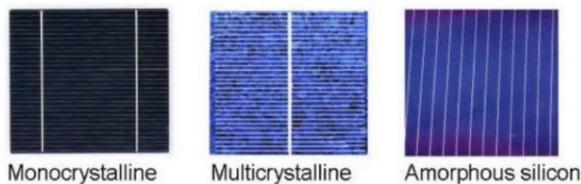
cm². Efisiensi modul fotovoltaik polikristal mencapai 12% s/d 14%.

c. Generasi Ketiga *EFG the Edge Defined Film Growth Ribbon*.

Proses ini menumbuhkan wafer Mono Kristal seperti pita langsung dari cairan silikon dengan menggunakan pita kapiler, dapat menghasilkan dengan lebar 5–10cm. Pada proses ini penumbuhan terjadi 5 m/menit dengan ketebalan 250 – 350 mikrometer, dengan efisiensi 13%.

d. Generasi Keempat *Thinfilm*

Generasi ke-empat Lapisan Tipis atau Thin Film, mempunyai ketebalan sekitar 10mm di atas substrat kaca/steel (baja) atau disebut advanced sel fotovoltaik.



Gambar 3 a) Panel Monocrystalline b) Panel Multicrystalline c) Panel Amorphous Silicon [5]

2.5 Keuntungan dan Kerugian Energi Matahari

A. Keuntungan

1. Sumber daya yang tidak pernah habis
2. Zero Emission
3. Energi yang bebas digunakan tanpa biaya
4. Menghasilkan energi yang cukup tinggi [10].
5. Pemeliharaan sangat rendah
6. Kemudahan penggunaan modul surya

B. Kerugian

1. Tidak dapat digunakan pada malam hari
2. Daya yang dihasilkan berkurang saat mendung [6].

2.6 Penerangan dengan Sel Surya dilengkapi PIR

Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) adalah solusi penerangan untuk jalan dan kawasan yang tidak berada dalam area jaringan PLN atau untuk efisiensi biaya penerangan. Menggunakan lampu LED hemat energi dengan listrik yang disuplai dari baterai yang sebelumnya di-charge dengan sinar matahari melalui panel surya [9].

PJU tenaga surya atau bisa disebut LED Solar Cell / PJUTS / PJU LED tenaga surya ini mempunyai manfaat tertentu. Kegunaan ini akan sia-sia jika tidak dimanfaatkan dengan baik, terutama pada malam hari.

Pemakaian penerangan jalan umum dapat meminimalisir kecelakaan lalu lintas. Lampu dari sumber energi matahari ini cocok dipakai di wilayah terpencil di Indonesia yang belum tersalur listrik.

Seiring berjalannya waktu, kini area perkotaan juga memanfaatkan lampu panel surya untuk menerangi jalan, taman, pom bensin, lokasi wisata, tempat parkir, kawasan perumahan, halte, dan sebagainya. Pemasangannya lampu dari tenaga surya ini dapat menghindari pemadaman listrik yang biasanya dilakukan ketika hujan, angin kencang, dan dalam masa perbaikan. Selain itu, cara kerjanya mudah, praktis, ekonomis, dan ramah lingkungan. Perlu diketahui bahwa perangkat ini tanpa memakai kabel dalam penggunaannya. Jadi, lebih aman dan praktis. Penerangan yang memanfaatkan tenaga matahari mempunyai banyak kelebihan. Juga tidak membawa dampak buruk berupa pencemaran lingkungan jika bisa dikelola secara baik pasca pemakaian.

Ada beberapa agen PJU tenaga surya yang siap membantu memberikan penerangan di daerah-daerah, terutama wilayah terpencil. Wilayah ini perlu lampu LED yang cukup agar para penduduk dapat melakukan kegiatan secara maksimal. Selain itu, dapat meningkatkan produktivitas daerah dalam menghasilkan keperluan hidup sehari-hari.



Gambar 4. Lampu PJU Berbasis Panel surya dan PIR

3. METODOLOGI PELAKSANAAN

Pelaksanaan PPM ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan diantaranya :

1. Tahap Persiapan

Tahap ini meliputi pendataan remaja di wilayah RW 12 Landungsari dengan melibatkan tokoh masyarakat, pengurus RT dan Pembina karang taruna. Sasaran PPM adalah remaja dengan usia 12 tahun ke atas atau minimal duduk di bangku SMP untuk bersama-sama membantu pemasangan lampu jalan dan sekaligus belajar cara kerja lampu jalan dengan Berbasis panel surya.

2. Tahap Konsolidasi

Dalam tahap ini koordinator PPM berdiskusi dengan pengurus RW dan Pembina Karangtaruna terkait titik-titik lokasi yang akan dipasang lampu penerangan dengan panel surya, serta persiapan waktu pelaksanaan.

3. Tahap Pelaksanaan

Tahapan ini merupakan pemasangan dan juga pengujian lampu saat malam dan saat tidak ada pergerakan objek manusia, maka lampu akan meredup untuk menghemat konsumsi energi.



Gambar 5. Penyerahan lampu panel surya



Gambar 6. Perakitan lampu pada tiang

4. HASIL YANG DICAPAI

Dengan daya lampu 60 watt type SMD 3030 dengan LED Color Temperature 6500 K, lumen 4500 lm

$$I = \phi/W$$

$$I = 4500 / 4\pi$$

$$I = 358.3 \text{ cd}$$

Sehingga didapat $K = 1,4$ dan Efisiensi Pencahayaan = 0,025

$$\text{Flux Armatur : } \phi B = \eta \times \phi o = 0,025 \times 4500 \\ = 115.69 \text{ lumen}$$

$$\text{Sehingga Efikasi cahaya} = K = \phi/P = 4500/43 \\ = 104.65 \text{ lm/watt}$$

Dengan hasil ini cukup untuk menerangi outdoor dalam 40 m^2 .

Beberapa pemilihan tempat untuk pemasangan lampu PJU solar panel dengan sistem otomatis berdasarkan pergerakan obyek adalah :

1. Lokasi tidak terhalang /shading penyinaran matahari ke panel surya sepanjang hari atau minimal 4 jam saat Peak Sun Hours.
2. Lokasi aman terhadap pencurian dan Tindakan lain
3. Lokasi sering dijadikan lalu Lalang warga dan lokasi yang rawan kecelakaan saat gelap.



Gambar 7. Proses pembuatan Tiang Lampu

Lampu ini nantinya akan dipasang dengan tiang setinggi 3 meter dengan diameter pipa 2,5 dim, extension pole 1,5 meter. Kemudian pada perencanaan lampu, digunakan lembaran panel surya 14 Wattpeak type polycrystalline dengan sistem charge controller menggunakan type *Pulse Width Modulation* (PWM) DC-DC converter[1].

Pada LED Solar Cell terdapat panel atau sel sinar surya yang berfungsi untuk mengumpulkan energi matahari. Energi dari sang mentari ini disimpan di dalam baterai atau aki di siang hari. Kemudian diubah jadi energi listrik pada malam hari. Pada saat itulah lampu akan menyala secara otomatis dan mati dengan sendirinya saat memasuki pagi.



Gambar 8. Proses pemasangan lampu

Kekuatan sinar lampu pada PJU ini tergantung seberapa banyak energi yang telah dikumpulkan ketika pagi dan siang. Dalam kondisi normal bisa bertahan 8 hingga 10 jam per hari. Namun bila cuaca mendung atau hujan dan tidak ada panas, keadaan akan berbeda. Sinar atau cahaya PJU tenaga surya yang dihasilkan tidak sempurna karena minimnya penyerapan cahaya matahari. Selanjutnya diperlukan pengujian saat malam hari dan lampu pada PJU PLN dimatikan. Pemasangan ini memanfaatkan sudut pencahayaan yang memungkinkan penerangan tersebar dengan sudut ekstension pole adalah 15° terhadap bidang datar, sesuai dengan perencanaan awal, lampu dapat menerangi dalam luasan 40 m^2 . Pada pengujian malam hari dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian pencahayaan dan otomatisasi On-Off saat malam hari.



Gambar 10. Pengujian pada kondisi Pos keamanan padam listrik.

Pada pengujian ini lampu masih cukup menerangi objek jalan dan lingkungan dengan tingkat pencahayaan rata-rata di beberapa titik adalah 103,5 lux.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemasangan lampu LED PJU panel surya compact dan masukan masyarakat dapat diambil kesimpulan :

1. LED dan PIR sensor dapat dipadukan dalam menghemat pemakaian listrik PLN dalam lampu PJU atau outdoor lighting di masyarakat.
2. Keuntungan penggunaan lampu LED PJU panel surya adalah sebagai bentuk kemandirian energi masyarakat dan tidak tergantung pada PLN apalagi saat terjadi pemadaman di malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kishore.B, Barath.C, “Design and Implementation of Solar Charge Controller”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 06 Issue: 03 Mar 2019
- [2]. Kumar, A., Kumar, P., & Kumar, R. (2019). Solar PV Based Street Light System with PIR Motion Sensor. International Journal of Renewable Energy Research, 9(2), 659-665.
- [3]. Subroto, A., & Huda, N. (2023). Autonomous Solar Panel Street Light with PIR Sensor and Battery Management System. Journal of Power Sources, 510, 113-121.
- [4]. Sahoo, S., Behera, R. N., & Panda, S. (2023). Intelligent Solar LED Street Lighting System with PIR Sensor and Wireless Communication. IEEE Sensors Journal, 23(8), 2880-2889
- [5]. Ahmad, S., Khan, M. T., & Rehman, M. A. (2023). A Review on Solar Street Lights with Motion Sensors. Journal of Solar Energy Engineering, 145(3)
- [6]. Lim, C., Lim, H., & Kim, K. (2023). Development and Performance Evaluation of Solar Street Light System with PIR Motion Sensor. Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews vol. 54, pp 1452-1460.
- [7]. Fitriawan, A., Sulisty, A., & Purnomo, M. H. (2020). Design and Implementation of Solar Street Light System with PIR Sensor. Journal of Electrical and Electronics Engineering, vol. 12(3) pp143-150
- [8]. Chen, X., Li, Y., & Wang, J. (2023). Smart Solar Street Light System with PIR Sensor for Urban Applications. Energy Procedia vol. 185 pp 228-235
- [9]. Sharma, R., Kumar, S., & Singh, R. (2021). Energy-Efficient Solar Street Lighting System with PIR Sensor for Smart Cities. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering vol. 10(4), pp. 2256-2262.

- [10]. Pradana, D., Harahap, I. S., & Pratama, R. (2022). Development of Solar Panel Street Light with PIR Motion Sensor for Rural Areas. Proceedings of the International Conference on Renewable Energy and Sustainable Development, pp 56-62.
- [11]. Agarwal, V., Jain, P., & Kumar, A. (2023). Comparative Analysis of Solar Street Light Systems with and without PIR Sensors. International Journal of Green Energy, vol. 20(5), pp. 341-354