

RANCANG BANGUN PERANGKAT KERAS SISTEM SMART LAMPU PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS *INTERNET OF THINGS* GUNA MENDUKUNG IMPLEMENTASI *SMART CITY*

Dharma Dotaluhur Artha Lesmana¹, I Made Arsa Suyadnya², I Wayan Shandyasa³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Universitas Udayana

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Sel, Kabupaten Badung, Bali 80361

dharmalesmana16@gmail.com, arsa.suyadnya@unud.ac.id, shandyasa@unud.ac.id

ABSTRAK

Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah sistem penerangan yang dirancang untuk memberikan penerangan jalan saat di malam hari dengan tujuan untuk meningkatkan kenyamanan bagi pejalan kaki maupun pengendara yang melintas. Namun permasalahan yang dihadapi mengenai Lampu PJU saat ini yaitu ketika melakukan pemantauan dan pengendalian petugas masih memeriksa dan mendatangi lokasi dari setiap keberadaan Lampu PJU. Sehingga untuk membuat efisien petugas dalam melakukan pengelolaan lampu PJU pada penelitian ini akan melakukan pembahasan terkait perancangan serta pengembangan perangkat keras yang diaplikasikan pada Lampu PJU. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini yaitu perancangan, pengembangan, dan pengujian. Untuk membangun perangkat keras menggunakan komponen-komponen seperti ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor PZEM004Tv30, sensor DHT22, IC RTC DS3231, Relay 30 A, IC LM2596 5V, IC AMS1117 3.3V, Modul GSM SIM808 serta sensor LDR, sedangkan untuk penerapan *protocol* menggunakan *protocol* MQTT dan Antares sebagai *platform* MQTT. Hasil pengujian yang dilaksanakan kepada masing-masing blok rangkaian di perangkat keras seperti sensor DHT22 memiliki *range* akurasi sebesar ~0,1 – 0,2, sensor PZEM004Tv30 memiliki *range* akurasi sebesar ~0,3 – 0,5, IC Regulator LM2596 5V dan AMS1117 3.3V masing-masing memiliki nilai *output* tegangan yang sesuai yakni ~5V dan ~3,3V, serta IC Driver IC CH340C sudah dapat bekerja dan terbaca dengan baik.

Kata kunci: Perangkat Keras, Mikrokontroler ESP32, Sistem Pintar, Penerangan Jalan Umum.

ABSTRACT

Public Street Lighting (PJU) is a lighting system designed to provide street lighting at night with the aim of increasing comfort for pedestrians and motorists passing through. However, the obstacles faced regarding PJU lights at this time are that when carrying out monitoring and control officers are still checking and visiting the location of every whereabouts of PJU lights. So that to make it easier for officers to manage PJU lights in this study, they will conduct discussions related to the design and development of hardware that is applied to PJU lights. The methods used in the development of this system are design, development, and testing. To build hardware using components such as ESP32 as a microcontroller, PZEM004Tv30 sensor, DHT22 sensor, IC RTC DS3231, Relay 30 A, IC LM2596 5V, IC AMS1117 3.3V, GSM SIM808 Module and LDR sensor, while for implementing the protocol using the MQTT protocol and Antares as the MQTT platform. The results of tests carried out on each circuit block in hardware such as the DHT22 sensor have an accuracy range of ~0.1 – 0.2, the PZEM004Tv30 sensor has an accuracy range of ~0.3 – 0.5, Regulator IC LM2596 5V and AMS1117 3.3V each has an appropriate output voltage of ~5V and ~3.3V, and the CH340C IC Driver IC can work and read properly.

Key Words: Hardware, Microcontroller ESP32, Smart System, Public Street Lighting.

1. PENDAHULUAN

Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah sistem penerangan yang dipergunakan untuk memberikan penerangan jalan saat malam hari dengan tujuan peningkatan rasa aman dan rasa nyaman untuk pejalan kaki maupun pengendara yang melintas serta juga dapat membantu pengurangan tingkat kecelakaan lalu lintas di jalan khususnya saat malam hari. Namun saat ini terdapat permasalahan yang dihadapi ketika melakukan pemantauan serta pengendalian pada lampu PJU masih dilakukan secara konvensional, ketika melakukan pengendalian terdapat dua metode yang masih dilakukan oleh petugas LPJU yaitu dengan cara manual dan otomatis. Cara manual dilaksanakan melalui penggunaan saklar, sementara cara otomatis dilaksanakan melalui penggunaan sensor cahaya (Light Depending Resistor = LDR) atau dengan Timer (*Timeswitch*) [1]. Terdapat juga pernyataan yang dijelaskan oleh Kadek Suardana (2021) menjelaskan “untuk melakukan pemantauan Lampu PJU, petugas LPJU juga masih harus mendatangi lokasi Lampu PJU berada, disamping dari kedua hal dalam pengelolaan Lampu PJU yang masih dilakukan secara konvensional minimnya petugas juga dapat mempengaruhi dalam pemantauan Lampu PJU sehingga menyebabkan permasalahan baru yaitu lambannya ketika perbaikan pada Lampu PJU”. Oleh karena itu dari beberapa *statement* petugas terkait yang telah disebutkan di atas maka perlunya inovasi untuk memudahkan petugas LPJU dan meringankan permasalahan yang dialami petugas LPJU saat ini, maka dalam penelitian ini akan membahas mengenai perancangan dan pengembangan perangkat keras sistem *Smart PJU* yang akan diaplikasikan pada Lampu PJU. Perangkat keras *Smart PJU* merupakan salah satu bagian yang terdapat pada sistem *Smart PJU* yang diaplikasikan pada Lampu PJU, Adapun manfaat positif menerapkan sistem pintar ini salah satunya yakni untuk mendukung pemerintah dalam hal implementasi *smart city*. Adapun pengertian *Smart City* menurut [2] “*Smart City* merupakan visi pembangunan wilayah kota yang mampu melakukan integrasi beberapa teknologi informasi dan komunikasi (ICT) serta menjadi solusi *Internet of Things* (IoT) melalui bentuk yang

aman untuk pelaksanaan pengelolaan aset kota, dengan tujuan untuk peningkatan kualitas hidup melalui penggunaan informasi wilayah kota dan teknologi yang akan memberikan peningkatan serta efisiensi layanan dalam memenuhi kebutuhan warga”. Dari pengertian mengenai *Smart City* dengan inovasi *Smart PJU* yang menggunakan konsep IoT di dalamnya menjadi salah satu pendukung untuk mendukung pemerintah sebagai upaya implementasi *Smart City*.

Untuk membangun perangkat keras *Smart PJU* terdapat beberapa komponen yang digunakan seperti ESP32 sebagai *microcontroller*, DHT22 sebagai sensor *temperature*, PZEM004Tv30 sebagai sensor tegangan, arus, dan daya serta SIM *Communication* 808 sebagai modul pertukaran data serta mencakup beberapa komponen lain di antaranya adalah resistor, transistor, IC (*Integrated Circuit*) sehingga *output* dari bagian *hardware* yaitu berupa papan PCB (*Printed Circuit Board*) yang terangkai dari beberapa komponen.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang bertujuan untuk memungkinkan keterhubungan mesin, perangkat, serta objek fisik lainnya melalui modul jaringan dan aktuator untuk mengumpulkan data [3].

2.2 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang terdapat fitur WiFi untuk mendukung konsep IoT serta UART sebagai metode komunikasi untuk terhubung ke dalam jaringan internet. Untuk mengoperasikan ESP32, mikrokontroler ini membutuhkan tegangan *input* sebesar 3,3 V [4].

2.3 Sensor PZEM004Tv30

Sensor PZEM004Tv30 merupakan sensor untuk mendeteksi nilai tegangan, arus, daya. Sensor ini memiliki *memory on board* sehingga nilai seperti KWH dapat disimpan di dalam *memory* pada sensor ini. ketika melakukan perbandingan besaran arus, tegangan, dan daya dengan alat ukur simpangan yang terjadi adalah sebesar 0,34% untuk tegangan, 0,43% untuk arus, 0,8% daya nyata [5].

2.4 Sensor LDR

Sensor LDR merupakan sensor dengan konsep nilai resistansi sebagai variabel untuk mengukur intensitas cahaya, saat intensitas cahaya yang mengenai permukaan sensor cukup terang, nilai resistansinya menjadi rendah, sekitar 1 K Ω , dan ketika LDR diletakkan di tempat gelap, maka nilai resistansinya menjadi tinggi, mampu mencapai 10 M Ω [6],

2.5 Modul Dimmer LSA-002

AC Light Dimmer module adalah modul peredup cahaya yang bisa dikendalikan oleh mikrokontroler, Fitur pin zero crossing detector yang ada di modul ini memungkinkan mikrokontroler untuk mampu mengetahui waktu yang tepat dalam melakukan pengiriman sinyal PWM [7].

2.6 Modul SIM Communication 808

Modul SIM Communication 808 adalah modul komunikasi berbasis GSM adalah modul komunikasi berbasis GSM yang menggunakan teknologi GPRS (General Packet Radio Service) dan GPS untuk navigasi satellite.

2.7 IC CH340C

IC CH340C adalah chipset yang mengubah USB Serial (Universal Serial Bus) menjadi serial interface. CH340 dipergunakan untuk melakukan perubahan perangkat serial interface umum untuk terhubung langsung dengan bus USB [8].

2.8 IC LM2596 5V

Integrated Circuit (IC) LM2596 5V adalah sirkuit terintegrasi yang memiliki fungsi sebagai Step down direct current yang mengubah tegangan input DC 5 – 38 VDC menjadi 5VDC dan diberi current rating 3A [9].

2.9 IC AMS1117 3.3V

Integrated Circuit (IC) AMS1117 3.3VDC merupakan IC yang berfungsi sebagai step down direct current converter yang mengubah tegangan input DC 5 – 7 V menjadi 3.3VDC dengan current rating sebesar 1 A.

2.10 Sensor DHT 22

Sensor DHT22 memiliki pembacaan suhu dari rentang -40 sampai 80°C dengan

akurasi suhu sekitar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ yang mencapai -40°C [10].

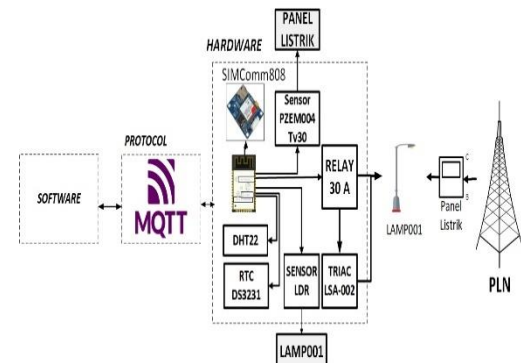
2.11 Relay Sangle 30A AC

Relay merupakan saklar (switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (Elektromekanikal) yang mencakup 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) serta mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay mempergunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak-kontak saklar yang berimplikasi mampu menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi dan arus listrik yang kecil (low power) [11]

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Skema Pemodelan Sistem

Skema pemodelan sistem merupakan rancangan yang berupa skematik blok diagram dengan tujuan sebagai kerangka visualisasi mengenai penerapan sistem Smart PJU. Adapun skema blok diagram sistem ditunjukkan di Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pemodelan Sistem

Pada Gambar 1 merupakan skematik blok perangkat keras, pada perangkat keras terdapat susunan rangkaian beberapa sensor dan mikrokontroler. Adapun masing-masing rangkaian blok memiliki fungsi sebagai berikut:

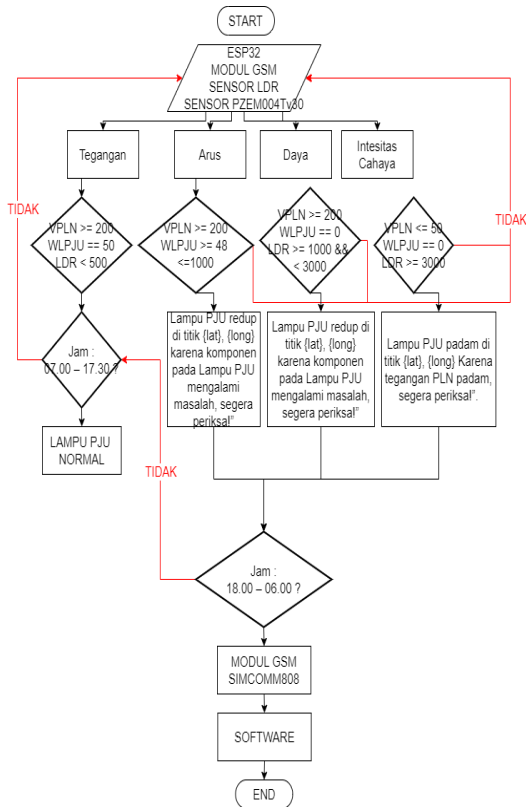
- Blok Sensor DHT 22 digunakan untuk memonitoring suhu dan kelembaban di dalam panel box.
- Blok RTC DS3231 merupakan rangkaian yang digunakan sebagai timer.
- Blok Modul Triac LSA-002 bertujuan untuk mengendalikan nyala, redup, dan padamnya lampu PJU.
- Blok Sensor PZEM004Tv30 merupakan sensor yang memiliki

- f. Blok SIMComm808 merupakan modul GSM yang digunakan untuk menerima dan mengirim instruksi ke platform MQTT.

Pada blok *protocol* merupakan blok yang berisi konfigurasi MQTT pada *hardware* maupun pada *platform*, *platform* yang digunakan yaitu Antares IoT.

3.2 Perancangan Flowchart Sistem

Flowchart sistem memberikan gambaran proses kerja daripada rancangan sistem secara umum ketika melakukan pemantauan dan pengendalian pada lampu PJU. Adapun *flowchart* sistem pemantauan dapat dilihat pada Gambar 2.



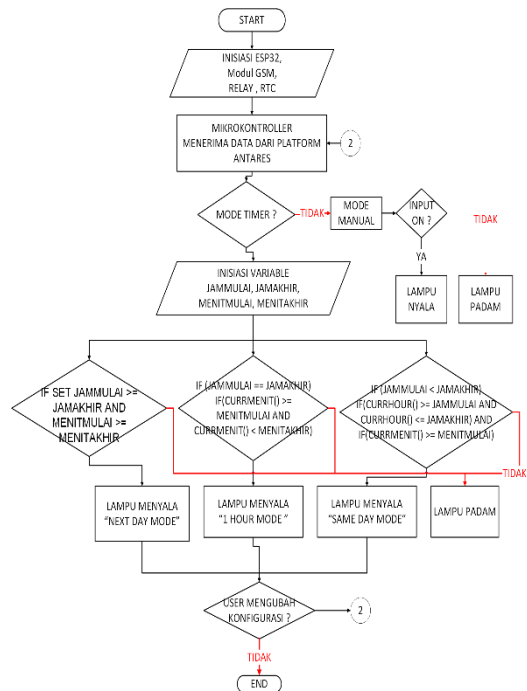
Gambar 2. Flowchart Notifikasi Sistem

Pada Gambar 2 merupakan *flowchart* untuk melakukan pemantauan dan notifikasi kepada *user*. Adapun penjelasan dari masing-masing blok sebagai berikut:

1. Inisiasi mikrokontroler ESP32, sensor PZEM004Tv30, Modul GSM, serta sensor LDR.

2. Masing masing sensor tegangan, arus, daya dan LDR melakukan pembacaan.
3. Kemudian, pada mikrokontroler nilai yang terdeteksi dari sensor akan dikirimkan melalui modul GSM ke platform Antares. Adapun tiga kasus yang terdapat dalam pemantauan sebagai berikut:
 - a. Jika $VPLN \geq 200$, $WLPJU > 48$, $LDR \leq 1000$, maka notifikasi akan berupa "Lampu PJU padam di titik {lat}, {long} karena komponen pada Lampu PJU mengalami masalah, segera periksa!".
 - b. Jika $VPLN \geq 200$, $WLPJU = 0$, $LDR \geq 1000 \ \&\& \ < 3000$, maka notifikasi akan berupa "Lampu PJU redup di titik {lat}, {long} karena komponen pada Lampu PJU mengalami masalah, segera periksa!".
 - c. Jika $VPLN \leq 50$, $WLPJU == 0$, $LDR \geq 3000$, maka notifikasi akan berupa "Lampu PJU padam di titik {lat}, {long} karena tegangan PLN padam, segera periksa!".

Sedangkan untuk *flowchart* sistem dalam melakukan pengendalian Lampu PJU dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem Pengendalian Lampu PJU

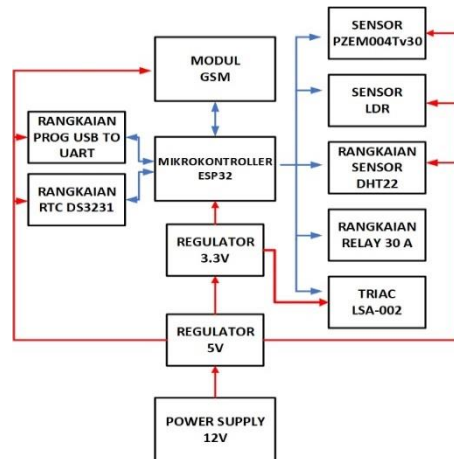
Gambar 3 merupakan *flowchart* sistem untuk melakukan pengendalian Lampu PJU. Adapun penjelasan dari masing masing blok sebagai berikut :

1. Konfigurasi dan inisiasi mikrokontroller ESP32, modul GSM, Relay serta Rangkaian RTC.
2. Kemudian, mikrokontroller menerima data dari Antares melalui modul GSM, dengan penjelasan mode *controlling* sebagai *timer* dijelaskan sebagai berikut :
 - i. Inisiasi JAMMULAI \geq JAMAKHIR dan MENITMULAI \geq MENITAKHIR, MENITMULAI sesuai dengan kondisi pada informasi waktu pada rangkaian *timer* yaitu RTC, maka lampu PJU akan menyala dengan mode sebagai “*Every Day Condition*”.
 - ii. Inisiasi JAMMULAI $=$ JAMAKHIR dan CURRMENIT() \geq MENITMULAI dan CURRMENIT() \geq MENITAKHIR sesuai dengan kondisi pada informasi waktu pada rangkaian timer yaitu RTC, maka lampu PJU akan menyala dengan mode sebagai “*One Hour Condition*”.
 - iii. Inisiasi JAMMULAI $<$ JAMAKHIR AND CURRHOUR() \geq JAMMULAI AND CURRHOUR \leq JAMAKHIR AND CURRMENIT() \geq MENITMULAI sesuai dengan kondisi pada informasi waktu pada rangkaian timer yaitu RTC maka lampu akan menyala dengan mode timer sebagai “*One Day Condition*”.
3. Sedangkan ketika mode *controlling* sebagai manual dijelaskan sebagai berikut:
 - i. Ketika mode *controlling* “ON” maka mikrokontroller akan mengendalikan relay pada posisi arus yang terhubung sehingga lampu PJU akan menyala.
 - ii. Ketika mode *controlling* “OFF” maka mikrokontroller akan mengendalikan *relay* pada posisi arus yang terputus sehingga lampu PJU akan padam.

3.3 Perancangan Skema Hardware

Perancangan *hardware* merupakan gambaran rancangan skematik dari *hardware* sistem *Smart PJU* yang berbentuk

skematik blok dengan tampilan skematik blok perancangan *hardware* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skematik Hardware

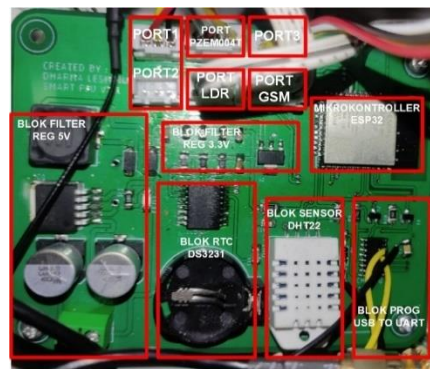
Gambar 4 merupakan perancangan *hardware* yang dibagi beberapa blok:

1. Perancangan Blok Regulator 5V
2. Perancangan Blok Regulator 3.3V
3. Perancangan Blok RTC DS3231
4. Perancangan Blok Programmable USB to UART
5. Perancangan Blok Relay 30 A
6. Perancangan Blok Rangkaian Sensor DHT22
7. Perancangan Port Sensor PZEM004Tv30
8. Perancangan Port Modul GSM
9. Perancangan Port Sensor LDR
10. Perancangan Mikrokontroller ESP32
11. Power Supply 12V

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Perancangan Sistem

Adapun Realisasi perancangan perangkat keras sistem *Smart PJU* berbasis *Internet of Things* secara bentuk pemodelan *hardware* ditunjukkan oleh Gambar 5 dan 6.



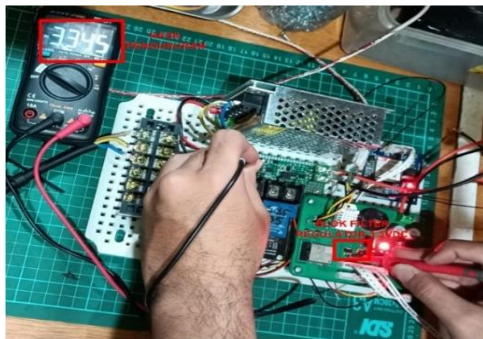
Gambar 5. Main Hardware



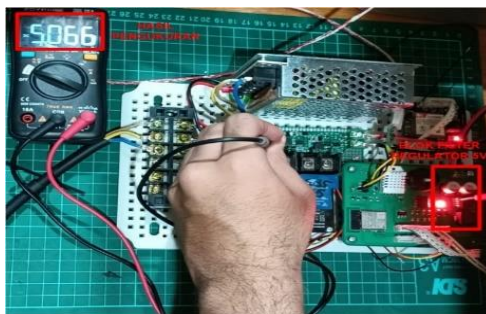
Gambar 6. Pemodelan Sistem

4.2 Pengujian Blok IC Filter Regulator AMS1117 3.3V dan LM2596 5V

Adapun hasil pengujian masing-masing blok IC AMS1117 3.3V dan LM2596 5V ditunjukkan di Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Pengujian IC AMS1117 3.3V



Gambar 8. Pengujian IC LM2596 5V

Gambar 7 merupakan hasil pengujian pada blok LM2596 5V, dari hasil pengujian menggunakan multimeter nilai *output* tegangan sebesar ~5V, sedangkan Gambar 8 merupakan hasil pengujian pada blok AMS1117 3.3V, dari hasil pengujian menggunakan multimeter, nilai *output*

tegangan sebesar ~3.3V maka dapat disimpulkan bahwa kedua blok ini sudah bekerja dengan baik.

4.3 Pengujian Blok Sensor DHT22

Adapun hasil pengujian pada Blok sensor DHT 22 bisa diperhatikan di pada Tabel 1

Tabel 1. Penquiiian Sensor DHT22

No	DHT 22	Alat Ukur 1	Alat Ukur 2	Akur asi
1	31.6 C	31.7 C	29 C	~0.1
2	33.9 C	33.8 C	30 C	~0.1
3	32.8 C	32.6 C	31 C	~0.2

Keterangan : C = Derajat Suhu Dalam Celcius

Tabel 1 adalah hasil uji yang sudah dilaksanakan untuk sensor DHT22 dengan menggunakan dua alat ukur yang berbeda, dari hasil uji yang telah dilakukan dengan mengacu pada alat ukur 1 dengan satuan celcius, dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa sensor DHT22 bisa bekerja dengan baik dengan *range* akurasi hasil pengujian sebesar ~0,1 – 0,2.

4.4 Pengujian Blok Sensor LDR

Adapun mekanisme dan hasil pengujian pada blok sensor LDR 10KOhm bisa diperhatikan di Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor LDR

No	Sensor PZEM	Multimeter
1	> 3000 KΩ	Lampu Padam
2	> 1000 && < 3000 KΩ	Lampu Redup
3	< 1000 Ω	Lampu Menyala

Keterangan : KΩ = Kilo Ohm, Ω = Ohm.

Pada Tabel 2 merupakan hasil pengujian pada Sensor LDR yang telah dilakukan, ketika melakukan pengujian nilai sensor LDR digunakan sebagai kesimpulan untuk lampu padam, redup, dan menyala.

4.5 Pengujian Blok Sensor PZEM

Adapun pengujian yang telah dilakukan pada sensor PZEM 004Tv30 bisa diperhatikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor PZEM

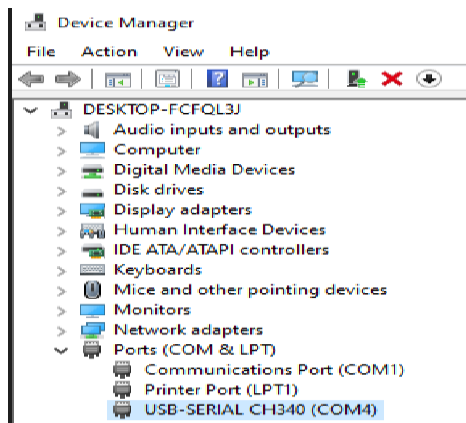
No	Sensor PZEM		Multimeter	
	Tegangan	Daya	Tegangan	Daya
1	227.2 VAC	18.7 WAC	227.5 VAC	19.2 WAC
2	230.9 VAC	19.2 WAC	231.2 VAC	19.7 WAC

Keterangan : VAC = Volt AC, WAC = Watt AC

Tabel 3 merupakan hasil pengujian pada sensor PZEM004Tv30, dari pengujian yang telah dilakukan dengan membandingkan hasil tegangan dan daya dari sensor PZEM dengan multimeter digital, dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa akurasi yang dihasilkan dari sensor PZEM004Tv30 memiliki *range* sebesar ~0,3 – 0,5 dengan dua nilai yakni tegangan dan daya.

4.6 Pengujian IC CH340C

Pengujian IC CH340C dilakukan agar *user* dapat melakukan *upload* program ke Hardware. Untuk mekanisme pengujian IC CH340C dilakukan dengan cara menghubungkan kabel USB dari PC ke Rangkaian Blok *Programmable* USB to UART. Adapun hasil pengujian IC CH340C dapat diperhatikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian IC CH340C

5. KESIMPULAN

Perangkat keras yang dikembangkan pada sistem *Smart* PJU sudah dapat bekerja sesuai fungsinya dengan baik, dalam pengembangan perangkat keras terdapat beberapa langkah yang telah dilakukan seperti menyiapkan kebutuhan material, merancang model rangkaian perangkat keras menggunakan *software* eagle PCB, menyolder komponen pada papan PCB,

serta melakukan uji fungsi pada masing-masing blok rangkaian. Sehingga berdasarkan uji fungsi dari masing-masing blok pada perangkat keras dapat disimpulkan bahwa *hardware* sudah dapat bekerja sesuai fungsinya yakni menjadi jembatan yang menghubungkan antara *software* dengan Lampu PJU, untuk melakukan tugasnya yaitu untuk *monitoring* dan *controlling* dari komponen-komponen yang sudah terangkai dan diaplikasikan pada Lampu PJU. Namun dari uji fungsi perangkat keras yang telah dilakukan masih terdapat beberapa kelemahan pada perangkat keras seperti fitur *dimming* yang belum maksimal dikarenakan faktor pada model rangkaian komponen yang menyebabkan tidak stabilnya *output* pada nilai tegangan modul TRIAC LSA-002, *delay* yang lama dengan durasi 5 - 10 detik untuk mengontrol Lampu PJU dikarenakan faktor perangkat keras yang melakukan dua tugas yakni pengiriman dan penerimaan data, tidak terdapat sensor untuk *monitoring* listrik tipe DC sehingga tidak dapat memonitoring pada sisi *output* dari LED *Driver* yang menyebabkan minimnya fungsi monitoring pada Lampu PJU, serta GPS pada perangkat keras yang masih sulit untuk mendapatkan lokasi dikarenakan faktor lokasi yang harus berada di area terbuka.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Pradipta Buwana and S. Setiawidayat, "Sistem Pengendalian Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Melalui Jaringan Internet Berbasis Android," *JOINTECS) J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 2541–3619, 2018, doi: 10.31328/jo.
- [2] C. E. W. Utomo and M. Hariadi, "Strategi Pembangunan Smart City dan Tantangannya bagi Masyarakat Kota," *J. Strateg. dan Bisnis*, vol. 4, no. 2, pp. 159–176, 2016.
- [3] Y. Efendi, "INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [4] V. Pravalika and C. Rajendra Prasad, "Internet of things based home monitoring and device control using Esp32," 2019.
- [5] A. Wawan Indrawan and D. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung

- Pandang, *PEMANFAATAN JARINGAN LISTRIK TEGANGAN RENDAH SEBAGAI MEDIA PEMBAWA PERINTAH KENDALI PERALATAN LISTRIK RUMAH TANGGA*. 2019.
- [6] I. G. A. Putra, A. A. N. Amrita, and I. M. A. Suyadnya, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Mikrokontroler dengan Notifikasi SMS," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 90–99, Dec. 2018, doi: 10.29303/jcosine.v2i2.141.
- [7] S. Prasojo and B. Suprianto, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis Fuzzy Logic Controller," *J. Tek. Elektro Vol.*, vol. 08, no. 01, pp. 163–171, 2019.
- [8] Y. Sari and A. Waliyuddin, "Alat Deteksi Polusi Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet Of Things (IOT)," *Tekinfor*, vol. 22, no. 2, pp. 120–134, 2021.
- [9] F. A. Lutfi, "Perancangan purwarupa sistem peringatan kebocoran gas liquefied petroleum gas (LPG)," *J. Publ.*, 2018, [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/id/eprint/1585>
- [10] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.
- [11] M. Saleh and M. Haryanti, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN RELAY," 2017.