

INTEGRASI SOLAR CELL DAN BATERAI VRLA UNTUK SUMBER ENERGI LISTRIK BERBASIS IoT PADA RUANG FRONT OFFICE KAMPUS POLITEKNIK PIKSI GANESHA

¹Istioa Pebrianti Pramanik, ²Ardelia Astriany Rizky, ³Umar Wirahadi

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer

^{1,2}Politeknik Piksi Ganesha

E-mail : ¹ ipebrianti02@gmail.com; ² ardelia.astriany@gmail.com;

³ uwirahadi10@gmail.com

ABSTRACT

This research presents the implementation of an Internet of Things (IoT) based intelligent system that integrates solar cells and Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) batteries as sources of electrical energy for the front office space at Politeknik PIKSI Ganesha. This system is designed to provide an efficient and environmentally friendly renewable energy solution, while ensuring reliable energy availability. The solar cells function as the main energy collector, while the VRLA batteries act as backup energy storage when sunlight is insufficient. The integration of these two components is managed by a microcontroller connected to the IoT network, enabling remote monitoring and control of the system. This research evaluates the performance and efficiency of the system, as well as explores the potential for its application in other campus environments to support energy-saving efforts and environmental sustainability.

Keyword : IoT, Solar Cell, Baterai, VRLA

ABSTRAK

Penelitian ini menyajikan implementasi sistem cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan sel surya dan baterai Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) sebagai sumber energi listrik untuk ruang front office di Politeknik PIKSI Ganesha. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan, sekaligus memastikan ketersediaan energi yang andal. Sel surya berfungsi sebagai pengumpul energi utama, sedangkan baterai VRLA bertindak sebagai penyimpan energi cadangan saat cahaya matahari tidak mencukupi. Integrasi kedua komponen ini dikelola oleh mikrokontroler yang terhubung ke jaringan IoT, memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh terhadap sistem. Penelitian ini mengevaluasi kinerja dan efisiensi sistem, serta mengeksplorasi potensi penerapannya di lingkungan kampus lain untuk mendukung upaya penghematan energi dan keberlanjutan lingkungan.

Katakunci : IoT, Solar Cell, Baterai, VRLA

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi pada saat ini semakin maju dan pesat. Seiring perkembangan teknologi yang ada pada saat ini begitu mudah diakses oleh siapa pun. *Internet Of Thing* (IoT) merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus[1].

Energi matahari diperkirakan tidak akan pernah habis dan pemanfaatan energi ini menjadi solusi yang paling ramah lingkungan diantara sumber energi baru yang lain [2]. Dengan adanya teknologi solar cell yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber tegangan mampu menjadi solusi kebutuhan tegangan cadangan dalam sistem pengendali lampu otomatis. Solar cell hanya sebagai perantara sinar matahari dan tegangan yang dihasilkan dapat disimpan di dalam sebuah baterai yang mampu menyimpan tegangan dan nantinya dapat digunakan ketika tegangan sumber terputus.

Baterai yang digunakan adalah jenis valve regulated lead acid (VRLA) yang mampu menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh solar cell sebagai sumber

tegangan cadangan yang akan disimpan di baterai yang kemudian digunakan sebagai sumber energi listrik penerangan di ruangan front office.

KAJIAN PUSTAKA

a. Solar Cell

Solar cell adalah alat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi Listrik, Solar cell terbuat dari semikonduktor dengan bahan silikon dan dilapisi dengan bahan khusus. Solar cell dapat menangkap sinar matahari dan mengubahnya menjadi sumber tegangan dengan cara elektron dilepaskan dari atom silikon dan mengalir membentuk rangkaian listrik yang kemudian menghasilkan energi listrik.[3]

Fungsi Solar Cell adalah untuk mengubah intensitas sinar matahari

menjadi energi Listrik. Semakin tinggi intensitas matahari, maka semakin banyak energi yang dapat dikonversi.[4]. Daya Solar Cell yang digunakan untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik.

b. Baterai VRLA

Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) merupakan baterai dengan jenis timbal asam dimana elektrolit telah diubah yang nantinya hidrogen dan oksigen ini akan kembali bergabung. Baterai VRLA memiliki konstruksi tertutup yang memiliki katup pelepas tekanan untuk mencegah gas keluar. Dengan karakter Baterai VRLA yang demikian maka kinerja dari Baterai VRLA akan sangat efektif bila diintegrasikan dengan Solar cell.[5]

c. Internet of Things

IoT mengacu pada interkoneksi perangkat unik yang memiliki kemampuan untuk transfer data melalui jaringan tanpa interaksi manusia ke manusia atau manusia-ke-komputer. [6] IoT memiliki banyak aplikasi di berbagai bidang di antaranya smart home, kesehatan, transportasi, industri, dan pertanian. [7]

IoT pada sistem ini berfungsi sebagai pengendali energi listrik yang terdapat di ruang front office sehingga daya yang digunakan dari baterai VRLA tersebut dapat terkontrol dengan baik.

Internet of thing pada alat ini adalah manusia sebagai user akan dapat mengendalikan tegangan yang masuk dari baterai dan dapat digunakan oleh peralatan listrik yang ada di ruang front office melalui telegram. Melalui telegram user dapat mengaktifkan baterai dan juga dapat memonitoring tegangan yang terdapat dalam baterai dan juga dapat memonitoring tegangan yang digunakan di ruang front office kampus C kemudian dapat juga dilihat di LCD display yang terdapat di ruang front office. Monitoring dilakukan dengan menggunakan koneksi Wifi dan ID yang terdapat pada alat tersebut. Sehingga melalui telegram alat ini dapat di kendalikan dan dimonitoring dari jarak jauh. Selama terkoneksi dengan internet.

d. Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur atau mendeteksi tingkat tegangan listrik

dalam suatu sistem atau rangkaian. Sensor tegangan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang digunakan untuk proses industri, instrumentasi, dan lain sebagainya.[8]

Pada sistem ini sensor tegangan digunakan untuk mengontrol daya yang digunakan oleh peralatan listrik yang ada di ruang front office sehingga indikator tersebut akan termonitor di dalam panel box dari sistem ini.

manfaatkan sebagai sumber tegangan pun akan terbatas. Maka dengan adanya baterai VRLA dapat digunakan untuk menyimpan tegangan dari solar cell.



Gambar 1. Arsitektur Alat

METODE / ANALISIS

PERANCANGAN

a. Perencanaan Alat

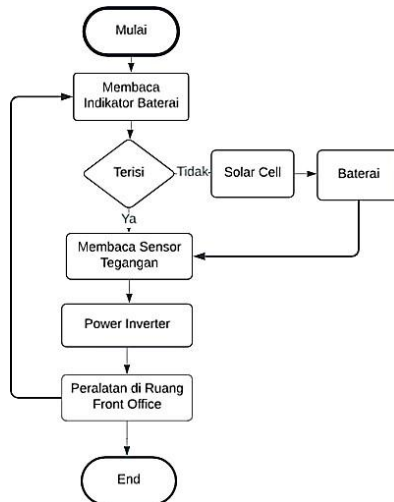
Pada tahap perencanaan, analisis kebutuhan saat ini ada sumber tegangan yang mampu memenuhi kebutuhan penggunaan listrik yang tidak hanya bersumber dari listrik PLN. Adanya inovasi baru yaitu sumber tegangan listrik yang mampu dihasilkan dari sinar matahari menggunakan solar cell di rasa mampu memenuhi sebagian kebutuhan sumber tegangan yang nantinya diharapkan mampu memenuhi seluruh kebutuhan listrik. Namun karena cuaca yang sering berubah dan tidak menentu, tentu sinar matahari yang di

Tabel 1. Daftar Kebutuhan Alat

No	Nama Alat	Gambar	Keterangan
1.	Solar Cell (Model : SP120-18M)		Merupakan alat yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Terdapat teknologi fotovoltalk merupakan teknologi yang digunakan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik

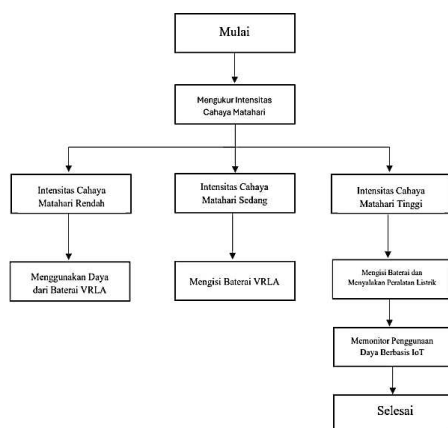
2.	Baterai VRLA 12v, 100 Ah		Luminous 12v 100ah merupakan aki kering dengan merek Shoto 12v 100Ah CCA diatas 400/500 IR di bawah 6 -7 CCA akan naik jika sudah rutin dicahrger				tengan DC pada Baterai menjadi AC sehingga dapat digunakan
3.	Sensor Tegangan		Sensor yang digunakan adalah tipe PZEM-004T. Tegangan yang dapat diukur mencapai range 80 – 260 V dan arus yang dapat diukur sebesar 100A	5.	Lampu		Sebagai penerangan yang memiliki daya 5 watt
4.	Power Inverter		Power Inverter Pure Sin Wave (PSW) 12V 300 Watt DC to AC. Digunakan untuk mengkonversi	6.	LCD Display		LCD Display digunakan sebagai alat yang menampilkan indikator tegangan yang terdapat dalam baterai dan juga tegangan yang digunakan
				7.	SSC MPPT/PWM		Pengontrol pengisian daya surya untuk mencegah pengisian enegri baterai yang berlebihan

a. Flowchart



Gambar 2. Flowchat Diagram

Pada Flowchart ini menggambarkan bagaimana sistem mengintegrasikan solar cell dan baterai VRLA untuk menyediakan sumber energi listrik yang berkelanjutan dan efisien di ruang front office, dengan pemantauan berbasis IoT untuk penggunaan daya yang optimal



Gambar 3. Alur kerja Sistem

b. Program Pengendali dan Monitoring

Tegangan

```

#include <WiFi.h>
#include
<PZEM004Tv30.h>
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <ArduinoJson.h> // Library
for JSON handling

#include <WiFiManager.h> // Library
for WiFi management

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,
2); #if !defined(PZEM_RX_PIN) &&

!defined(PZEM_TX_PIN)
#define PZEM_RX_PIN
16

#define PZEM_TX_PIN
17 #endif

#if defined(ESP32)

/*****

* ESP32 initialization
* -----
* The ESP32 HW Serial interface
can be routed to any GPIO pin
* Here we initialize the PZEM on
Serial2 with RX/TX pins 16 and 17
*/

PZEM004Tv30 pzem(PZEM_SERIAL,
PZEM_RX_PIN, PZEM_TX_PIN);

#elif defined(ESP8266)

/*****

ESP8266 initialization
  
```

```
/******  
  
*   Arduino initialization  
*   -----  
*   Not all Arduino boards come with  
multiple HW Serial ports.  
  
*   Serial2 is for example available  
on the Arduino MEGA 2560 but not  
Arduino Uno!  
*   The ESP32 HW Serial interface can  
be routed to any GPIO pin  
*   Here we initialize the PZEM on  
Serial2 with default pins  
*/  
  
PZEM004Tv30 pzem(PZEM_SERIAL);  
  
#endif  
  
void setup() {  
    pinMode(Pindo1, OUTPUT);  
  
    pinMode(Pindo2, OUTPUT);  
  
    Serial.begin(115200);  
    setup_wifi();  
    lcd.init();  
    lcd.backlight();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("SmartENERGI");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
  
    lcd.print("PIKSI GANESHA");  
    delay(2000);  
  
    lcd.clear();  
    Serial.println("Error reading  
current");  
  
    }  
  
// float power = pzem.power();  
if (current != NAN) {  
  
    Serial.print("Power: ");  
    Serial.print(power);  
    Serial.println("W");  
    lcd.setCursor(9, 0);  
    lcd.print("P:");  
    lcd.print(power);  
  
    } else {  
  
        Serial.println("Error reading  
power");  
  
    }  
  
// float energy = pzem.energy();
```

```
        if  
(client.connect(clientId.c_str(),mqtt  
_user,mqtt_password)) {  
            Serial.println("connected");  
  
        } else {  
            Serial.print("failed, rc=");  
  
            Serial.print(client.state());  
            Serial.println(" try again in 5  
seconds");  
  
            delay(5000);  
  
        }  
  
    }  
  
void setup_wifi() {  
    delay(10);  
  
    // We start by connecting to a WiFi  
network  
  
    Serial.println();  
    Serial.print("Connecting to ");  
    WiFi.mode(WIFI_STA);  
  
    WiFiManager wm;  
    bool res;  
  
    res =  
  
    wm.autoConnect("smartdds","vikub1611"  
  
); // password protected ap  
    if(!res) {  
  
        Serial.println("Gagal  
koneksi");  
  
        // ESP.restart();  
  
        }  
  
    else {  
  
        Serial.println("WiFi connected");  
        Serial.println("IP address: ");  
        Serial.println(WiFi.localIP());  
        }  
  
    }
```

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji Coba Alat



Gambar 4. Uji Coba Alat

Berdasarkan gambar diatas alat ini menggunakan Solar Cell yang nantinya menjadi sumber tegangan yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang disimpan didalam baterai VRLA. Kemudian terdapat box panel yang didalamnya terdapat module yang menampilkan indikator kapasitas baterai yang dilengkapi dengan MCB sebagai pengaman bila terjadi hubungan arus pendek.

b. Penempatan Solar Cell

Penempatan Solar cell yang digunakan sebagai sumber tegangan yang memanfaatkan sinar matahari, maka penempatan solar cell sangat signifikan pengaruhnya terhadap tegangan yang nantinya dihasilkan. Solar cell ini disimpan di gedung lantai

3, sehingga tingkat efektifitas solar cell dalam

menerima sinar matahari pun cukup baik. Sehingga tegangan yang nanti dihasilkan pun memadai.



Gambar 5. Solar Cell

c. Uji Coba pada Ruang Front Office Uji coba alat dilakukan Ketika semua instalasi alat sudah terpasang. Energi listrik di ruang front office kampus C menggunakan energi listrik yang menampilkan besar daya listrik yang tersimpan pada baterai.



Gambar 6. Ruang Front Office

Jumlah Alat yang menggunakan daya dari baterai VRLA yang terdapat di ruang front office terdiri dari 4 lampu dan 1 unit Personal Komputer, terdapat pada baterai. Ketika daya listrik yang bersumber dari PLN terputus maka ruangan front office akan tetap mendapatkan daya listrik dari baterai VRLA yang sudah terisi daya dari solar

cell, selama baterai digunakan untuk memberikan daya di ruang front office baterai tersebut akan tetap terisi energi listrik selama solar cell mendapatkan sinar matahari.

Daya listrik yang terdapat pada baterai dapat terpantau dengan baik karena adanya indikator baterai yang terdapat pada box panel. Indikator baterai dapat

digunakan Ketika tidak adanya aliran listrik maka energi listrik dialihkan dan menggunakan energi yang ada didalam baterai. Jumlah daya yang digunakan selama pemadaman listrik selama 2 jam untuk ruang front office dengan 4 buah lampu dan 1 unit Personal Computer adalah sebesar 220Wh.



Gambar 7. Tegangan Baterai pada Power Inverter



Gambar 8. Tegangan Baterai pada LCD Display

Tabel 2. Penggunaan Daya Pada Baterai

No	Peralatan yang digunakan	Durasi	Jumlah	Kapasitas	Total Tegangan
1.	Lampu	2 jam	4 buah	5 W	20 Wh
2.	Personal Computer	2 jam	1 unit	200 W	200 Wh
				Total	220 Wh

Data tersebut diambil pada saat listrik yang bersumber dari PLN tidak mengalir atau sedang adanya pemadaman listrik. Sehingga ruangan tersebut masih dapat

Tabel 3. Besar Tegangan Pada Baterai

Tegangan Awal	Tegangan Setelah di Isi (Max)	Tegangan Yang di Pakai (2 jam)
12,7 V	233,10 V	44 V

Jika ampere meter yang digunakan adalah 10 Ampere maka dan waktu penggunaan selama 1 jam maka :

Energi = Daya x Waktu 220 Wh = Daya x 1 jam

Daya = 220 Watt

Daya = Tegangan x Arus

220 Watt = Tegangan x 10 Ampere

Tegangan = 220 Watt / 10 Ampere

Tegangan = 22 Volt Pakai tabel

Maka kita mendapatkan tegangan yang digunakan dalam waktu 1 jam itu adalah 22 V untuk sumber listrik 4 buah lampu dan 1 unit personal computer di ruang front office.



Gambar 9. Tampilan Pada Telegram

KESIMPULAN

Penggunaan solar cell sebagai sumber tegangan dan baterai VRLA sebagai penyimpanan tegangan yang di hasilkan oleh baterai Solar Cell efektif digunakan

sebagai sumber tegangan di ruang front office. Tegangan yang dihasilkan oleh Solar cell kemudian di simpan di baterai yang kemudian digunakan untuk menerangi ruang fornt office yang selama ini menggunakan sumber tegangan dari listrik PLN. Dengan implementasi dari IoT alat ini mampu di kendalikan dan di monitoring melalui telegram. Penelitian ini berhasil mengintegrasikan solar cell, baterai VRLA, dan teknologi IoT untuk menyediakan sumber energi listrik ramah lingkungan dan efisien di ruang front office kampus Politeknik PIKSI Ganesha. Sistem ini dapat memantau dan mengontrol penggunaan energi secara jarak jauh, serta memberikan solusi untuk mengurangi ketergantungan pada energi tidak terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," J. Fikom, vol. 4, no. 1, 2018.
- [2] Zou, X., Jiang, F., & Liu, H. (2016). Performance Analysis of a Rooftop PV Plant and a Desert PV Plant. In Chinese Control and Decision

- Conference (CCDC) (pp. 6173–6176). Yinchua: IEEE.
- [3] Iqtimal, Z., Sara, I. D., & Syahrizal, S. (2018). Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*.
- [4] Putra, S., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal.
- [5] Martha, S., Hariprakash, B., Gaffoor, S., Ambalavanan, S., & Shukla, A. (2005). Perakitan dan kinerja sel dan baterai hybrid-VRLA. *Jurnal Sumber Daya*, 144, 560-567.
<https://doi.org/10.1016/J.JPOWSO.2004.11.016>.
- [6] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
- [7] Bahga, A., & Madiseti, V. (2014). Internet of Things: A hands-on approach. VPT.
- [8] "Perancangan dan Implementasi Sensor Tegangan AC dengan Mikroprosesor ARM Cortex-M3" oleh Nur Aji Wibowo dan Iswanjari. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, Vol. 6, No. 1, 2018.