

Sistem Monitoring Solar Cell Pada Penerangan Jalan Pintar Menggunakan Layanan Platform IoT

1st Devie Ryana Suchendra
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

deviersuchendra@telkomuniversity.ac.id

2nd Lisdameisaroh
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

lisdameisaroh@telkomuniversity.ac.id

3rd Ahmad Aprizki Agil Asari
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

agilasari@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Sel surya merupakan salah satu piranti yang dapat mengubah energi matahari menjadi listrik. Salah satu energi terbarukan yang saat ini terus diteliti adalah energi berbasis solar cell. Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia yang harus dioptimalkan adalah energi matahari. Solar cell sangat efektif digunakan di daerah yang banyak terdapat sumber cahaya matahari terutama di daerah sekitar katulistiwa untuk di manfaatkan. Oleh karena itu, Proyek Akhir ini bertujuan di buat untuk merancang sebuah alat monitoring arus, tegangan, suhu dan intensitas cahaya matahari pada solar cell. Data hasil monitoring disimpan dan ditampilkan pada Thingspeak. Hasil dari penelitian ini adalah berupa nilai data sensor arus dan tegangan menggunakan sensor ACS712, sensor DHT11, sensor LDR yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler. Dengan begitu monitoring dapat dilakukan dari jarak jauh tidak secara manual dan membutuhkan banyak waktu.

Kata kunci— Monitoring solar cell, mikrokontroler ESP32, monitoring PJU

Abstract— Solar cell is a device that can convert solar energy into electricity. One of the renewable energies that is currently being researched is solar cell-based energy. The potential of renewable energy sources in Indonesia that must be optimized is solar energy. Solar cells are very effective for use in areas where there are many sources of sunlight, especially in the area around the equator. Therefore, this final project aims to design a monitoring tool for current, voltage, temperature and sunlight intensity on a solar cell. Monitoring data is stored and displayed on Thingspeak. The results of this study are in the form of current and voltage sensor data values using ACS712 sensors, DHT11 sensors, LDR sensors using ESP32 as a microcontroller. That way monitoring can be done remotely, not manually and requires a lot of time.

Kata kunci— Monitoring solar cell, mikrokontroler ESP32, monitoring PJU.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik konvensional dalam jangka panjang akan mengurangi sumber minyak bumi, gas bumi dan batubara. Maka pengurangan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan, seperti tenaga angin dan panas matahari harus dioptimalkan.

Energi pada matahari sampai saat ini masih dapat kita manfaatkan secara gratis, energi matahari merupakan sumber energi yang bersih karena tidak menimbulkan polusi. Panel surya adalah peralatan yang digunakan untuk mendapatkan energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Panel surya ini bisa diletakkan pada area terbuka yang mendapatkan sinar matahari secara langsung.

Agar panel surya bekerja lebih maksimal. Maka dibutuhkanlah alat untuk memonitoring sistem tersebut. Pada saat ini sudah dibuat alat Monitoring Cell namun terdapat beberapa kekurangan yaitu monitoring solar cell yang belum cukup informatif, baik dari segi kenyamanan user serta komponen yang digunakan. Oleh karena itu, Pada Proyek Akhir ini dibuatlah sistem yang lebih baik dari sebelumnya pada segi kenyamanan monitoring dan monitoring yang informatif dengan menggunakan Platform layanan IOT ThingSpeak.

B. Tujuan

Adapun tujuan dibuatnya alat ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat sistem monitoring solar cell yang dapat diakses dari jarak jauh menggunakan layanan platform IoT ThingSpeak
2. Mampu menampilkan informasi monitoring berupa intensitas cahaya pada lampu smart street light system, suhu sekitar pada PCB, dan arus yang mengalir pada panel surya.

C. Batasan Masalah

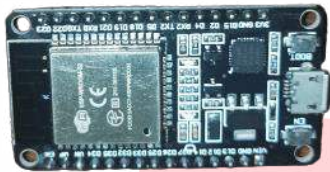
Adapun batasan masalah dari Proyek Akhir ini adalah.

1. Dapat diakses melalui jaringan publik saja.
2. Informasi monitoring yang ditampilkan tidak real time.
3. Sensor ACS712-5 dapat mendeteksi arus yang masuk pada solar cell
4. mulai -30 ampere sampai 30 ampere.
5. Sensor DHT-11 dapat mendeteksi suhu maksimal 50 derajat.
6. Proyek Akhir ini dapat berbentuk Prototype saja.

II. DASAR TEORI

A. Mikrokontroler ESP32

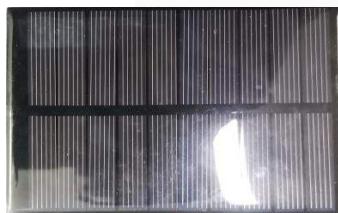
ESP32 merupakan mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System, merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah terdapat modul WiFi di dalam chipnya, sehingga sangat berguna untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang sudah familiar di pasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dari ESP8266[1].



Gambar 2.1 ESP32

B. Solar cell

Panel surya adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi untuk mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Besar daya keluaran yang dihasilkan dari proses konversi tersebut ditentukan oleh beberapa kondisi lingkungan dimana sebuah solar cell berada. Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah setiap waktu menyebabkan daya keluaran panel surya juga ikut berfluktuasi[2].



Gambar 2.2 Panel surya

C. Sensor Arus ACS712-5

Sensor arus ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek meda. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitifitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi dibidang industri, komersial, maupun komunikasi[2].



Gambar 2.3 Sensor ACS712-5

D. Sensor cahaya BH-1750

Modul BH1750 adalah sensor intensitas cahaya digital untuk pengukuran fluks. Sensor Ini memiliki konverter 16-bit built-in, sehingga memberikan output digital dalam format I2C. Performanya lebih baik daripada Optical Resistor (LDR)

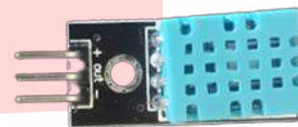
karena tidak diperlukan konversi tegangan untuk mendapatkan data yang dapat diinterpretasikan[3].



Gambar 2.4 Sensor BH-1750

E. Sensor suhu DHT-11

DHT-11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembapan udara sekitarnya. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory. DHT-11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interface[4].



Gambar 2.5 Sensor DHT-11

Parameter	Nilai
Tegangan input	3,5 – 5 VDC
Sistem komunikasi	Serial (single – Wire Two way)
Range suhu	00C – 500C
Range kelembaban	20% – 90% RH
Akurasi	±20C (temperature) ±5% RH (humidity)

F. Modul charger H913-A

Modul charger H913-A merupakan modul yang berfungsi sebagai modul pengisi daya battery dari panel surya serta sebagai sumber energi untuk sistem monitoring solar cell pada *Smart Street Light*. LED indikator pada modul ini akan menyala berwarna “hijau” apabila dialiri arus masuk dari solar cell menuju *battery*.



Gambar 2.6 Modul charger H913-A

G. Baterai Lithium Polymer

Baterai polimer lithium adalah baterai tipis, persegi panjang, dan ringan yang digunakan dibanyak perangkat elektronik seperti laptop, komputer desktop, dan ponsel. Baterai ini dapat diisi ulang, yang biasanya digunakan dalam elektronik "LiPo". "LiPoly" adalah akronim umum untuk baterai polimer lithium, dianggap sebagai alternatif yang lebih aman untuk baterai lithium-ion[5]



Gambar 2.7 Baterai lithium polymer

H. Arduino IDE

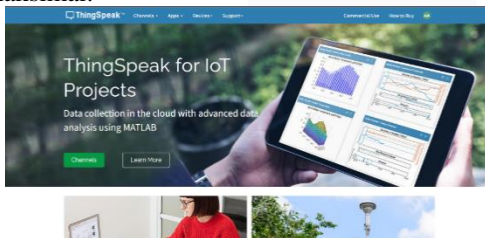
Merupakan sebuah software untuk memprogram arduino. Pada software inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman C yang dimodifikasi. Kita sebut saja dengan bahasa pemrograman C for Arduino[6].



Gambar 2.8 Arduino IDE

I. ThingSpeak

Thingspeak adalah salah satu platform yang dapat digunakan sebagai cloud untuk sistem Internet of Things (IoT). Platform Thingspeak ini dapat diakses secara bebas dengan beberapa fasilitas yang dapat digunakan. Namun jika ingin mengembangkan project IoT ke arah yang lebih kompleks, kita dapat melakukan update untuk hasil yang lebih maksimal.



Gambar 2.9 ThingSpeak

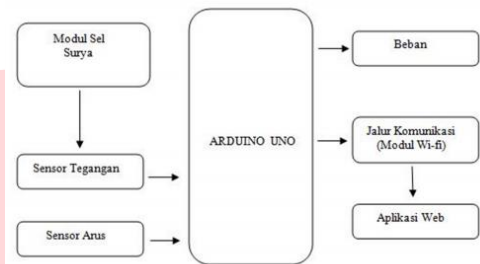
III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. Gambaran Sistem Saat Ini (Produk)

Sistem yang pernah dibuat saat ini, cara kerja alat adalah panel surya menerima energi dari matahari dan diubah menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut disimpan di baterai, dilakukan oleh charge controller dan keluaran monitoring menggunakan Thingspeak. Energi yang tersimpan pada baterai dimanfaatkan untuk menerangi jalan pada saat malam. Kekurangan yang terdapat pada sistem sebelumnya adalah hanya memonitoring arus dan tegangan pada solar cell saja[2].



Gambar 3.1 Web ThingSpeak



Gambar 3.1 Blok Diagram

1. Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem adalah dengan diawali panel surya mendeteksi sinar matahari lalu mengisi daya ke baterai sebagai sumber energi sistem penerangan jalan pintar. Kemudian semua sensor berjalan sesuai dengan fungsinya dimulai dengan sensor arus mendeteksi pemasukan arus dan tegangan pada panel surya, sensor suhu mendeteksi suhu sekitar dan suhu komponen pada rangkaian PCB, dan sensor intensitas cahaya berguna untuk mendeteksi cahaya pada penerangan jalan pintar. Semua data sensor akan dikirim oleh mikrokontroler yang sudah terhubung dengan koneksi internet ke web server ThingSpeak dengan diawali laptop meminta akses berupa request HTTP ke server ThingSpeak, jika request diterima maka laptop/mikrokontroler ESP32 berhasil terhubung dan dapat mengirim data informasi sensor yang digunakan ke ThingSpeak.

B. Identifikasi Kebutuhan Sistem (Produk)

Berikut adalah kebutuhan yang diperlukan untuk merancang dan menerapkan sistem.

1. Kebutuhan Fungsionalitas

Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsionalitas

No.	Fungsi
1	Menggunakan sistem ESP32 sebagai Mikrokontroler
2	Solar cell mendeteksi cahaya matahari dan dirubah menjadi sumber listrik
3	Melakukan pengisian daya pada battery
4	Hasil monitoring solar cell dikirim pada platform web

5	Menampilkan hasil data sensor pada web ThingSpeak
---	---

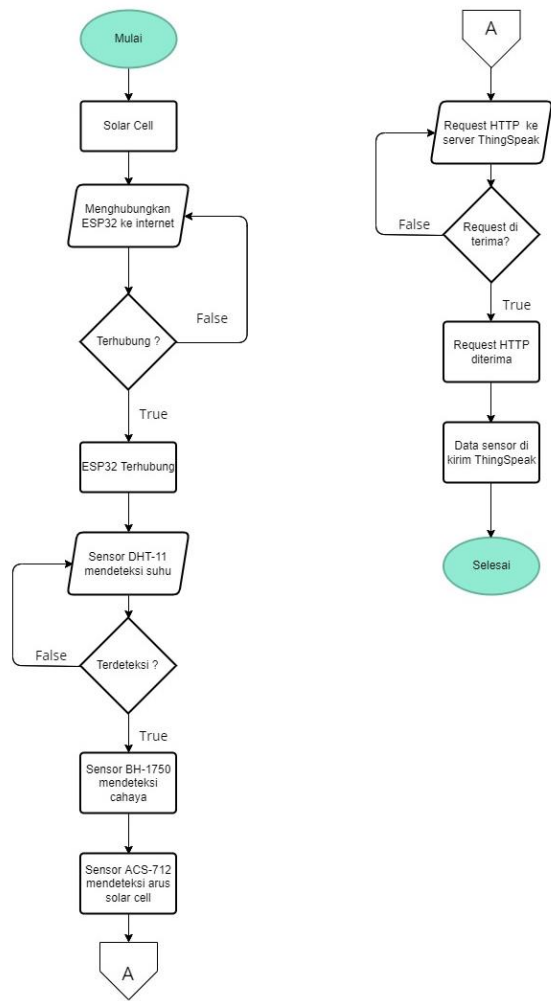
2. Kebutuhan Non-Fungsionalitas

No.	Fungsi
1	Dibutuhkan satu buah Sensor ACS712-5 untuk mendeteksi arus solar cell
2	Dibutuhkan satu buah Sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu sekitar komponen
3	Dibutuhkan satu buah BH1750 untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari
4	Dibutuhkan sebuah platform IOT ThingSpeak sebagai web monitoring

C. Perancangan Sistem

1. Gambaran Sistem Usulan

Sebelum membuat alat diperlukan sebuah acuan, diagram blok adalah salah satu cara yang dijadikan acuan agar mempermudah dalam proses pembuatan alat yang mengacu pada gambaran sistem dibawah ini, dimana masing-masing rangkaian memiliki satu kesatuan yang saling terkait dan berhubungan serta membentuk kesatuan.



Gambar 3.2 Flowchart

Gambar 3.2 menunjukkan *flowchart* monitoring solar cell sistem di awali dengan mikrokontroler ESP32 terhubung dengan koneksi internet setelah itu ketiga sensor akan berjalan sesuai dengan fungsinya. Sensor Dht-11 akan mendeteksi suhu jika sensor dht-11 dapat mendeteksi informasi data suhu maka sensor selanjutnya yang berjalan adalah sensor arus dan sensor intensitas cahaya. Semua data sensor akan di kirim pada web server ThingSpeak agar data informasi sensor yang digunakan dapat terlihat pada ThingSpeak.

D. Perancangan Sistem

1. Kebutuhan Perangkat Keras

Pada tabel 3.2 adalah daftar kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan dalam perancangan sistem.

Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Keras

NO	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	ESP32	- ESP32S - 48 pin
2	Panel surya	Tegangan 5 (Volt) maksimal 220mA

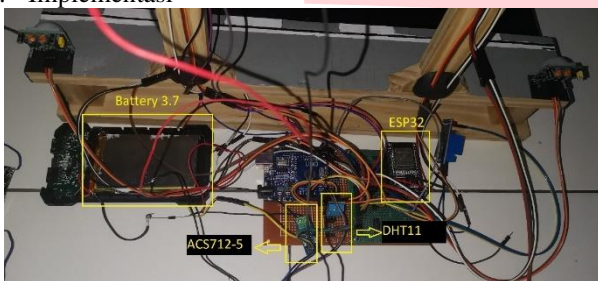
3	Baterai Lithium polymer	20.000 mAh 3.7 volt
4	Sensor DHT-11	Maksimal deteksi 50 Celcius
5	Sensor ACS712-5	Maksimal arus -30 sampai 30 Ampere
6	Sensor BH-1750	Data range 0-65535 Lux Power supply: 3-5 V
7		- Tegangan kerja: 3.75V – 6V - Maks Tegangan: 250VAC – 30VDC - Maks arus: 10A



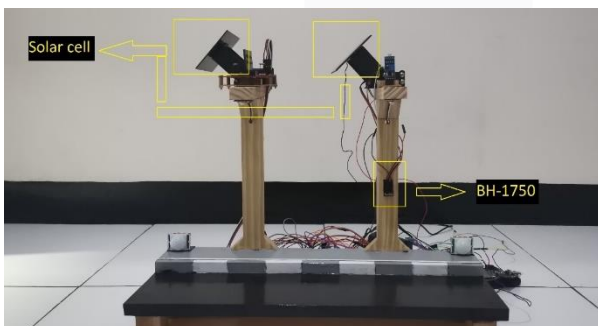
Gambar 4.3 web monitoring ThingSpeak

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Implementasi



Gambar 4.1 (a) Prototype tampak belakang



Gambar 4.1 (b) Prototype tampak depan

Pada gambar 4.1(a) dan 4.1(b) merupakan gambar prototype rangkaian sistem monitoring solar cell yang digunakan untuk mengambil data informasi dari masing-masing data sensor yang digunakan.

Pada Gambar 4.3 merupakan platform Iot yang digunakan untuk pemantauan panel surya pada penerangan jalan pintar.

B. Pengujian

1. Pengujian Pemasukan Arus Panel Surya

a. Tujuan

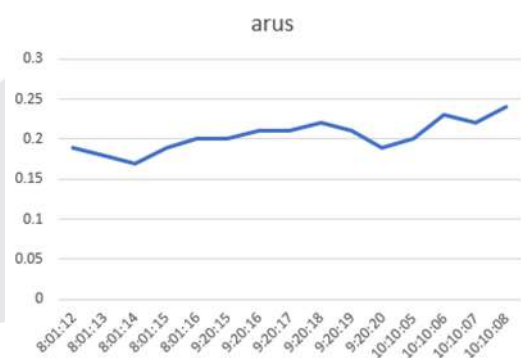
Tujuan pada pengujian ini ialah untuk mengetahui berapa pemasukan arus dari panel surya menuju ke baterai.

b. Skenario Pengujian

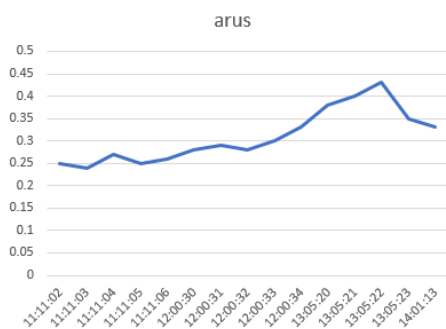
Pengujian dilakukan dalam satu hari secara bersamaan, alat monitoring cell diletakkan pada tempat yang terbuka.

c. Hasil Pengujian

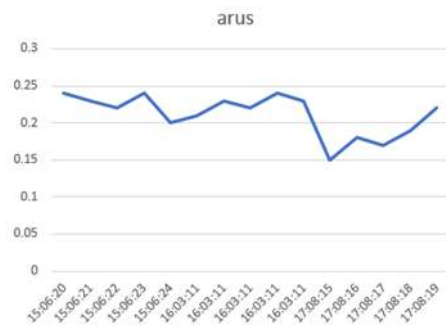
Berdasarkan hasil pengujian akan ditampilkan pada tabel berikut.



Gambar 4.4 Hasil pengujian pagi hari



Gambar 5.1 Hasil pengujian siang hari



Gambar 5.1 Hasil pengujian sore hari

d. Analisis Pengujian generator

Setelah dilakukan pengujian arus yang mengalir pada solar cell dapat disimpulkan bahwa arus tertinggi yang mengalir pada solar cell adalah pada siang hari dengan rata-rata arus 0.24-0.43 Ampere, dan pada waktu sore hari dan pagi hari arus yang mengalir pada solar cell tidak terlalu jauh berbeda, yaitu pada pagi hari rata-rata arus sekitar 0.13-0.24 Ampere, sedangkan pada sore hari sekitar 0.17-0.24 Ampere

2. Pengujian Intensitas Cahaya Lampu

a. Tujuan

untuk mengetahui kondisi cahaya lampu jalan pintar pada malam hari. Cahaya lampu dibagi menjadi 3 kategori yaitu lampu nyala, redup, dan lampu dalam keadaan mati.

b. Skenario Pengujian LED

Pengujian dilakukan pada ruangan gelap, sensor diletakkan pada tiang lampu jalan pintar dengan jarak lampu pada sensor intensitas cahaya 14 cm.

c. Hasil Pengujian LED

Berikut hasil pengujian LED.

Tabel 5.1 Hasil pengujian intensitas cahaya

NO	Kondisi Lampu	Luxmeter	Sensor BH-1750 (Lux)	Delay	Error	Keterangan
1.	Terang	36.0	28.0	0	0	Terdeteksi
2.	Terang	38.2	26.5	0	0	Terdeteksi
3.	Redup	7.0	2.5	0	0	Terdeteksi

4.	Mati	0.0	0.83	0	0	Terdeteksi
5.	Redup	7.2	2.4	0	0	Terdeteksi
6.	Mati	0.0	0.83	0	0	Terdeteksi
7.	Terang	40.0	25.0	0	0	Terdeteksi
8.	Redup	6.0	5.0	0	0	Terdeteksi
9.	Mati	0.2	0.8	0	0	Terdeteksi
10.	Redup	7.0	3.0	0	0	Terdeteksi
11.	Terang	38.0	28.2	0	0	Terdeteksi
12.	Redup	7.1	3.2	0	0	Terdeteksi
13.	Terang	42.0	35.0	0	0	Terdeteksi
14.	Mati	0.0	0.83	0	0	Terdeteksi

d. Analisis Pengujian LED

Setelah melihat hasil monitoring sensor BH-1750 dapat disimpulkan bahwa sensor dapat mendeteksi lampu jalan pintar dengan baik yaitu dalam keadaan terang dengan range cahaya (≥ 28.0), redup diantara (0.83-28.0 Lux), dan lampu mati dibawah (≤ 0.83).

3. Pengujian suhu

a. Tujuan

bertujuan untuk mengetahui suhu sekitar dan kondisi komponen pada lampu jalan pintar. Komponen dikatakan normal apabila komponen tidak ada yang terbakar, begitupun sebaliknya jika tidak normal suhu akan naik menandakan ada komponen yang terbakar.

b. Skenario Pengujian suhu

Pengujian dilakukan menggunakan termal di ibaratkan sebagai jika komponen ada yang terbakar untuk mengetahui apakah sensor dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya.

c. Hasil Pengujian suhu

Berikut hasil pengujian suhu pada rangkaian sekitar PCB.

Tabel 6.1 Hasil pengujian suhu

NO	Kondisi Komponen	Sensor DHT-11	Kamera Flir
1.	Meledak /Terbakar	35-44 Derajat	40-45 Derajat
2.	Normal	25-28 Derajat	27-28 Derajat

d. Analisis Pengujian Charging

Setelah dilakukan pengujian suhu DHT-11 dapat disimpulkan bahwa sensor dapat berjalan dengan baik dapat membedakan komponen dalam keadaan normal yaitu (25-28

Celcius) dan komponen dalam keadaan terbakar (35-45 Celcius).

4. Pengujian ThingSpeak

a. Tujuan

Tujuan pengujian ThingSpeak ini bertujuan untuk mengetahui delay dan error pengiriman data dari mikrokontroller dari ESP32 serta memastikan ThingSpeak dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya yaitu menampilkan hasil monitoring oleh sensor yang digunakan.

b. Skenario pengujian ThingSpeak

Pengujian dilakukan menggunakan Arduino IDE. Pada bagian serial monitor dapat diamati informasi monitoring berupa data sensor, delay, serta error pengiriman data ke ThingSpeak

c. Hasil Pengujian

Berikut hasil pengujian ThingSpeak

Tabel 6.2 Hasil pengujian suhu

NO	DHT-11 (C)	BH-1750 (Lux)	ACS712-5 (Amper)	Delay Error (detik)	Keterangan Pengiriman Data ke ThingSpeak
1.	26.70	16.67	0.11	2	Channel update successful.
2.	26.60	16.67	0.11	2	Problem updating channel
3.	26.50	16.67	0.00	2	Problem updating channel
4.	26.40	16.67	0.12	2	Channel update successful.
5.	26.30	17.50	0.12	2	Problem updating channel
6.	26.20	17.50	0.17	2	Problem updating channel
7.	26.20	17.50	0.18	2	Channel update successful.
8.	26.10	17.50	0.14	2	Problem updating channel
9.	25.90	16.67	0.16	2	Problem updating channel
10.	25.90	16.67	0.18	2	Channel update successful.

d. Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pengiriman data ke ThingSpeak cukup baik. Setiap pengiriman data ke ThingSpeak

mengalami error sebanyak 2 kali setelah itu pengiriman akan berhasil.

5. Pengujian Battery

a. Tujuan

Tujuan pengujian ini dilakukan adalah bertujuan untuk mengetahui berapa daya yang masuk pada baterai dan berapa banyak baterai mengeluarkan daya untuk mensuplai komponen aktuator yang bergerak pada penerangan jalan pintar.

b. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dihari yang sama dengan waktu pengujian dalam pengisian baterai selama 1 hari terkena sinar matahari, dan untuk mengetahui berapa pengeluaran daya dari baterai untuk mensuplai komponen penggerak lampu penerangan jalan pintar dilakukan perhitungan selama semalam. Berikut merupakan skenario pengujian yang dilakukan.

c. Hasil Pengujian

Tabel 6.3 Hasil pengujian pengeluaran daya

Pengeluaran Daya				
Jam	Voltase Servo	Voltase Lampu		Voltase PIR(v)
		Terang	Redup	
20:10:01	3.5	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:02	4.8	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:03	4.8	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:04	4.8	4.35 volt	0.48 volt	3.9 volt
20:10:05	3.5	4.35 volt	0.48 volt	3.6 volt
20:10:06	4.9	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:07	3.7	4.35 volt	0.48 volt	3.4 volt
20:10:08	3.7	4.35 volt	0.48 volt	3.8 volt
20:10:09	3.7	4.35 volt	0.48 volt	3.9 volt
20:10:10	4.6	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:11	4.8	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:12	4.9	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:13	4.8	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:14	3.7	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt
20:10:15	3.5	4.35 volt	0.48 volt	3.5 volt

Tabel 7.1 Hasil pengujian penmasukan daya

Pemasukan Daya

Jam	Intensitas cahaya (Lux)	Panel Surya		Keterangan Baterai
		(v)	(A)	
09:00-10:00	38859.16	2.33	0.20	Tidak bertambah
10:00-11:00	39299.16	2.36	0.25	Tidak bertambah
11:00-12:00	43770.83	2.37	0.29	Bertambah 1%
12:00-13:00	54612.50	2.38	0.31	Tidak bertambah
13:00-14:00	63290.17	3.1	0.40	Bertambah 2%
14:00-15:00	44770.83	3.0	0.39	Bertambah 3%
15:00-16:00	40770.83	2.37	0.31	Tidak bertambah
16:00-17:00	39299.16	2.34	0.29	Bertambah 4%
17:00-17:30	30859.16	2.3	0.23	Tidak bertambah

d. Analisis pengujian

Setelah dilakukan pengujian maka dapat disimpulkan bahwa pengeluaran baterai lebih banyak dibandingkan dengan pemasukan daya dari panel surya. Panel surya hanya mampu mengisi baterai sebanyak 4% perhari dari 20.000 mAh jumlah kapasitas baterai dengan cuaca matahari yang terik. Untuk pengeluaran dari baterai rata-rata perjam menghabiskan 15% baterai untuk menyalakan lampu jalan pintar, servo dan sensor gerakan.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Dapat memonitoring solar cell secara jarak jauh dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang terkoneksi dengan WIFI, sehingga dapat mengirim data sensor pada platform web IOT ThingSpeak.
2. Alat ini dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan tujuannya dengan menggunakan sensor ACS712-5, DHT11, dan sensor BH-1750 untuk memonitoring arus pada solar cell, suhu sekitar serta pada sekitar komponen rangkaian PCB, dan mengetahui kondisi lampu pada Smart Street Light.
3. Berdasarkan pengujian keseluruhan yang sudah dilakukan didapatkan kesimpulan semua sensor dapat berjalan sesuai dengan fungsinya, titik optimal solar cell dapat menerima cahaya matahari yang baik yaitu pada sekitar jam 12:00 hingga 14:00 siang dengan rata-rata arus masuk 0.30 Ampere. Namun terdapat delay 2 detik saat pengirim data sensor ke ThingSpeak,

B. Saran

Adapun saran yang penulis berikan agar sistem ini lebih baik lagi adalah sebagai berikut:

1. Isi baterai dapat ditampilkan pada web ThingSpeak.
2. Menggunakan panel surya yang lebih baik agar pemasukan arus lebih besar.
3. Menggunakan sensor suhu yang terbaru untuk mendeteksi suhu yang lebih tinggi.
4. Menambahkan kapasitas baterai yang lebih besar.

REFERENSI

- [1] I. Rifky, "Mikrokontroler ESP32," 2021. <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/>
- [2] C. L. Aritonang, M. Maison, and Y. R. Hais, "Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Intensitas Cahaya pada Panel Surya dengan Thingspeak," *J. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 11–24, 2020, doi: 10.22437/jurnalengineering.v2i1.8641.
- [3] N. Mechatronics, "Modul Sensor Cahaya BH1750," 2018. <https://naylampmechatronics.com/sensores-luz-y-sonido/76-modulo-sensor-de-luz-digital-bh1750.html>
- [4] Ardutech, "Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11 dengan Arduino," 2019. <https://www.ardutech.com/sensor-suhu-dan-kelembaban-dht11-dengan-arduino/>
- [5] Apacontoh, "Apa itu Baterai Lithium Polymer," 2022. <https://apacontoh.com/apa-itu-baterai-lithium-polymer/index.html>
- [6] W. Nurdian, "Arduino IDE, Pengertian dan istilah yang sering digunakan," 2019. <https://www.idebebas.com/arduino-ide/>