

SISTEM PENERANGAN JALAN UMUM BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)

Robby J. Arung Laby¹, Peter Rathodirjo A.², Andrew Joewono^{3*}

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Kalijudan No. 37, Surabaya

³PSPPI, Fakultas Teknik

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Kalijudan No. 37, Surabaya

*e-mail : andrew_sby@ukwms.ac.id

ABSTRACT

Public street lighting (PJU) is important as a public facility, which must be considered so that the system remains well maintained and optimal. Sometimes the condition of the lamp is not known the state of the system, because it is located in a location that is not directly accessible. Solution to overcome these problems using the Internet of Things (IOT), to monitor the condition of PJU equipment that is integrated with the internet network. This tool uses a 12 VDC battery, as the main energy source to operate the entire system. Solar panels will be input for energy for the charging process on the battery and also the lighting process by the PJU lights. This tool uses a microcontroller Wemos D1 Mini to control the system and connecting to the web server. ACS 712 current sensor and voltage sensor as parameters for monitoring the state of the PJU system, during the process of charging and supplying to the PJU lights. To ensure the system functions, measurements and tests are carried out, which include: Measurement of voltage and current from the solar panel for the process of charging to the battery as well as measurement of voltage and current from the battery when charging and discharging; Measurement of voltage and current of LED lights as lighting; Measurement of PIR sensor response time to distance and range distance; and Testing system monitoring on Android applications, as a whole system test. This tool is able to work automatically in the charging process and also the lighting process which is triggered based on the solar panel output voltage by the BCR, and the system can adjust the intensity of the lighting with PIR sensor parameters. The monitoring system can function in real time on an android smartphone.

ABSTRAK

Penerangan jalan umum (PJU) merupakan hal penting sebagai fasilitas umum, yang harus diperhatikan agar sistem tetap terawat dan optimal. Terkadang kondisi lampu tidak diketahui keadaan sistemnya, karena terletak pada lokasi yang tidak terjangkau langsung. Solusi mengatasi permasalahan tersebut menggunakan Internet of Things (IOT), untuk monitoring kondisi peralatan PJU yang terintegrasi dengan jaringan internet. Alat ini menggunakan baterai 12 VDC, sebagai sumber energi utama untuk mengoperasikan keseluruhan sistem. Panel surya akan menjadi inputan energi untuk proses charging pada baterai dan juga proses penerangan oleh lampu PJU. Alat ini menggunakan mikrokontroler wemos d1 mini untuk mengendalikan sistem dan penghubung ke web server. Sensor arus ACS 712 dan sensor tegangan sebagai parameter monitoring keadaan sistem PJU, saat proses charging dan penyuplaian ke lampu PJU. Untuk memastikan sistem berfungsi, maka dilakukan pengukuran dan pengujian, yang meliputi : Pengukuran tegangan dan arus dari panel surya untuk proses charging ke baterai serta pengukuran tegangan dan arus dari baterai sewaktu charging dan discharging ; Pengukuran tegangan dan arus lampu LED sebagai penerangan ; Pengukuran waktu respon sensor PIR terhadap jarak serta jarak jangkauan ; dan Pengujian monitoring sistem pada aplikasi android, sebagai pengujian sistem secara keseluruhan. Alat ini mampu bekerja secara otomatis dalam melakukan proses *charging* dan juga proses penerangan yang dipicu berdasarkan tegangan ouput panel surya oleh BCR, serta sistem dapat mengatur intensitas penerangannya dengan parameter sensor PIR. Monitoring sistem dapat berfungsi secara *realtime smartphone android*.

Keywords: *Internet of Things, Public Street Lighting (PJU), Microcontroller*

I. Pendahuluan

Pada perkembangan teknologi saat ini alat yang berbasis elektronik semakin banyak,

namun untuk pemantau lampu PJU masih banyak menggunakan sistem manual. Terutama untuk penerangan lampu yang berada di pinggir

jalan ataupun gedung-gedung yang banyak memiliki lampu penerangan yang tidak dapat selalu dijangkau pengguna. Oleh karena itu perlu dibuat sistem monitoring lampu PJU bertenaga surya.

Sistem pemantauan dilakukan tanpa harus meninjau langsung ke lokasi, untuk lampu yang kondisinya tidak normal (mati), panel surya yang tidak menyuplai tegangan dengan normal, serta baterai yang tidak menyimpan energi dengan baik, maka peran alat ini sangat penting untuk memberi kemudahan agar dapat memantau kondisi terkini dengan menggunakan sistem *Internet Of Things (IOT)*.

Sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus atau segala perangkat yang terhubung dengan konektivitas internet yang dapat dikendalikan dan dipantau dimanapun user berada.

Dalam realisasi pembuatan perlu dipikirkan bagaimana mendeteksi arus untuk mengetahui arus dan tegangan yang terlewat pada sistem, sehingga dapat digunakan sebagai parameter kondisi sistem, menyala dan mati atau rusak. Membuat sistem monitoring lampu dengan jarak jauh melalui aplikasi *smartphone*.

Peralatan yang dibuat menggunakan lampu penerangan jalan umum (PJU), merupakan pengembangan module PJU yang sudah ada. Sistem Lampu Penerangan jalan umum yang digunakan, proses pemantauannya masih konvensional, apabila terjadi kerusakan komponen, harus datang kelokasi dimana PJU tersebut berada dan mencari bagian mana yang akan di-*troubleshooting*. Pada alat ini nantinya sistem akan dibuat sistem otomatisasinya, proses pemantauannya dan *troubleshooting* kerusakan komponen, serta alat ini lebih efisien pada penggunaan energinya dengan menambahkan sensor PIR sebagai pendeteksi keberadaan manusia atau pengguna lampu PJU.

II. Teori Dasar

Pada bagian ini dijelaskan teori yang digunakan, sebagai berikut:

2.1 Internet Of Things (IOT)^[1]

Konsep IOT diciptakan oleh anggota komunitas pengembangan Radio Frequency Identification (RFID) pada tahun 1999, dan menjadi lebih relevan dengan dunia praktis karena pertumbuhan perangkat mobile, komunikasi tertanam dan di mana-mana, komputasi awan dengan data analitik.

Internet of things (IOT) didefinisikan sebagai jaringan benda fisik, yang diilustrasikan pada Gambar 1. Internet bukan hanya jaringan komputer, tetapi telah berkembang menjadi jaringan perangkat dari semua jenis dan ukuran, kendaraan, ponsel pintar, peralatan rumah tangga, mainan, kamera, instrumen medis dan sistem industri, hewan, manusia, bangunan,

semua terhubung, semua berkomunikasi & berbagi informasi berdasarkan protokol yang ditetapkan untuk mencapai reorganisasi cerdas, penentuan posisi, penelusuran, aman & terkontrol & bahkan pemantauan online waktu nyata pribadi, peningkatan online, kontrol proses & administrasi.



Gambar 1. Internet Of Things

2.2 Penerangan Jalan Umum (PJU)^[2]

Menurut Standar Nasional Indonesia ada berbagai macam spesifikasi lampu dan daya lampu yang digunakan sesuai kawasannya. Fungsi lampu antara lain sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan khususnya di malam hari.

Beberapa tipe lampu yang merupakan elemen penting pada *pedestrian*, yaitu:

- a. Lampu tingkat rendah, yaitu lampu yang memiliki ketinggian dibawah mata manusia.
- b. Lampu mall, yaitu lampu yang memiliki ketinggian antara 1 - 1,5 meter.
- c. Lampu khusus, yaitu lampu yang mempunyai ketinggian rata-rata 2-3 meter.
- d. Lampu parkir dan lampu jalan raya, yaitu lampu yang mempunyai ketinggian antara 3-5 meter.
- e. Lampu tiang tinggi, yaitu lampu yang mempunyai ketinggian antara 6-10 meter.

Semua jenis lampu akan membutuhkan daya listrik yang mengalir ke lampu menjadi cahaya. Satuan dari cahaya yang dihasilkan oleh 1 Watt energi adalah

Tabel 1. Spesifikasi Lampu PJU

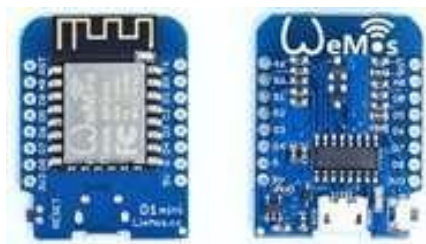
Lampu	Tipe	Daya (Watt)	Daya efikasi (Lumen/Watt)	Lifetime (Hours)
Pijar	Pijar	5-1500	0.05-0.94	7500
	Halogen	42-1500	17-30	
TL	Magnetic ballast	4-125	45-87	20000
	Electronic ballast	4-125	52-66	
LED	Generic	10-300	90-130	50000

2.3 Wemos D1 Mini^[3]

Wemos merupakan salah satu *arduino compatible development board* yang dirancang khusus untuk keperluan IOT. Wemos menggunakan chip WiFi tipe ESP8266. Wemos memiliki 9 I/O digital, 1 analog input dengan

tegangan maksimal 3.3V, beroperasi dengan pasokan tegangan 5-12V, adapun kelebihan wemos sebagai berikut:

1. *Arduino compatible*, artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan library yang banyak terdapat di internet.
2. Pinout yang compatible dengan Arduino uno, Wemos D1 R2 merupakan salah satu produk yang memiliki bentuk dan pinout standar seperti arduino uno. Sehingga memudahkan untuk menghubungkan dengan arduino shield lainnya.
3. Wemos dapat *running stand alone* tanpa perlu dihubungkan dengan mikrokontroler. Wemos dapat running stand alone karena internal chip terdapat CPU yang dapat diprogram melalui Serial port ataupun via OTA (*Over The Air*) atau transfer program secara wireless.
4. *High Frequency CPU*, dengan processor utama 32bit berkecepatan 80MHz. Wemos dapat mengeksekusi program lebih cepat dibanding dibandingkan mikrokontroler 8 bit yang digunakan di Arduino.
5. Dukungan *High Level Language*, Selain menggunakan Arduino IDE. Wemos juga dapat diprogram menggunakan bahasa Python dan Lua. Seperti terlihat di gambar 2.



Gambar 2. Modul Wemos D1 mini

2.4 Sensor Arus ACS 712^[4]

ACS712 5A merupakan *Hall Effect Current*, merupakan sensor arus AC/DC linear yang memiliki batasan arus hingga 5 Ampere. Sensor arus ACS712 banyak diaplikasikan untuk kontrol motor, deteksi dan manajemen beban, power supply mode switces dan sistem proteksi arus lebih, ditampilkan di gambar 3.



Gambar 3. Sensor Arus ACS 712 5 A

Pengukuran arus yang digunakan pada dasarnya menggunakan sebuah resistor shunt yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan,

tegangan, diumpankan ke current transformer selanjutnya ke rangkaian pengkondisi sinyal. Pada ACS712 menggunakan teknologi *Hall effect* yang menggantikan fungsi dari resistor shunt dan current transformer menjadi sebuah sensor dengan ukuran lebih kecil dengan mendeteksi aliran arus listrik yang menimbulkan medan magnet. Spesifikasi sensor seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Sensor ACS 712

Respon output rise time	3,5µs
Resistansi konduktor internal	1,2mΩ
Operasi single supply	5v
Isolasi tegangan	2,1 kVRMS minimum dari pin 1-4 ke pin 5-8
Sensivitas	100mV/A (5A) 185mV/A (20A) 66mV/A (30A)

2.5 Sensor Tegangan^[5]

Sensor tegangan digunakan untuk mengukur tegangan AC atau DC. Prinsip kerja modul sensor tegangan didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Tampak modul sensor seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Sensor Tegangan

Fitur-fitur modul sensor tegangan sebagai berikut:

- a. Variasi Tegangan masukan: DC 0 -25 V
- b. Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V -25 V
- c. Tegangan resolusi analog: 0,00489 V
- d. Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
- e. Output Interface: "+" Koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung Arduinopin A0
- f. DC antarmuka masukan: red terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND

2.6 Sensor Pasif Infrared (PIR)^[6]

Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*) biasa digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia. Sensor PIR adalah sebuah sensor yang menangkap pancaran sinyal inframerah yang dikeluarkan oleh tubuh manusia. Sensor PIR dapat merespon perubahan-perubahan pancaran

sinyal inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia.

Keadaan ruangan dengan perubahan temperatur pada manusia dalam suatu ruangan menjadi nilai awal (*set point*) yang menjadi acuan dalam sistem pengontrolan. Perubahan temperatur pada manusia dalam ruangan akan terdeteksi oleh Sensor PIR. *PIR* merupakan kombinasi sebuah kristal *pyroelectric*, *filter* dan *lensa Fresnel*. Tampak seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Sensor PIR (Pasif Infrared)

Sensor PIR menggunakan satu pin I/O sebagai penerima informasi sinyal gelombang inframerah yang dapat dihubungkan langsung ke Mikrokontroler,

2.7 Baterai Lithium Ion^[7]

Baterai merupakan alat yang dapat mengubah langsung energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia. Sel baterai adalah unit terkecil dari suatu sistem proses elektrokimia yang terdiri dari elektroda, elektrolit, separator, wadah dan *current collector*/terminal.

Komponen terpenting dari sel baterai adalah :

1. Elektroda negatif/anoda, yaitu elektroda yang melepaskan elektron ke rangkaian luar serta mengalami proses oksidasi pada proses elektrokimia.
2. Elektroda positif/katoda, yaitu elektroda yang menerima elektron dari rangkaian luar serta mengalami proses reduksi pada proses elektrokimia.
3. Penghantar ion/elektrolit, yaitu media transfer ion yang bergerak dari anoda ke katoda dalam sel baterai saat penggunaan. Fisik elektrolit umumnya berupa cairan/ larutan dimana molekul garam larut didalamnya. Tampak baterai seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Baterai Lithium

Ada dua jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai ion lithium merupakan baterai sekunder atau baterai yang dapat diisi ulang.

Keunggulan baterai lithium ion, diantaranya memiliki *lifecycle* yang panjang (500-1000 siklus), memiliki *memory effect* yang kecil, tegangan kerja yang tinggi (3,6 V), dan memiliki kapasitas spesifik lebih tinggi daripada baterai sekunder yang lain.

2.8 Panel Surya^[8]

Panel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek Photo Voltaic, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan panel surya. Tampak seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Panel Surya

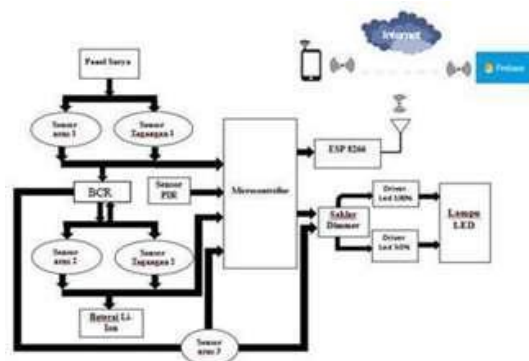
Salah satu pemanfaatan sel surya adalah sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS adalah peralatan pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik direct current (DC).

III. Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan perancangan sistem alat monitoring PJU.

3.1 Perancangan Sistem

Secara umum, perancangan sistem ini dibagi menjadi tiga yaitu konstruksi alat, perancangan elektronika, dan perancangan *software*. Diagram blok alat terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram Blok Sistem

Sistem kerja alat ini secara umum melakukan proses pengisian baterai saat siang hari dan digunakan menyuplai energi listrik sistem dan pada malam hari alat ini akan menjalankan proses penerangan. Alat ini juga akan memonitoring keadaan sistem saat beroperasi, yaitu membaca parameter data input. Data input yang dimonitor adalah nilai tegangan dan arus solar panel menuju *Battery Management System* (BMS) dan disensing oleh sensor tegangan 1 dan sensor arus 1. Berikutnya parameter nilai tegangan dan nilai arus BMS menuju baterai yang akan disensing oleh sensor tegangan 2 dan sensor arus 2. Yang ketiga parameter nilai arus, ketika pembebanan dilakukan ke lampu PJU yang disensing oleh sensor arus 2. Nilai-nilai tegangan dan arus yang disensing dari kelima sensor tersebut berupa nilai analog yang di inputkan ke ADC eksternal IC MCP 3008 untuk membantu mikrokontroler mengkonversi besaran analog menjadi besaran digital. Setelah ADC mengkonversikan akan menjadi nilai konversi ADC(NKADC) selanjutnya di inputkan ke mikrokontroler untuk diproses menjadi data parameter untuk memonitor keadaan sistem PJU.

Penerangan jalan secara umum bekerja pada malam hari untuk menerangi titik kerja lampu tersebut. Pada alat ini akan ditambahkan sistem yang dapat memonitoring PJU tersebut sehingga dapat diketahui kondisi lampu tersebut secara *realtime*. Sistem penerangan jalan umum ini, akan terbagi menjadi 2 segmen kerja yaitu pada siang hari dan malam hari. *Battery Charge Regulator* (BCR) akan mengontrol sistem untuk perpindahan secara otomatis antar segmen kerja. Tegangan input dari panel surya akan memicu BCR untuk melakukan perpindahan segmen kerja.

Pada siang hari, sistem akan melakukan *charging* terhadap baterai sebagai penyimpan energi untuk menyuplai lampu pada malam hari dan selama *charging* (pengisian) baterai, keadaan lampu PJU mati. Panel surya akan mengkonversi energi listrik yang digunakan untuk proses pengisian pada baterai. Selama *charging* dilakukan, BCR akan mengontrol proses tersebut. Dalam proses *charging*, sensor arus 1 dan sensor arus 2 akan memberikan inputan ke mikrokontroler demikian juga dengan sensor tegangan 1 dan 2 akan menginputkan nilai tegangan panel surya dan tegangan baterai ke mikrokontroler selama proses *charging*. Inputan tersebut akan diubah menjadi sebuah data yang akan dikirimkan ke cloud untuk dimonitoring selama proses *charging*.

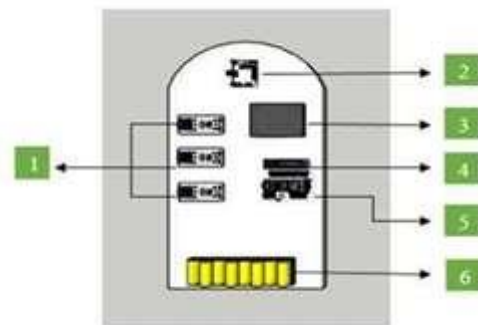
3.2 Perancangan Hardware

Perancangan hardware meliputi konstruksi alat, rangkaian elektronika, driver saklar dimmer, BCR, dan driver relai dengan optocoupler. terlihat pada gambar 9.

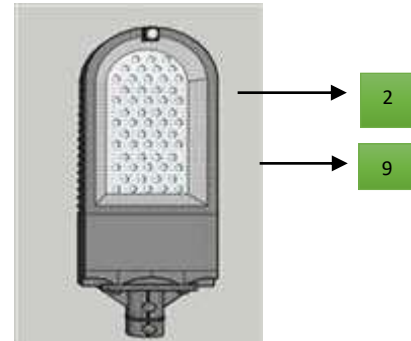


Gambar 9. Konstruksi Lampu PJU

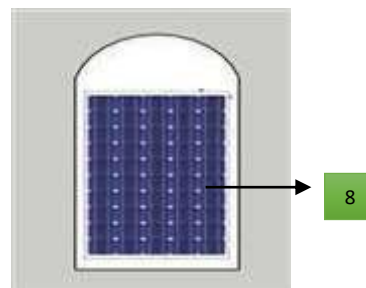
Untuk merancang sistem PJU tersebut dibutuhkan beberapa komponen terlihat pada gambar 10.,11.,12.



Gambar 10. Bagian Dalam PJU



Gambar 11. Bagian Bawah PJU



Gambar 12. Bagian Atas PJU

Fungsi komponen pada gambar konstruksi PJU :

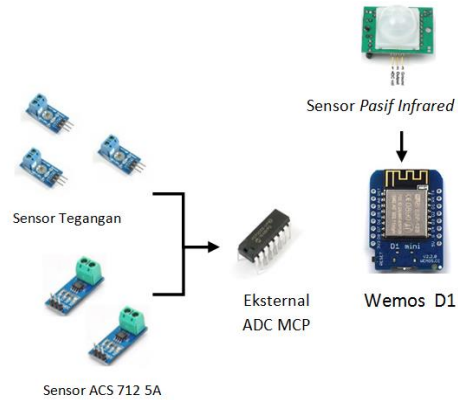
1. Sensor Arus ACS 712 5 A : Sebagai pembaca arus pada rangkaian yang akan digunakan sebagai data yang akan dimonitoring.

2. **Sensor Pasif Infrared :**
Sebagai pembaca objek pada daerah kerja PJU yang akan menjadi inptan untuk mengatur output intensitas daya yang akan dikeluarkan oleh PJU.
3. **Sensor Tegangan :**
Sebagai pembaca tegangan pada rangkaian yang akan digunakan sebagai data yang akan dimonitoring.
4. **MCP 3008 8 Channel :**
Sebagai *converter* inputan data analog menjadi data digital.
5. **Wemos D1 mini :**
Sebagai pemroses data yang diterima dari sensor arus dan tegangan serta melakukan kontrol input serta output pada sistem PJU.
6. **Baterai Li-On :**
Sebagai tempat penyimpanan energi listrik dan penyuplai energi pada lampu PJU. Kapasitas yang digunakan yaitu 3,7 V/2000 mAh yang akan dirancang menjadi 12 V/10Ah.
7. **BCR :**
Sebagai pengontrol baterai saat melakukan *charging* dan menyuplai penerangan ke PJU.
8. **Panel Surya :**
Sebagai pengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Spesifikasi panel surya yang akan digunakan yaitu sebesar 20 WP dengan Voc sebesar 21,8 V dan juga Isc sebesar 1,23 A.
9. **Lampu LED :**
Sebagai alat yang digunakan untuk melakukan penerangan pada daerah kerja PJU. Daya lampu led yang akan digunakan adalah 40 watt.

Pada alat ini, digunakan baterai Lithium untuk menyimpan energi listrik. Sistem kelistrikan untuk membebani LED adalah 12 V dengan output yang dikeluarkan oleh panel surya 20 WP adalah 12 V. Berdasarkan dari kebutuhan dari sistem tersebut, maka kapasitas baterai juga akan disesuaikan sehingga, sistem lampu PJU dapat berjalan dengan baik. Baterai Li-On akan dirangkai, hingga mencapai kapasitas kebutuhan baterai sebagai tempat penyimpanan energi listrik untuk menyuplai sistem kelistrikan pada sistem sebesar 12V/10 Ah.

3.3 Perancangan Rangkaian Elektronika

Pada alat ini digunakan wemos D1 mini sebagai mikrokontroler. I/O yang dibutuhkan cukup dan memadai dengan yang disediakan oleh wemos D1 mini. Untuk memudahkan komunikasi antara mikrokontroler dan sensor yang membaca data analog arus serta tegangan pada sistem lampu PJU, ditambahkan ADC eksternal yaitu MCP 3008 8 channel 10 bit untuk mengoptimalkan kerjanya. Kebutuhan yang akan digunakan pada alat ini yaitu 5 pin analog input dan juga 4 pin digital I/O.

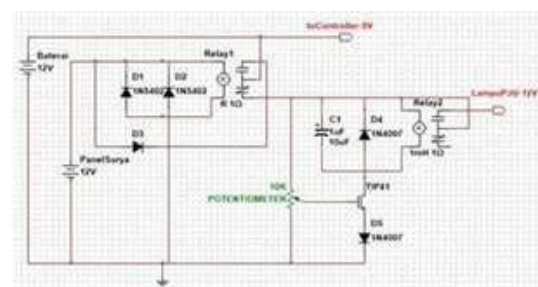


Gambar 13. Konfigurasi I/O Dengan Mikrokontroler

Pada gambar 13. terlihat eksternal ADC akan dikonfigurasi dengan wemos d1 mini untuk menginputkan nilai analog yang terbaca pada dari sensor ACS 712 serta sensor tegangan. Konfigurasi ADC eksternal dengan wemos d1 mini menggunakan 4 pin yaitu clk, mosi, miso, dan cs. Konfigurasi sensor PIR menggunakan 1 pin digital dari wemos d1 mini untuk menginputkan pembacaan objek pada sensor PIR. Sensor Arus ACS 712 akan dikonfigurasi dengan ADC eksternal. Pada pengaplikasian alat ini, akan digunakan 3 sensor Arus ACS 712 untuk masing penempatannya yaitu solar panel ke BCR, BCR ke baterai, dan juga BCR ke lampu LED . Sehingga akan digunakan 3 channel pada ADC eksternal. Pada konfigurasi kedua tegangan akan digunakan 2 channel pada ADC eksternal yang akan digunakan untuk input tegangan pada titik tegangan panel surya yang masuk ke BCR dan juga tegangan masuk dan keluar pada baterai ke BCR.

3.4 Perancangan Battery Control Regulator

Rangkaian BCR terlihat pada gambar 14. Rangkaian BCR yang berfungsi sebagai *controller* proses *charge discharge* pada baterai. BCR akan melakukan *charging* ketika panel surya menghasilkan tegangan sebesar 12-13 V dan proses penyuplaian tegangan dari baterai ke lampu PJU dihentikan. Sebaliknya ketika panel surya tidak menghasilkan tegangan maka baterai akan menyuplai tegangan lampu PJU sehingga lampu akan menyala.



Gambar 14. Rangkaian BCR

IV. Hasil Penelitian dan diskusi

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil pengujian alat yang dirancang mengenai sistem monitoring penerangan jalan umum berbasis IOT.

4.1 Pengukuran Proses Charging

Sistem PJU akan melakukan proses charging apabila panel surya mengeluarkan output tegangan 12 V akan memicu BCR untuk melakukan charging baterai. Pengukuran proses charging dibagi menjadi dua yaitu pengukuran tegangan dan arus panel surya serta pengukuran arus charging pada baterai.

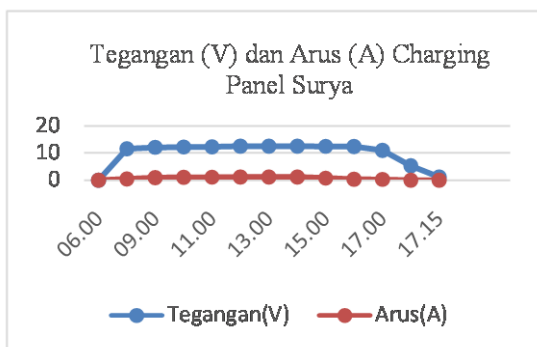
Hasil pengukuran proses charging (pengukuran tegangan dan arus), seperti pada tabel 3. berikut ini,

a. Pengukuran tegangan dan arus panel surya selama proses charging yang dikontrol oleh BCR, pengambilan data dimulai dari pukul 08.00 hingga BCR menghentikan proses charging pada pukul 17.15.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Charging Solar Panel

Jam	Tegangan (V)	Arus (A)
08.00	11,59	0,53
09.00	12,15	0,99
10.00	12,26	1,01
11.00	12,32	1,12
12.00	12,57	1,20
13.00	12,57	1,22
14.00	12,54	1,18
15.00	12,50	0,8
16.00	12,45	0,4
17.00	11,05	0,03
17.10	5,30	0
17.15	1,2	0

Dari hasil pengukuran tersebut, dapat dilihat tegangan dan arus mengalami perubahan dari waktu ke waktu, karena dipengaruhi intensitas cahaya matahari yang juga berubah-ubah. Hasil keluaran tegangan panel surya berbanding lurus dengan arusnya juga dari waktu ke waktu, seperti pada gambar 15.



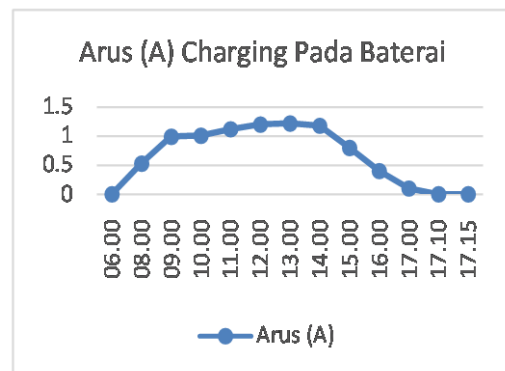
Gambar 15. Tegangan dan Arus ang Dihasilkan Panel Surya Berdasarkan Waktu

b. Pengukuran Arus dan Tegangan Baterai, selama proses charging dilakukan dengan mengukur arus pada baterai. Dengan tujuan untuk mengetahui energi yang masuk tersimpan sebelum dan sesudah rangkaian BCR Hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada table 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Arus Charging Pada Baterai

Jam	Arus (A)
08.00	0,53
09.00	0,99
10.00	1,01
11.00	1,12
12.00	1,20
13.00	1,22
14.00	1,18
15.00	0,8
16.00	0,4
17.00	0,1
17.15	0
17.30	0

Hasil pengukuran menampilkan arus charging yang berubah-ubah dari waktu ke waktu.



Gambar 16. Arus Charging Pada Baterai Berdasarkan Waktu

Dari grafik diatas diketahui puncak arus pengisian terjadi pada pukul 13.00. Sama halnya dengan energi listrik yang diproduksi oleh panel surya.

4.2 Pengukuran Proses Penerangan

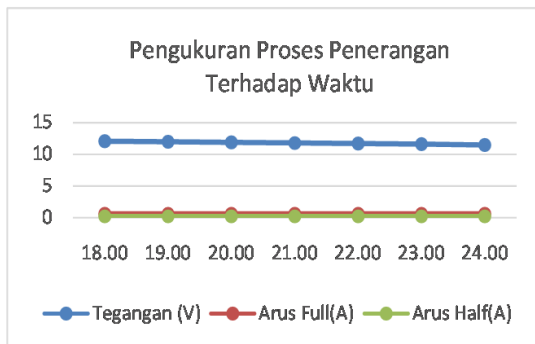
Pada pengukuran proses penerangan sistem PJU, dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus baterai, sewaktu menyupali energi ke lampu LED, serta saklar dimmer high dan juga low. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Saat Penerangan

Jam	Tegangan (V)	Arus Full Intensity (A)	Arus Half Intensity (A)
18.00	12,05	0,6	0,2
19.00	11,94	0,6	0,2
20.00	11,86	0,6	0,2
21.00	11,75	0,6	0,2
22.00	11,68	0,6	0,2
23.00	11,59	0,6	0,2
24.00	11,44	0,6	0,2

Pengukuran proses penerangan diatas dimulai pukul 18.00, hingga pukul 24.00. Tegangan baterai awalnya 12,05 V, hingga menjadi 11,44 V. Selama proses penerangan, juga diakur arus penyuplaian dari baterai ke lampu LED. Arus full intensity terukur sewaktu lampu PJU pada mode nyata penuh,dan Arus half intensity sewaktu lampu PJU pada mode hemat (terdeteksi tidak ada manusia di pantauan)

Grafik pengukuran di tampilkan pada gambar 17.



Gambar 17. Grafik Pengukuran Proses Penerangan

4.3 Pengukuran Sensor PIR (Passive Infrared)

a. Pengukuran Output Sensor PIR Yang Digunakan Untuk Mendeteksi Gerakan Objek Di Titik Kerja PJU

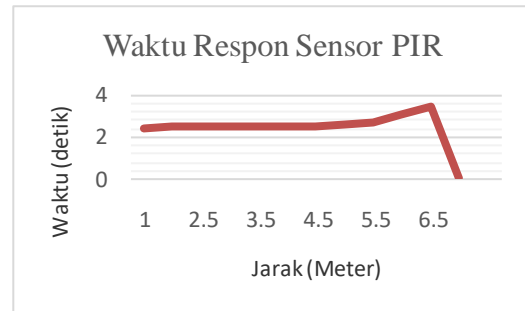
Pengukuran sensor PIR pada bagian ini dilakukan untuk mengetahui jarak yang dapat dijangkau atau dideteksi oleh sensor PIR. Dalam pengukuran dilakukan untuk mengetahui waktu respon dan jarak jangkauannya. Hasil pengukuran ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tegangan Output dan Waktu Respon Sensor PIR

Jarak (meter)	Tegangan Output (Volt)	Waktu Respon Sensor (detik)
1	3,3	2,4
2	3,3	2,42
2,5	3,3	2,42
3	3,3	2,45
3,5	3,3	2,48
4	3,3	2,50

4,5	3,3	2,50
5	3,3	2,51
5,5	3,3	2,64
6	3,3	3,06
6,5	3,3	4,40
7	3,3	-

Hasil pengukuran tegangan output dari sensor PIR didapatkan nilai tetap yaitu 3,3 V, dengan waktu respon yang ditampilkan pada grafik dibawah ini,



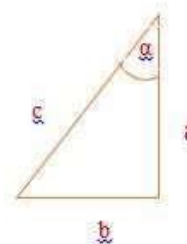
Gambar 18. Grafik Pengukuran Waktu Respon Sensor PIR

Pada pengukuran dapat ditunjukkan, bahwa jarak deteksi lebih dari 6 meter, sensor PIR sudah tidak efektif lagi karena waktu responnya yang lama.

b. Pengukuran Luas Area Yang Dapat Dideteksi Sensor PIR Saat Mendeteksi Gerakan

Pengukuran jarak jangkauan sensor PIR bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh sensor PIR mendeteksi gerakan. Cover Area sensor PIR akan dipengaruhi oleh Fresnel lens yang terdapat pada sensor PIR yang dapat dilihat pada gambar 2. 8. Metode yang akan digunakan untuk pengukuran cover area dari sensor PIR adalah dengan mengatur sensitivitasnya yang sesuai dengan tinggi Lampu LED lalu diukur jarak cover area yang terjauh.

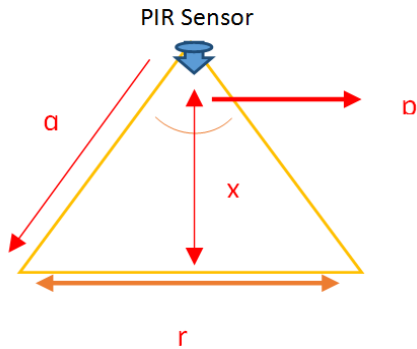
Gambar 19. Segitiga sama kaki



dimana :

$$b = cx \sin \alpha \tag{1}$$

$$b = ax \tan \alpha \tag{2}$$



Gambar 20. Perhitungan sensor PIR

dimana : x = tinggi sensor PIR
 p = sudut normal sensor PIR 60°
 q = jarak deteksi sensor PIR

Untuk menghitung area yang dapat dijangkau dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2). Jika tinggi sensor PIR 3 meter, sudut kerja dibagi menjadi 2 yaitu sisi kiri dan sisi kanan masing-masing sebesar 30° dan juga panjang sisi miring yaitu 3 meter, maka radius area titik kerja sensor PIR yaitu yaitu :

$$R = 2 \times (b \times \sin \alpha) \quad (3)$$

$$R = 2 \times (3 \times \sin(30^\circ))$$

$$R = 3 \text{ meter}$$

Tabel 7. Pengujian Luas Area Deteksi Sensor PIR

Sisi Miring Objek (m)	Jarak Pengujian Sensor PIR (m)	Kondisi Sensor PIR	Waktu Respon (detik)
3	3	Terjangkau	2,2
4	6	Terjangkau	2,3

4.4 Pengujian Sistem Monitoring Pada Aplikasi Android

a. Visualisasi Pada Aplikasi Android
 Pada pengujian monitoring aplikasi sistem PJU, dilakukan dengan membandingkan nilai terbaca dengan nilai terukur pada alat ukur. Data pengukuran dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Pengukuran Tegangan dan Arus Melalui Aplikasi

Komponen Sistem	Tegangan (V)	Arus (A)	Pembacaan Tegangan Aplikasi (V)	Pembacaan Arus Aplikasi (A)
Panel Surya	12,56	0,76	12,57612	0,76228
Baterai	11,76	0,76	11,75912	0,76211
Lampu Led	-	0,6	-	0,6000

Hasil pengukuran terlihat mempunyai nilai yang sama, antara nilai terbaca dan dikirimkan aplikasi, dibandingkan dengan nilai terukur dengan alat ukur. Tampak pengukuran seperti pada gambar 21.



Gambar 21. Pengukuran Aplikasi dan Alat Ukur

b. Pengujian Realtime Sistem PJU

Untuk menguji kondisi *realtime* dari sistem PJU, maka akan dilihat seberapa tepat pengiriman data dan respon yang akan ditampilkan ke aplikasi monitoring pada android. Sistem PJU dirancang untuk mengupdate data secara *realtime* setiap 15 menit sekali. Hasil pengujian tersebut akan ditampilkan pada tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Realtime Monitoring Sistem PJU

Waktu Data Dikirim Pada Wemos D1 mini (Jam:Menit:Detik)	Waktu Ditampil Pada Aplikasi (Jam:Menit:Detik)
13:14:27	13:29:36
13:29:36	13:44:44
13:44:44	13:59:55
13:59:55	14:14:06

Hasil dari pengujian tersebut, respon aplikasi sistem PJU, berkisar 15 menit, sesuai dengan *setting realtime update* yang dirancang.

V. Kesimpulan

Alat ini mampu bekerja secara otomatis dalam melakukan proses *charging* serta proses penerangan yang dipicu berdasarkan tegangan output panel surya oleh BCR dengan mode dua intensity (penuh dan setengah) daya listrik, dan dapat memonitor parameter data melalui IOT, dengan aplikasi android, secara realtime

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih pada Laboratorium Mekanik dan Robotik, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, sebagai pemberi dana dalam penelitian ini.

References

1. Keyur, K Patel; Sunil, M Patel. 2016. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. Vadodara: Faculty of Technology and Engineering-MSU, India
2. Badan Standardisasi Nasional. 2006. Spesifikasi Penerangan Jalan Di Kawasan Perkotaan

3. <http://roboromania.ro/datasheet/Arduino-Nano-roboromania.pdf> (diakses tanggal 20 November 2019)
4. <https://mikroavr.com/sensor-arus-listrik-acs712-30a-atmega/> (diakses tanggal 20 November 2019)
5. Ardyanto, Bagus. 2019. Pengukuran Tegangan, Arus, Dan Daya Listrik Menggunakan Perangkat Telpon Pintar. Solo: Program Studiteknik Elektrofakultas Teknikuniversitas Muhammadiyah Surakarta
6. Ahadiyah, Siti; Muharnis; Agustiawan. 2017. Implementasi Sensor Pir Pada Peralatan Elektronik Berbasis Microcontroller. Riau: Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis
7. Afif, Thowil M; Pratiwi Putri I A. 2015. Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik – Review. Malang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
8. Rahman, Shusmita, dkk. 2012. Design of a Charge Controller Circuit with Maximum Power Point Tracker (MPPT) for Photovoltaic System. BRAC University
9. J.F. Dimarzio, Android Programming with Android Studio. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc., 2017
10. Tamplin, James.2016.DeveloperGoogle. Firebase Expands to Become a Unified app Platform Tersedia pada : <https://firebase.googleblog.com/2016/05/firebaseexpands-to-become-unified-app-platform.html> (diakses 3 Desember 2019)
11. Febtriko, Anip, Tatang Sofian. 2016. Perancangan Sistem Pengaman Ruang Berbasis Mikrokontroler (ARDUINO) Dengan Metode *Motion Detection*. Jurnal teknologi dan Sistem Informasi UNIVRAB. 1(1). 1-7