

# Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan di Mushola RT01/RW01 Kelurahan Bandung Kecamatan Tegal Selatan Kota Tegal

Fandi Safarian<sup>1\*</sup>, Adhi Kusmanto<sup>2</sup>, Muhammad Amiruddin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang  
Jl.Sidodadi Timur No.24-Dr Cipto, Semarang, Jawa Tengah 50232, Indonesia

Email : <sup>1</sup>[FandiSafarian060416@gmail.com](mailto:FandiSafarian060416@gmail.com), <sup>2</sup>[adihits17@yahoo.com](mailto:adihits17@yahoo.com), <sup>3</sup>[amiruddin@upgris.ac.id](mailto:amiruddin@upgris.ac.id)

**Abstrak**— Abstrak Penerangan yang efisien dan ramah lingkungan sangat dibutuhkan untuk mendukung kegiatan ibadah dimushola, sebagai alternatif sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan, sistem tenaga surya dapat menjadi Solusi untuk memenuhi kebutuhan penerangan mushola, terutama didaerah yang sulit dijangkau jaringan listrik. Penelitian ini bertujuan merancang sistem tenaga surya yang dapat menyediakan energi listrik untuk penerangan mushola secara mandiri, hemat biaya, dan berkelanjutan, perancangan sistem mencakup pemilihan komponen utama, seperti panel surya, baterai penyimpanan energi disesuaikan dengan kebutuhan daya penerangan mushola, berdasarkan perhitungan kebutuhan daya penerangan. Untuk kebutuhan lampu penerangan mushola RT01/RW01 Kelurahan Bandung Kecamatan Tegal Selatan Kota Tegal untuk Tingkat intensitas Cahaya 200 lux membutuhkan 6 lampu dengan spesifikasi 12 Watt 3000 Watt, dengan kebutuhan energi total harian 129,6 Watthour. Dengan pengujian perangkat keras, pembangkit listrik tenaga surya pada penelitian ini mampu menyalurkan energi per hari sebesar 139, 1 Watthour ke dalam baterai.

**Kata kunci:** penerangan mushola, energi terbarukan, PLTS, tenaga surya

## I. PENDAHULUAN

Penerangan yang memadai di tempat ibadah seperti mushola sangat penting untuk mendukung kelancaran berbagai kegiatan ibadah, khususnya untuk ibadah sholat. Di banyak daerah, terutama yang berada di pedesaan atau wilayah yang jauh dari jaringan listrik, penyediaan listrik konvensional seringkali terbatas atau tidak terjangkau. Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas roda kehidupan manusia, yaitu dapat digunakan sebagai penerangan, fasilitas umum, keperluan rumah tangga, keperluan industri dan juga membantu peningkatan perekonomian negara. Rasio elektrifikasi Indonesia saat ini 87%, hal tersebut menunjukkan 8,5 juta penduduk Indonesia atau setara dengan 2500 desa yang belum dialiri Listrik [1]. Kondisi keterbatasan sumber energi di tengah semakin meningkatnya kebutuhan energi, serta untuk melindungi bumi dari pemanasan global dan polusi lingkungan membuat tuntutan untuk segera mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi yang terbarukan [2]. Oleh karena itu dibutuhkan solusi alternatif yang ramah lingkungan, efisien, dan dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan dimushola.

Sistem tenaga surya menjadi salah satu pilihan yang menarik untuk digunakan sebagai sumber energi listrik alternatif, tenaga surya adalah sumber energi terbarukan yang melimpah, ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi. Penggunaan tenaga surya untuk penerangan di mushola tidak hanya memberikan solusi praktis daerah yang tidak terjangkau oleh PLN, tetapi mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang semakin menipis dan berdampak buruk terhadap lingkungan perancangan sistem tenaga surya bertujuan untuk menciptakan sistem energi, efisien, dan dapat diandalkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan di mushola.

## II. STUDI PUSTAKA (OPTIONAL)

### A. Solar Cell

Solar cell adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi radiasi matahari menjadi listrik arus searah, penemuan PV dimulai pada tahun 1839 ketika Edmond becquerel menemukan efek photovoltaic, kemudian, pada tahun 1883, Charles frittis menciptakan panel surya pertama dengan melapisi selenium dengan lapisan emas, pada tahun 1950-an, Bell laboratory berhasil menciptakan panel surya seperti yang kita kenal sekarang berkat kontribusi dari Daryl Chapin, Calvin Fuller dan Gerald Pearson.

### B. Baterai

Baterai, yang juga dikenal sebagai sel, merupakan suatu perangkat elektrokimia yang terdiri dari sepasang elektroda (katoda dan anoda) serta elektrolit. Fungsinya adalah sebagai sumber energi listrik yang dihasilkan melalui konversi energi kimia melalui reaksi redoks (reduksi dan oksidasi). Dalam baterai, elektroda-anoda merupakan tempat terjadinya reaksi oksidasi, di mana elektron dilepaskan, sementara elektroda-katoda adalah tempat terjadinya reaksi reduksi, di mana elektron diterima. Elektroda-anoda dan elektroda-katoda dipisahkan oleh elektrolit, yang memungkinkan perpindahan ion antara elektroda. Ketika baterai digunakan, reaksi redoks antara elektroda-anoda dan elektroda-katoda menghasilkan aliran elektron melalui sirkuit eksternal, yang kemudian dapat digunakan untuk melakukan kerja seperti menggerakkan perangkat elektronik. Reaksi redoks ini akan terus berlangsung sampai zat kimia dalam baterai yang terlibat dalam reaksi menjadi habis atau terlalu sedikit untuk menghasilkan arus listrik yang signifikan. Dengan demikian, baterai berperan penting dalam menyediakan sumber energi portabel yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari perangkat elektronik kecil

hingga kendaraan listrik, dengan mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik yang dapat digunakan.

C. *Charger Controller*

Pengisian baterai, juga dikenal sebagai charger controller, merupakan perangkat elektronik yang berfungsi mengatur aliran arus searah (DC) saat pengisian baterai saat pengambilan energi dari baterai ke beban, charger controller memiliki peran penting dalam menjaga kondisi optimal baterai dan melindunginya dari overcharging (pengisian berlebihan) dan kelebihan tegangan (overvoltage) yang berasal dari panel surya

D. *Perhitungan banyaknya beban listrik penerangan*

Perhitungan beban listrik diawali dengan mempertimbangan kebutuhan tingkat pencahayaan untuk bangunan ibadah mushola/masjid. Dengan menentukan jenis, besar kebutuhan lux ruangan, lumen dan Watt lampu dapat diketahui banyaknya lampu yang dibutuhkan. Berikut adalah rumus untuk menghitung kebutuhan banyak lampu [3] yang dibutuhkan,

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times kd} \tag{1}$$

- n = banyak lampu
- E = kebutuhan lux ruangan (lux)
- A = luas ruangan (m<sup>2</sup>)
- F = lumen lampu (lumen)
- kp = faktor cahaya rugi
- kd = faktor pemanfaatan

E. *Perhitungan energi kebutuhan harian*

Tiap lampu mempunyai kebutuhan daya untuk menghasilkan penerangan dengan lumen sesuai spesifikasi produk. Beban lampu akan bekerja dengan durasi yang ditentukan setiap hari, maka kebutuhan energi harian dapat dihitung sesuai rumus,

$$E = P \times t \tag{2}$$

- E = konsumsi energi (Watt hour)
- P = Daya total lampu (Watt)
- t = durasi nyala lampu (hour)

Dengan rumus tersebut, maka dihitung energi total kapasitas dari pembangkit listrik tenaga surya dengan rumus,

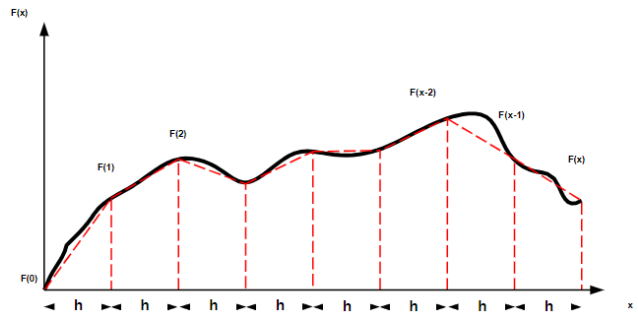
$$Et = E \times \text{safety factor} \tag{3}$$

- Et = Energi total
- E = Energi kebutuhan beban harian
- Safety factor = konstanta faktor keamanan

Perhitungan energi hasil konversi energi dari solar cell yang disarankan untuk mengisi baterai akan dihitung dari luasan kurva dari grafik daya terhadap waktu dengan rumus,

$$E = \int P dt \tag{4}$$

Dari rumus tersebut diketahui bahwa energi adalah hasil integral nilai daya dalam kurun waktu tertentu atau luasan daerah dibawah kurva daya total selama kurun waktu tertentu. Nilai didapat dari perkalian tegangan (V) dan arus (I) selama pengisian baterai. Data penelitian ini berupa rekaman data parameter kelistrikan khususnya nilai daya per fasa yang ter-sampling dan terekam selama periode waktu tertentu, oleh karena itu, sulit dikerjakan secara analitis [4], sehingga diperlukan cara pendekatan untuk menyelesaikan persoalan integral tersebut yaitu dengan integral numeris dengan metode trapezium banyak pias seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Integrasi Numeris metode trapezium banyak pias [4]

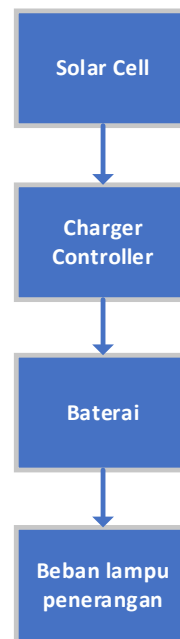
Nilai luasan kurva daya dapat dihitung dengan rumus,

$$= \frac{(F(0) + F(1))h}{2} + \frac{(F(1) + F(2))h}{2} + \dots + \frac{(F(x) + F(x-1))h}{2} \tag{5}$$

III. METODE/DESAIN

A. *Desain perangkat keras*

Perangkat keras yang digunakan untuk perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya meliputi solar cell, charger controller, baterai, dan beban listrik berupa lampu penerangan seperti pada Gambar 1.



Gambar 2. Blok diagram pembangkit listrik tenaga surya

**B. Perhitungan beban listrik**

Perhitungan beban listrik diawali dengan mempertimbangan kebutuhan tingkat pencahayaan untuk bangunan ibadah mushola/masjid. Sesuai dengan dokumen konservasi energi pada sistem pencahayaan [5], mushola / masjid membutuhkan tingkat pencahayaan 200 lux. Dengan menentukan jenis, besar lumen dan Watt lampu dapat diketahui banyaknya lampu yang dibutuhkan. Pada perancangan ini akan digunakan lampu 12 Watt, 3000 lumen, luas ruangan mushola 48 m<sup>2</sup>, dan asumsi nilai faktor cahaya rugi (kp) = 0,7 dan nilai faktor pemanfaatan (kd) = 0,8. Kebutuhan banyak lampu dihitung dengan rumus 1,

$$n = \frac{200 \times 48}{3000 \times 0.7 \times 0.8}$$

$$n = \frac{200 \times 48}{3000 \times 0.7 \times 0.8}$$

$$n = \frac{9600}{1680}$$

$$n = 5.71 \approx 6 \text{ lampu}$$

Maka didapatkan nilai banyaknya lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 6 lampu sehingga daya total beban listrik penerangan yang akan diampu oleh pembangkit listrik tenaga surya adalah sebesar 72 Watt.

**C. Perhitungan konsumsi energi listrik penerangan harian dan baterai yang digunakan**

Penerangan untuk mushola akan digunakan dalam kondisi normal digunakan untuk kebutuhan penerangan saat pelaksanaan ibadah sholat Subuh, Maghrib dan Isya (3 waktu) masing masing dengan durasi sekitar ±30 menit, sehingga durasi penerangan dalam satu hari ±90 menit = 1,5 jam. Sehingga kebutuhan energi harian dapat dihitung dengan rumus 2,

$$E = 72 \times 1.5$$

$$E = 108 \text{ Watthour}$$

Dengan rumus tersebut, terhitung konsumsi energi harian untuk penerangan minimal sebesar 108 Watthour. Setelah terhitung energi harian beban , maka dihitung energi total kapasitas dari pembangkit listrik tenaga surya dengan rumus 3,

$$Et = 108 \times 1.2$$

$$Et = 129.6 \text{ Watthour}$$

Dari rumus diatas, terhitung besar energi total kapasitas pembangkit listrik tenaga surya untuk penerangan mushola sebesar 129,6 Watthour. Untuk mencukupi kebutuhan energi harian sebanyak itu, maka dibutuhkan sebuah baterai untuk menampung energi yang dipanen dari solar panel. Besar kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah minimal sebesar ± 11 Ah.

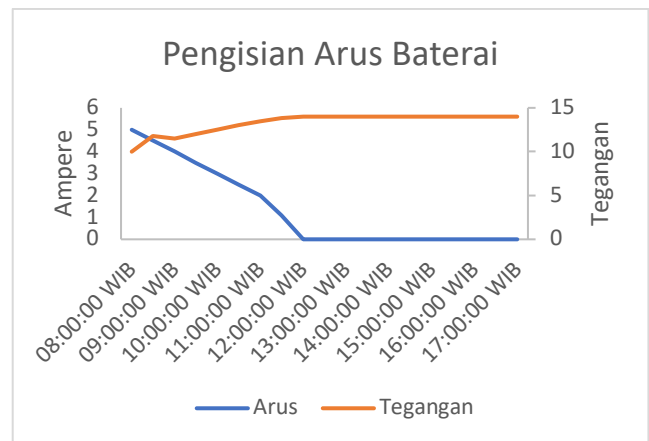
**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian perangkat keras dilakukan setelah diitung nilai energi kebutuhan harian untuk beban listrik lampu penerangan mushola yaitu terhitung minimal sebesar 129,6 Watthour. Sehingga untuk memberikan energi minimal

sebesar itu dibutuhkan energi dari pengisian daya ke baterai dari solar minimal sebesar kebutuhan energi harian tersebut. Maka dilakukan pengujian pengukuran tegangan dan arus baterai, dan perhitungan daya dan energi hasil dari pengisian arus ke baterai dari charger controller berasal dari solar cell.

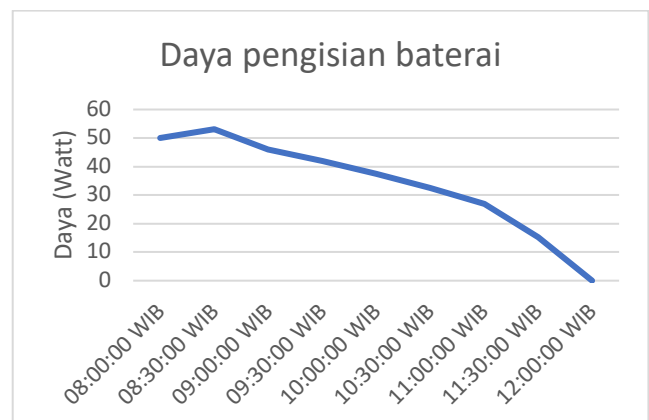
Tahap awal pengujian, baterai dikosongkan dengan memberikan dummy load. Indikator baterai mulai mengosongkan muatan adalah turunnya tegangan baterai tersebut. Pengosongan baterai ini dilakukan sampai tegangan baterai turun sampai sebesar 10 Volt.

Setelah dilakukan pengosongan baterai, maka perangkat keras pembangkit listrik tenaga surya dirangkai sesuai dengan rancangan pada Gambar 1 tanpa pemberian beban penerangan. Pada pengujian ini, menggunakan solar cell sebesar 100 WP berdimensi 91 X 68 cm<sup>2</sup>. Dengan begitu , Solar cell akan mulai mengkonversi energi sinar matahari dari pukul 08.00 WIB. Solar cell akan mengalirkan daya melalui charger controller menuju ke baterai, dan dilakukan pengukuran tegangan dan arus pengisian baterai.



Gambar 3. Grafik pengisian arus baterai

Setelah dilakukan pengujian, data yang diperoleh seperti grafik pada Gambar 2. Grafik tersebut menunjukkan fungsi arus yang masuk ke baterai dan kondisi tegangan baterai terhadap waktu. Terlihat pada grafik arus berhenti mengisi (nilai arus 0 Ampere) saat tegangan baterai sudah mencapai batas maksimal sekitar ± 14 Volt pada pukul 12.00 WIB.



Gambar 4. Grafik pengisian daya baterai

Dari data daya pengisian baterai, dapat dihitung energi yang tersimpan dalam baterai dengan rumus 4. Besar nilai energi dihitung dengan metode trapezium dari pukul 08.00 – 12.00 WIB, dengan pengambilan data setiap 30 menit. Dari data daya tersebut, terhitung dengan rumus 5, besar energi yang tersimpan dalam baterai sebesar 139,1 Watthour. Apabila dibandingkan dengan nilai kebutuhan energi harian beban listrik sebesar 108 Watthour, nilai energi yang tersimpan dalam baterai hasil pengisian arus ke baterai dari solar cell lebih besar yaitu 139,1 Watthour, sehingga mencukupi untuk kebutuhan harian beban lampu penerangan mushola.

#### V. KESIMPULAN

Untuk kebutuhan lampu penerangan mushola RT01/RW01 Kelurahan Bandung Kecamatan Tegal Selatan Kota Tegal untuk Tingkat intensitas Cahaya 200 lux membutuhkan 6 lampu dengan spesifikasi 12 Watt 3000 Watt, dengan kebutuhan energi total harian 129,6 Watthour. Dengan pengujian perangkat keras, pembangkit listrik tenaga surya pada penelitian ini mampu menyalurkan energi per hari sebesar 139, 1 Watthour.

#### REFERENSI

- [1] L. Gumilar, A. N. Afandi, Q. A. Sias, A. S. Fakhri, A. Muazib, E. Mistakim and M. R. Andriansyah, "POMPA AIR BERTENAGA SURYA SOLUSI UNTUK LAHAN," in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian*, Jakarta, 2022.
- [2] P. Rejekiningrum and B. Kartiwa, "Pengembangan Sistem Irigasi Pompa Tenaga Surya Hemat Air dan Energi," *Jurnal Tanah dan Iklim*, 2020.
- [3] Febrinawan, A. Kusmantoro and M. Amiruddin, "PERANCANGAN SISTEM INSTALASI LISTRIK PRESIDENT ROOM RUMAH SAKIT MITRA BANGSA PATI," *Jurnal Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, 2024.
- [4] E. Wanimbo and M. Amiruddin, "PERHITUNGAN NILAI INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE) RUANGAN BPTIK UNIVERSITAS PGRI SEMARANG," in *Proceeding Science and Engineering Seminar*, Semarang, 2022.
- [5] Badan Standar Nasional, "Konservasi energi pada sistem pencahayaan," *Standar Nasional Indonesia SNI 03-6197-2000*, 2000.