

## PEMILIHAN JENIS LAMPU SURYA YANG SESUAI UNTUK PENERANGAN JALAN UMUM DI DAERAH PEDESAAN

SELECTION OF SOLAR LAMP TYPES FOR STREET LIGHTING IN RURAL AREA

<sup>1</sup> Tomy Abuzairi, <sup>2</sup>Raden Fadhil Rafii Saputro, <sup>3</sup>Farradita Nugraha

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia  
email : \*tomy@ee.ui.ac.id

**Abstract.** Solar cell technology is a technology which converting solar energy into electrical energy. Meanwhile, Indonesia is a country that is in the equator line, with the potential of sunlight that falls into the territory of Indonesia is very large. Solar energy has wide ranges of applications in terms of electrical power resource, such as for industrial, small and home industry, and personal demand. Furthermore, solar energy is able to use for street lightning using three types of lamps, i.e.: (1) non-integrated; (2) semi-integrated; and (3) fully-integrated. There are three main factors to consider the right solar lamps in rural areas: (1) lighting; (2) troubleshooting, and (3) price. Based on the lighting factor, integrated solar lamp is the right choice. Whereas if based on troubleshooting factors, then the solar lights without integration is the choice. If based on price factor, then solar lamp with semi integrated type is suitable choice. Therefore, fundamental consideration is based on the need and financial ability in choosing the right type of solar lamp.

**Keywords:** Solar lamp, Street Lighting, Rural Area

**Abstrak.** Teknologi sel surya merupakan sebuah teknologi yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sementara itu, Indonesia adalah negara yang berada di garis katulistiwa, dengan potensi sinar matahari yang jatuh ke wilayah Indonesia sangatlah besar. Energi matahari memiliki fleksibilitas dalam aplikasinya yang tidak terbatas pada skala besar (pembangkit listrik), namun juga sangat memungkinkan untuk diaplikasikan dalam skala bisnis, rumahan, bahkan personal. Salah satunya adalah untuk lampu penerangan jalan. Akan tetapi, masih banyak yang belum mengetahui bahwa lampu surya ini memiliki jenis yang berbeda-beda dengan karakteristik yang berbeda pula. Secara umum, terdapat tiga jenis lampu bertenaga surya: (1) tidak ter-integrasi; (2) semi ter-integrasi; dan (3) sepenuhnya ter-integrasi. Terdapat tiga faktor utama yang perlu diperhatikan dalam memilih lampu surya yang tepat sesuai dengan kebutuhan penerangan jalan umum di daerah pedesaan yaitu: (1) pencahayaan; (2) troubleshooting, dan (3) harga. Berdasarkan faktor pencahayaan, lampu surya terintegrasi merupakan pilihan yang tepat. Sedangkan jika didasarkan pada faktor troubleshooting, maka lampu surya tanpa integrasi merupakan pilihannya. Sedangkan jika didasarkan pada faktor harga, maka lampu surya dengan jenis semi terintegrasi merupakan pilihan yang cocok. Oleh karena itu, diperlukan pertimbangan secara mendasar berdasarkan kebutuhan dan kemampuan finansial dalam memilih jenis lampu surya yang tepat.

**Kata Kunci:** Lampu Surya, Penerangan Jalan, Pedesaan

## 1. Pendahuluan

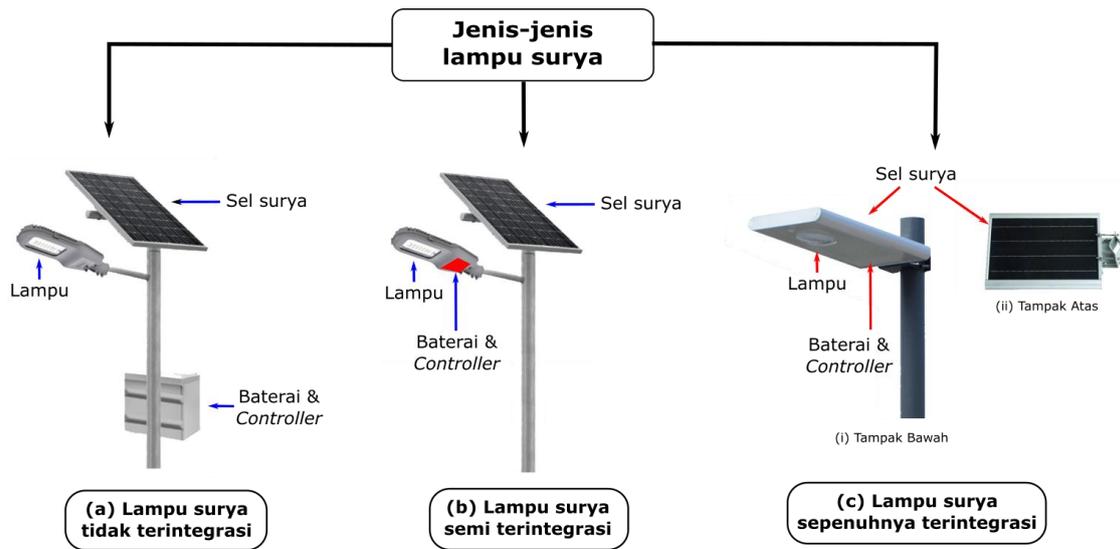
Indonesia adalah negara yang berada di garis katulistiwa, dengan potensi sinar matahari yang jatuh ke wilayah Indonesia sangatlah besar, yaitu rata-rata sebesar 4 kWh/m<sup>2</sup> [1]. Energi tersebut berarti dalam setiap meter persegi, Indonesia mendapat energi setara 4000 Watt setiap jamnya. Sementara itu, jumlah desa di Indonesia, menurut Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 17 Tahun 2017 tentang Kode dan Wilayah Kerja Statistik, ada 82.395 desa [2]. Akan tetapi, dari 82 ribu desa tersebut, masih terdapat 2.500-an desa lagi yang masih belum dialiri listrik [3]. Oleh karena itu, penggunaan energi matahari di Indonesia sangatlah potensial.

Di sisi lain, terdapat teknologi yang memungkinkan mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yang dikenal dengan nama teknologi sel surya. Sel surya sendiri merupakan sebuah divais semikonduktor yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik [4]–[6]. Dengan karakteristiknya yang menggunakan energi terbarukan dan bebas polusi, sel surya dapat menjadi sumber energi yang paling menjanjikan bagi masa depan Indonesia. Jika sel surya dengan efisiensi 10% saja, maka setiap meter persegi divais akan mengubah energi matahari menjadi 400 Watt dalam setiap jam per harinya.

Energi matahari menjadi pilihan energi alternatif yang menarik untuk diaplikasikan di Indonesia. Selain potensinya yang besar, energi matahari juga memiliki fleksibilitas dalam aplikasinya. Pemanfaatan energi surya tidak terbatas pada skala besar (pembangkit listrik), namun juga sangat memungkinkan untuk diaplikasikan dalam skala bisnis, rumahan, bahkan personal. Salah satunya adalah untuk lampu penerangan jalan. Lampu penerangan jalan yang menggunakan teknologi sel surya merupakan sistem penerangan jalan yang mandiri, karena tidak membutuhkan kabel saluran listrik. Selain itu, sistem ini dapat memproduksi dan menyimpan listrik sendiri. Sistem ini juga bekerja otomatis, ketika siang hari lampu padam dan ketika malam hari lampu akan menyala. Jika energi matahari ini dimanfaatkan untuk menerangi jalan, khususnya di jalan desa-desa, maka teknologi lampu bertenaga surya ini akan sangat bermanfaat. Akan tetapi, masih banyak yang belum mengetahui bahwa lampu surya ini memiliki jenis yang berbeda-beda dengan karakteristik yang berbeda pula. Oleh karena itu, pada makalah ini, penulis akan menjelaskan jenis-jenis lampu surya, beserta kelebihan dan kekurangannya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk penerangan jalan umum di daerah pedesaan.

### Jenis-Jenis Lampu Bertenaga Surya

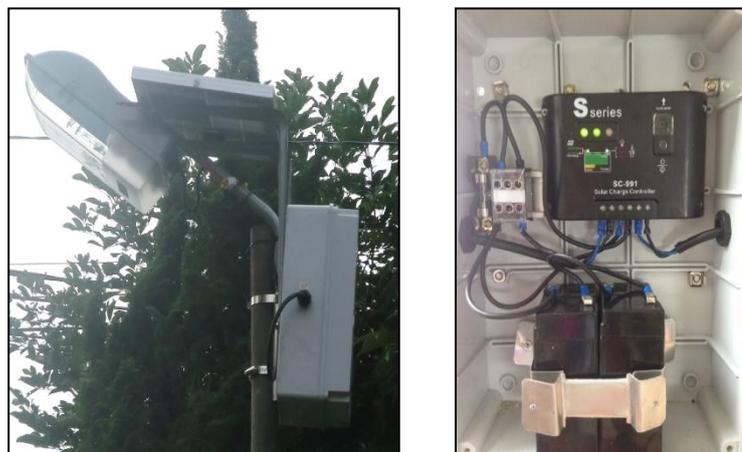
Secara umum, terdapat tiga jenis lampu bertenaga surya: (1) tidak ter-integrasi; (2) semi ter-integrasi; dan (3) sepenuhnya ter-integrasi. Gambar skematik dari jenis-jenis lampu surya dapat dilihat pada Gambar 1. Lampu surya tanpa integrasi adalah lampu surya yang masing-masing komponennya, seperti baterai, lampu, dan controller, terpisah satu sama lain. Lampu jenis ini, komponennya bisa dibeli secara terpisah. Sedangkan jenis lampu surya yang sepenuhnya terintegrasi adalah lampu surya yang komponennya sudah berada dalam satu divais. Lampu yang sepenuhnya terintegrasi terlihat seperti sel surya di bagian atasnya dan lampu di bagian bawahnya. Untuk lampu jenis ke-3, lampu semi terintegrasi, lampu dan sel surya tidak menyatu, tetapi panel surya sudah dibuatkan satu paket dengan baterai dan controller-nya.



**Gambar 1.** Skematik dari tiga jenis lampu surya. (a) Lampu surya yang tidak terintegrasi. (b) Lampu surya yang semi terintegrasi. (c) Lampu surya yang sepenuhnya terintegrasi.

### Lampu Surya Jenis ke-1: Lampu Surya Tanpa Integrasi

Foto lampu surya tanpa integrasi dapat dilihat pada Gambar 2. Lampu surya jenis ini memiliki 4 komponen utama yang tidak terintegrasi satu sama lain atau terpisah-pisah. Komponen tersebut yaitu sel surya, baterai, controller, dan lampu. Panel surya berfungsi untuk mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik. Baterai digunakan sebagai media penyimpanan energi listrik. Controller atau biasa dikenal sebagai solar charge controller berfungsi untuk mengatur kapan arus listrik mengalir ke baterai dan ke lampu, sehingga pada siang hari baterai di-charge dan pada malam hari lampu menyala. Controller ini juga bekerja untuk mencegah baterai overvoltage dan overcharging, pada saat pengisian baterai [7].



**Gambar 2.** Lampu surya tanpa terintegrasi. Sebelah kiri adalah lampu surya tampak samping. Sebelah kanan adalah isi dari panel baterai dan controller.

## 2. Lampu Surya Jenis ke-2: Lampu Surya Semi Terintegrasi

Foto lampu surya semi terintegrasi dapat dilihat pada Gambar 3. Secara umum, komponen yang ada pada lampu surya jenis ini sama dengan komponen lampu surya jenis ke-1, yaitu sel surya, controller, baterai, dan lampu. Akan tetapi, pada jenis ini, lampu sudah diintegrasikan dengan controller dan baterai. Oleh karena itu, lampu surya jenis ini memiliki tingkat fleksibilitas pemasangan yang cukup tinggi karena lampu dapat diletakkan dimana saja. Lampu surya jenis ini akan bekerja secara otomatis, yaitu pada siang hari lampunya mati dan malam hari lampunya menyala.



**Gambar 3.** Lampu surya berjenis semi integrasi. Panel surya dan lampu, terpisah oleh kabel. Sehingga panel surya dapat diletakkan cukup jauh dari lampu.

### Lampu Surya Jenis ke-3: Lampu Surya Sepenuhnya Terintegrasi

Foto lampu surya semi terintegrasi dapat dilihat pada Gambar 4. Lampu surya jenis ini menggunakan panel surya, controller, baterai, dan lampu yang sudah terintegrasi sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemasangan dan juga perawatan. Lampu surya ini akan bekerja secara otomatis, ketika sinar matahari sudah mampu men-trigger panel surya dalam mengalirkan arus (kondisi siang hari), maka lampu LED akan mati secara otomatis dengan mendeteksi adanya arus tersebut. Sama halnya ketika sinar matahari sudah tidak dapat menyebabkan arus mengalir di panel surya (kondisi malam hari), maka lampu LED akan secara otomatis menyala. Hal ini akan sangat memudahkan pengguna dalam mengoperasikan lampu surya ini karena sistemnya yang otomatis [8].



**Gambar 4.** Lampu surya jenis ke-3: lampu yang sepenuhnya terintegrasi dengan sel surya, baterai, *controller*, dan lampu. (a) Tampak Atas. (b) Tampak Bawah.

### Perbandingan Lampu Surya

Tabel 1 merangkum perbandingan ketiga jenis lampu surya. Terdapat beberapa faktor yang membedakan ketiga jenis lampu surya, yaitu: cahaya, jenis baterai, waktu pencahayaan, waktu pengisian baterai, pemasangan, perawatan, *troubleshooting*, dan harga. Faktor utama dalam pemilihan lampu adalah cahaya yang dihasilkan oleh lampu. Dalam hal pencahayaan, lampu surya tanpa terintegrasi memiliki pencahayaan yang kurang terang. Hal ini dikarenakan penggunaan dari lampu surya jenis ini yang masih menggunakan jenis lampu pijar. Sedangkan untuk lampu surya semi dan sepenuhnya terintegrasi sudah menggunakan jenis lampu LED yang memiliki lumens yang lebih besar dari jenis lampu pijar dengan daya yang lebih kecil [9].

**Tabel 1.** Perbandingan ketiga jenis lampu surya.

No	Faktor	Lampu Surya Tanpa Integrasi	Lampu Surya Semi Terintegrasi	Lampu Surya Sepenuhnya Terintegrasi
1	Cahaya	Kurang terang	Cukup terang	Terang
2	Jenis baterai	Basah	Kering	Kering
3	Waktu pencahayaan	10 Jam	12 Jam	12 Jam
4	Pemasangan	Sulit	Cukup Mudah	Mudah
5	Perawatan	Dilakukan minimal 1 tahun sekali	Bebas perawatan	Bebas perawatan
6	<i>Troubleshooting</i>	Mudah	Sulit	Sulit
7	Harga	Cukup Murah	Murah	Mahal

Dalam hal *troubleshooting*, untuk lampu surya jenis semi dan sepenuhnya terintegrasi tidak dapat dilakukan *troubleshooting* sendiri oleh pengguna. Hal ini dikarenakan penggunaan komponen yang sudah terintegrasi antara satu dengan yang lainnya, sehingga diperlukan kemampuan khusus dalam bidang elektrikal untuk melakukan *troubleshooting* pada kedua jenis lampu surya ini. Sedangkan pada jenis lampu surya tanpa integrasi, *troubleshooting* umumnya hanya dilakukan pada lampu dan juga baterainya. Jika salah satunya mengalami kerusakan, maka pengguna dapat secara sendiri melakukan penggantian terhadap komponen tersebut, karena sifatnya yang terpisah antara setiap komponen dan mudah untuk diganti dengan komponen – komponen yang tersedia dipasaran.

Selain itu, faktor harga juga berpengaruh besar dalam pemilihan jenis lampu yang tepat. Harga dari ketiga jenis lampu surya yang ada pada tabel perbandingan jenis lampu surya memiliki kisaran harga yang berbeda-beda. Kisaran harga dari setiap lampu surya didasari pada kelebihan dan kekurangan dari spesifikasi lampu surya yang ditawarkan. Lampu surya dengan kisaran harga termurah ada pada lampu surya semi terintegrasi. Kemudian pada kisaran harga cukup murah ada pada lampu surya tanpa integrasi, dan lampu surya dengan kisaran harga termahal ada pada lampu surya sepenuhnya terintegrasi. Oleh karena itu dalam memilih lampu surya yang tepat sesuai dengan kebutuhan, diperlukan pertimbangan terhadap beberapa faktor-faktor diatas yang paling mendekati dengan kebutuhan dari lampu surya yang akan digunakan.

### 3. Kesimpulan

Dalam memilih lampu surya yang tepat sesuai dengan kebutuhan penerangan jalan umum di daerah pedesaan terdapat tiga faktor utama yang dapat diperhatikan yaitu: (1) pencahayaan; (2) *troubleshooting*, dan (3) harga. Dari faktor pencahayaan, lampu surya terintegrasi merupakan pilihan yang tepat jika didasarkan pada faktor tersebut. Sedangkan jika didasarkan pada faktor *troubleshooting*, maka lampu surya tanpa integrasi merupakan pilihan yang tepat. Sedangkan jika didasarkan pada faktor harga, maka lampu surya dengan jenis semi terintegrasi merupakan pilihan yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan pertimbangan secara mendasar berdasarkan kebutuhan dan kemampuan dalam memilih jenis lampu surya yang tepat.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Indonesia atas pendanaan hibah Program IPTEKS bagi Masyarakat (IbM) untuk tahun 2017.

### Daftar Pustaka

- M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E. D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (Version 45)," *Prog. Photovolt. Res. Appl.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- Badan Pusat Statistik, "Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 17 Tahun 2017." 2017.
- I. Supriatna, "Pemerintah Targetkan Rasio Elektrifikasi pada 2017 Mencapai 92,75 Persen." [Online]. Available: <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2017/01/16/124000726/pemerintah.targetkan.rasio.elektrifikasi.pada.2017.mencapai.92.75.persen>. [Accessed: 09-Sep-2017].
- T. Abuzairi and N. R. Poespawati, "A Simple Optimization of Triple-Junction Solar Cell nc-Si: H/a-Si: H/a-SiGe: H Using Computer Modeling and Robust Design," presented at the Advanced Materials Research, 2014, vol. 896, pp. 455–458.
- P. S. Priambodo, D. Sukoco, W. Purnomo, H. Sudiby, and D. Hartanto, "Electric energy management and engineering in solar cell system," in *Solar Cells-Research and Application Perspectives*, InTech, 2013.
- A. Shah, R. Platz, and H. Keppner, "Thin-film silicon solar cells: a review and selected trends," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 38, no. 1–4, pp. 501–520, 1995.

- D. Riawan and C. Nayar, "Analysis and design of a solar charge controller using cuk converter," presented at the Power Engineering Conference, 2007. AUPEC 2007. Australasian Universities, 2007, pp. 1–6.
- W. Yongqing, H. Chuncheng, Z. Suoliang, H. Yali, and W. Hong, "Design of solar LED street lamp automatic control circuit," presented at the Energy and Environment Technology, 2009. ICEET'09. International Conference on, 2009, vol. 1, pp. 90–93.
- S. Pimputkar, J. S. Speck, S. P. DenBaars, and S. Nakamura, "Prospects for LED lighting," *Nat. Photonics*, vol. 3, no. 4, pp. 180–182, 2009.