

Pemasangan Lampu Panel Surya di Masjid Baitul Ummah Bakalan Krajan – Sukun – Kota Malang

Imron Ridzki^{*1}, Budi Eko Prasetyo², Chandra Wiharya³,
Mochammad Mieftah⁴, Lukman Hakim⁵

^{1,2,3,4,5} Politeknik Negeri Malang; Jl. Soekarno Hatta 9 Malang 65141; telp/fax: 0341-404424/0341-404420
^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Listrik dan Sistem Kelistrikan, Fakultas Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
e-mail: ¹imron.ridzki@polinema.ac.id, ²budi.ekopras@polinema.ac.id, ³chandra.wiharya@polinema.ac.id,
⁴moch.mieftah@polinema.ac.id, ⁵lukman.hakim@polinema.ac.id,

Abstrak

lampu PJU tenaga surya adalah penerangan dimana daya listrik untuk lampu disuplai oleh sistem mandiri yang diperoleh dari energi matahari. Pemanfaatan panel surya digunakan sebagai sumber energi untuk penerangan di lingkungan masjid Baitul Ummah didasari oleh kondisi bahwa di area tersebut belum ada pemasangan lampu penerangan. Lingkungan tersebut merupakan area parkir para jamaah baik parkir sepeda, kendaraan bermotor roda dua ataupun roda empat, taman dan jalan masuk menuju pintu masjid. Lampu yang digunakan adalah lampu PJU LED dengan kapasitas 90 watt. Total lampu yang dipasang adalah sejumlah 3 unit lampu PJU. Dengan menggunakan penerangan PJU panel surya tersebut maka masjid Baitul Ummah dapat menghemat daya listrik sebesar 97.2 kWh selama 1 bulan (30 hari). Atau dengan kata lain dapat menghemat biaya tagihan pembayaran listrik ke PLN sebesar Rp.68.817,60.

Kata kunci— PJU, Panel Surya, Lingkungan, LED

1. PENDAHULUAN

Sumber utama energi listrik untuk penerangan masjid Baitul Ummah RW.4 Kelurahan Bakalan Krajan Kecamatan Sukun Kota Malang berasal dari PLN. Penerangan yang sudah terpasang hanya pada bagian bangunan utama dan tempat wudlu serta kantor pengelola masjid. Bagian lainnya, yaitu lingkungan masjid belum ada lampu penerangannya sehingga lingkungan masjid dalam hal ini area parkir, taman dan jalan pintu masuk pada malam hari masih kurang pencahayaan.

Selain itu, kebutuhan pembiayaan operasional masjid termasuk pembayaran tagihan rekening listrik relatif besar setiap bulannya sehingga jika dilakukan pemasangan lampu di area parkir, taman dan jalan pintu masuk masjid tersebut maka akan menambah biaya tagihan listrik. Jamaah Masjid Baitul Ummah relatif sering melakukan kegiatan di masjid selain ibadah salat wajib.

Berdasarkan kondisi lingkungan tersebut maka kami melalui program Pengabdian Pada Masyarakat (PPM) mengadakan kegiatan pemasangan lampu penerangan panel surya di lingkungan Masjid Baitul Ummah. Pemasangan lampu penerangan ini bersumber dari energi surya dan pengoperasiaanya secara otomatis dalam menyalakan dan mematikan lampu. Diharapkan masyarakat dan pengelola dapat

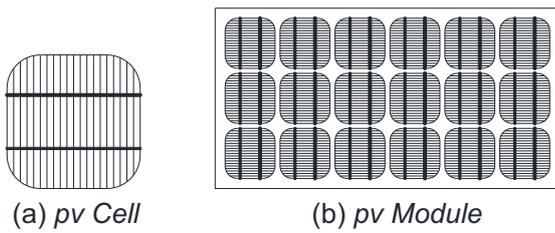
berupaya untuk melakukan pemasangan lampu tersebut secara mandiri.

2. METODE

2.1 Photovoltaic (pv)

Photovoltaic (pv) dapat memproduksi energi listrik tergantung pada intensitas radiasi sinar matahari. Radiasi sinar matahari ini dikumpulkan oleh *pv cell*, *pv cell* tersebut akan menghasilkan energi listrik [1]. Besar kecilnya energi listrik yang dihasilkan berbanding lurus dengan intensitas radiasi sinar matahari. Untuk mendapatkan intensitas radiasi matahari yang besar terjadi pada kondisi cuaca yang cerah dan tidak berawan.

Gambar 1 adalah gambar *pv cell* (a) dan *pv module* (b). *Pv cell* merupakan bagian dari sistem *pv* yang akan memproduksi energi listrik jika terkena sinar radiasi matahari, sedangkan *pv module* tersusun dari kumpulan *pv cell*. Untuk mendapatkan energi listrik yang lebih besar lagi serta tegangan yang dapat disesuaikan dengan tegangan sistemnya diperlukan kumpulan dari *pv module* yang disusun sedemikian rupa. Kumpulan *pv module* tersebut disebut sebagai *pv array*. Sistem pembangkit listrik tenaga surya yang besar dan terpusat dibutuhkan banyak *pv array*, sedangkan pada sistem kecil, misalnya untuk penerangan jalan umum atau PJU hanya dibutuhkan 1 buah *pv module*.



Gambar 1. (a) *pv cell*, dan (b) kumpulan *pv cell* disebut *pv module*

2.2 Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU)

Lampu penerangan yang digunakan dalam dalam pelaksanaan kegiatan PPM adalah lampu penerangan jalan umum atau PJU. Sesuai dengan definisinya pada [2], lampu tersebut tepat sekali jika digunakan di area parker, taman dan jalan menuju pintu masuk masjid Baitul Ummah. Sebelum dilakukan pemasangan perlu dilakukan perencanaan terlebih dahulu. Perencanaan penerangan di area tersebut perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. Jenis lampu dan *armature*

Jenis lampu ada dua jenis yaitu lampu konvensional (*cfl, halogen, sodium, mercury*) dan jenis lampu LED. Kedua jenis lampu tersebut mempunyai kuat penerangan (lumen), konsumsi daya lampu (watt), warna cahaya ($^{\circ}K$), dan *lifetime*. Selain jenis lampu, yang perlu diperhatikan dalam merencanakan pemasangan penerangan jalan umum adalah *armature*nya. *Armature* lampu sangat mempengaruhi tingkat pencahayaan pada area tersebut karena setiap *armature* lampu mempunyai model dengan sudut pencahayaan yang berbeda-beda. *Armature* yang digunakan juga mempunyai Indeks Proteksi (IP), dan bentuk *armature* yang harus diperhatikan dalam perencanaannya.

b. Kualitas pencahayaan,

Kualitas pencahayaan dalam sistem penerangan jalan dipengaruhi oleh luminasi yang dihasilkan lampu yang terpasang. Lampu jenis LED mempunyai luminasi yang besar dengan konsumsi daya listrik yang rendah, sedangkan lampu konvensional yang mempunyai luminasi yang besar membutuhkan konsumsi daya listrik yang besar juga.

c. Bentuk konstruksi tiang

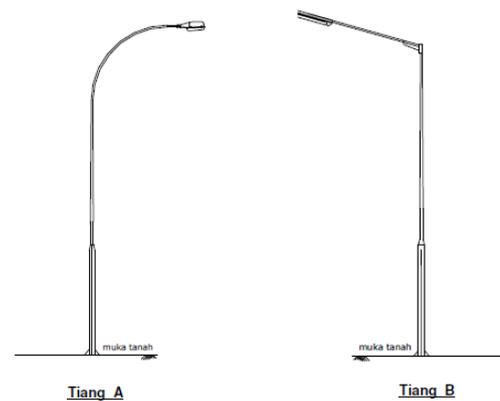
Kemerataan dan kualitas cahaya dari lampu penerangan jalan sangat dipengaruhi oleh bentuk konstruksi tiang antara lain ketinggian tiang, tiang lengan tunggal, tiang lengan ganda, dan lain-lain yang diatur dalam SNI 7391:2008. Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dengan

standar maka perlu dilakukan pemilihan konstruksi tiang tepat.

d. Peletakan lampu penerangan jalan

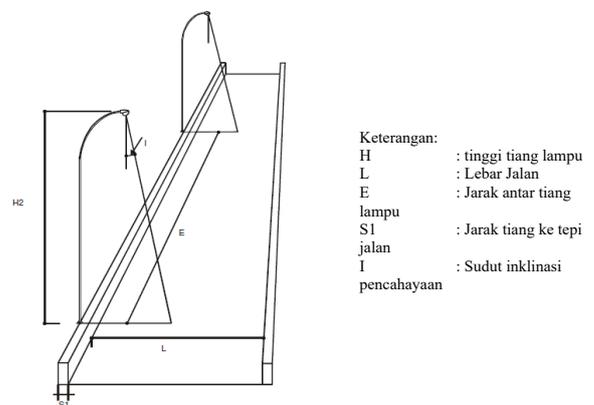
Peletakan Lampu penerangan jalan berdasarkan dari fungsi jalan yang akan dipasangnya. Jarak antar tiang sangat mempengaruhi pencahayaan pada jalan tersebut.

Gambar 2 menunjukkan bentuk konstruksi tiang lengan tunggal *type A* dan *type B*. Kegiatan pemasangan lampu penerangan di area parker, taman dan jalan menuju pintu masuk masjid menggunakan bentuk konstruksi tiang lengan tunggal *type* tiang B. Sedangkan, diameter tiang adalah 2 inch.



Gambar 2. Tipekal tiang penerangan jalan jenis lengan tunggal [2]

Gambar 3 menunjukkan cara menentukan penempatan tiang lampu penerangan jalan yang sesuai dengan standart SNI sebagai berikut:



Gambar 3. Penempatan penerangan jalan [2]

2.3 Komponen Sistem Smart PJU Panel Surya

Komponen sistem *smart* PJU panel surya antara lain:

a. Tiang Lampu

Tiang lampu yang digunakan adalah jenis tiang lengan tunggal dengan tinggi tiang dari permukaan

- tanah 4 meter, sedangkan panjang lenggangannya adalah 1 meter
- b. Armature dan Lampu LED PJU
Lampu yang digunakan adalah LED PJU 90 watt, dan armature yang digunakan adalah untuk lampu penerangan *outdoor*.
- c. Panel Surya
Panel surya sebagai sumber energi utama pada lampu penerangan panel surya ini panel surya terintegrasi dengan armature.
- d. PIR Sensor
Sensor ini untuk ngatur cahaya lampu saat tidak ada pergerakan orang atau kendaraan yang melintas atau saat ada pergerakan orang atau kendaraan yang melintas sehingga lampu tersebut menjadi redup. Penggunaan sensor PIR dapat menghemat daya listrik [4].
- e. LDR (*Light Dependent Resistor*)
LDR berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis sesuai dengan keadaan cuaca. Sensor LDR berfungsi sebagai kendali untuk menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis yang berdasarkan cahaya [3]. Ketika dalam keadaan ada matahari secara otomatis lampu akan mati, saat cuaca mendung, hujan, atau malam hari lampu akan menyala.
- f. Baterai
Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk beban penerangan dan selanjutnya akan digunakan sebagai sumber energi listrik pada saat malam hari.

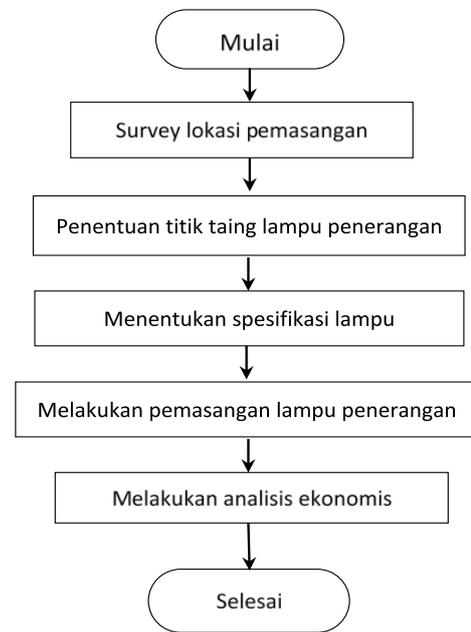
2.4 Flowchart Sistem

Berikut gambar 4 adalah *flowchart* pemasangan lampu penerangan panel surya di lingkungan masjid Baitul Ummah.

Flowchart pemasangan lampu panel surya. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

- **Tahap 1**, pekerjaan dimulai
- **Tahap 2**, melakukan survei lokasi. Tahapan ini untuk mengetahui kebutuhan lampu yang akan dipasang di lingkungan masjid.
- **Tahap 3**, melakukan penentuan titik tiang yang akan dipasang. Tahapan ini dilakukan setelah di tahapan survei lokasi. Jumlah lampu berdasarkan survei lokasi tersebut dipasang pada titik-titik tertentu sehingga penerangan di lingkungan masjid dapat maksimal.
- **Tahap 4**, setelah titik pemasangan lampu panel surya ditentukan, tahap selanjutnya adalah menentukan spesifikasi lampu. Tahapan ini dilakukan agar lampu yang dipasang sesuai dengan kebutuhan penerangan dan tepat sasaran

- **Tahap 5**, melakukan pemasangan lampu panel surya sesuai dengan lokasi dan titik yang telah ditentukan dengan spesifikasi yang tepat.
- **Tahap 6**, selanjutnya setelah terpasang dilakukan analisis secara ekonomis terhadap biaya konsumsi energi listrik yang dikonversi dengan biaya tagihan listrik PLN.
- **Tahap 7**, pekerjaan selesai.



Gambar 4. *Flowchart* pemasangan lampu panel surya

2.5 Konsumsi Energi

Tujuan dari pemasangan lampu penerangan panel surya di lingkungan masjid Baitul Ummah adalah penghematan energi listrik dari penggunaan sumber energi utamanya adalah listrik PLN.

Persamaan (1) menunjukkan persamaan energi listrik,

$$W = P \times t \tag{1}$$

Energi listrik *W* adalah besarnya energi yang dikonsumsi oleh lampu terpasang pada waktu tertentu dalam watt-jam, daya *P* adalah daya lampu terpasang keadaan lampu menyala dalam watt, dan waktu *t* adalah waktu dimana lamanya lampu tersebut menyala dalam jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Pemasangan

Lokasi pemasangan lampu penerangan panel surya di Masjid Baitul Ummah yang berada di RW.4 kelurahan Bakalan Krajan kec. Sukun kota Malang

tepatnya berada pada koordinat *latitude*: -8.008418°, dan *longitude*: 112.610029° ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini:



(sumber: google earth 2022)

Gambar 5. Lokasi pemasangan lampu panel surya

Luas lahan masjid adalah $\pm 435m^2$, luas bangunan masjid lantai 1 adalah $\pm 215.35m^2$, luas bangunan tempat wudlu adalah $\pm 25,2m^2$, dan luas taman serta area parkir adalah $\pm 194,45m^2$. Masjid Baitul Ummah kesehariannya digunakan kegiatan ibadah salat dan kegiatan keagamaan baik pada malam hari ataupun siang hari.



Gambar 6. Lampu penerangan panel surya terpasang di lokasi kegiatan

Sumber energi listrik penerangan masjid berasal dari PLN. Penerangan yang sudah terpasang hanya pada bagian bangunan utama dan tempat wudlu serta kantor pengelola masjid, sedangkan bagian lainnya belum ada penerangannya sehingga

lingkungan masjid dalam hal ini area parkir, taman dan jalan pintu masuk masih dalam gelap.

Selain itu, kebutuhan pembiayaan dalam operasional masjid termasuk pembayaran tagihan rekening listrik relatif besar setiap bulannya sehingga untuk membangun sarana pendukung masjid khususnya sarana penerangan area parker, taman dan jalan pintu masuk yang ada di lingkungan masjid masih belum dilakukan.

3.2 Lampu Penerangan Panel Surya

Lampu penerangan panel surya yang dipasang di lingkungan masjid adalah lampu LED PJU panel surya. PJU panel surya adalah lampu PJU yang sumber energi listriknya berasal dari energi matahari. Sistem yang terpasang pada lampu tersebut bekerja secara otomatis dalam menyalakan ataupun mematikannya. Lampu akan menyala jika tidak ada cahaya matahari yang menyinari di lingkungan masjid tersebut, dan akan mati jika ada cahaya matahari. Saat lampu menyala, jika ada pergerakan kendaraan ataupun manusia maka lampu akan menyala terang dan jika tidak ada pergerakan kendaraan atau manusia maka lampu akan menyala redup.

3.3 Analisis Konsumsi Energi

Lampu penerangan akan menyala ataupun mati berdasarkan ada tidaknya cahaya matahari yang menyinari lingkungan masjid. Jika diasumsikan keadaan cerah maka lampu penerangan panel surya akan mulai beroperasi mulai jam 17.30 hingga jam 05.30, dengan kata lain setiap harinya lampu menyala 12 jam.

Asumsi kedua, jika dalam siang hari terjadi mendung atau hujan selama 3 jam, maka lampu akan menyala 15 jam dalam sehari 24 jam. Sedangkan asumsi ketiga jika mendung atau hujan selama 6 jam, maka lampu akan menyala 18 jam.

Asumsi pertama keadaan cuaca cerah dan normal di siang hari, maka lampu akan mati di siang hari dan lampu akan menyala di malam hari masing-masing 12 jam. Konsumsi energi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Besar konsumsi energi lampu penerangan tersebut yang mempunyai daya 90watt adalah sebesar 1080 watt-jam setiap harinya. Jika dalam satu bulan adalah 30 hari, maka besar konsumsi energi listrik sebesar 32.4 kWh.

Asumsi kedua keadaan cuaca mendung atau hujan di siang hari selama 3 jam di siang hari, maka lampu akan mati 9 jam dan lampu akan menyala 15 jam. Besar konsumsi energi lampu dengan daya lampu yang sama adalah sebesar 1350 watt-jam per hari. Jika dalam satu bulan 30 hari, maka besar konsumsi energi listrik sebesar 40.5 kWh.

Asumsi ketiga keadaan cuaca mendung atau hujan selama 6 jam pagi hingga sore, maka lampu akan mati 6 jam dan lampu akan menyala 18 jam. Konsumsi energi lampu tersebut dengan daya lampu yang sama adalah sebesar 1620 watt-jam per hari. Jika dalam satu bulan adalah 30 hari, maka besar konsumsi energi listrik sebesar 46.6 kWh.

Ketiga asumsi kondisi cuaca diatas, jika menggunakan sumber energi listrik dari PLN maka konsumsi energi tersebut dapat dihitung biaya yang dikeluarkan setiap bulannya untuk pembayaran tagihan listrik PLN. Mengacu pada TDL golongan tarif sosial S-2/TR adalah sebesar Rp. 708,00 /kWh, maka biaya per bulan pada asumsi kondisi 1 sebesar Rp. 26.146,80, kondisi 2 sebesar Rp. 28.674,00, dan kondisi 3 adalah sebesar Rp. 32.992,80.

Kegiatan pemasangan lampu penerangan panel surya ini sejumlah 3 tiang lampu penerangan. Dengan cara yang sama maka didapatkan biaya pembayaran listrik setiap bulannya masing-masing asumsi kondisi berturut-turut kondisi 1, 2 dan 3 adalah sebesar Rp. 86.817,60, Rp. 86.022,00, dan Rp. 98.978,40. Jika menggunakan lampu penerangan panel surya, maka biaya-biaya tersebut adalah biaya yang dapat dihemat.

Perhitungan tersebut diatas menunjukkan bahwa keadaan kondisi cuaca mendung dan hujan seperti yang ditunjukkan pada asumsi kondisi 3 maka biaya tagihan listriknya semakin besar, begitu juga sebaliknya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan:

1. Kontrol otomatis pada lampu penerangan panel surya sangat memudahkan dan menguntungkan secara ekonomis.
2. Asumsi kondisi 1, 2, dan 3 pemasangan lampu penerangan panel surya dapat menghemat biaya pembayaran tagihan listrik PLN setiap bulannya adalah sebesar Rp. 86.817,60, Rp. 86.022,00, dan Rp. 98.978,40.
3. Energi listrik yang dihemat setiap bulannya untuk ketiga lampu penerangan tersebut adalah: asumsi kondisi 1 sebesar 97.2 kWh, kondisi 2 sebesar 121.5 kWh, dan kondisi 3 sebesar 139.8 kWh.

5. SARAN

Saran dan rekomendasi adalah pemasangan lampu penerangan panel surya sebagai penerangan di lingkungan masjid perlu digalakkan sehingga dapat memberikan keamanan dan kenyamanan jamaah.

Selain itu secara ekonomis akan menghemat biaya operasional masjid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur, anggota tim, dan seluruh civitas akademika, yang telah memberi dukungan moral dan dana terhadap program pengabdian masyarakat ini. Serta kepada pengelola dan jamaah masjid Baitul Ummah yang berpartisipasi aktif baik secara langsung dan tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Patel, M. R., 2006, *Wind and Solar Power System Design, Analysis, and Operation*, 2nd edition.
- [2] SNI 7391:2008, Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan.
- [3] Harikrishnan R., and Sivagami P., 2017, *Intelligent Power Saving Sistem using Pir Sensors*, *IEEE Int. Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology ICECA*.
- [4] Chiradeja P., Yoomak S., and Ngaopitakkul A., 2020. Economic Analysis of Improving the Energi Efficiency of Nanogrid Solar Road Lighting Using Adaptive Lighting Control, *IEEE Access*, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3035702