

Prototipe dan Monitoring Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Tenaga Surya

Muklis Fatqur Rohman, Wahyu Setyo Pambudi*, Trisna Wati, Yuliyanto Agung Prabowo

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

Email: ¹muklisjr19@email.com, ^{2*}wahyusp@itats.ac.id, ³trisnaw@itats.ac.id, ⁴agungp@itats.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Histori Artikel:

Submitted : Nov 02, 2023

Accepted : Nov 29, 2023

Published : Nov 30, 2023

KORESPONDENSI

Email: wahyusp@itats.ac.id

A B S T R A K

Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternative untuk kebutuhan listrik Indonesia sangat tepat karena berada didaerah tropis dengan panas sinar matahari yang tersedia sepanjang tahun. Mengingat daerah pedesaan di Indonesia masih banyak akses jalan umum yang belum dilengkapi dengan penerangan jalan dan masalah bermula dari penggunaan energi listrik konvensional sebagai sumber penerangan jalan. Penggunaan photovoltaic (PV) sebagai alat untuk memproduksi energi listrik dengan kelebihan ramah lingkungan, rendah biaya perawatan dan zero emisi serta energi yang dibutuhkan tersedia dialam dan selalu terbarukan (renewable energy). Mekanik solar tracker 1 DOF (Degree OF Freedom) digunakan untuk menemukan titik dimana cahaya matahari yang optimal yang bertujuan untuk menghasilkan output panel surya yang lebih maksimal pada saat konversi energi. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan menggunakan mekanik solar tracker delay 2 detik menghasilkan konversi energi perhari sebesar 235,20 Wh lebih maksimal daripada penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan solar tracker delay 2,5 detik sebesar 218,75 Wh serta penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) tanpa solar tracker sebesar 171,34 Wh.

Kata Kunci: Optimalisasi Output Panel Surya; 1 DOF (Degree Of Freedom); Monitoring Blynk IoT

A B S T R A C T

Utilizing solar energy as an alternative energy source for Indonesia's electricity needs is very appropriate because it is located in a tropical area with hot sunlight available all year round. Considering that in rural areas in Indonesia there are still many public road accesses that are not equipped with street lighting and the problem stems from the use of conventional electrical energy as a source of street lighting. The use of photovoltaics (PV) as a tool to produce electrical energy with the advantages of being environmentally friendly, low maintenance costs and zero emissions and the energy needed is available in nature and is always renewable (renewable energy). The 1 DOF (Degree OF Freedom) solar tracker mechanic is used to find the point where the sunlight is optimal, which aims to produce maximum solar panel output during energy conversion. Based on the test results, it can be concluded that solar-powered public street lighting (PJU-TS) using a mechanical solar tracker delay of 2 seconds produces a daily energy conversion of 235.20 Wh, which is more optimal than solar-powered public street lighting (PJU-TS) with solar tracker delay. 2.5 seconds amounting to 218.75 Wh and solar powered public street lighting (PJU-TS) without a solar tracker amounting to 171.34 Wh.

Keywords: Solar Panel Output Optimizing; 1 DOF (Degree Of Freedom); Blynk IoT Monitoring

1. PENDAHULUAN

Penerangan Jalan Umum atau PJU merupakan solusi untuk masyarakat dalam memberikan penerangan pada akses jalan didaerah terpencil [1]. Sumber energi yang bisa dimanfaatkan untuk PJU pada daerah terpencil salah satunya adalah dengan sumber tenaga surya [2]. Penerapan PJU untuk daerah terpencil masih terdapat permasalahan, yaitu masih sulitnya dalam memantau dan mendapatkan informasi kinerja penerangan jalan umum (PJU). Permasalahan ini memerlukan sistem yang dapat memberikan informasi terkait tegangan dan arus pada sistem penerangan jalan umum (PJU). Berdasarkan permasalahan di atas maka penelitian ini membahas tentang perancangan penerangan jalan umum (PJU) dengan menambahkan sistem solar tracker 1 DOF (Degree Of Freedom) yang bertujuan untuk mengoptimalkan keluaran photovoltaic (PV) sebagai penerangan jalan umum (PJU). Penelitian ini mengeksplorasi

penggunaan sensor cahaya untuk mengikuti arah cahaya matahari dengan menggunakan pergerakan sumbu tunggal. Ini memungkinkan keluaran dari penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) yang lebih optimal dengan mengkombinasikan mikrokontroler esp32 dan sensor pzem-017 sebagai sumber informasi dari perangkat penerangan jalan umum (PJU) yang terpusat pada perangkat smartphone android [3][4][5].

Sistem ini menggunakan sensor tegangan, module mikrokontroler esp32, dan sensor tegangan untuk mengukur nilai tegangan pada PJU. Tujuan penelitian ini adalah merancang PJU yang efisien dan murah dengan menggunakan panel surya dan sensor LDR. Sistem ini dilengkapi dengan sensor pengukuran cahaya matahari dan dapat dioperasikan secara otomatis. Teknologi adalah bidang yang berkaitan dengan penggunaan alat, teknik, dan ilmu pengetahuan untuk menciptakan, mengubah, dan menggunakan benda atau proses untuk mencapai tujuan [6][7][8].

Teknik pengumpulan data melalui observasi dan pengukuran menunjukkan bahwa PJUTS dapat mengikuti gerak sinar matahari dan efisien. Metode prototipe adalah proses iterative dalam pengembangan sistem yang mengubah requirement menjadi sistem yang bekerja dan terus diperbaiki melalui kerjasama user dan analisis. Prototipe penerangan jalan umum pintar dapat mengatur tingkat redup atau terangnya penerangan otomatis berdasarkan situasi dan kondisi lapangan. Sistem penjejak matahari digunakan untuk mendapatkan input radiasi matahari yang selalu maksimal melalui pengendalian posisi PV [9][10][11].

Sistem kerja penerangan jalan umum (PJU) dikontrol oleh esp32 dengan solar panel dan sensor Cahaya ini jika kondisi siang hari, sensor memberikan masukan untuk mematikan lampu secara otomatis. Pada saat kondisi malam hari, sensor memberikan masukan untuk menyalakan lampu secara otomatis. Komunikasi mikrokontroler dengan smartphone android menggunakan bantuan aplikasi blynk IoT berfungsi baik. PJU Tenaga Surya adalah penerangan jalan umum yang menggunakan energi matahari sebagai sumber daya listrik untuk lampunya. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan rancangan lampu jalan PJU yang menggunakan tenaga surya dan LED secara mandiri, tanpa menggunakan jaringan listrik [12][13][14].

Pada penelitian [9] menjelaskan tentang perancangan solar charger controller (SCC) pada penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan menggunakan energi matahari (Photovoltaic), mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi ini disimpan dalam baterai sepanjang siang hari dan digunakan untuk menyalakan lampu di malam hari. dengan sistem kendali isi daya baterai (kontrol pengisi daya surya). Selain menggunakan SCC pada penelitian ini juga menggunakan sebuah pergerakan sumbu tunggal pada tenaga surya. Kontrol yang digunakan pada sumbu tunggal ini adalah Pivot (Gerakan memutar), dengan sistem pemosisian global berorientasi matahari diproduksi untuk penggunaan panel sinar matahari yang lebih kuat [6].

Penelitian [9] menjelaskan tentang sistem pemantau penerangan jalan umum (PJU) dengan menggunakan IoT (Internet Of Things) dengan judul penelitian "Penerapan Internet Of Things Pada Sistem Pemantauan Penerangan Jalan Umum" Menjelaskan penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam monitoring kerusakan lampu penerangan jalan umum (PJU) metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan meliputi kajian literatur, analisis permintaan, desain, pembuatan dan pengujian sistem ini dilengkapi dengan sensor tegangan, modul mikrokontroler esp32 dan sensor tegangan digunakan untuk mengukur nilai tegangan masuk dari perusahaan listrik negara (PLN), dan sensor arus digunakan untuk mengukur arus lampu jalan.

Penelitian yang dikerjakan ini dengan konsep penerangan jalan umum tenaga surya (PJU- TS) dengan menambahkan sistem solar tracker 1 DOF (Degree Of Freedom) dan sistem monitoring output panel surya dengan menggunakan aplikasi blynk IoT yang dapat diakses menggunakan smartphone/laptop. Proses mekanik pergerakan menggunakan motor dc dan monitoring lampu penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) terpusat melalui smartphone/laptop.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Arduino uno. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat keran otomatis, yang dimana ketika ketika air bak mandi sudah hampir habis maka keran akan secara otomatis hidup, dan ketika air pada bak mandi sudah mencapai ketinggian bak maka air akan secara otomatis mati. Penelitian ini dilakukan pada perancangan sistem, baik pada perancangan perangkat keras (hardware) maupun perancangan perangkat lunak (software).

2.1.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gereja GBI Tanjung Pasir Tanah Jawa, Kecamatan Tanah Jawa. Waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaannya adalah kurang dari 3 minggu.

2.1.2 Analisis Data

Dalam perancangan alat keran otomatis dibutuhkan data atau teknik analisis data. Penulis memakai teknik analisis deskriptif yang penyajian datanya dari perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (SoftWare) dapat dilihat sebagai berikut :

1. Perangkat Keras (Hardware)

Instrument komponen elektronika dalam pembuatan keran otomatis berbasis arduino uno dapat dilihat tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 1. Perangkat Keras

NO	NAMA PERANGKAT	KETERANGAN
1	Arduino Uno	Mengendalikan dan memproses data dari perangkat input lalu meneruskannya ke alat output.
2	Sensor Ultrasonik sr04	Mendeteksi objek yang ada di depannya dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik.
3	Keran Selenoid valve	Untuk menggerakkan piston yang dialiri oleh arus AC ataupun DC sebagai daya penggerak.
4	LCD (Liquid Crystal Display) 12c	Sebagai media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik.
5	Breadboard	Sebagai tempat uji coba rangkaian elektronika tanpa perlu menyolder.
6	Relay 5 V	Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi menggunakan tegangan rendah.
7	Kabel Jumper	Sebagai media penyalur arus listrik.

2. Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak yang digunakan untuk tahap pembuatan sebuah program yang sesuai dengan algoritma untuk memprogram arduino uno agar dapat bekerja sesuai dengan sistem yang akan di buat. Perangkat lunak yang digunakan adalah Soft Ware Arduino IDE.

2.1.3 Prosedur Pengumpulan Data

Dengan adanya alat keran otomatis dapat menghidupkan dan mematikan keran secara otomatis. Selain itu dapat memudahkan para pengguna dalam pengisian dan penutupan air tanpa harus melakukan pemantauan sekaligus mencegah pemborosan air pada bak mandi.

2.2 Analisi dan Perancangan Sistem

Penulis melakukan analisis dan pembuatan alat yang digunakan untuk proses output dan input.

2.2.1 Analisis Perancangan

Pada penelitian ini memakai sensor ultrasonik akan mendeteksi jarak air pada bak mandi , sensor ultrasonik akan berkomunikasi dengan modul arduino, Lalu modul arduino akan otomatis menghidupkan keran bila jarak debit air di dalam bak ke sensor ultrasonik kurang dari 30 cm maka keran akan hidup dan sebaliknya jika jarak debit air di dalam bak ke sensor ultrasonik lebih dari 30 cm maka keran akan mati secara otomatis.

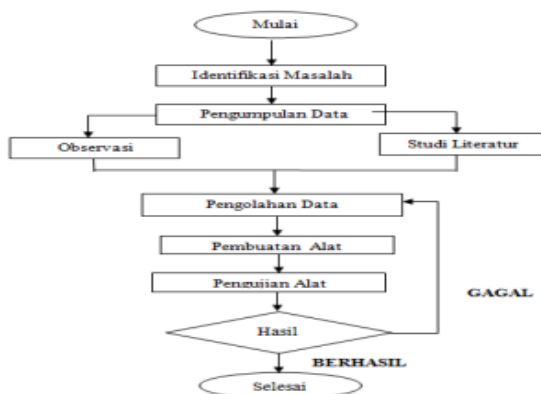
2.2.2 Algoritma Sistem

Algoritma sistem merupakan suatu urutan beberapa langkah untuk menyelesaikan masalah, yang bermaksud untuk memindahkan proses perancangan ke dalam bentuk yang sudah siap digunakan .Adapun urutan dari algoritma sistem adalah sebagai berikut :

1. Menentukan alat dan bahan
2. Merancang alat
3. Uji coba alat
4. Validasi

2.2.3 Perancangan Penelitian

Pada kerangka penelitian ini penulis akan menguraikan metodologi dan kerangka penelitian kerja yang digunakan dalam masalah penelitian.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penjelasan flowchart penelitian yang di buat oleh penulis seperti pada gambar 1 sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

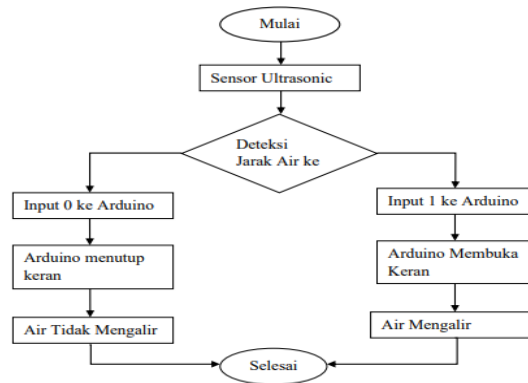
Pengenalan suatu masalah dan tahap awal dalam proses penelitian. Permasalahan penelitian ini adalah proses

mematikan dan menghidupkan keran air secara otomatis menggunakan relay 5 V sebagai pengendali kran solenoid valve.

2. Pengumpulan Data
Data pada penelitian ini diperoleh di Gereja GBI Tanjung Pasir Tanah Jawa, Kecamatan Tanah Jawa.
3. Pengolahan Data
Pada langkah ini data-data yang sudah di dapat dari studi identifikasi masalah dan pengumpulan data yang kemudian di olah untuk menyelesaikan permasalahan yang di temukan.
4. Studi Literatur
Metode pengumpulan data yang menggunakan beberapa jurnal sebagai referensi untuk penulis.
5. Observasi
Metode pengumpulan data dengan mengamati air yang meluap di bak mandi.
6. Pembuatan Alat
Selanjutnya adalah merancang sebuah alat yaitu keran air otomatis, Yang dapat menyelesaikan permasalahan yang dialami.
7. Pengujian Alat
Melakukan pengujian alat dengan mengukur jarak air pada bak mandi untuk menghidupkan dan mematikan keran secara otomatis.
8. Hasil
Menghasilkan alat yang di rancang dan mengimplementasikan alat yang di buat agar dapat di gunakan.

2.2.4 Sistem Kerja Alat

Berikut ini adalah sistem kerja alat yang dibuat oleh peneliti.



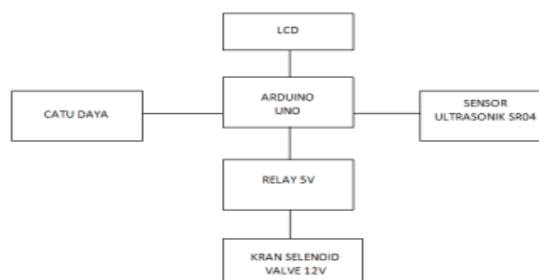
Gambar 2. Flowchart Cara Kerja Alat

Perancangan alat keran otomatis ini dirancang dengan memakai sensor ultrasonik yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan dari gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu obyek tertentu. Untuk alur kerja yang dapat digambarkan pada control flowchart diagram diatas adalah sebagai berikut :

1. Mulai
2. Sensor Ultrasonik aktif
3. Sensor mendeteksi jarak air
4. Input 1 ke arduino
5. Jika jarak debit air di dalam bak ke sensor ultrasonik kurang dari 30 cm maka keran akan hidup
6. Input 0 ke arduino
7. Jika jarak debit air di dalam bak ke sensor ultrasonik lebih dari 30 cm maka keran akan mati secara otomatis
8. Sistem selesai di jalankan.

2.2.5 Sistem Blok

Sistem blok merupakan sistem yang dibuat untuk mempetakan proses kerja pada sebuah alat. Berikut adalah gambar yang menjelaskan proses sistem blok.



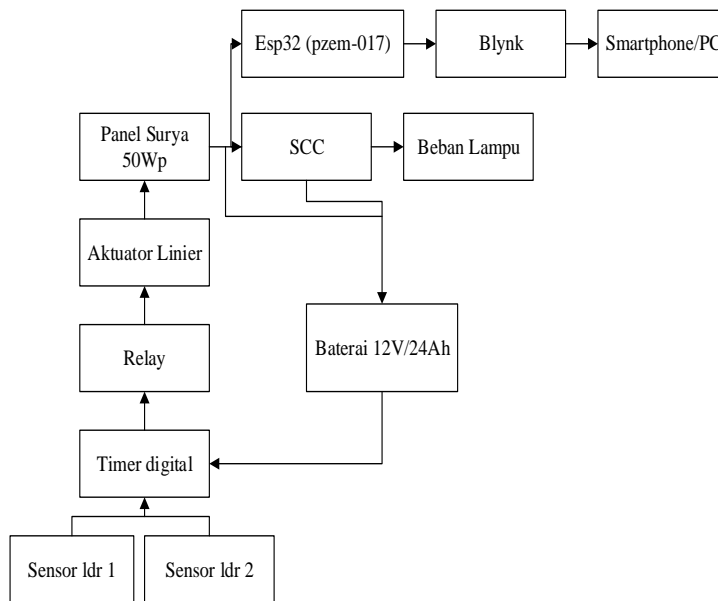
Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Perancangan alat untuk otomatisasi keran ini terkandung dalam sistem kontrol yang terdiri dari tiga blok, yaitu:

1. Perangkat sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak volume ketinggian air di penampungan air.
2. Kontroler terdiri dari arduino uno.
3. Relay sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik yang bekerja dengan prinsip elektromagnetik yang terhubung ke keran solenoid valve.

2.3 Sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS)

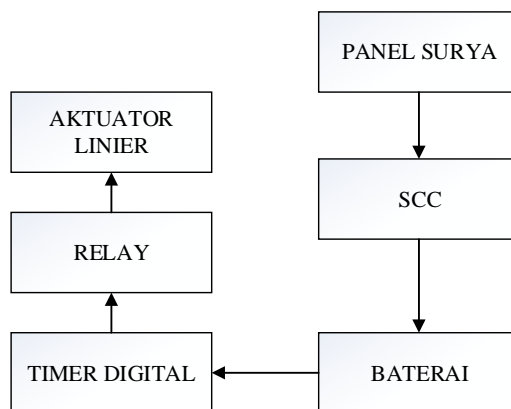
Pada gambar 3 adalah sistem keseluruhan dari penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan menambahkan 2 komponen seperti sistem mekanik pergerakan 1 arah yang bertujuan untuk mengoptimalkan keluaran dari output panel surya sebagai penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dan sistem monitoring yang bertujuan untuk memantau kinerja dari sistem pengisian baterai pada saat siang hari dengan terpusat pada aplikasi/device dengan menampilkan nilai tegangan, arus dan daya panel.



Gambar 3. Sistem keseluruhan dari penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS)

2.4 Alur Sistem Solar Tracker 1 DOF

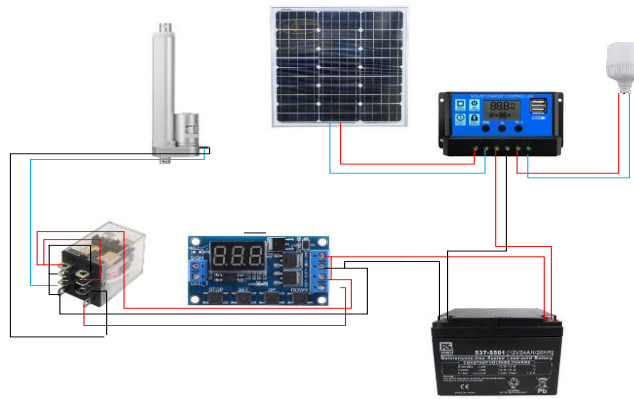
Adapun untuk proses kerja dari sistem solar tracker ini dapat dilihat pada gambar 4 dan untuk proses pertama yaitu panel surya akan mengisi daya melalui solar charger controller (SCC) menuju baterai sebagai tempat menyimpan energi yang dihasilkan saat pengisian pada siang hari. Untuk proses perpindahan PV dengan menggunakan alat bantu aktuator/motor dc yang telah terhubung dengan timer digital berfungsi untuk menyesuaikan perpindahan dengan penundaan tertentu.



Gambar 4. Alur sistem solar tracker 1 DOF

2.5 Blok Diagram Solar Tracker 1 DOF

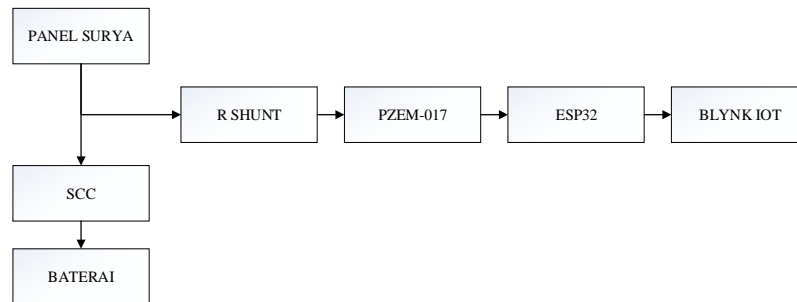
Pada gambar 5 adalah rancangan sistem kendali solar tracker 1 DOF yang dibuat pada penelitian ini dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mendeteksi arah cahaya matahari sehingga posisi photovoltaic (PV) selalu tegak lurus dengan cahaya matahari. Sistem ini bertujuan untuk memperoleh hasil keluaran dari panel surya yang lebih optimal ketimbang penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) yang biasanya pada proses pembuatan sistem ini menggunakan timer digital sattingan dengan delay 2,5 detik dan 2 detik Adapun timer digital tersebut digunakan untuk membandingkan keluaran dari PV lebih optimal yang mana.



Gambar 5. Rancangan blok diagram solar tracker 1 DOF

2.6 Alur Sistem Monitoring

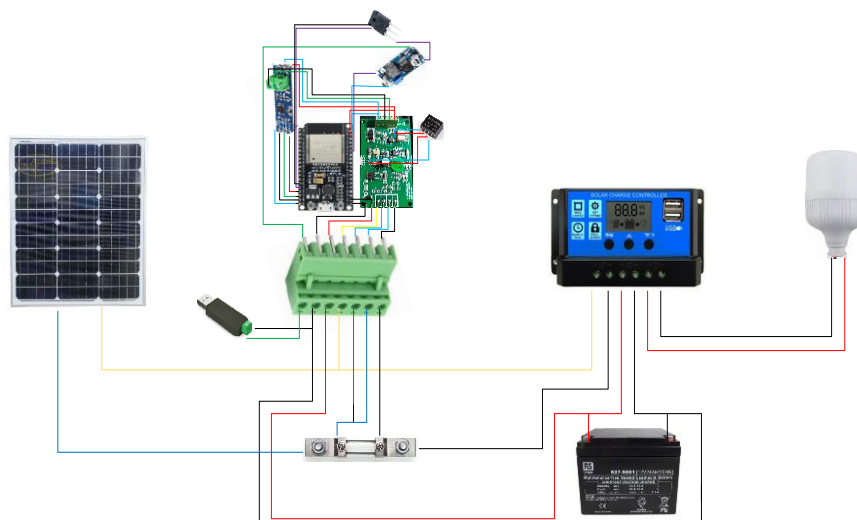
Alur sistem monitoring pada penelitian ini terdapat pada gambar 6, adapun untuk proses pertama yaitu panel surya mengisi daya mengisi daya baterai melalui solar charger controller (SCC) untuk menyimpan energi. Proses berikutnya dilanjutkan dengan monitoring output keluaran panel surya dengan menggunakan sensor pzem-017 sebagai sensor tegangan dan arus untuk dihubungkan pada module esp32. Esp32 ini juga digunakan sebagai informasi nilai nilai parameter tegangan panel, arus panel dan daya panel. Informasi yang didapatkan ini dikirimkan menuju aplikasi blynk dan dapat ditampilkan untuk nilai-nilai parameter melalui smartphone dan computer yang telah terhubung dengan module esp32.



Gambar 6. Alur sistem monitoring

2.7 Blok Diagram Monitoring

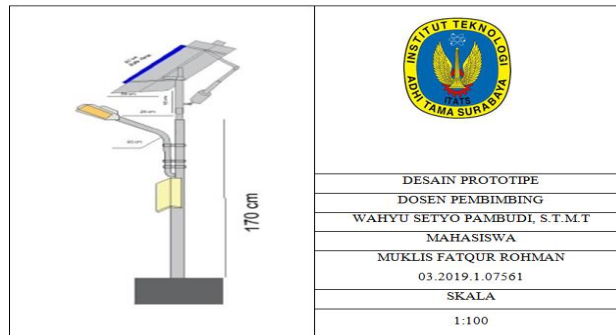
Pada gambar 7 adalah Blok diagram dari rancangan sistem monitoring yang akan dibuat pada penelitian ini dengan menampilkan nilai parameter pada keluaran dari photovoltaic (PV) sebagai penerangan jalan umum tenaga surya dengan data pengukuran seperti tegangan panel, arus panel dan daya panel. Adapaun untuk proses pertama yaitu R shunt akan menyebarkan tegangan yang masuk pada sensor pzem-017 dilanjutkan ke module esp32 yang telah terhubung pada aplikasi blynk IoT kemudian setelah semuanya terhubung satu sama lain maka aplikasi blynk IoT dapat menampilkan nilai parameter keluaran dari PV dengan tampilan data berupa tegangan, arus dan daya panel pada smartohone/leptop yang telah terhubung dengan module eps32. Setelah semua sudah berjalan sesuai target awal maka data pengukuran dapat didownload pada web aplikasi Blynk IoT.



Gambar 7. Rancangan blok diagram monitoring

2.8 Desain Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS)

Pada gambar 8 berikut ini merupakan desain dari penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) yang telah dibuat pada penelitian ini.



Gambar 8. Desain penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS)

Pada gambar 8 adalah Hasil desain sipeneliti dengan menggunakan AutoCad adapun topik yang di ambil pada penelitian ini adalah penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan penambahan sistem solar tracker 1 DOF (Degree Of Freedom) dan sistem monitoring yang terpusat pada device seperti smartphone/leptop dengan menampilkan keluaran dari photovoltaic (PV) dengan menampilkan nilai parameter dari tegangan panel, arus panel dan daya panel dengan menggunakan aplikasi blynk IoT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

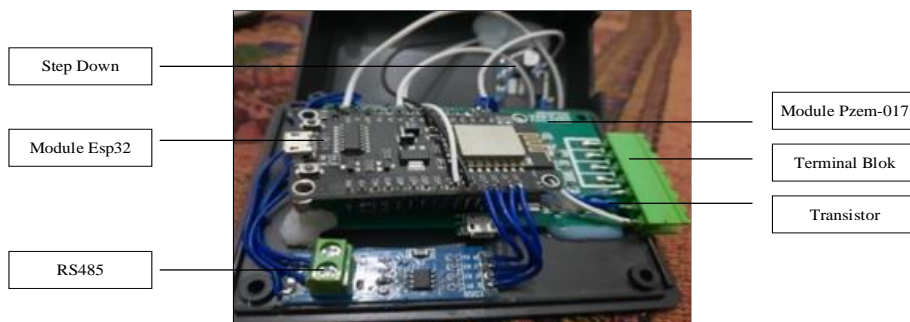
Pada bagian ini dibahas tentang analisa hasil optimalisasi penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan menggunakan sistem solar tracker 1 DOF (Degree Of Freedom) dan sistem monitoring dengan aplikasi blynk IoT. Analisa yang dilakukan oleh penulis dengan cara membandingkan data yang di ambil pada pengukuran dengan pengujian photolotaic (PV) sebagai penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2,5 detik, PJU-TS dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2 detik dan PJU-TS tanpa sistem solar tracker dengan pengambilan data menggunakan sistem monitoring yang dapat dilihat menggunakan smartphone/leptop dengan menmapilkan nilai parameter tegangan, arus dan daya panel surya.



Gambar 9. Sistem kendali gerak 1 DOF

Pada gambar 9 adalah hasil dari sistem pengendali pergerakan satu DOF yang digunakan pada PJU dalam penelitian ini dengan komponen pendukung seperti berikut:

1. Relay
2. Sensor LDR
3. Converter
4. Delay Timer



Gambar 10. Hasil integrasi sistem monitoring

Pada gambar 10 adalah hasil integrasi dari sistem monitoring PJU yang digunakan pada penelitian ini dengan komponen pendukung seperti berikut:

1. Esp32
2. Modul pzem-017
3. Terminal Blok
4. RS485
5. Step Down
6. Transistor



Gambar 11. Alat penelitian

Pada gambar 11 merupakan sistem (PJU-TS) yang dilengkapi dengan monitoring IoT yang telah dibuat, dengan menambahkan sistem mekanik pergerakan satu DOF dan sistem monitoring dengan menggunakan aplikasi blynk IoT dengan bertujuan untuk memantau kinerja dari sistem PJU-TS dan mempermudah dalam pengambilan data.



Gambar 12. Tampilan nilai parameter pada aplikasi blynk

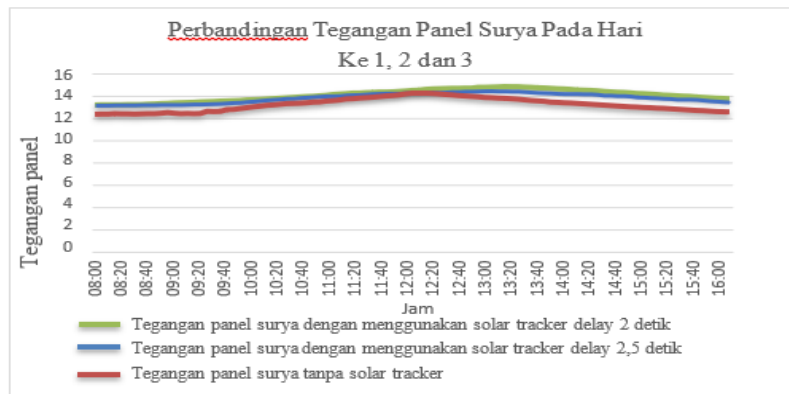
Pada gambar 12 adalah hasil dari tampilan blynk IoT yang telah terhubung pada laptop dengan menampilkan nilai parameter tegangan panel, arus panel dan daya panel.



Gambar 13. Hasil pengukuran yang dikirim ke email

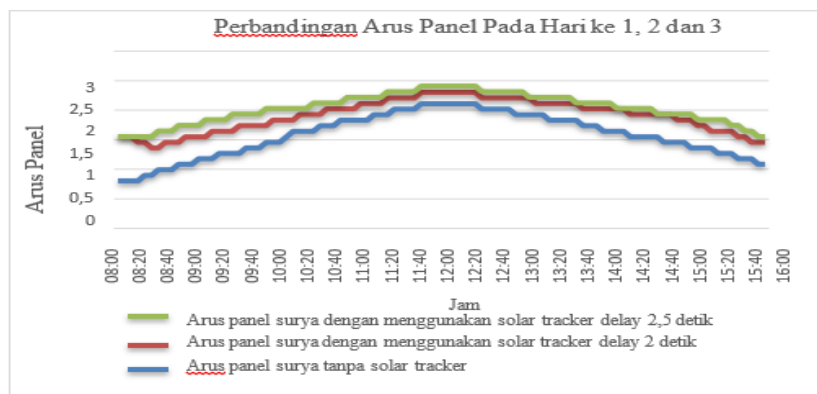
Pada gambar 13 adalah hasil data yang dikirim menggunakan mikrokontroler esp32 yang telah terhubung dengan aplikasi blynk IoT. Data tersebut dapat didownload pada web blynk dan untuk hasil data pengukuran pada penelitian ini dengan memonitoring output daya panel surya dengan monitoring tegangan, arus dan daya pada penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS).

Pengukuran pada panel surya sebagai penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) meliputi pengukuran tegangan panel, arus panel dan daya panel pada saat pengisian daya pada baterai yang digunakan untuk menyalakan PJU-TS pada saat malam hari dengan menggunakan 3 perbandingan antara lain sebagai berikut: PJU-TS dengan sistem solar tarcker delay 2,5 detik, PJU-TS dengan sistem solar tarcker delay 2 detik dan PJU-TS tanpa sistem solar tracker.



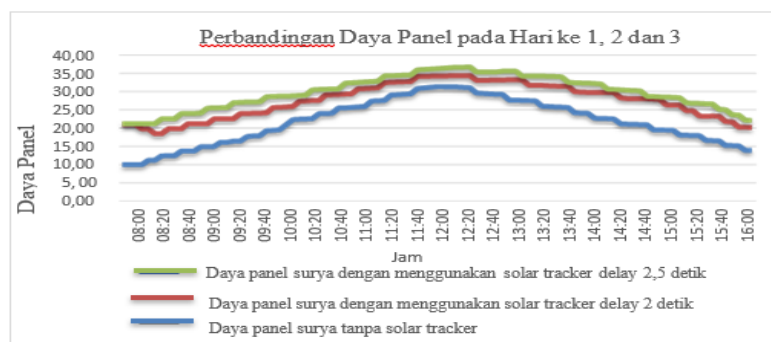
Gambar 14. Grafik perbandingan tegangan

Pada gambar 14 adalah hasil perbandingan tegangan dari keluaran panel surya yang digunakan sebagai penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan 3 perbandingan antara lain PJU-TS dengan solar tracker delay 2,5 detik, PJU-TS dengan solar tracker delay 2 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker. Adapun untuk hasil 3 perbandingan dari PJU-TS ini dapat dilihat PJU-TS dengan solar tracker delay 2 detik lebih optimal daripada PJU-TS dengan solar tracker delay 2,5 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker.



Gambar 15. Grafik perbandingan arus

Pada gambar 15 adalah hasil perbandingan arus dari keluaran panel surya yang digunakan sebagai penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan 3 perbandingan antara lain PJU-TS dengan solar tracker delay 2,5 detik, PJU-TS dengan solar tracker delay 2 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker. Adapun untuk hasil 3 perbandingan dari PJU-TS ini dapat dilihat PJU-TS dengan solar tracker delay 2 detik lebih optimal daripada PJU-TS dengan solar tracker delay 2,5 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker.



Gambar 16. Grafik perbandingan daya

Pada gambar 16 adalah hasil perbandingan daya dari keluaran panel surya yang digunakan sebagai penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan 3 perbandingan antara lain PJU-TS dengan solar tracker delay 2,5 detik, PJU-TS dengan solar tracker delay 2 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker. Adapun untuk hasil 3 perbandingan dari PJU-TS ini dapat dilihat PJU-TS dengan solar tracker delay 2 detik lebih optimal daripada PJU-TS dengan solar tracker delay 2,5 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan berdasarkan dengan ujicoba perangkat penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) bahwa energi yang didapat dari PJU-TS dengan sistem mekanik pergerakan 1 DOF (Degree Of Freedom) dapat dimonitoring dengan memanfaatkan komponen pendukung seperti: esp32, rs485, modul pzem-017, step down, converter, terminal blok, R Shunt, transistor. Selain itu rancangan yang dibuat mendapatkan nilai rata-rata daya yang dibangkitkan pada setiap pengambilan data yaitu pada pengujian pertama penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2,5 detik sebesar 27,40 W, sedangkan PJU-TS dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2 detik sebesar 29,70 W dan PJU-TS tanpa menggunakan sistem solar tracker sebesar 21,61 W. Pada penelitian ini telah dilakukan analisa optimalisasi output daya dengan menggunakan sistem solar tracker pada penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS). Sehingga didapatkan hasil energi yang dibangkitkan pada PJU-TS dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2,5 detik sebesar 218,75 Wh, sedangkan PJU-TS menggunakan sistem dengan solar tracker delay 2 detik sebesar 235,20 Wh dan PJU-TS tanpa solar tracker sebesar 171,34 Wh. Dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa PJU-TS dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2 detik lebih optimal dibandingkan dengan PJU-TS dengan menggunakan sistem solar tracker delay 2,5 detik dan PJU-TS tanpa solar tracker.

REFERENCES

- [1] S. Azzahra, M. Fikri, and T. Ratnasari, "Pemasangan Lampu Jalan Berbasis Solar Cell untuk Penerangan Jalan di Desa Cilatak Ciomas," vol. 1, no. 2, pp. 137–143, 2019.
- [2] W. Anhar, M. Amin, and T. Sulisty, "Perhitungan Lampu Penerangan Jalan Berbasis Solar System," no. 1, pp. 33–36, 2018.
- [3] A. A. Elsayed, E. E. Khalil, M. A. Kassem, and O. A. Huzzayin, "A novel mechanical solar tracking mechanism with single axis of tracking for developing countries," *Renew. Energy*, vol. 170, pp. 1129–1142, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2021.02.058.
- [4] S. R. Hikmawan and E. A. Suprayitno, "RANCANG BANGUN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) MENGGUNAKAN SOLAR PANEL BERBASIS ANDROID," vol. 3, no. May, pp. 9–17, 2018, doi: 10.21831/elinvo.v3i1.15343.
- [5] E. R. Arganata, W. Setyo Pambudi, and T. Suheta, "Rancang Bangun Kontrol Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya yang Dilengkapi Informasi Kondisi Lampu dengan Bantuan Internet of Things," *J. Ris. Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 2407–389, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i2.3923.
- [6] A. N. Hidayanti, P. Handayani, and I. C. J. R., "Pemanfaatan Metode Single Axis Tracker dan Maximum Power Point Tracker (MPPT) PID untuk Mengoptimalkan Daya Keluaran Panel Surya," pp. 149–155.
- [7] H. R. Iskandar and A. Gunawan, "Uji Karakteristik Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya Berbasis Internet of Things," *J. Inform. dan ...*, vol. 4, no. 2, pp. 125–137, 2021, [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/view/433%0Ahttp://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/view/433/162>
- [8] N. Nadhiroh, A. Damar Aji, K. Kusnadi, and M. Dwiyaniti, "Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts) Untuk Warga Guha Kulon Klapanunggal," *Dharmakarya*, vol. 11, no. 1, p. 59, 2022, doi: 10.24198/dharmakarya.v11i1.36331.
- [9] J. Lianda, "Penerapan IoT untuk Sistem Pemantauan Lampu Penerangan Jalan Umum," vol. 5, no. 1, pp. 32–41, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.31249.
- [10] J. G. Lasso, D. Castelo Branco, A. Magrini, and D. Matos, "Environmental life cycle-based analysis of fixed and single-axis tracking systems for photovoltaic power plants: A case study in Brazil," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 11, no. September, 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100586.
- [11] U. Mamodiya and N. Tiwari, "Design and implementation of an intelligent single axis automatic solar tracking system," *Mater. Today Proc.*, vol. 81, no. 2, pp. 1148–1151, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.04.428.
- [12] A. D. Putra, A. B. Pulungan, and I. Yelfianhar, "Optimalisasi Penyerapan Energi Matahari Menggunakan Sistem Solar Tracking Dua Sumbu," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 187, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108552.
- [13] M. Y. Mukta, M. A. Rahman, A. T. Asyhari, and M. Z. Alam Bhuiyan, "IoT for energy efficient green highway lighting systems: Challenges and issues," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 158, no. February, p. 102575, 2020, doi: 10.1016/j.jnca.2020.102575.
- [14] A. B. Pulungan, Q. Fajri, and I. Yelfianhar, "Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan Single Axis Tracker Pada Daerah Khatulistiwa," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, p. 261, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.113304.
- [15] S. Helena, J. Hamka, and K. UNP Air Tawar Padang, "Unjuk Kerja Single Axis Solar Tracker Berdasarkan Perubahan Waktu Pergerakan Matahari," *MSI Trans. Educ.*, vol. 03, no. 04, p. 2022, 2022.
- [16] W. S. PAMBUDI, R. A. FIRMANSYAH, T. SUHETA, and N. K. WICAKSONO, "Analisis Penggunaan Baterai Lead Acid dan Lithium Ion dengan Sumber Solar Panel," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 2, p. 392, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i2.392.
- [17] P. Ihwal Wiralaksana, W. Setyo Pambudi, and I. Masfufiah, "BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Sistem Kendali Dan Monitoring Penyiram Tanaman Cabai Menggunakan Metode Fuzzy Dengan Aplikasi Telegram," *Media Online*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2023.

- [18] E. Susanto, T. Tukadi, and W. S. Pambudi, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Gudang Berbasis Scada," vol. 8, no. 6, pp. 231–236, 2021, doi: 10.30865/jurikom.v8i6.3628.
- [19] A. I. Rifaldi, H. Azizah, and W. S. Pambudi, "Rancang Bangun Monitoring Charging System pada Alternator untuk Mengetahui Kondisi Baterai," Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform., pp. 317–324, 2021.
- [20] A. P. Putro, D. A. Hidayat, F. F. Heratama, and ..., "Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Dengan Sensor MQ2 Berbasis Internet of Things," ... Tek. Elektro, Sist. ..., pp. 217–224, 2023, [Online]. Available: <http://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/view/4214%0Ahttp://ejurnal.itats.ac.id/snestik/article/download/4214/3092>