

RANCANG BANGUN PROTOTYPE MONITORING SISTEM SOLAR PANEL PADA PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS IOT

Ditya Ayu Anjani; Bambang Hari Purwoto, S.T, M.T

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan lampu yang digunakan sebagai penerangan di malam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pengguna sepeda dan pengguna kendaraan lainnya. Sebagian lampu PJU yang digunakan masih dikontrol dan dipantau secara konvensional dengan penggunaan saklar dan pengecekan dengan mendatangi lokasi secara langsung. Banyaknya terjadi kecelakaan di malam hari akibat dari minimnya lampu jalan terutama di kawasan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik PLN. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuatlah sebuah prototype lampu penerangan jalan umum berbasis tenaga surya yang dapat berfungsi meskipun saat terjadi gangguan pada sistem kelistrikan PLN dan juga dapat diterapkan di kawasan pedesaan yang mana lampu akan menyala secara otomatis ketika panel surya sudah tidak mendapatkan cahaya matahari. Alat ini berbasis IoT yaitu blynk yang terhubung ke internet dan dapat digunakan untuk memonitoring PJU dimana saja hanya dengan menggunakan smartphone. Parameter yang akan dimonitoring diantaranya : 1) Arus PV, Tegangan PV, dan Daya PV; 2) Arus Baterai, Tegangan Baterai, dan Daya Baterai; 3) Arus Beban, Tegangan Beban, dan Daya Beban yang akan diukur menggunakan sensor INA219. Berdasarkan dari hasil percobaan, pengisian baterai dari habis sampai penuh membutuhkan waktu 24 jam penuh dengan sinar matahari yang terik. Saat uji coba menggunakan sebuah lampu dc 5 watt, lampu dapat menyala selama 17 jam hingga baterai habis terpakai. Nilai parameter akan berubah setiap delay paling cepat 1 detik tergantung dari kecepatan koneksi WiFi. Dari hasil data penelitian, Arus PV tertinggi yang pernah dibaca ialah sampai 296 mA dengan tegangan 14,87V pada siang hari, artinya daya yang didapat adalah 4,4 W. Awal mula pemakaian lampu akan tampak parameter beban dengan nilai maksimalnya. Arus lampu saat beban diaktifkan mendapat 420 mA dengan daya 4,98 W. Sementara ketika lampu sudah mati, artinya baterai sudah sampai pada titik rendahnya. Menurut data, lampu mati ketika baterai sudah pada 11,6V. Baterai tersebut akan habis setelah pemakaian 13 jam dengan lampu 5 W.

Kata Kunci: Panel Surya, ESP32, Sensor INA219, Monitoring, PJU

Abstract

Public Street Lighting (PJU) is a lamp that is used as lighting at night to facilitate pedestrians, bicycle users and other vehicle users. Some of the PJU lights used are still controlled and monitored conventionally with the use of switches and checking by visiting the location directly. Many accidents occur at night due to the lack of street lights, especially in areas far from the reach of the PLN (State Electricity Company) electricity network. Therefore, in this study, a solar-based public street lighting prototype was made that can function even when there is a disruption in the PLN electricity system and can also be applied in rural areas where the lights will turn on automatically when the solar panel does not get sunlight. This tool is based on IoT, namely blynk which is connected to the internet and can be used to monitor PJU anywhere using only a smartphone. Parameters that will be monitored include: 1) PV Current, PV Voltage, and PV Power; 2) Battery Current, Battery Voltage, and Battery Power; 3) Load Current, Load Voltage, and Load

Power which will be measured using the INA219 sensor. Based on the experimental results, charging the battery from discharged to full takes 24 hours with bright sunlight. When tested using a 5 watt dc lamp, the lamp can be lit for 17 hours until the battery is used up. The parameter value will change every 1 second delay depending on the WiFi connection speed. From the results of the research data, the highest PV current ever read is up to 296 mA with a voltage of 14.87V during the day, meaning that the power obtained is 4,4 W. At the beginning of the lamp usage, the load parameter will appear with its maximum value. The lamp current when the load is activated gets 420 mA with a power of 4,98 W. Meanwhile, when the lamp is off, it means that the battery has reached its low point. According to the data, the light turns off when the battery is at 11,6 V. The battery will run out after 13 hours of use with a 5 W lamp.

Keywords: Solar Panel, ESP32, Sensor INA219, Monitoring, PJU .

1. PENDAHULUAN

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan lampu yang digunakan sebagai penerangan di malam hari sehingga mempermudah pejalan kaki, pengguna sepeda dan pengguna kendaraan lainnya (Zerari dkk., 2019). Selain untuk menerangi area jalan yang dilalui oleh pengendara, fungsi lain dari adanya lampu PJU adalah fungsi keamanan dan keindahan. Fungsi keamanan bertujuan untuk memperluas jarak pandang pengendara melewati jalan pada malam hari untuk mengurangi resiko kecelakaan dan tindakan kriminal. Sedangkan fungsi keindahan untuk memperindah jalan yang dipengaruhi oleh desain dan tata letak lampu (Tripathy dkk., 2017). Penerangan Jalan Umum (PJU) dapat diaplikasikan di berbagai tempat seperti jalan raya, lampu taman, area kampus, area perumahan, dan lain-lain.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di sekitar daerah Universitas Muhammadiyah Surakarta memiliki penerangan jalan umum yang masih menggantungkan sumber energi listrik PLN dan sebagian besarnya masih harus melakukan kontrol secara konvensional yaitu menggunakan saklar, dengan melakukan pengecekan di setiap titik lampu dengan mendatangi lokasi, dan meminta bantuan kepada masyarakat dalam andil terhadap kondisi lampu PJU yang mati, hal ini mengakibatkan ketidakefisien sehingga sebagian besar lampu PJU sudah tidak berfungsi karena kurangnya perawatan dan pengecekan secara rutin.

Mengutip dari laman radarsolo.jawapos.com, kurangnya penerangan di Jalan Sragen-Solo dikeluhkan warga. Hingga saat ini banyak terjadi kecelakaan akibat minimnya lampu jalan. Oleh karena itu, Kepala Dinas Perhubungan (Dishub) Kabupaten Sragen, Catur Sarjanto meminta pemasangan lampu penerangan jalan dan lampu lalu lintas segera dilakukan, hal ini dikarenakan pencahayaan mempunyai dampak yang sangat besar terhadap keselamatan. (Damianus Bram, 2022).

Mengutip dari laman solopos.com, telah dilakukan pemasangan 150 unit lampu penerangan jalan umum (PJU) bertenaga surya secara bertahap sejak Agustus 2021 oleh Dinas Perhubungan (Dishub) Sukoharjo. PJU bertenaga surya ini menjadi solusi penerangan di wilayah yang jauh dari jangkauan

jaringan listrik PLN dan bukan di jalan protokol seperti di Gentan ataupun Sukoharjo kota (Candra Mantovani & Kaled Hasby Ashshidiqy, 2021). Keunggulan dari PJUTS (Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya) yaitu apabila sistem kelistrikan PLN mengalami gangguan maka tidak akan mempengaruhi kinerja PJUTS karena sumber energi berasal dari cahaya matahari melalui panel surya yang akan diubah menjadi energi listrik. Untuk memastikan PJUTS berfungsi dengan baik dibutuhkan adanya pemantauan (*monitoring*) secara berkala.

Pada jurnal yang berjudul “Sistem Monitoring dan Perancangan Alat Pendeteksi Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Otomatis Berbasis Internet Of Thing (IoT)” tahun 2021 telah dilakukan penelitian monitoring lampu PJU menggunakan aplikasi Thingspeak dan Telegram. Sensor LDR digunakan sebagai pendeteksi keadaan lampu yang nyala atau mati dengan menangkap intensitas cahaya yang akan diterima oleh lampu dengan batas minimum cahaya. Apabila cahaya yang mengenai sensor LDR kurang dari batas minimum maka notifikasi akan otomatis dikirim ke Telebot sebagai tandanya ada kerusakan pada lampu. Hal ini masih kurang efektif karena sistem pemantauan dan pendeteksi kondisi lampu PJU dilakukan secara terpisah dan akses tidak terintegrasi dalam satu sistem, yang dimana sistem monitoring berbasis thingspeak digunakan hanya membaca data yang dikirim oleh mikrokontroler dan sensor arus, sedangkan untuk menampilkan informasi keadaan lampu melalui telegram (Samsinar dkk., 2021).

Pada jurnal yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Otomatis Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Mikrokontroller Arduino Berbasis Internet of Things” tahun 2022 telah dilakukan monitoring lampu PJU menggunakan aplikasi *Blynk* dengan sensor LDR sebagai pendeteksi keadaan lampu dan untuk menyalakan lampu PJU. Pada penelitian ini hanya berfokus monitoring keadaan lampu saja dengan sensor LDR digunakan sebagai pemicu (*trigger*) yang mana akan menentukan nyala atau mati lampu PJU. Sensor LDR akan mendeteksi adanya cahaya maka lampu PJU dalam kondisi mati, jika sensor LDR tidak mendapat cahaya maka lampu PJU akan menyala (Fitriyani dkk., 2022).

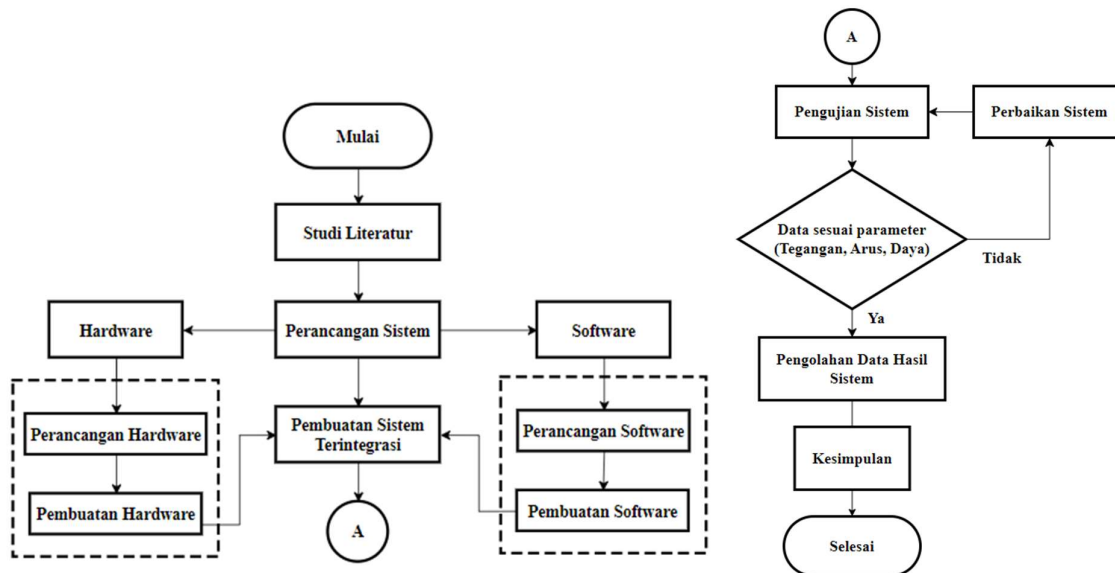
Berdasarkan permasalahan yang ada, maka diperlukan alat yang dapat memantau Penerangan Jalan Umum seperti : 1) dapat digunakan tanpa menggunakan jaringan listrik PLN; 2) dapat dikendalikan secara otomatis; 2) dapat mendeteksi keadaan lampu nyala atau mati dengan menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*); 3) dapat mengamati kondisi tegangan, arus dan daya keluaran dari panel surya yang disalurkan melalui baterai dan menuju ke lampu PJU. Semua hal tersebut dapat dilakukan dengan jarak jauh hanya melalui sebuah aplikasi *Blynk* yang juga merupakan aplikasi platform yang berbasis *Internet of Things* (IoT). *Prototype* ini diharapkan dapat

berguna dan memberi kemudahan dalam mengendalikan, mengamati, pemeliharaan dan perawatan dengan memanfaatkan konsep IoT.

Penelitian ini akan dilakukan dengan merancang dan merealisasikan sebuah *prototype* yang: 1) dapat digunakan tanpa menggunakan jaringan listrik PLN dan menggunakan sistem tenaga surya; 2) dapat mengendalikan nyala dan matinya lampu secara otomatis; 3) dapat memantau arus, tegangan, dan daya keluaran yang masuk melalui panel surya menuju ke baterai (aki) dan ke beban yang berupa lampu dc; 4) dapat mendeteksi keadaan lampu dengan intensitas cahaya hanya melalui sebuah aplikasi platform IoT yaitu *Blynk*.

2. METODE

Dalam pembuatan alat *prototype* Monitoring Sistem Solar Panel pada Penerangan Jalan Umum berbasis *Internet of Things* (IoT) terdapat beberapa tahapan yang dikerjakan. Tahapan metode dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan pada gambar di atas dapat dipaparkan sebagai berikut :

1. Studi literatur dilakukan dengan mencari referensi dan memahami apa yang dapat menunjang dalam proses pembuatan sistem, serta menyesuaikan parameter yang digunakan pada penelitian
2. Perancangan sistem dilakukan untuk memudahkan dalam perancangan sistem yang akan dibuat dan mengurangi kesalahan dalam pembuatan alat. Perancangan sistem ini dilakukan untuk perancangan software maupun hardware.
3. Pembuatan sistem dilakukan dengan menghubungkan setiap komponen yang dibuat dengan mengatur kinerja komponen alat yang digunakan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

Tahap ini dilakukan baik dalam pembuatan program (*software*) maupun pembuatan *prototype* (*hardware*).

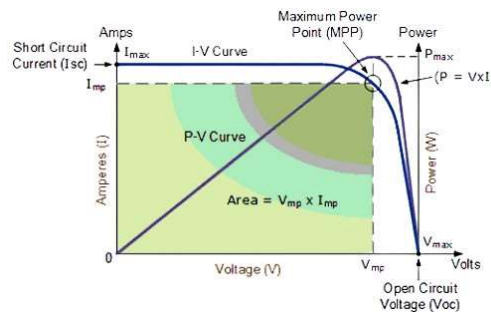
4. Pengujian sistem dilakukan dengan menyesuaikan parameter seperti mengatur nyala dan matinya lampu dan mengamati nilai arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan oleh solar panel dan baterai(aki). Ketika mengalami *error* atau tidak berfungsi maka diperlukan perbaikan.
5. Pengolahan data hasil sistem dilakukan dengan mendeskripsikan dan menganalisa data sesuai dengan hasil yang didapatkan.

2.1 Komponen

Pada perancangan *prototype* menggunakan komponen-komponen penunjang diantaranya sebagai berikut :

2.1.1 Panel Surya

Panel surya adalah kumpulan sel surya yang disusun untuk menyerap sinar matahari secara efektif. Sedangkan sel surya bertugas menyerap sinar matahari. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen *photovoltaic* atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik (Dwi Fathimah C.N., 2022).



Gambar 2. Karakteristik sel surya dalam grafik arus terhadap tegangan dan daya

Setiap hari sel surya menerima input dari sinar matahari tergantung dari intensitas cahaya matahari, dimana intensitas cahaya matahari sangat besar saat siang hari dan cenderung kecil pada saat sore hari. Karakteristik sebuah panel surya dapat dilihat melalui kurva tegangan-arus (kurva I-V) pada Gambar 2. Pada kurva I-V terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu : 1) *Maximum Power Point* (V_{mp} dan I_{mp}) adalah titik operasi daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya; 2) *Open Circuit Voltage* (V_{oc}) adalah kapasitas tegangan maksimum yang dihasilkan oleh panel surya pada saat tidak adanya arus ($I = 0$) dan tanpa beban (*load*); 3) *Short Circuit Current* (I_{sc}) adalah kapasitas arus maksimum yang dihasilkan oleh panel surya dalam kondisi tidak adanya resistansi atau hubung singkat. Pada kurva P-V menunjukkan daya keluaran (P_{mpp}) dari panel surya yang digunakan sebagai energi listrik operasional yang ditunjukkan pada persamaan (1) (Ramadhanti dkk., 2019).

$$P_{mpp} = V_{mp} \times I_{mp} \quad (1)$$

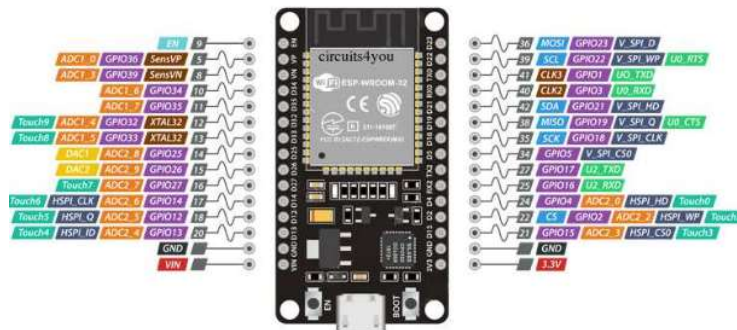
2.1.2 Solar Charge Controller (SCC)

Solar charge controller adalah komponen berfungsi untuk mengatur arus atau tegangan keluaran panel surya yang digunakan untuk mengisi baterai dan mengatur daya dari baterai ke beban untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebih (*over-charge*). Pada penelitian ini jenis SCC yang digunakan adalah *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Pada MPPT dapat mengatasi tegangan atau arus keluaran (*output*) yang berlebih dan dapat memasang panel surya sebesar yang diinginkan. MPPT sendiri merupakan jenis *charge controller* yang dapat menghasilkan daya keluaran maksimal dan memiliki efisien sebesar 90% dibandingkan dengan SCC jenis PWM (*Pulse Width Modulation*) yang tidak dapat membatasi tegangan atau arus keluaran dan bergantung pada berapa banyak panel surya yang digunakan.

2.1.3 Sensor INA 219

Sensor INA219 adalah sensor alternatif untuk modul sensor ACS712 untuk mengukur arus DC. Modul sensor ini merupakan modul yang mampu mengukur tegangan, arus dan daya secara bersamaan yang didukung dengan kemampuan ukur yang mampu mengukur sumber beban yang sampai 26 VDC dan arus 3,2 Ampere yang memiliki akurasi dan presisi tinggi dengan internal data 12 bit ADC. Sensor ini mampu mengukur daya mencapai lebih dari 75 watt (Primadana, t.t.).

2.1.4 ESP32

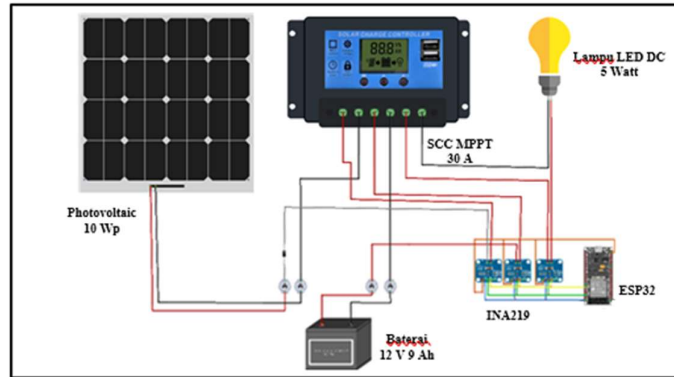


Gambar 3. Susunan pin pada ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Pada Gambar 3 merupakan susunan pin pada ESP32 yang terdiri dari 38 pin. Pin tersebut dapat dijadikan

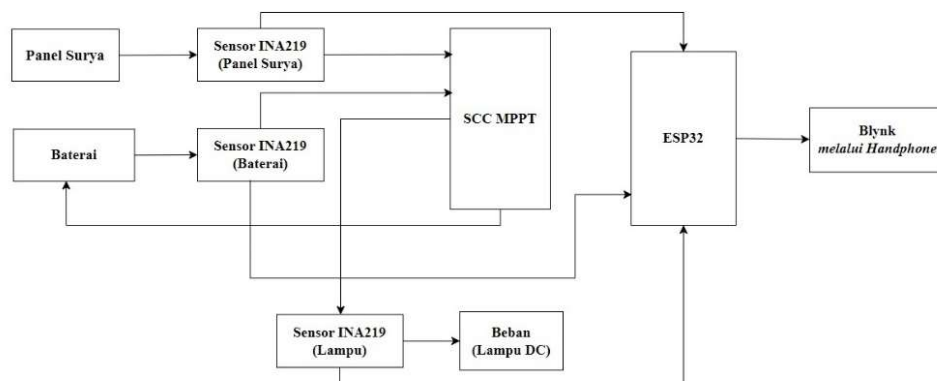
input atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC (Muliadi dkk., 2020).

2.2 Perancangan dan Pembuatan Sistem



Gambar 4. Wiring diagram sistem

Tahapan ini meliputi perancangan dan pembuatan *hardware* maupun *software*. Dapat dilihat Gambar 4 wiring diagram sistem bekerja dimulai dengan panel surya menyerap energi cahaya matahari saat pagi hari dan menghasilkan energi listrik DC yang kemudian akan disimpan oleh baterai melalui *charge controller* (MPPT) untuk mengatur daya dari baterai ke beban (lampu dc) dan menjaga baterai dari pengisian yang berlebih (*over-charge*) dan saat malam hari lampu akan menyala secara otomatis. Pada penelitian ini menggunakan 3 buah sensor INA219 yang digunakan sebagai sistem monitoring untuk membaca parameter tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh panel surya, baterai dan beban. Hasil pembacaan dari sensor tersebut akan diolah oleh ESP32 yang akan ditampilkan melalui aplikasi *blynk*. Rangkaian *hardware* akan diimplementasikan dan direalisasikan sesuai dengan desain rangkaian seperti Gambar 4.



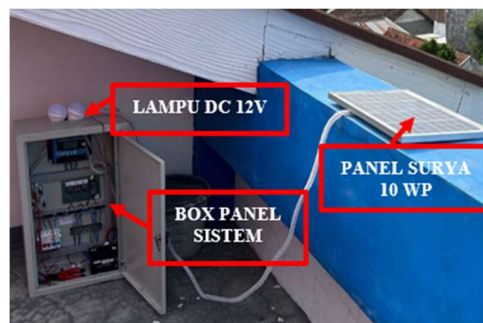
Gambar 5. Blok diagram sistem

Dari blok diagram pada Gambar 5 di atas, panel surya, baterai, dan MPPT terhubung ke Sensor INA219. Hal ini berguna agar setiap arus, tegangan dan daya listrik yang keluar dari masing-masing komponen bisa diukur dan ditampilkan di Blynk. Sensor INA pada panel surya akan mengukur ketiga nilai parameter yang akan masuk ke MPPT. Begitu juga dengan baterai. Terdapat arah panah dari MPPT menuju Baterai, yang artinya jalur tersebut adalah untuk pengisian baterai. Nilai pengisian ke baterai sudah diatur oleh MPPT itu sendiri. Sensor INA dari MPPT menuju beban akan membaca 3 nilai parameter yang akan menuju ke lampu. Semua sensor INA terhubung ke ESP32 agar pembacaan parameter bisa dikirim ke aplikasi Blynk.

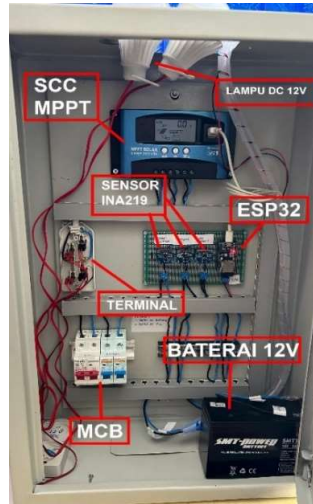
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Realisasi Alat

Hasil rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7. Untuk bagian rangkaian listrik diletakkan di dalam box panel yang terdiri dari: 1) MPPT; 2) 3 buah sensor INA219 yang digunakan untuk parameter panel surya, baterai dan lampu dc; 3) ESP32; dan 4) baterai 12 Volt. Panel surya akan menyerap cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik dc yang disimpan dalam baterai dan diatur oleh MPPT agar tidak *over-charging* (pengisian daya baterai yang berlebih). Pada saat pengisian baterai ini sensor INA219 akan membaca parameter arus, tegangan, dan daya pada panel surya dan baterai. Selanjutnya pada saat malam hari lampu dc akan menyala secara otomatis karena sensor LDR sudah tidak menerima cahaya, sensor INA219 akan membaca parameter arus, tegangan, dan daya pada baterai dan lampu dc yang mana parameter tersebut diolah oleh ESP32 dan akan ditampilkan melalui aplikasi *blynk*.



Gambar 4. Penempatan alat



Gambar 5. Bagian dalam box panel

3.2 Hasil Pengujian

Tabel 1. spesifikasi panel surya

Parameter Spesifikasi	Keterangan
<i>Model</i>	STARYU-10WP Polycrystalline
<i>Rated Maximum Power (Pmax)</i>	10WP
<i>Voltage at Maximum Power (Vmp)</i>	17.5 V
<i>Current at Maximum Power (Imp)</i>	0.571 A
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	21 V
<i>Open Circuit Current (Isc)</i>	0.64 A
<i>Dimension (mm)</i>	354 x 251 x 18 mm
<i>Maximum System Voltage</i>	1000V DC

Penelitian ini menggunakan panel surya dengan jenis *Polycrystalline* yang dapat digunakan untuk PLTS skala kecil seperti untuk PJUTS dan banyak tersedia di pasaran. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 1 dengan kapasitas daya maksimal sebesar 10 WP dengan nilai tegangan keluaran maksimal (V_{mp}) sebesar 17,5 V dan arus keluaran maksimal (I_{mp}) sebesar 0,571 A ketika dilakukan pengujian pengukuran panel surya menggunakan beban pada saat kondisi optimal.

Tabel 2. Pengisian baterai dengan Solar Panel

Waktu	Arus PV (mA)	Tegangan PV (V)	Daya PV (W)	Tegangan Baterai	Cuaca
11.00	220	14.24	3.14	13.37	Cerah Berawan
12.00	86.5	13.86	1.19	13.06	Berawan
13.00	296.3	14.87	4.4	13.94	Cerah Berawan
14.00	109.1	13.9	1.51	13.08	Berawan
15.00	13	13.48	0.17	12.78	Mendung
16.00	1.9	13.27	0.025	12.67	Hujan

Berdasarkan data yang didapat seperti yang terlihat di Tabel 2, arus yang didapat bervariasi mulai dari 1.9 mA – 296 mA. Hal ini dikarenakan cuaca yang sudah memasuki musim hujan, sehingga sinar matahari yang ditangkap oleh panel surya tidak maksimal. Pengujian pengisian baterai menggunakan panel ini dimulai dari jam 11.00 pagi sampai 16.00 sore. Tegangan pada PV selalu di atas 12 V dan tidak terpengaruh oleh intensitas cahaya matahari, dikarenakan panel tersebut sudah ditetapkan untuk menghasilkan 12 V. Hanya arus yang berubah sesuai dengan banyaknya sinar matahari yang diterima. Perubahan ini sangat drastis ketika cahaya matahari terik menyinari panel secara penuh. Dari percobaan yang telah dilakukan, arus yang dihasilkan bisa sampai lebih dari 600 mA.

Tabel 3. Penggunaan beban lampu 5W

Waktu	Arus Baterai (mA)	Tegangan Baterai (V)	Daya Baterai (W)	Arus Lampu (mA)	Daya Lampu (W)	Kondisi Lampu
17.00	440.2	12.1	6.01	420.5	4.98	Hidup
18.00	501.6	11.8	5.92	414.7	4.86	Hidup
19.00	503.4	11.75	5.91	408.6	4.77	Hidup
20.00	492	11.7	5.76	402.2	4.68	Hidup
21.00	481.9	11.64	5.61	392.4	4.54	Hidup
22.00	476.1	11.62	5.53	386.6	4.46	Hidup
23.00	462.6	11.51	5.41	389.4	4.55	Hidup
00.00	459.3	11.49	5.32	380.1	4.50	Hidup
01.00	428.5	11.63	4.98	384.9	4.45	Hidup
02.00	462.7	11.5	5.32	374.5	4.29	Hidup
03.00	465.3	11.47	5.28	367.3	4.19	Hidup
04.00	440.6	11.34	5.02	346	3.84	Hidup
05.00	427.3	11.21	4.79	333	3.71	Hidup
06.00	19	11.6	0.24	0.2	0.004	Mati

Pada Tabel 3 di atas merupakan data percobaan dengan beban lampu dc senilai 5W dengan rentang waktu 12 jam (17.00 - 06.00). Waktu tersebut digunakan karena sudah memasuki malam hari dimana panel surya sudah tidak mendapatkan sinar matahari, sehingga lampu akan menyala secara otomatis. Arus menuju ke lampu saat baterai terisi penuh ialah mulai dari 420 mA sampai 333 mA saat menjelang pagi dan baterai pun akan habis. Pada saat jam 06.00 pagi baterai pun habis dan lampu mati, pada saat ini juga baterai mulai kembali ke kondisi pengisian baterai. Ketika dilihat dari parameter *blynk*, daya lampu yang terbaca ialah rata-rata 4,6 W.

3.3 Implementasi Software



Gambar 6. Tampilan pada aplikasi blynk

Tampilan dari Gambar 8 ialah hasil pengukuran dari sensor INA219 secara *realtime* menggunakan sebuah aplikasi IoT yang digunakan ialah *Blynk*. Aplikasi ini akan menampilkan parameter nilai dari tegangan, arus, dan daya pada alat yang dibuat. Sensor INA219 akan membaca nilai tersebut dan diproses di ESP32 lalu dikirim ke *Blynk*. Terdapat 6 parameter yang ditampilkan. Selama ESP32 terhubung ke WiFi, alat akan bekerja dan mengirim data monitoring secara *realtime* meskipun ada sedikit *delay* dalam monitoring.

4. PENUTUP

Lampu penerangan jalan umum tenaga surya dapat berfungsi dengan baik jika ada monitoring secara berkala. Dengan adanya *prototype* ini diharapkan dapat diterapkan juga pada saat terjadi gangguan kelistrikan PLN untuk mengurangi tingkat kecelakaan di malam hari. Selain itu, *prototype* ini diharapkan dapat dikembangkan penggunaannya dengan dapat memonitoring lebih dari satu beban lampu PJU. Penggunaan ESP32 dan aplikasi IoT *Blynk* sebagai monitoring pengisian baterai dan penggunaannya terhadap beban lampu dc akan semakin mudah dan fleksibel. ESP32 yang telah diprogram akan terkoneksi ke WiFi yang sudah ditentukan dari script. Selama ESP32 terhubung ke WiFi, maka pengguna bisa melihat parameter nilai yang ada di aplikasi *blynk*. Parameter tersebut terdiri dari : 1) Arus PV, Tegangan PV, dan Daya PV; 2) Arus Baterai, Tegangan Baterai, dan Daya Baterai; 3) Arus Beban, Tegangan Beban, dan Daya Beban. Nilai parameter akan berubah setiap *delay* paling cepat 1 detik tergantung dari kecepatan koneksi WiFi.

Penempatan solar panel di tempat yang terkena terik matahari akan sangat banyak menghasilkan arus listrik sampai lebih dari 600mA. Hal ini akan mempercepat pengisian baterai. Dari hasil percobaan pengisian baterai dari habis sampai penuh membutuhkan waktu 24 jam penuh dengan sinar matahari yang terik. Durasi pemakaian baterai sampai habis adalah 17 jam dengan beban lampu 5W

Arus PV tertinggi yang pernah dibaca ialah sampai 296 mA dengan tegangan 14,87 V pada siang hari, artinya daya yang didapat adalah 4,4 W. Awal mula pemakaian lampu akan tampak parameter beban dengan nilai maksimalnya. Arus lampu saat beban diaktifkan mendapat 420 mA dengan daya 4,98 W. Sementara, ketika lampu sudah mati, artinya baterai sudah sampai pada titik rendahnya. Menurut data, lampu mati ketika baterai sudah pada 11,6 V. Baterai tersebut akan habis setelah pemakaian 13 jam dengan lampu 5 W.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra Mantovani, & Kaled Hasby Ashshidiqy. (2021, November 20). Dishub Sukoharjo Pasang 150 PJU Tenaga Surya. Solo Pos Solo Raya. <https://soloraya.solopos.com/dishub-sukoharjo-pasang-150-pju-tenaga-surya-1199946>
- Damianus Bram. (2022, April 17). Lampu PJU di Jalur Sragen-Solo Sudah Terpasang, Tapi Belum Menyala Jawa Pos Radar Solo. <https://radarsolo.jawapos.com/sragen/841703507/pju-di-desa-pelemgadung-mati-sejak-lebaran-rawan-kecelakaan>
- Dwi Fathimah C.N., S. P. (2022). MODUL AJAR IPAS Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif SMK KELAS X FASE E.
- Fitriyani, F., Susandi, D., & Majalengka, U. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Mikrokontroller Arduino Berbasis Internet of Things. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 1(1), <https://doi.org/10.31284/P.SNESTIK.2022.2707>
- Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2721–9100).
- Primadana, P. (t.t.). PENGARUH SUHU DAN KELEMBABAN TERHADAP DAYA OUTPUT PANEL SURYA BERBASIS IOT (APLIKASI BLYNK) PADA PLTS TIGAJUHAR. Diambil 10 Desember 2023, dari <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/18969#>
- Ramadhanti, S. K., Reza, M., & Ekaputri, C. (2019). Desain Sistem Penggunaan Panel Surya Off-grid Untuk Lampu Belajar Siswa Berbasis Baterai Di Sekolah Yang Terletak Di Desa Terpencil. *eProceedings of Engineering*, 6(1). <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8741>
- Samsinar, R., Fadliandi, F., & Cahyadi, D. (2021). Sistem Monitoring dan Perancangan Alat Pendeteksi Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) Otomatis Berbasis Internet of Thing (Iot). *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(2), 169. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.2.169-172>
- Tripathy, A. K., Mishra, A. K., & Das, T. K. (2017). Smart lighting: Intelligent and weather adaptive lighting in street lights using IOT. 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT), 1236–1239. <https://doi.org/10.1109/ICICICT1.2017.8342746>
- Zerari, H., Messikh, L., Dendouga, A., Kouzou, A., Bekhouche, S. E., Ouchtati, S., & Chergui, A. (2019). A two-stage sizing method of standalone solar lighting systems. 2019 4th International Conference on Power Electronics and their Applications (ICPEA), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICPEA1.2019.891157–163>