

RANCANG BANGUN PENERANGAN JALAN UMUM UNTUK MENGATASI KONDISI BERKABUT MENGGUNAKAN SENSOR LDR DAN SENSOR KABUT BERBASIS ESP 32

Lukman Aditya¹, Akmal Rinjani Harahap²
^{1,2} Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana
lukmanaditya@unkris.ac.id¹, akmalrnjn@gmail.com²

Abstrak –Penggunaan sumber energi terbarukan yang sangat potensial bagi kehidupan kita, khususnya di Indonesia yang berada di daerah tropis. Pada penelitian ini dibahas rancang bangun lampu penerangan jalan umum (PJU) otomatis dilengkapi dengan sistem penerangan berkabut menggunakan sensor LDR dan sensor kabut berbasis mikrokontroler ESP 32 dengan sumber sel surya. Sumber energi listrik digunakan sumber sel surya 10 Wp, dan baterai 12VDC untuk sumber energi listrik pada malam hari. Tegangan baterai diturunkan menggunakan DC LM 2596 sebagai sumber untuk mikrokontroler ESP 32. Pada sistem kendali terdapat beberapa input yaitu sensor LDR, sensor kabut dan juga Relay. Dari ESP 32 perintah digunakan untuk mengendalikan relay. Relay dihubungkan dengan sumber tegangan DC sesuai pengaturan ESP 32. Pada alat ini menggunakan sensor LDR untuk mengaktifkan saat kondisi gelap dan sensor MQ2 untuk mendeteksi kondisi berkabut. Lampu ganda digunakan bertujuan untuk mengatasi kurangnya penerangan jalan saat kondisi berkabut.. Pada pengujian *charging* baterai selama 3 hari dapat dihasilkan rata-rata tegangan baterai 12,61 V, arus panel surya 1,50 A dan daya yang dihasilkan rata-rata 18,8 W, dengan energi listrik yang dihasilkan mencapai 150,4 Wh. Lampu LED *off* apabila intensitas cahaya telah mencapai >1800 lux, dan menyala apabila intensitas cahaya <1800 lux. Lampu kabut akan on jika sensor MQ2 mendeteksi kabut > 900 μm pada serial monitor IDE.

Kata Kunci : Lampu jalan, sel surya, LDR, sensor MQ2, lux

Abstract – The use of renewable energy sources that have great potential for our lives, especially in Indonesia which is in the tropics. This research discusses the design of automatic street lighting (PJU) equipped with a foggy lighting system using an LDR sensor and a fog sensor based on an ESP 32 microcontroller with a solar cell source. The source of electrical energy is a 10 Wp solar cell source, and a 12VDC battery for the source of electrical energy at night. The battery voltage is lowered using DC LM 2596 as a source for the ESP 32 microcontroller. In the control system there are several inputs, namely LDR sensors, fog sensors and also relays. From ESP 32 commands are used to control the relay. The relay is connected to a DC voltage source according to ESP 32 settings. This tool uses an LDR sensor to activate when it is dark and the MQ2 sensor to detect foggy conditions. Double lights are used to overcome the lack of street lighting during foggy conditions. In testing the battery charging for 3 days, an average battery voltage of 12.61 V was produced, the solar panel current was 1.50 A and the power generated was an average of 18.8 W, with the generated electrical energy reaching 150.4 Wh. The LED light turns off when the light intensity has reached > 1800 lux, and turns on when the light intensity is <1800 lux. The fog light will turn on if the MQ2 sensor detects fog > 900 μm on the IDE serial monitor

Keywords: street lighting, solar cell, LDR, MQ2 sensors, lux

1. PENDAHULUAN

Kita menyadari bahwa penggunaan bahan bakar konvensional seperti minyak bumi dan batu bara hampir di setiap aspek kehidupan jelas menyebabkan semakin menipisnya persediaan energi. Isu-isu

tersebut juga mendorong upaya pengembangan energi alternatif terbarukan, salah satunya energi surya, sumber energi terbarukan yang sangat potensial bagi kehidupan kita, khususnya di Indonesia yang berada di daerah tropis. Secara umum,

penggunaan tenaga surya sebagai sumber listrik penerangan merupakan alternatif yang hemat biaya dan efektif karena memanfaatkan sumber energi alam yang gratis dan tidak terbatas. Energi surya dihasilkan melalui penggunaan media sel surya dan saat ini dimanfaatkan sebagai penerangan jalan di kota-kota besar [1].

Perkembangan teknologi yang semakin pesat banyak membawa manfaat luar biasa bagi keberadaan manusia. Signifikansi teknologi dalam berbagai ranah kehidupan menunjukkan hal ini. Manusia sekarang memiliki akses yang lebih mudah untuk hidup berkat teknologi. Alat yang bekerja secara otomatis adalah teknologi yang dapat membantu manusia. Hal ini memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaannya tanpa membuang tenaga maupun waktu. Otomasi adalah salah satu hal yang disukai manusia secara instan [2].

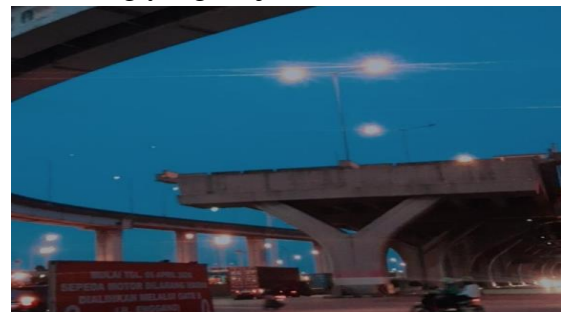
Salah satunya perkembangan teknologi yang semakin pesat, penulis akan bahas lampu penerangan untuk jalan umum. Penerangan jalan umum sangat penting dan wajib disediakan oleh pemerintah daerah sebagai bentuk pelayanan atas pajak penerangan jalan yang telah dibayar oleh masyarakat. Penerangan jalan pada umumnya digunakan untuk menambah jarak pandang saat berkendara dan juga dapat menjaga keamanan terhadap penjahat di malam hari. Selain itu penerangan jalan umum memiliki manfaat lain, yaitu sebagai pendukung aktivitas masyarakat pada malam hari. Untuk mendapatkan pencahayaan sebaik mungkin sesuai dengan referensi yang relevan, penulis menggunakan jenis lampu LED (*Light Emitting Diode*) yang ramah lingkungan dan hemat energi. Selain itu penulis juga menambahkan lampu tembus kabut sebagai rekayasa teknik yang akan dilakukan penulis. Rekayasa ini penulis ambil untuk memberikan solusi dari keresahan terhadap jalan berkabut yang sangat minim akan penerangan jalan [3].

Dari permasalahan yang terjadi, maka penulis memutuskan untuk membuat Rancang bangun penerangan jalan umum tenaga surya menggunakan sensor LDR dan sensor kabut berbasis ESP32. Jadi alat ini dapat memudahkan pejalan kaki atau pengendara sepeda motor di malam hari pada saat kondisi berkabut.

2. TEORI DASAR

2.1 Lampu Penerangan Jalan

Sebuah layanan penerangan yang dikenal dengan nama Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dikendalikan oleh sensor cahaya secara otomatis. Saat gelap, lampu akan menyala dan saat terang, lampu akan padam. Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) merupakan salah satu upaya strategis untuk memberikan pelayanan sosial kepada masyarakat seperti ditunjukkan pada gambar 1. Memiliki penerangan jalan yang memadai sangat penting, terutama di malam hari. Penerangan jalan berguna untuk membuat jalan lebih cerah, memudahkan pengemudi dan orang yang berjalan kaki.



Gambar 1 Lampu Penerangan Jalan

Penerangan jalan umum biasanya digunakan pada malam hari untuk memudahkan pejalan kaki, pengendara sepeda, dan pengendara kendaraan melihat medan yang akan dilalui pada malam hari, memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan dan melindungi dari tindakan kriminal. Lampu penerangan jalan yang baik terdiri dari lampu, elemen optik (reflektor, diffuser, dan komponen listrik), lengan penyangga vertikal, dan pondasi tiang lampu. Penerangan jalan umum biasanya dipasang di sisi kanan dan kiri

jalan atau di tengah jalan (median jalan), dimana penerangan tersebut digunakan untuk memberikan penerangan yang memadai pada jalan dan sekitarnya [3].

2.2 Solar Panel

Suatu jenis teknologi yang dikenal sebagai panel surya atau fotovoltaik, mengubah sinar matahari langsung menjadi energi listrik. Ada empat kategori bahan dalam untuk panel surya : senyawa atau gallium arsenide, monocrystalline, polycrystalline, dan amorphous. Aditif khusus diterapkan pada bahan semikonduktor yang digunakan dalam sel fotovoltaik, khususnya silikon. Contoh panel surya dapat dilihat pada gambar 2.

Saat sinar matahari mencapai sel, elektron dari atom silikon dilepaskan ke sirkuit listrik untuk menghasilkan energi listrik. Modul berbasis matahari terdiri dari berbagai pengisi daya bertenaga matahari dengan sel berbeda yang dapat diatur secara seri atau sama. Sementara itu, solar-oriented energy mengacu pada komponen semikonduktor yang dapat menggunakan dampak fotovoltaik untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sel surya selalu dirancang untuk memaksimalkan konversi cahaya menjadi energi listrik. Mereka dapat dihubungkan secara seri atau paralel untuk mencapai tegangan dan arus yang diinginkan [1].



Gambar 2. Solar Panel

2.3 Solar Charge Controller (SCC)

Perangkat elektronik yang disebut solar charge controller digunakan untuk mengatur arus searah yang diambil dari beban ke baterai dan dibebankan ke baterai. SCC mengatur voltase sel surya dan overcharging (pengisian berlebih saat baterai "penuh"). Untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan mentransfer arus dari baterai ke beban, SCC menggunakan teknologi modulasi lebar pulsa (PWM). Pengisi daya bertenaga surya/sel berorientasi matahari 12 Volt umumnya memiliki tegangan keluaran 16 - 21 Volt seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Jadi tanpa pengatur muatan bertenaga matahari, baterai akan dirugikan oleh pengisian daya yang berlebihan dan tegangan yang goyah. Baterai sebagian besar diisi pada tegangan 14 - 14,7 Volt [7]. Berikut adalah beberapa fungsi yang dilakukan oleh solar charge controller diantaranya :

- a. Mengendalikan arus pengisian untuk mencegah pengisian yang berlebihan dan kelebihan tegangan.
- b. mengatur arus yang diambil atau dilepaskan dari baterai untuk mencegah kelebihan beban dan pengosongan penuh.
- c. Pengamatan temperatur baterai

Untuk membeli solar charge regulator yang harus diperhatikan adalah:

- a. Kemampuan controller (arus searah)
- b. Tegangan (12 Volt DC / 24 Volt DC). seperti 5 Ampere, 10 Ampere, dan seterusnya.



Gambar 3. Solar Charge Controller

2.4 ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang memiliki banyak kemampuan di mana ESP32 memiliki pemanfaatan daya yang sangat rendah, ESP32 memilikinya dikoordinasikan dengan papan WIFI bersama Papan Bluetooth Hemat Energi (BLE). Gambar 4 menunjukkan mikrokontroler ESP 32 yang digunakan.



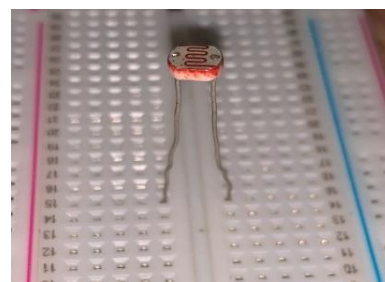
Gambar 4. Mikrokontroler ESP 32

ESP32 mikrokontroler yang telah disajikan oleh Espressif Framework yang merupakan penyempurnaan dari ESP8266 pada ESP32 telah manfaat dibandingkan mikrokontroler lain seperti lebih banyak tingkat I/O tanpa hentilebih sederhana dan mendukung WIFI dan gadget hemat energi mikrokontroler dan prosesor pusat ganda yang didukung telah diperkenalkan Aplikasi Web Of Thing (IOT) [8].

2.5 Sensor LDR

Sebuah resistor yang resistensinya bergeser sebagai respons terhadap cahaya dikenal sebagai Light Dependent Resistor (LDR). Besar kecilnya cahaya yang diterima LDR menentukan nilai resistansi pada sensor cahaya. Nilai penghalang meningkat saat cahaya redup dan berkurang

saat cahaya terang. Resistor yang disebut LDR sering digunakan sebagai pencari cahaya atau pengukur jumlah transformasi cahaya. LDR terdiri dari lingkaran semikonduktor yang memiliki dua katoda pada permukaannya. Saat intensitas cahaya yang mengenainya berubah, begitu pula penghalang LDR. Oposisi LDR sekitar 10 MΩ dalam pencahayaan redup, sedangkan dalam pencahayaan cemerlang di bawah 1 kΩ, seperti dapat dilihat pada gambar 5. Senyawa kadmium sulfida membentuk bahan semikonduktor LDR. Saat energi cahaya yang jatuh melepaskan lebih banyak muatan atau meningkatkan arus listrik, resistansi material berkurang. Prosedur untuk memasukkan LDR ke dalam rangkaian analog dengan resistor konvensional [3].



Gambar 5. Sensor LDR

2.6 Sensor Kabut

Sensor MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mengenali sentralisasi gas yang Mudah terbakar di udara serta asap dan hasilnya dibaca dengan teliti sebagai tegangan sederhana. Trimpot dapat diputar untuk langsung menyesuaikan sensor gas asap MQ-2. Pada gambar 6. merupakan salah satu jenis sensor MQ-2. Gas yang terbuat dari senyawa SnO₂ yang merupakan konduktor yang buruk atau memiliki konduktivitas rendah di udara bersih. Ketika konsentrasi asap gas meningkat di sekitar sensor gas, properti konduktivitas meningkat [1].



Gambar 6. Sensor Kabut (MQ2)

2.7 Modul Relay

Relai adalah komponen elektronik sederhana yang terdiri dari poros besi, sakelar, dan belitan. Relai ini sangat berguna di perangkat elektronik. Terutama pada gadget yang diprogram atau elektro. Televisi, lampu otomatis, dan contoh lainnya [3]. Gambar 7 menunjukkan modul relay yang digunakan.

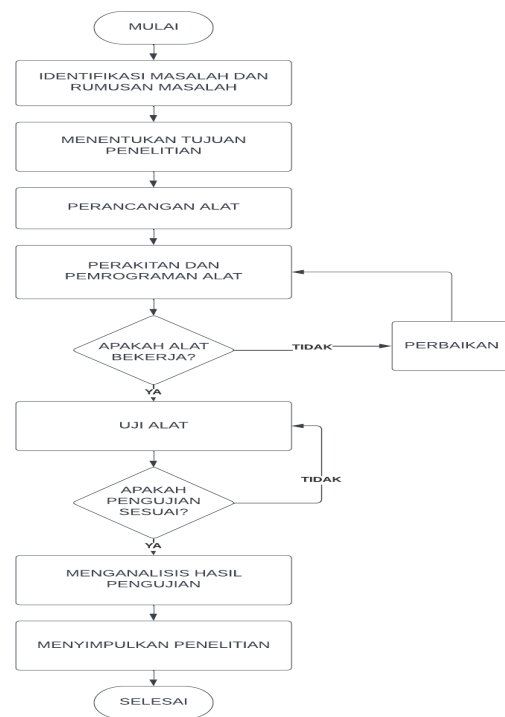


Gambar 7. Modul Relay

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah – Langkah Penelitian

Kegiatan penelitian ini akan menggunakan rekayasa teknik sebagai desain penelitian. Adapun beberapa langkah penelitian yang lainnya yang dilakukan agar pada saat pembuatan alat tidak keluar dari topik penelitian karena sudah ditentukan parameter-parameternya. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 8.

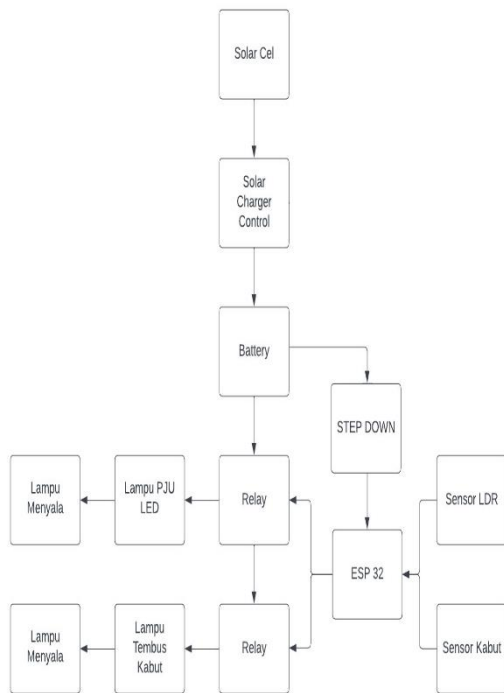


Gambar 8. Bagan Alir Penelitian

Langkah dasar eksplorasi dimulai dengan perencanaan alat penelitian. Setelah itu alat dibuat dengan menggunakan desain yang telah dibuat dan alat diuji lebih lanjut.

A. Blok Diagram Alat

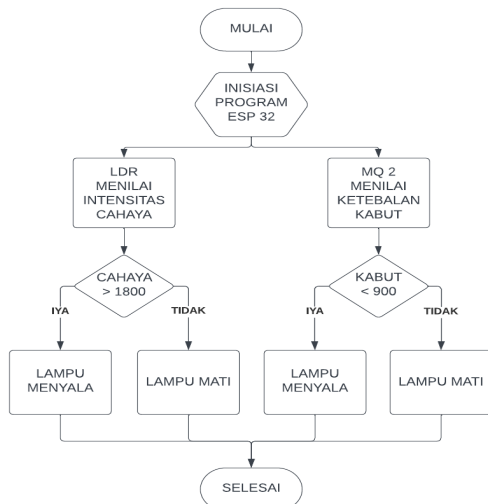
Dari blok diagram alat dapat dijelaskan bahwa sumber energi berasal dari panel surya 10 Wp, kemudian SCC menerima input berupa tegangan dan arus charging dari panel surya. Keluaran menuju baterai untuk pengisian dan ke beban lampu LED dan lampu tembus kabut dengan sumber daya berasal dari baterai. Pada ESP 32 mendapat input dari masing-masing sensor LDR untuk mendeteksi kondisi gelap dan sensor MQ-2 yang mendeteksi kabut. Modul relay dikendalikan oleh keluaran ESP32 sebagai saklar bagi lampu. Perubahan intensitas cahaya dan pembacaan pada monitor serial IDE dideteksi sebagai nilai untuk diproses ESP32 untuk mengendalikan nyala dan matinya Lampu LED atau kabut. Gambar 9 menunjukkan blok diagram alat.



Gambar 9. Bagan Diagram Alat

B. Bagan Alir Alat

Bagan alir proses kerja alat yang telah disusun dan dikembangkan berdasarkan tahap - tahap dijelaskan pada gambar 10.



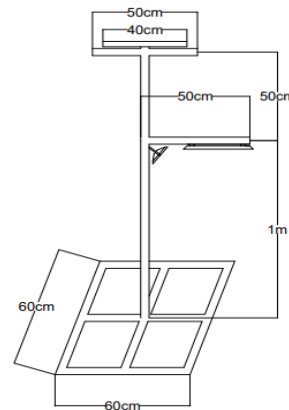
Gambar 10. Bagan Alir Alat

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di LAB Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana . Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juli 2023

3.3 Desain Tiang Lampu

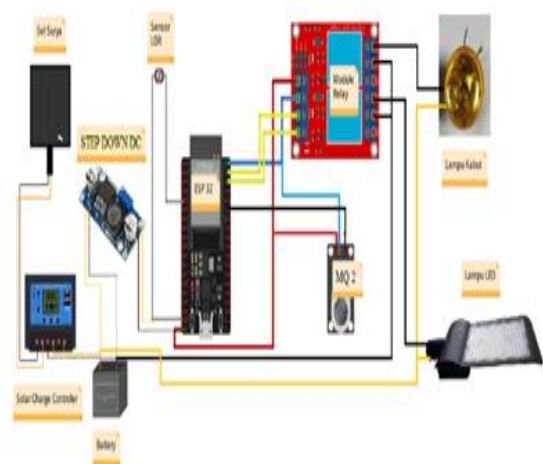
Pada pembuatan desain alat penerangan jalan umum tenaga sel surya, penyusun menggunakan aplikasi AutoCad sebagai media editing. Gambar 11 adalah desain alat penerangan jalan umum tenaga surya.



Gambar 11. Desain Tiang Lampu

3.4 Desain Wiring Alat

Pada pembuatan desain alat penerangan jalan umum tenaga sel surya, penyusun menggunakan aplikasi Fritzing sebagai media editing. Gambar 12 adalah desain alat penerangan jalan umum tenaga surya.



Gambar 12. Desain Wiring Alat

4. Hasil dan Pembahasan

Pada rancangan alat penerangan jalan umum tenaga surya menggunakan sensor LDR dan Sensor Kabut, ketinggian alat adalah 150 cm dan lebar 120 cm seperti dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Hasil Rancangan Alat

4.1. Hasil Pengujian Progres Charging

Pengujian progres charging baterai dengan solar panel 10 Wp dilakukan di ruangan terbuka menggunakan MultiMeter digital untuk mengukur tegangan baterai dan Arus dari solar panel. Pengujian dilakukan dari pagi hingga sore hari, Setiap pengambilan data memiliki jeda waktu 60 menit. Tabel 4.1 adalah hasil pengujian proses charging baterai menggunakan panel surya dengan suhu lingkungan sekitar 32°C. Daya didapat dengan melakukan perhitungan yaitu tegangan baterai dikali arus panel surya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Charging Baterai

NO	Pukul	Tegangan Baterai (V)	Arus PV (A)	Daya (W)
1.	09.00 WIB	11,98 V	1,42 A	17 W
2.	10.00 WIB	12,38 V	1,46 A	18 W
3.	11.00 WIB	12,50 V	1,48 A	18,5 W
4.	12.00 WIB	12,73 V	1,50 A	19,1 W
5.	13.00 WIB	12,96 V	1,53 A	19,8 W
6.	14.00 WIB	12,68 V	1,49 A	18,9 W
7.	15.00 WIB	12,88 V	1,52 A	19,5 W
8.	16.00 WIB	12,89 V	1,51 A	18,8 W
Rata-Rata		12,63 V	1,49 A	18,7 W

Pengujian ke-2 dapat dilihat pada Tabel 2 dengan suhu lingkungan sekitar 33°C.

Tabel 2. Hasil Pengujian Charging Baterai

NO	Pukul	Tegangan Baterai (V)	Arus Charging PV (A)	Daya (W)
1.	09.00 WIB	12,45 V	1,48 A	18,4 W
2.	10.00 WIB	12,67 V	1,50 A	19 W
3.	11.00 WIB	12,73 V	1,50 A	19,01 W
4.	12.00 WIB	12,88 V	1,52 A	19,6 W
5.	13.00 WIB	12,92 V	1,52 A	19,6 W
6.	14.00 WIB	12,96 V	1,53 A	19,8W
7.	15.00 WIB	12,90 V	1,52 A	19,6 W
8.	16.00 WIB	12,86 V	1,52 A	19,5 W
Rata-Rata		12,79 V	1,51 A	19,3 W

Pengujian ke-3 dapat dilihat pada Tabel 3 dengan suhu lingkungan sekitar 33°C.

Tabel 3. Hasil Pengujian Charging Baterai

NO	Pukul	Tegangan Baterai (V)	Arus Charging PV (A)	Daya (W)
1.	09.00 WIB	10,51 V	1,38 A	14,5 W
2.	10.00 WIB	11,73 V	1,41 A	16,5 W
3.	11.00 WIB	12,41 V	1,48 A	18,3 W
4.	12.00 WIB	12,64 V	1,50 A	19 W
5.	13.00 WIB	12,83 V	1,52 A	19,5 W
6.	14.00 WIB	12,89 V	1,52 A	19,6 W
7.	15.00 WIB	13,32 V	1,55 A	20,6 W
8.	16.00 WIB	13,05 V	1,53 A	20 W
Rata-Rata		12,42 V	1,49 A	18,5 W

Tabel 4. Rata-Rata Hasil Charging Baterai

NO	Pengujian Solar Panel	Tegangan Baterai (V)	Arus Charging PV (A)	Daya (W)
1.	Pengujian 1	12,63 V	1,49 A	18,7 W
2.	Pengujian 2	12,79 V	1,51 A	19,3 W
3.	Pengujian 3	12,42 V	1,49 A	18,5 W
Rata-Rata		12,61 V	1,50 A	18,8 W

Dari ketiga pengujian, didapat rata-rata arus charging sebesar 1,49-1,50 A, tegangan baterai 12,42-12,63 V, dan daya yang dihitung 18,5 – 18,8 Watt.

4.2 Hasil Pengujian Lampu LED dan Lampu Kabut

Dari pengujian lampu LED, apabila intensitas Cahaya >1800 lux, maka LED akan off dan pabila intensitas cahaya <1800 lux maka LED menyala . Pada pengujian dilakukan dengan metode menggunakan blitz dari handphone untuk memberikan intensitas yang cukup agar sensor LDR mendeteksi nilai lux yang signifikan. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5. Terlihat bahwa nilai lux yang terbaca saat lampu LED off adalah 1.750 lux dan menyala di 1.840 lux.

Tabel 5. Hasil Pengujian nyala Lampu LED dengan sensor LDR.

No	Serial Monitor Arduino IDE Sensor LDR	Kondisi Lampu LED		Tegangan	Arus
		Menyala	Mati		
1.	1.700 lux	X	✓	0 V	0 A
2.	1.750 lux	X	✓	0 V	0 A
3.	1.840 lux	✓	X	12,10 V	1,41 A
4.	1.850 lux	✓	X	12,03 V	1,39 A
5.	1.904 lux	✓	X	11,90 V	1,38 A
6.	1.913 lux	✓	X	11,79 V	1,36 A
7.	2.034 lux	✓	X	11,70 V	1,35 A

Pada Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengujian lampu kabut menggunakan input dari sensor kabut MQ-2. Dari pengujian didapat lampu kabut akan ON jika sensor MQ2 mendeteksi kabut <900 µm, jika sensor MQ2 mendeteksi kabut >900 µm maka lampu kabut OFF. Pada pengujian lampu kabut dilakukan simulasi dengan alat *fogging* kabut

Tabel 6. Hasil Pengujian Lampu Kabut 24,4 Watt dengan sensor MQ-2

No	Serial Monitor Arduino IDE Sensor MQ 2	Kondisi Lampu Kabut		Tegangan	Arus
		Menyala	Mati		
1.	848 µm	✓	X	11,63 V	1,34 A
2.	859 µm	✓	X	11,70 V	1,35 A
3.	865 µm	✓	X	11,83 V	1,36 A
4.	900 µm	✓	X	11,94 V	1,39 A
5.	927 µm	X	✓	0 V	0 V
6.	1004 µm	X	✓	0 V	0 V

4.3 Hasil Pengujian Discharging Baterai

Pada Pengujian *discharging* baterai di mulai dari pukul 18.00 WIB sampai 18.45 WIB. Baterai diuji dengan pembebanan pada lampu dan diambil data penurunan tegangan, arus beban, dan perhitungan daya. Penggunaan baterai dapat bertahan selama 45 menit. Saat pengujian baterai didapat rata-rata tegangan, arus dan daya yaitu : 10,9 V , 1,2 A dan 13,7 W seperti terdapat pada tabel 4.7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Discharging baterai

NO	Pukul	Kondisi Baterai		
		Tegangan	Arus	Daya
1.	18.00 WIB	12,07 V	1,40 A	16,8 W
2.	18.10 WIB	11,94 V	1,38 A	16,4 W
3.	18.20 WIB	9,83 V	1,10 A	10,8 W
4.	18.27 WIB	9,76V	1,10 A	10,7 W
Rata-Rata		10,9 V	1,2 A	13,7 W

Dari data tabel 7, dapat dihitung penggunaan energi yang diserap saat proses pembebanan, dengan mengalikan nilai rata-rata daya dengan lama durasi pengujian (dalam jam) [11]. Dari perhitungan didapat enegi yang diserap oleh lampu sebesar 10.57 Wh.



Gambar 14. Pengujian Discharging Baterai

5. Kesimpulan Dan Saran

Adapun beberapa kesimpulan dari perancangan alat penerangan jalan umum tenaga surya menggunakan sensor ldr dan

sensor kabut berbasis esp 32 yang telah di uji sebagai berikut :

1. Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU TS) menggunakan sensor LDR dan sensor MQ2, dengan lampu ganda ini bertujuan untuk mengatasi kurangnya penerangan jalan saat kondisi berkabut. Alat ini sangat membantu agar pengendara atau pejalan kaki di malam hari pada saat keadaan berkabut.
2. Pengoperasian charging Baterai dengan Solar Panel 10 WP menggunakan Multimeter Digital dapat berfungsi dengan baik, sehingga menghasilkan dengan rata-rata 150,4 Wh.
3. Pemakaian baterai dapat bertahan selama 45 menit. Saat pengujian Baterai menghasilkan rata-rata Tegangan, Arus dan Daya yaitu : 10,9 V , 1,2 A dan 13,7W.
4. Pada pengujian lampu LED, apabila intensitas Cahaya >1800 lux, lampu LED akan *OFF*. Apabila intensitas cahaya <1800 lux lampu LED *ON*. Pengujian Lampu Kabut, lampu kabut akan ON jika sensor MQ2 mendeteksi kabut <900 μm , jika sensor MQ2 mendeteksi kabut >900 μm .

5.1 Saran

Pada penelitian ini masih dapat dikembangkan lagi secara fisik maupun sistem kerjanya. Maka dari itu, masih perlu kajian-kajian dan uji coba agar diperoleh alat yang sempurna. Saran yang bisa penulis sampaikan adalah :

1. Jika ada yang ingin melanjutkan rancangan alat penelitian ini bisa menambahkan pemrograman sistem IOT pada alat ini.
2. Mengganti baterai atau menambahkan beban kapasitas baterai yang digunakan

agar tahan daya pada baterai bisa lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. A. D. Arief Bagus Dermawan, "LAMPU PENERANGAN JALAN OTOMATIS BERDASARKAN INTENSITAS CAHAYA DAN KEBERADAAN KABUT ATAU ASAP," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, pp. 56-62, 2020.
- [2] N. W. M. Muhammad Nurkhalis Agriawan, Sania, Citra Ramita, "PROTOTYPE SISTEM LAMPU PENERANGAN JALAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA BERBASIS ARDUINO UNO," *Jurna Fisika Dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC)*, pp. 40-42, 2021.
- [3] D. A. G. P. S. I. Desmira, "APLIKASI SENSOR LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR) UNTUK EFISIENSI ENERGI PADA LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM," *Jurnal PROSISKO*, pp. 21-29, 2022.
- [4] E. A. S. Sugik Rizky Hikmawan, "RANCANG BANGUN LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) MENGGUNAKAN SOLAR PANEL BERBASIS ANDROID," *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, pp. 10-16, 2018.
- [5] T. G. S. ., F. S. S. Muh Ikhsan, "RANCANG BANGUN SIMULASI LAMPU JALAN TENAGA ANGIN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA DAN SENSOR ULTRASONIK," *e-Proceeding of Applied Science*, pp. 486-501, 2018.
- [6] J. A. L. Dian Pranata Putra Ambali, "ANALISIS POTENSI

TEKNOLOGI PEMANEN KABUT (FOG HARVESTING) SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER DAYA AIR TERBARUKAN DI KABUPATEN TORAJA UTARA," *Studi Kasus: Desa Benteng Mamullu, Kecamatan Kapalapitu*, pp. 822-830, 2020.

- [7] A. K. A. Muhammad Faizal Haqi, "PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 2, no. 2, p. 115, 2020.
- [8] A. M. Pratama, "SMART MONITORING PADA PANEL HUBUNG BAGI (PHB)," Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, 2022.
- [9] Y. S. Maharani Syafira Lubis, "Miniatur Rancang Bangun Penerangan Lampu Jalan Otomatis Pada Malam Hari Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduiono Mega," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 43-54, 2021.
- [10] I. D. S. R. H. S. Andi Julisman, "PROTOTIPE PEMANFAATAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM OTOMASI ATAP STADION BOLA," *Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 35-42, 2017.
- [11] D. A. S. Lukman Aditya, "RANCANG BANGUN CATU DAYA PORTABLE 160Watt DENGAN," *Jurnal Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 47-56, 2022.