

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING PJUTS BERBASIS *IoT* MENGUNAKAN APLIKASI BOT TELEGRAM

¹Farid Ali Rohman, ²Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, ^{1,3}Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT,2,
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

¹Faridalirohman@gmail.com, ²abraham@lecturer.itn.ac.id, ³e-mai

Abstrak— Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah infrastruktur lampu yang merupakan pelengkap jalan sehingga dapat digunakan untuk menerangi jalan di malam hari. Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya adalah solusi penerangan untuk jalan dan kawasan yang tidak berada dalam area jaringan PLN atau untuk efisiensi biaya penerangan. Kurangnya pengecekan dan perbaikan kebanyakan PJUTS tidak terurus dan mengalami kerusakan. Pada penelitian ini membahas tentang bagaimana mendesain dan merancang sistem monitoring dan pengiriman data dari jarak jauh yang dapat melihat kondisi PV, kapasitas baterai dan lampu dengan memasang sensor tegangan, sensor arus, dan RTC (Real Time Clock) kemudian ditampilkan ke bot telegram sebagai penampil hasil pembacaan sensor, penelitian ini dimulai dengan merancang sistem, kemudian pengiriman data, untuk menentukan kondisi PV Baik, Ada Bayangan, Perlu Diperiksakan. Dan kapasitas Baterai dalam persen menggunakan acuan tegangan pada Baterai, pada penelitian ini mengambil sampel tegangan selama tujuh hari dan di dapati penurunan secara terus menerus, antara 0,26V-1,42V. Arus beban 0,38 maka dikatakan lampu dalam keadaan menyala, tegangan pada baterai masih dalam keadaan baik karena tegangan masih dalam angka 12V setelah pemakaian dan pengecasan

Kata Kunci ; (PJUTS, Bot Telegram, Kerusakan)

I. PENDAHULUAN

Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah infrastruktur lampu yang merupakan pelengkap jalan sehingga dapat digunakan untuk menerangi jalan di malam hari. Dengan adanya PJU ini, para pejalan kaki, pesepeda dan pengendara kendaraan merasa terbantu untuk dapat melihat lebih jelas jalan/medan yang akan dilalui pada malam hari. Keselamatan berlalu lintas dapat ditingkatkan dan para pengguna jalan akan lebih aman dari kegiatan atau aksi kriminal.[1] Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) adalah Program Prioritas Nasional KESDM dalam rangka pemenuhan dan pemerataan akses energi bagi seluruh wilayah Republik Indonesia. Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) adalah solusi penerangan untuk jalan dan kawasan yang tidak berada dalam area jaringan PLN atau untuk efisiensi biaya penerangan. Karena

kurangnya pengecekan dan perbaikan, banyak PJUTS yang tidak terurus dan mengalami kerusakan, untuk menghindari kerusakan atau mengetahui kinerja PJUTS maka dibutuhkan monitoring secara berkala[2] untuk memastikan PJUTS tersebut masih berfungsi dengan baik, akan tetapi jangkauan untuk monitoring PJUTS satu persatu akan memakan banyak waktu. Untuk itu penulis membuat alat yang dapat memonitoring beberapa unit lampu. Dengan cara memasang microcontroller pada tiap unit untuk mengolah data, kemudian dikirimkan ke satu server atau aplikasi yang dapat diakses dengan smartphone atau laptop untuk mempermudah monitoring PJUTS dengan melihat nilai tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya, kondisi lampu dan kapasitas baterai untuk suplay lampu. Penelitian ini membahas tentang bagaimana memonitoring PJUTS dengan menggunakan sensor arus dan tegangan yang diolah oleh mikrokontroler pada tiap unit untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh PV, kapasitas baterai, dan beban pada lampu LED. Kemudian data dari setiap mikrokontroler dikirimkan melalui satu bot telegram ke teknisi atau operator untuk melihat kondisi PJUTS untuk mempermudah perawatan atau perbaikan. Proses pengiriman data dilakukan otomatis pada pagi dan sore hari atau saat melakukan perintah *request* pada bot telegram.

- A. Berdasarkan pembahasan diatas masalah yang timbul yaitu, bagaimana mendesain dan merancang sistem monitoring dan pengiriman data PJUTS dari jarak jauh.
- B. Berdasarkan permasalahan diatas maka tujuan yang ingin di capai adalah, merancang dan membuat prototipe monitoring penerangan jalan utama yang dapat memonitor nilai tegangan yang dihasilkan dari panel surya, kondisi lampu, dan kapasitas baterai dari jarak jauh
- C. Dari permasalahan dan tujuan diatas diharapkan manfaat dari penelitian ini adalah, mengetahui kinerja PJUTS, dan mempermudah dalam melakukan pemeriksaan PJUTS

II. TINJAUAN PUSTAKA

Prototipe monitoring PJUTS terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian perancangan dan perakitan alat, bagian perakitan system dan pengiriman data ke bot telegram penelitian yang dilakukan berfokus pada pengambilan data dari PV, baterai dan beban:

Alat dan bahan dalam penelitian pembuatan prototype untuk mengetahui nilai tegangan dan arus melalui platform bot telegram , yaitu Panel surya 50wp, Solar charge control, sensor ACS712, sensor tegangan, Baterai, DC-DC Converter, ESP32

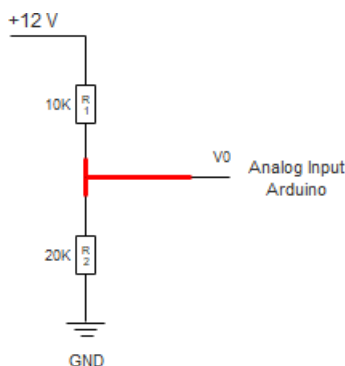
A. Panel Surya

Panel surya atau sel photovoltaic adalah suatu alat semikonduktor yang mengkonversi foton (cahaya) ke dalam listrik. Konversi ini disebut efek photovoltaic, dengan kata lain efek photovoltaic adalah fenomena dimana suatu sel photovoltaic dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik. Efek photovoltaic didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose dibawah energi cahaya. Jenis-jenis solar cell seperti Single crystalline (Gallium Arsenide Cell dan Cadmium Sulfide Cell), Polycrystalline cell (efisiensi 10-12%), Amorphous Silikon Cell (efisiensi sekitar 4-6%), Copper indium diselenide (CIS) cells (efisiensi 9-11%) dan Cadmium telluride (CdTe) cells (efisiensi 1-8,5%).[3]

B. Bot Telegram

Telegram adalah salah satu aplikasi chatting terenkripsi yang dikenal sangat aman dan canggih. Dapat digunakan di handphone atau laptop, fitur keamanan yang mumpuni serta didukung dengan berbagai tools dan fitur canggih membuat Telegram menjadi semakin digemari, kemampuan Telegram yang dapat mengirim file hingga berukuran 1.5 GB.[4]

C. Sensor tegangan

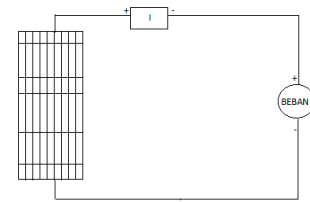


Gambar 2.1 Sistem kerja sensor tegangan

Sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian. Arduino dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog. Jika range tegangan yang dibaca diantara 0-5 V bisa langsung menggunakan

pin analog, sedangkan jika range tegangan yang dibaca >5V harus menggunakan rangkaian tambahan yakni pembagi tegangan karena pin kontroler bekerja pada max 5 v. [5] Pada alat ini menggunakan dua buah sensor tegangan 25V.

D. Sensor ACS12



Gambar 2.2 (rangkaiian sensor arus)

Sensor arus adalah modul yang berfungsi mendeteksi aliran arus listrik yang melewatinya. *Hall effect allegro ACS712* merupakan sensor yang presisi sebagai Sensor arus AC atau DC.[5] Pada alat ini menggunakan dua buah sensor 5A dan satu buah sensor 30A.

E. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan dengan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar dengan arus listrik yang kecil (*low power*) prototype ini menggunakan relay 5V dan 50 mA[6].

F. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler open-source berdasarkan papan masukan/keluaran. Papan ini dirancang untuk mendukung Wi-Fi dan Bluetooth. ESP32 memiliki 36 GPIO, 14 di antaranya adalah Analog ke Digital Converter (ADC) yang dapat dihubungkan ke sensor. Ketika 3,3volt di inputkan ke salah satu port ADC, nilainya 4095. Nilai ini disebut tegangan referensi ke ESP32. Jangkauan VCC yang dipasok ke ESP32 adalah 2.2V sampai 3.6V. [7]

G. Baterai

Baterai atau *Battery* adalah sebuah komponen yang mampu mengubah energi kimia yang disimpannya menjadi sumber energi listrik melalui proses kimia untuk dapat digunakan peralatan elektronika. [8] Syarat baterai bekerja secara normal adalah, arus tersimpan di baterai tidakboleh terkuraslebih dari 25%, sehingga DOD (deep of discharge) = 100% - 25% = 75%. [9]

H. Solar Charge Controller

Charge controller berfungsi untuk melindungi baterai dari pengisian berlebihan dan pengisian sedang pada akhir pengisian akhir dari bank baterai. Oleh karena itu meningkatkan masa pakai baterai bank. Ini juga menunjukkan status pengisian baterai seperti baterai undercharged, overcharged atau deep discharged melalui Indikasi LED.[10]

I. RTC DS3231

RTC DS3231 adalah salah satu jenis module yang dimana berfungsi sebagai RTC (Real Time Clock) atau pewaktuan digital serta penambahan fitur pengukur suhu yang dikemas kedalam 1 module.[11]

J. DC to DC Converter

DC to DC adalah sebuah sirkuit elektronik atau perangkat elektromekanis yang mengkonversi sumber arus searah (DC) dari satu tingkat tegangan yang lain, tingkat daya berkisar dari sangat rendah ke sangat tinggi sesuai dengan spesifikasi, konverter dapat dioperasikan dalam tiga mode berbeda.[12]

Dalam penelitian ini menggunakan buck converter dan buck boost converter

K. Lampu LED DC

Sebuah diode normal, biasanya terbuat dari silikon atau germanium, memancarkan cahaya tampak inframerah dekat, tetapi bahan yang digunakan untuk sebuah LED bahan yang berbeda beda untuk menciptakan warna yang berbeda. Prototype ini menggunakan LED 10W. [13]

L. Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai adalah jumlah ampere dikali jam, Ah = kuat arus(Ampere) x waktu(hour). Artinya baterai dapat memberikan atau menyuplai sejumlah isinya secara rata-rata sebelum tiap selnya menyentuh tegangan/voltase turun (*drop voltage*) yaitu sebesar 1.75 Volt karena tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 Volt, jika dipakai maka tegangan akan terus turun dan kapasitas efektif dikatakan sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1.75 Volt.

Missal baterai 12V/20 Ah dapat memberikan kuat arus sebesar 20 ampere selama satu jam dengan daya 240 Watt dengan perhitungan: Daya = V x I = 12 V x 20 A= 240 Watt Secara hitungan kasar dapat menyuplai alat berdaya 240 Watt selama satu jam atau alat berdaya 24 Watt selama 10 jam, walaupun pada kenyataannya tidak selalu seperti itu.

M. Kriteria Kesehatan Baterai

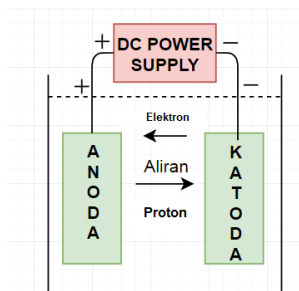
Kriteria baterai yang sehat dapat diketahui dari nilai tegangan pada setiap sel baterai, nilai tegangan sel baterai yang sehat ada di kisaran 2.1 Volt – 2.2 Volt

Kondisi	Tegangan Baterai	Tegangan per cell
GOOD	12V – 12.8V	2V – 2.13V
WEAK	10.8V – <12V	1.8V – <2V
DEAD	0V – <10.8V	0V – 1.8V

Tabel 2,1 Kondisi baterai[14]

N. Pengisian Baterai

Proses pengisian (*charge*) dilakukan untuk mengisi kembali daya yang telah terpakai pada baterai, bila sel dihubungkan dengan catu daya maka elektroda positif menjadi *anoda* dan elektroda negatif menjadi *katoda* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2.3 Proses pengisian baterai

Proses pengisian memerlukan waktu yang bervariasi tergantung pada seberapa besar daya yang hilang dan besarnya arus yang dialirkan ke baterai, yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Lama Pengisian} = \frac{\text{Kapasitas yang hilang}}{10\% \text{ kapasitas Baterai}}$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram alir penelitian

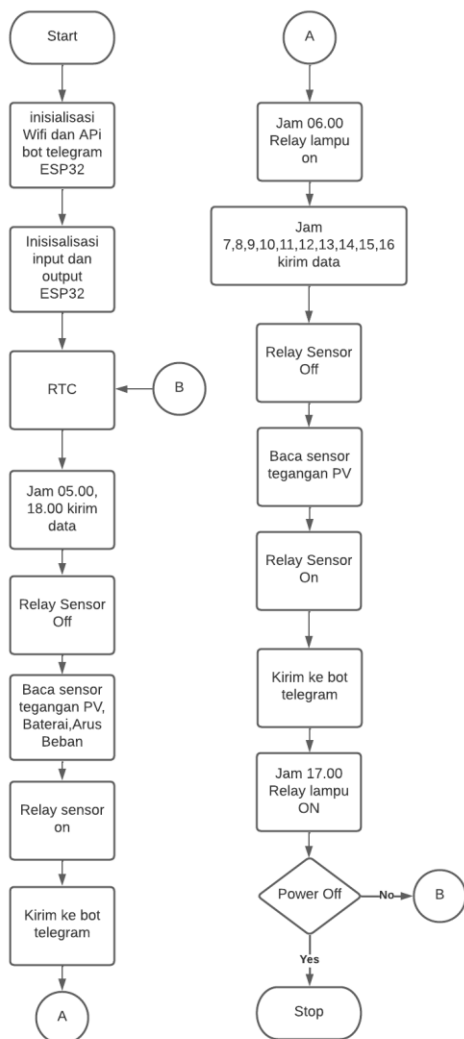


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Gambar 3.1 adalah gambaran dari penelitian ini, dimulai dari studi literatur, perancangan system kemudian perancangan alat dan pembacaan sensor lalu diteuskan ke platform. Jika pada bot telegram pembacaan

sensor, control dan pengiriman data tidak sesuai, maka perlu dilakukan pkalibrasi ulang, apabila output di bot telegram sudah sesuai maka data siap diolah atau di Analisa.

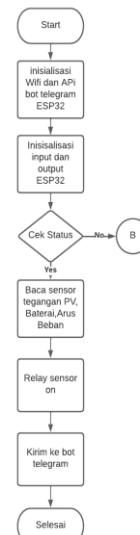
B. Flowchart program



Gambar 3.2 Flowchart program alat

Gambar 3.2 adalah alur program yang ada pada alat dimulai dari inisialisasi *Wi-Fi* dan *API* dari bot telegram, inisialisasi komponen ke *ESP32*, *RTC* difungsikan untuk menentukan waktu pengiriman data, dan menyalakan atau mematikan relay untuk lampu, pada saat pembacaan sensor harus memutus rangkaian *PJUTS* supaya didapatkan nilai asli masing masing perangkat, jika tidak memutus rangkaian maka yang terbaca adalah tegangan campuran dari *PV* dan baterai.

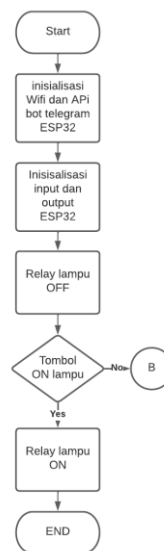
C. Flowchart program Cek status



Gambar 3.3 Flowchart program cek status

Dilihat dari gambar 3.3 Jika mikrokontroler menerima pesan cek status dari Bot Telegram maka program akan membaca sensor dan kemudian hasil pembacaan diirinkan ke Bot Telegram Kembali.

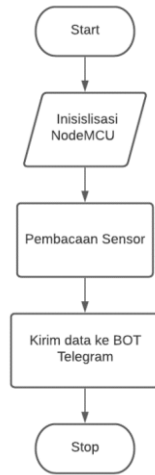
D. Flowchart program Kontrol Lampu



Gambar 3.4 Flowchart control lampu

Gambar 3.4 diatas adalah program kontrol lampu apabila dibutuhkan untuk menyalakan lampu diluar program lampu padam, missal ingin dinyalakan pada siang hari pada keadaan mendung

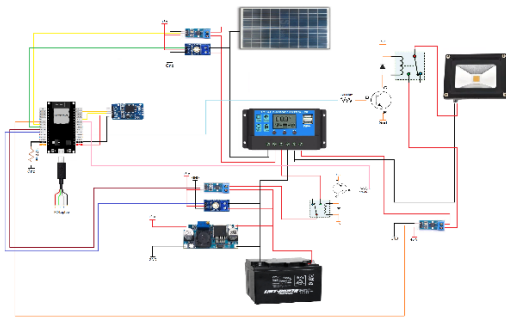
E. Blok diagram



Gambar 3.5. Diagram Blok

Prinsip kerja alat ini modul sensor arus dan tegangan membaca input dari PV, Baterai dan Beban di olah ESP32, ESP menyambung ke wi-fi kemudian dikirimkan ke bot telegram sesuai dengan jam atau perintah yang diberikan.

F. Skematik rangkaian



Gambar 3.6 Skematik Rangkaian

Gambar 3.6 diatas adalah rangkaian yang digunakan pada penelitian ini, terdapat sensor arus dan tegangan pada PV, sensor arus dan tegangan Baterai, sensor arus Beban, DC-DC untuk suplay dan output MPPT agar lebih konstan, ESP32, Rtc untuk waktu pengiriman data, relay untuk menyalakan dan mematikan lampu.

G. Pembuatan bot telegram

Pertama, melakukan chat ke *BotFather* dengan mengirimkan pesan `"/start"`. Setelah beberapa menit, BotFather akan menampilkan daftar tugas yang

digunakan untuk mengatur dan menyesuaikan bot. pilih `"/newbot"` untuk membuat bot baru dan tekan enter. Kemudian buat nama pengguna bot seperti "PJUTS BOT". Kemudian, BotFather akan menunjukkan Bot Token yang digunakan untuk berkomunikasi dengan Telegram. Token dimasukkan ke program ESP.

H. Pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan dua buah PV dengan memberi penutup pada salah satu PV kemudian dibandingkan dari kedua data, penutup di fungsikan untuk pengganti kotoran atau debu yang ada pada PV.

Sensor arus dan tegangan yang dipasang pada PV, untuk mengetahui nilai tegangan dan arus yang dihasilkan pv, sensor arus dan tegangan yang dipasang pada baterai untuk mengetahui nilai tegangan dan arus baterai, sensor arus dibasang pada beban untuk mengetahui nilai arus yang ke beban.

Kemudian semua sensor yang sudah terpasang dihubungkan ke ESP32 untuk di olah dan dikirimkan ke bot telegram.

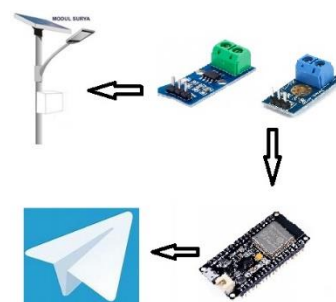
I. Pengolahan data

Data yang didapatkan melalui Bot Telegram kemudian dimasukkan ke tabel, untuk mempermudah analisa. Data yang dimasukkan meliputi, data PV, baterai dan beban.

J. Pengiriman Pesan pada bot telegram

dilakukan sebanyak 10 kali secara otomatis pada jam 07.00 sampai jam 16.00 pesan yang dikirim adalah data Tegangan PV dan Arus PV, dan mengirim pesan dua kali pada jam 05.00 dan 17.00 pesan yang dikirim adalah data arus PV, Tegangan PV, Arus Baterai, Tegangan Baterai, Arus Beban.

Bot telegram juga dapat melakukan perintah untuk cek status secara real time jadi tidak perlu menunggu bot telegram mengirim pesan pada jam tertentu, bot telegram juga dapat melakukan perintah menyalakan lampu berfungsi jika Ketika siang dalam keadaan mendung dan butuh penerangan



Gambar.3.7 Ilustrasi proses kerja alat

K. Indikasi kerusakan atau *trouble* pada PJUTS:

1. Apabila tegangan yang dihasilkan PV terjadi penurunan secara berkala dalam waktu yang lama dapat disimpulkan PV dalam keadaan kotor.
2. Apabila tegangan PV mengalami penurunan dan kenaikan tegangan dalam waktu singkat dapat disimpulkan PV dalam keadaan baik karena ada kemungkinan terkena mendung atau tertutup bayangan.
3. Apabila arus beban kurang dari 0.38 maka dapat disimpulkan lampu mengalami kerusakan,
4. Apabila baterai kurang dari 12V maka baterai dalam kondisi lemah sesuai dengan tabel pada 2.1.

Indikasi di atas hanya untuk memberikan gambaran kerusakan, untuk memastikan lebih lanjut harus dilakukan pengecekan visual secara langsung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tampilan data bot telegram

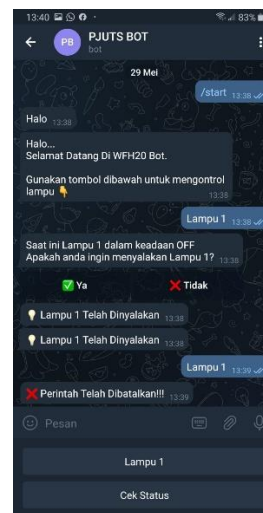
Data sensor yang telah didapatkan oleh pembacaan sensor ditampilkan ke platform telegram.



Gambar 4.1 Tampilan data

B. Tampilan kontrol lampu bot telegram

Lampu dapat menyala otomatis pada sore hingga pagi. Apabila menginginkan lampu menyala pada siang hari dapat dikontrol melalui bot telegram.



Gambar 4.2 Tampilan kontrol lampu

C. Pengambilan data



Gambar 4.3 PV tanpa penutup



Gambar 4.4 PV Menggunakan penutup

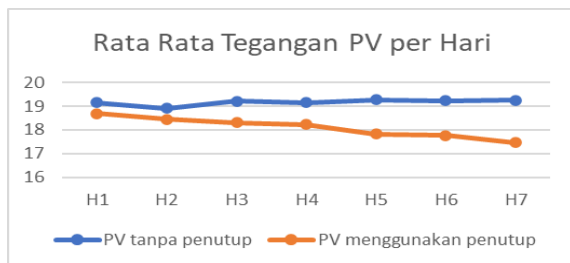
Pengambilan data PV per jam dari jam 07.00 16.00 di ujikan dengan cara menutup dengan benda tidak tembus cahaya, berikut data yang didapat dari PV tanpa penutup dan PV yang di tutup. Dilakukan selama 1 minggu. Tegangan yang diambil adalah tegangan murni PV yang belum tersambung pada MPPT dan Baterai.

Tegangan PV tanpa penutup							
Jam	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
07.00	18,3	18	17,73	18,2	17,43	18,3	18,14
08.00	18,7	18,4	18,23	18,61	18,7	18,7	18,7
09.00	19,3	18,7	19,3	18,91	19,6	19,4	19,3
10.00	19	19,1	19,51	19,66	19,52	19,4	19,4
11.00	19,4	18,4	18,7	19,45	19,1	19,4	19,83
12.00	19,8	20,02	19,8	20,12	19,8	19,83	20,14
13.00	19,82	19,82	20,21	19,22	20,1	19,92	19,82
14.00	19,76	19,37	19,76	19,76	19,76	19,66	19,76
15.00	19,63	18,63	18,83	19,3	18,73	19,4	19
16.00	17,8	17,6	18	17,96	18,01	18,12	18,2

Tabel 4.1 Tegangan pv 7 hari tanpa penutup

Tegangan PV menggunakan penutup							
Jam	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
07.00	17,85	17,55	17,4	17,4	16,85	16,85	16,5
08.00	18,25	17,95	17,33	17,71	17,25	17,25	16,9
09.00	18,85	18,25	18,4	18,01	18,15	17,95	17,5
10.00	18,55	18,65	18,61	18,76	18,07	17,95	17,6
11.00	18,95	18,95	18,5	18,5	17,95	17,95	17,6
12.00	19,35	19,57	18,9	19,22	18,35	18,38	18,34
13.00	19,37	19,37	19,31	18,32	18,65	18,42	18,02
14.00	19,26	18,92	18,86	18,76	18,31	18,16	17,96
15.00	19,13	18,18	18,73	18,63	18,18	18,13	17,83
16.00	17,3	17,15	17,1	16,96	16,56	16,62	16,4

Tabel 4.2 Tegangan pv 7 hari menggunakan penutup



Gambar 4,5 Grafik rata rata perhari

1. Dilihat dari tabel 4.1 diatas tegangan pv tanpa penutup mengalami naik dan turun selama satu minggu, dapat disimpulkan pv terkena mendung atau bayangan
2. Dilihat dari table 4.2 tegangan pv mengalami penurunan 0,45 -1,8V secara konstan selama satu minggu dapat disimpulkan pv dalam keadaan berdebu.

D. Data lampu atau beban



Gambar 4.6 Arus beban pada bot telegram

Dari gambar 4.6 dengan acuan jika arus $\leq 0,38$ lampu dalam keadan kurang baik, dapat dilihat arus beban pada penelitian ini adalah 0,38 maka lampu dalam keadaan baik.

E. Output dari MPPT

Pengukuran MPPT		
Jam	Tegangan (V)	Arus (A)
07.00	12,60	1,71
08.00	13,00	1,72
09.00	13,08	1,83
10.00	13,40	1,87
11.00	14,02	1,45
12.00	15,08	1,04
13.00	14,68	0,98
14.00	14,70	0,95
15.00	14,40	0,84
16.00	13,98	0,82
Jumlah	138,94	13,2
Rata-Rata	13,89	1,32

Tabel 4.4 Data Tegangan dan arus dari output MPPT

Tabel diatas adalah output dari MPPT kemudian data yang didapat digunakan untuk menghitung kapasitas baterai dan pengisian

F. Pengambilan data sensor arus dan tegangan baterai dilakukan pada jam 05.00 dan 17.00

Jam	17.00	05.00
Tegangan baterai	12,8	12,4
Arus baterai	0,1	0,9

Tabel 4.4 Data jam 17.00 dan 05.00

Dari tabel 4.3 Tegangan rata rata baterai mengalami penurunan 0,4V setelah pemakaian, dapat disimpulkan sesuai dengan BAB II table 2.1 baterai masih dalam kondisi *GOOD* yaitu tegangan baterai masih diatas 12 V.

$$\frac{4}{1,3} = 3 \text{ jam}$$

G. Perhitungan kapasitas baterai

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kapasitas baterai yang digunakan sebagai *power supply*. Alat ini menggunakan baterai 12V dengan kapasitas 20Ah. Maka perhitungan daya yang dapat disuplai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Daya (P)} &= V \times I \\ &= 12 \times 20 \\ &= 240 \text{W/jam} \end{aligned}$$

Baterai dapat menyuplai selama satu jam dengan beban 240W dengan arus rata tara 20A. Sedangkan untuk beban yang berdaya 4,5 Watt perhitungannya adalah;

$$\frac{240}{4,5} = 53,3 \text{ Jam}$$

Jadi diasumsikan dengan beban sebesar 4,5W dapat mensuplai selama 53 jam, namun arus yang tersimpan pada baterai tidak boleh terkuras lebih dari 25% ;

$$53 - 25\% = 40 \text{ jam}$$

Baterai 12V 20Ah dengan DOD 25% dapat mensuplai beban 4,5W selama 40 jam. Maka kapasitas baterai yang digunakan selama 12 jam dengan beban 4,5W adalah;

$$\frac{40}{12} \times \frac{100\%}{x\%}$$

Persamaan tersebut kemudian dikalikan silang sehingga;

$$40X = 1.200$$

$$X = \frac{1.200}{40} = 30\%$$

Kapasitas baterai yang digunakan 12 jam dengan beban 4,5W akan berkurang sebesar 30% ,

Untuk mengetahui daya yang hilang adalah;

$$X = \frac{12,8 - 12,4}{0,02} = 20\%$$

$$X = 20\% \times 20 = 4\text{Ah}$$

Daya baterai yang hilang selama 12 jam adalah 4Ah, kemudian untuk mencari lama pengecasan adalah;

Lama pengecasan daya baterai yang hilang 4Ah dengan arus rata rata 1,3A adalah 3 jam

V. KESIMPULAN

1. kondisi baterai dalam keadaan baik dilihat dari tegangan yang naik setelah pengecasan pada jam 17.00, sebesar 0,4V.
2. Tegangan selama satu minggu mengalami penurunan secara konstan sebesar 0,45-1,8, dapat disimpulkan PV perlu dibersihkan..
3. Lampu menyala dan dalam keadaan baik karena arus lebih dari 0,38A.

VI. REFERENSI

- [1] K. PUPR, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 16/PRT/M/2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol." p. 10, 2014.
- [2] N. Sukhathai and T. Tayjasant, "Smart Street Lighting System with Networking Communication," *2019 IEEE PES Innov. Smart Grid Technol. Asia, ISGT 2019*, pp. 2826–2831, 2019, doi: 10.1109/ISGT-Asia.2019.8881684.
- [3] N. Budiastra, A. I. Weking, T. Elektro, F. Teknik, U. Udayana, and B. Jimbaran, "Sistem on Grid Pembangkit Listrik Tenaga Matahari," pp. 1–9. Telegram, "No Title." .
- [4] P. S. Ningsih, "Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno," *SainETIn*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2020, doi: 10.31849/sainetin.v5i1.4370.
- [5] M. A. Ramadhani, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Rancang bangun penangkap hama wereng dengan tenaga surya," 2018.
- [6] I. Allafi and T. Iqbal, "Design and implementation of a low cost web server using ESP32 for real-time photovoltaic system monitoring," *2017 IEEE Electr. Power Energy Conf. EPEC 2017*, vol. 2017-Octob, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/EPEC.2017.8286184.
- [7] K. Hidayat, M. C. Hasani, N. A. Mardiyah, and M. Effendy, "Strategi Pengisian Baterai pada Sistem Panel Surya Standalone Berbasis Kontrol PI Multi-Loop," *J. Tek. Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 25–33, 2021, doi: 10.15294/jte.v13i1.29765.
- [8] P. Sundari, "Proposal Instalasi Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi," 2014.
- [9] M. N. Bhairi, S. S. Kangle, M. S. Edake, B. S. Madgundi, and V. B. Bhosale, "Design and implementation of smart solar LED street light," *Proc. - Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICEI 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 509–512, 2018, doi: 10.1109/ICOEI.2017.8300980.

- [11] F. Luis and G. Moncayo, "Rtc ds1307." <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-ds1307-rtc-module>.
- [12] S. Palanidoss and T. V. S. Vishnu, "Experimental analysis of conventional buck and boost converter with integrated dual output converter," *Int. Conf. Electr. Electron. Commun. Comput. Technol. Optim. Tech. ICECCOT 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 323–329, 2018, doi: 10.1109/ICECCOT.2017.8284521.
- [13] T. K. Tran, H. Yahoui, N. Siauve, N. Nguyen-Quang, and D. Genon-Catalot, "Construct and control a PV-based independent public LED street lighting system with an efficient battery management system based on the power line communication," *2017 IEEE 2nd Int. Conf. Direct Curr. Microgrids, ICDCM 2017*, pp. 497–501, 2017, doi: 10.1109/ICDCM.2017.8001092.
- [14] I. Borni Florus King , Seno Darmawan Panjaitan , Aryanto Hartoyo Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Jln. Prof. H. Hadari Nawawi, Pontianak and E. :
Bornifullbuster94@gmail.com1, "SISTEM KONTROL CHARGING DAN DISCHARGING SERTA MONITORING KESEHATAN BATERAI."

FOTO
MAHA
SISWA

Farid Ali Rohman, MIM 21 Kapas, SMPM 1 Sumberrejo, SMAN 1 Sumberrejo, Politeknik Negeri Malang, Institut Teknologi Nasional Malang, Bojonegoro, 20 Mei 1998, Faridalirohman@gmail.com.