

RANCANG BANGUN SMART HOME SYSTEM LAMPU EMERGENCY MENGUNAKAN SIM 800L VIA SMS

Oleh:

Nurjaman¹, Didik Notosudjon², Agustini Rodiah Machdi³

Abstrak

Lampu *emergency* adalah lampu khusus yang digunakan sebagai penerangan sementara ketika terjadi pemadaman listrik. Umumnya untuk menghidupkan dan mematikan lampu *emergency* menggunakan saklar namun kali ini dapat menyala dan mati secara otomatis, serta dapat pula dikendalikan secara jarak jauh dengan menggunakan SMS. Karena *fleksibilitas* penggunaan SMS yang dapat mencakup wilayah yang luas, maka dalam mengontrol lampu *emergency* bisa dilakukan kapanpun dan dimanapun selama masih berada dalam jangkauan sinyal *profider*.

Alat ini prinsip kerjanya pada saat suplai utama PLN padam maka dengan bantuan relay omron MY4NJ yang akan menghidupkan lampu *emergency* yang kemudian sensor PZEM-004T akan membaca arus dan tegangan yang selanjutnya hasil pembacaan sensor akan dikirim ke *handphone* pengguna via SMS. Dengan memanfaatkan TTGO T-Call ESP32 SIM800L sebagai media komunikasi untuk mengirim dan membaca perintah SMS yang selanjutnya menjalankan perintah untuk mematikan atau menyalakan lampu *emergency* dengan bantuan relay 5VDC.

Dari hasil pengujian alat yang telah dilakukan, diperoleh data daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan kapasitas 10 Wp dari yang terendah sebesar 3,66 Wh dan daya maksimumnya yang dihasilkan sebesar 25,62 Wh hal ini dapat terjadi karena disebabkan oleh faktor cuaca yang dapat berubah-ubah sewaktu-waktu. Dengan kapasitas baterai 9Ah 12VDC mampu mensuplai beban lampu 10 watt selama 13,5 jam.

Kata Kunci: Lampu Emergency, PLTS, Baterai.

Abstract

Emergency lights are special lights that are used as temporary lighting when a power outage occurs. Generally, to turn on and off emergency lights using a switch, this time it can be turned on and off automatically, and can also be controlled remotely using SMS. Due to the flexibility of using SMS which can cover a wide area, controlling emergency lights can be done anytime and anywhere as long as it is within the provider's signal range.

The working principle of this tool is that when the PLN main supply goes out, with the help of the MY4NJ Omron relay it will turn on the emergency lights, then the PZEM-004T sensor will read the current and voltage and then the sensor reading results will be sent to the user's cellphone via SMS. By utilizing the TTGO T-Call ESP32 SIM800L as a communication medium to send and read SMS commands which then carry out commands to turn off or turn on emergency lights with the help of a 5VDC relay.

From the results of equipment testing that has been carried out, data on the power produced by a solar panel with a capacity of 10 Wp is obtained, with the lowest being 3.66 Wh and the maximum power produced being 25.62 Wh. This can happen because weather factors can change. -change at any time. With a 9Ah 12VDC battery capacity, it can supply a 10 watt light load for 13.5 hours.

Keywords: Emergency Lights, PLTS, Battery.

I. PENDAHULUAN

Pemadaman listrik PLN seringkali terjadi secara tiba-tiba yang disebabkan oleh faktor cuaca ataupun karena terbatasnya jumlah pasokan energi listrik terutama pada waktu pemakaian tinggi (malah hari) yang menyebabkan seringnya terjadi pemadaman listrik tanpa pemberitahuan terlebih dahulu, dan ini membuat sangat tidak nyaman untuk kebanyak orang karena banyaknya aktivitas yang menggunakan penerangan ketika malam hari terganggunya saat terjadi pemadaman listrik seperti belajar, bekerja dan sebagainya. Peralnya bukan saja membuat sulit untuk beraktivitas, tapi juga membuat kesulitan untuk melihat sekelilingnya. Harus dimengerti dengan adanya lampu *emergency* maka dapat memungkinkan untuk membuat orang-orang dikelilingnya dapat beraktivitas dengan normal.[1]

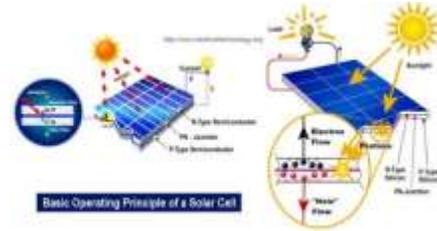
II. LANDASAN TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *fotovoltaik* adalah sistem pembangkit listrik yang bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel *fotovoltaik*. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya. Dengan menggunakan teknologi *Fotovoltaik* sehingga menghasilkan energi listrik DC (*Direct Current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*) apabila diperlukan.[2,3]

Fotovoltaik adalah suatu alat yang terbuat dari bahan *semikonduktor p-n junction* seperti *silicon*, *germanium*, *indium* dan *cadmium*. Namun *fotovoltaik* yang paling banyak digunakan adalah yang terbuat dari bahan *silicon*. Fotovoltaik ini langsung dapat mengubah energi *foton* atau energi pancaran sinar matahari menjadi energi listrik DC.[4]

Berikut ini gambar ilustrasi cara kerja dari sel surya yang ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini:[5]



Gambar 2.1 Cara Kerja Solar Cell

Dalam kenyataannya kinerja panel surya juga dibatasi oleh beberapa kerugian seperti kerugian *refleksi*, cahaya berlebih, debu, hambatan seri atau paralel dan suhu. Hal ini dapat mempengaruhi kinerja dari sel surya yang dinyatakan dalam efisiensi. Efisiensi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 berikut:[4]

$$\eta = \frac{P}{E \times A_c} = \% \dots \dots (2.1)$$

Dalam menentukan jumlah modul panel surya yang digunakan, perancang PLTS harus memperhitungkan lamanya waktu radiasi terlebih dahulu. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu radiasi matahari adalah dengan menggunakan persamaan 2.2 berikut ini:[4]

$$\text{Waktu radiasi} = \frac{\text{Radiasi rata-rata } \left(\frac{Wh}{M^2} \right)}{\text{Intensitas radiasi modul surya (jam)}} = \text{Jam} \dots (2.2)$$

Kemudian dilakukanlah perhitungan energi listrik rata-rata yang dapat dihasilkan oleh modul panel surya. Adapun energi yang dihasilkan oleh modul panel surya dapat dihitung dengan persamaan 2.3 sebagai berikut ini:[4]

$$\text{Energi Modul} = P_{\text{modul}} \times \text{Waktu radiasi} = Wh \dots (2.3)$$

Setelah itu menentukan jumlah modul panel surya yang digunakan, yaitu dengan menggunakan regenerasi baterai (pengisian baterai dilakukan tanpa beban). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah modul panel surya adalah sebagai berikut ini:[4]

$$\begin{aligned} \text{Jumlah modul} &= \frac{E_{total} \times t_{otonomi}}{\text{Energi modul} \times t_{regenerasi}} \\ &= \text{Modul ... (2.4)} \end{aligned}$$

2.2 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller atau yang biasa disingkat SCC adalah salah satu komponen yang ada pada sistem pembangkit listrik tenaga surya yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik (*current controller*) yang masuk dari panel PV ataupun arus beban yang keluar atau digunakan. SCC biasanya digunakan untuk mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai, sehingga SCC berfungsi untuk mendeteksi tegangan baterai, yang mana ketika tegangan baterai rendah maka SCC akan secara otomatis memutus penggunaan baterai ke beban.[6]



Gambar 2.2 Solar Charge Controller

2.3 Baterai

Baterai merupakan sebuah peralatan yang terdiri dari susunan *sel elektrokimia* yang mengubah energi kimia yang tersimpan pada baterai menjadi energi listrik. Pada setiap sel memiliki kutub positif (*katoda*) dan kutub negatif atau (*anoda*), pada kutub positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub negatif. Kutub bertanda negatif merupakan sumber *elektron*, yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal maka akan mengalir arus listrik dan akan memberikannya energi ke peralatan eksternal tersebut.[8]

Berikut adalah bentuk fisik baterai yang digunakan yang ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini:[9]



Gambar 2.3 Baterai

Kapasitas baterai yang digunakan dalam perancangan sistem PLTS haruslah diperhitungkan dengan baik. Untuk menghitung kapasitas baterai harus dihitung muatan baterai terlebih dahulu, adapun muatan baterai dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini:[4]

$$Q_{baterai}(Ah) = \frac{Wh}{V_{op}} = Ah \dots(2.5)$$

Adapun untuk menentukan kapasitas baterai dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:[4]

$$C_{baterai}(Ah) = Q_{baterai} \frac{t_{otonomi}}{DOD \text{ baterai}} = Ah \dots(2.6)$$

Untuk mengetahui estimasi waktu yang dibutuhkan pada saat mencharge baterai dengan kapasitas 9 Ah 12 VDC hingga terisi penuh dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini:[4]

$$\begin{aligned} \text{Estimasi Waktu Charge} &= \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus panel surya}} \\ &= \text{Jam ... (2.7)} \end{aligned}$$

2.4 Inverter

Inverter adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah arus searah (*DC*) menjadi arus bolak-balik (*AC*). Pada sistem PLTS arus yang dihasilkan yaitu arus searah (*DC*) oleh karena itu dibutuhkanlah inverter untuk mengubahnya agar dapat menyuplai arus *AC*. Pemilihan inverter yang tepat untuk pengaplikasian sistem PLTS tergantung pada kebutuhan beban dan pengaplikasian inverter akan menjadi bagian dari sistem yang terhubung ke jaringan listrik PLN atau sistem yang berdiri

sendiri. Pada sistem PLTS inverter digunakan untuk menyuplai daya pada perangkat yang menggunakan arus AC.[10]

Berikut ini gambar ilustrasi cara kerja dari sel surya yang ditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini:[11]

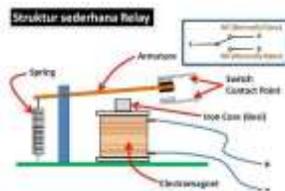


Gambar 2.4 Inverter

2.5 Relay

Relay adalah sebuah saklar elektronik yang bekerja berdasarkan prinsip *induksi medan elektromagnetis*. Relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) didekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, maka tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup.[12]

Berikut ini gambar ilustrasi cara kerja dari sel surya yang ditunjukkan pada gambar 2.5 di bawah ini:[13]



Gambar 2.5 Struktur Relay

2.6 Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah sensor yang biasa digunakan untuk mengukur tegangan rms, arus rms, dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui arduino, esp 32 atau *platform open source* lainnya. Dimensi fisik dari modul papan PZEM-004T adalah 3,1x7,4cm. Modul PZEM-004T dilengkapi dengan kumparan trafo arus

berdiameter 3mm yang dapat digunakan untuk menggunakan arus hingga 100A.[14]

Berikut ini gambar ilustrasi cara kerja dari sel surya yang ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini:[15]



Gambar 2.6 Sensor PZEM-004T

2.7 Mikrokontroler TTGO T-Call ESP 32 SIM 800L

TTGO T-Call ESP 32 SIM 800L adalah mikrokontroler baru yang menggabungkan antara ESP 32 dengan modul *GSM/GPRS SIM800L*. Papan mikrokontroler ini menggabungkan antara *ESP 32 Wifi & Bluetooth WiSoC* dengan modul *GPRS SIMCom SIM00L*, untuk supply daya dan pemrograman sudah menggunakan port USB type C yang lebih umum digunakan pada perangkat keras lainnya.[16] Pada mikrokontroler ini selain menggunakan *Wifi* dan *bluetooth* juga bisa berkomunikasi dengan menggunakan *SMS* dan dapat menghubungkannya dengan interne menggunakan paket data yang terdapat pada SIM yang terpasang berkat modul seluler *SIM800L* yang terpasang secara *default* pada papan mikrokontroler.

Berikut ini gambar ilustrasi cara kerja dari sel surya yang ditunjukkan pada gambar 2.7 di bawah ini:[16]



Gambar 2.7 TTGO T-Call ESP 32 SIM 800L

III. PERANCANGAN ALAT DAN PEMROGRAMAN

a. Gambaran Umum

Rancang bangun smart home system lampu emergency ini dirancang agar dapat beroperasi apabila sumber jaringan listrik PLN padam dengan memanfaatkan sumber energi listrik dari baterai untuk menyalakan lampu emergency. Pada perancangan smart home system lampu emergency ini menggunakan empat buah relay omron MY4N-J dan satu buah TDR (time delay reray) omron H3Y-2 yang dirancang untuk menjalankan sistem agar dapat beroperasi pada saat jaringan listrik PLN padam sehingga dapat beroperasi secara otomatis.

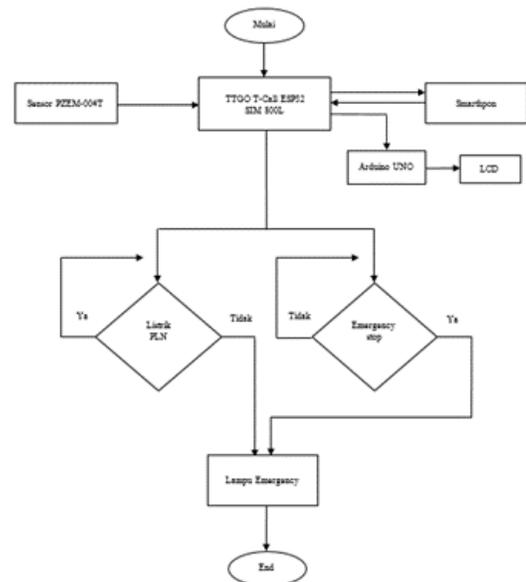
b. Diagram Alir

Garis besar pada perancangan sistem kontrol lampu *emergency* ini yaitu dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber backup untuk daya listrik yang digunakan untuk menyuplai atau mencharger baterai yang akan digunakan untuk menyalakan lampu *emergency* pada saat suplai daya PLN mengalami gangguan atau padam. Pancaran energi matahari akan diubah menjadi energi listrik oleh dua buah panel surya 10 WP yang dirangkai secara paralel agar menghasilkan energi listrik yang lebih besar.

Selanjutnya adalah sistem kontrol yang menggunakan TTGO T-Call ESP32 SIM 800L sebagai pengontrolnya dan memonitoring perangkat yang dapat terhubung ke *smartphone* yang akan dikirim dengan menggunakan media SMS dan Arduino UNO sebagai pendukung tambahan untuk menampilkan situasi atau keadaan alat yang akan ditampilkan oleh LCD. Sistem kontrol ini dioperasikan secara otomatis, hal ini diarenakan *mikrokontroller* memiliki fungsi sebagai pengendali dari sistem tersebut serta dapat berkomunikasi dengan *smartphone* menggunakan media nirkabel. Kemudian TTGO T-Call ESP32 SIM800L akan terhubung dengan relay 2 chanel 5VDC yang nantinya dapat difungsikan untuk mematikan dan menyalakan

lampu *emergency* dengan memberikan perintah melalui *smartphone*.

Berikut adalah penjelasan diagram alir *rancang bangun smart home system lampu emergency* yang ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini :



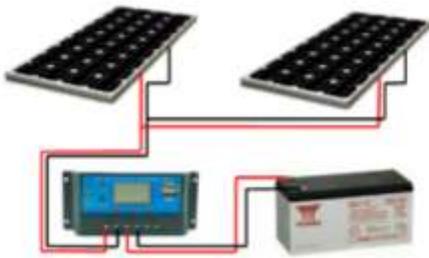
Gambar 3.1 Diagram Alir Rancang Bangun Smart Home System Lampu Emergency Menggunakan SIM 800L Via SMS

Garis besar pada perancangan sistem kontrol lampu *emergency* ini yaitu dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber backup untuk daya listrik yang digunakan untuk menyuplai atau mencharger baterai yang akan digunakan untuk menyalakan lampu *emergency* pada saat suplai daya PLN mengalami gangguan atau padam. Besar voltase baterai yang digunakan yaitu sebesar 12VDC yang selanjutnya akan dihubungkan ke inverter untuk mengubah voltase 12VDC menjadi 220VAC yang akan digunakan untuk menyuplai daya ke beban lampu *emergency*. Untuk menjalankan atau menghidupkan Arduino UNO, TTGO T-Call ESP32 SIM 800L, LCD serta relay menggunakan port USB yang terhubung langsung dengan baterai 12VD.

Sistem kontrol yang menggunakan TTGO T-Call ESP32 SIM 800L sebagai pengontrolnya dan memonitoring perangkat yang dapat terhubung ke *smartphone* yang akan dikirim dengan menggunakan media SMS.

c. Prancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Perancangan pembangkit listrik tenaga surya ini dengan menggunakan dua buah panel surya yang memiliki kapasitas masing-masing 10WP yang dihubungkan secara paralel yang digunakan untuk mengisi daya pada baterai. Panel surya ini yang akan diletakkan dibawah sinar matahari langsung yang nantinya akan mengubah pancaran energi sinar matahari menjadi energi listrik yang akan dikontrol melalui solar charger controller agar tidak mengalami over charging pada baterai.



Gambar 3.2 Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

a. Program Umum

Pemrograman yang digunakan pada pembuatan smart home syatem lampu emergency merupakan sebuah program yang menggunakan bahasa pemrograman C yang diunggah pada mikrokontroller TTGO T-Call ESP32 SIM 800L dan Arduino UNO dengan menggunakan software Arduino IDE yang gunakan untuk membuat program tersebut.

b. Prosedur Pengoperasian Alat

Prosedur pengoperasian alat merupakan langkah yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kontrol pada lampu emergency, sehingga dapat bekerja sesuai dengan perogram yangtelah dibuat. Dalam

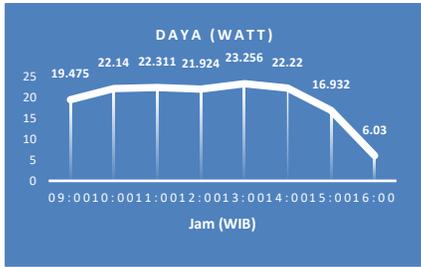
menghidupkan lampu emergency dapat dilakukan secara otomatis dan dapat pula dilakukan secara manual walaupun suplai listrik PLN hidup. Adapun langkah kerja pengoperasian yang dilakukan secara manual adalah sebagai berikut :

1. Dengan menekan tombol emergency stop, maka akan masuk ke mode manual pengoperasian lampu emergency.
2. Selanjutnya dengan menekan tombol push button ON maka secara otomatis akan menyalakan lampu emergency dan secara otomatis akan mengirimkan notifikasi keadaan bahwa lampu emergency telah ON ke smartphone pemilik lampu emergency melalui sms beserta besaran nilai arus dan tegangan pada lampu.
3. Untuk mematikan lampu emergency dapat dilakukan dengan cara menekan tombol push button OFF, atau dapat dilakukan dengan mengirimkan perintah “Lampu Emergency OFF” dengan smartphone melalui pesan singkat atau sms.
4. Posisikan kembali tombol emergency stop pada keadaan semula atau dalam posisi otomatis, dengan cara memutar tombol emergency stop searah jarum jam.

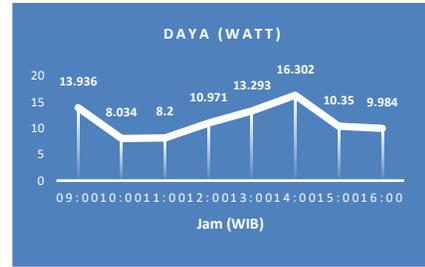
4.3 Pengujian dan Analisis Sumber Tegangan dan Arus

Analisis ini dilakukan pada sumber tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang akan digunakan untuk mencharge baterai sebagai backup sumber listrik apabila sumber utama PLN mengalami pemadaman. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan multimeter yang dimana dilakukan percobaan selama 7 (*tujuh*) hari.

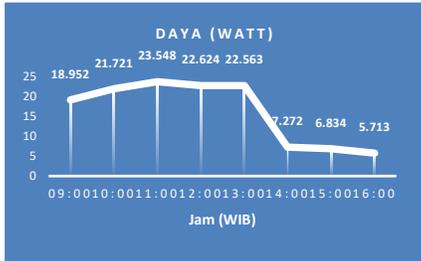
Dari hasil pengukuran daya listrik yang dihasilkan panel surya pada hari pertama dapat dijadikan sebuah grafik, yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut ini:



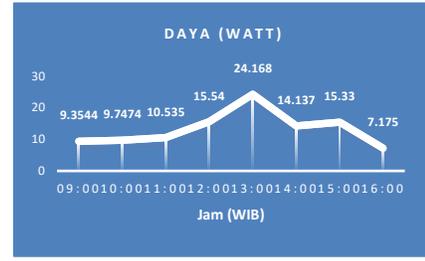
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Pertama



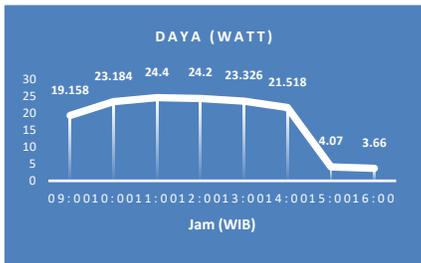
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Ke Lima



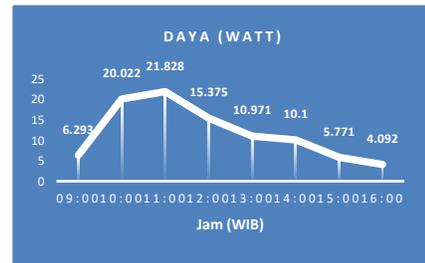
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Ke Dua



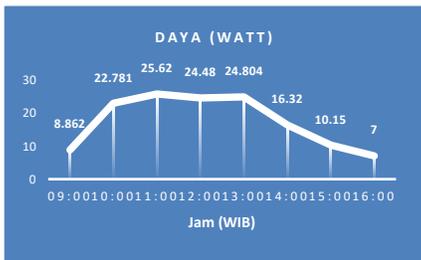
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Ke Enam



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Ke Tiga



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Ke Tujuh



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Daya Panel Surya Hari Ke Empat

4.4 Data Hasil Perhitungan Kapasitas dan Pengisian Baterai

Kapasitas arus dan tegangan yang terdapat pada baterai jika dibebankan pada suatu beban listrik maka tegangan yang terdapat pada baterai tersebut akan habis seiring berjalannya waktu.

Untuk beban yang terpasang pada saat pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Beban yang terpasang

No	Nama Alat	Beban Terpasang (Watt)	Waktu (Jam)	Energi (Wh)
1	Lampu 220 VAC	5 Watt	12	60
2	Lampu 220 VAC	5 Watt	12	60
Jumlah Beban Terpasang		10 Watt		120 Wh

Dalam menentukan muatan baterai untuk mensuplai beban yang terpasang sebesar 10 W dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.5 berikut :

$$Q_{\text{baterai}} = \frac{\text{Energi}}{V_{\text{op}}(\text{Nominal baterai})}$$

$$Q_{\text{baterai}} = \frac{120 \text{ Wh}}{12 \text{ V}}$$

$$= 10 \text{ Ah}$$

Tingkat pemakaian atau pengurasan pada baterai atau sering disebut dengan istilah DOD (Deep Of Discharge) yang biasanya hanya 50%,75% atau 90% saja, tidak sampai dikuras hingga 100% dari kapasitas baterai tersebut hal ini dilakukan agar tidak merusak baterai yang akan memperpendek masa pakai baterai. Dengan persamaan 2.6 maka, dapat ditentukan jumlah baterai yang diperlukan yaitu :

$$C_{\text{baterai}} = \frac{Q_{\text{baterai}} \times t_{\text{otonomi}}}{\text{DOD baterai}}$$

$$C_{\text{baterai}} = \frac{10 \text{ Ah} \times 2 \text{ hari}}{0,75} = \frac{10 \text{ Ah} \times 48 \text{ Jam}}{0,75}$$

$$= 640 \text{ Ah}$$

kapasitas baterai yang digunakan adalah 9 Ah dengan efisiensi 80% dan menurut spesifikasi dari panel surya yang digunakan yaitu mampu menghasilkan arus maksimum sebesar 0,68 A. Maka, untuk perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk charge baterai dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.7 berikut :

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus panel surya}}$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{9 \text{ Ah}}{80\% \times 0,68 \text{ A} \times 2}$$

$$= 8,27 \text{ Jam}$$

Karena baterai digunakan untuk mensuplai energi listrik ke baban, maka seiring berjalannya waktu daya pada baterai akan habis. Berdasarkan perancangan sistem, daya yang dibutuhkan untuk

menghidupkan 2 (dua) buah lampu emergency dengan total 10 watt, dengan masing-masing lampu memiliki daya 5 watt. Maka perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menghidupkan beban dari baterai full sampai habis dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = \frac{\text{Kapasitas baterai} \times \text{Tegangan baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Total beban}}$$

$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = \frac{9 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}}{80\% \times 10 \text{ W}}$$

$$= 13,5 \text{ Jam}$$

untuk mengetahui total daya yang digunakan pada beban maka, harus diketahui terlebih dahulu lama waktu radiasi rata-rata dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.2 berikut :

Dengan radiasi total rata-rata bulanan diasumsikan sebesar 4.760 Wh/m²

$$\text{Lama waktu radiasi} (t_r) = \frac{\text{radiasi total matahari} \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2}}{\text{intensitas radiasi modul surya} \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2}}$$

$$\text{Lama waktu radiasi} (t_r) = \frac{4.760 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2}}{1.000 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2}}$$

$$= 4,76 \text{ Jam, setiap harinya}$$

Untuk mengetahui kebutuhan jumlah panel surya yang akan digunakan maka, dapat diketahui melalui persamaan 2.3 berikut :

$$E_{\text{modul}} = P_n \times t_r$$

$$E_{\text{modul}} = 10 \text{ Wp} \times 4,76 \text{ Jam}$$

$$= 47,6 \text{ Wh per hari}$$

Diasumsikan lama waktu yang dibutuhkan untuk meregenerasi baterai atau mengisi baterai padasaan tanpa beban adalah satu hari. Maka, banyaknya modul yang digunakan untuk mensuplai kebutuhan beban 10 Wh dengan waktu otonomi 2 hari yaitu dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Modul } (N) = \frac{E_{\text{total}} \times t_{\text{otonomi}}}{E_{\text{modul}} \times t_{\text{regenerasi}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Modul } (N) &= \frac{120 \text{ Wh} \times 2 \text{ hari}}{47,6 \times 1} \\ &= \frac{120 \text{ Wh} \times 48 \text{ Jam}}{47,6 \times 1} \\ &= 121 \text{ Modul} \end{aligned}$$

Maka, untuk memenuhi kebutuhan dari total beban yang terpasang yaitu sebesar 10 Watt. Pada sistem lampu emergency kali ini menggunakan 2 modul panel surya dengan masing-masing berkapasitas 10 Wp yang dihubungkan secara paralel untuk memaksimalkan dalam mencharge baterai.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada alat yang telah diuji pada bab IV maka didapatkan kesimpulan dari data-data yang telah diambil sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata daya maksimum yang dihasilkan oleh panel surya adalah sebesar 22,731 Wp. Yang mana daya tersebut akan disimpan pada baterai yang berkapasitas 9 Ah 12 VDC, yang kemudian energi yang tersimpan pada baterai tersebut akan diubah menjadi 220 VAC untuk menghidupkan lampu *emergency* pada saat sumber listrik utama (PLN) mengalami gangguan yang mengakibatkan pemadaman listrik.
2. Dengan spesifikasi modul surya yang digunakan memiliki jenis *Polycrystalline* dengan spesifikasi $V_{mp} = 18 \text{ Volt}$, $I_{mp} = 0,68 \text{ Ampere}$, $P_{max} = 10 \text{ Wp}$, *Intensitas radiasi* 1.000 W/m^2 , *Temperatur nominal* $= 25^\circ \text{C}$ dengan jumlah 2 (dua) buah yang dihubungkan secara paralel dapat mencharge baterai yang berkapasitas 9Ah 12 VDC (DOD 75%) dari keadaan kosong sampai menjadi full membutuhkan waktu sekitar 8,27 jam. Mampu menghidupkan 2 (dua)

lampu *emergency* yang berdaya masing-masing 5 Watt (dengan total 10 Watt) selama 13,5 jam.

3. Dari hasil analisis didapatkan lama waktu rata-rata radiasi matahari yaitu 4,76 jam perharinya, untuk menyalakan 2 buah beban lampu *emergency* dengan total daya sebesar 10 watt maka dibutuhkan jumlah panel surya sebanyak 1 buah. Akan tetapi pada alat *Rancang Bangun Smart Home Lampu Emergency Menggunakan SIM 800L Via SMS* ini menggunakan 2 buah panel surya yang bertujuan untuk memaksimalkan dalam pengisian baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aswadul. Fitri, Mayda. Waruni. K dan Arwin, “Perancangan Sistem Regulator Pada lampu Emergency Menggunakan Arduino UNO”, Universitas Balikpapan, JTE UNIBA, Vol. 3, No.2, April 2019.
- [2]. Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi, “Energi Panduan Pengelolaan Lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”, Esdm, 2020.
- [3]. M.G. Imaduddin, “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Gride Dengan Kapasitas 30 KWp Di Taman Wisata Angke Kapuk”, Sekolah Tinggi Teknik-PLN, 2017.
- [4]. Notosudjono. Didik dan Fikri. Adzikri, “Teknologi Energi Terbarukan”, Bogor : Unpak Press, 2018.
- [5]. Nithyananthan. K, “Design And Development Of Automated Solar Panel Cleaner And Cooler”, Institute Of Engineering and Technology, Nalgonda, Talangana State.
- [6]. Bakhtiar. B dan Tadjuddin, “Pemilihan Solar Charge Controller (SCC) Pembangkit Listrik Tenaga Surya”, Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada

- Masyarakat (SNP2M) 78-602-60766-9-4, 2020.
<http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/2404/2116>
- [7]. Mukhamad. Khumaidi. U, “Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya”, Politeknik Harapan Bersama, Jurnal Power Elektronik, Vol.9, No.2, 2020.
<http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/powerELEKTRO>
- [8]. Faiz. A, Dimas. A. A, dan Soedibjo, “Desain Sistem Monitoring State Of Charge Baterai Pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperatur, Institut Teknologi Sepuluh November, Vol.5, No.2, 2016.
- [9]. Sumber: :
<https://www.voz.co.id/product/voz-deep-cycle-12v-9-ah-g2yd4mrygA> (Diakses pada tanggal 9 Februari 2023 pada pukul 22:20)
- [10]. Ichan. Darmawan, “Perancangan Inverter Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charge”, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2020.
- [11]. M. Fahmi. H, “Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik”, Politeknik Negeri Malang, Vol. 8, No.1, 2017.
- [12]. A. A. A. Wibowo, Sistem Kendali dan Monitoring Peralatan Elektronik Berbasis NODEMCU ESP8266 dan Aplikasi Blink, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Akakom Yogyakarta, 2018.
<https://eprints.utdi.ac.id/7331/>
- [13]. Adhe. S, Suhardianto, Acep. M, dan Aditya, “Perancangan Pengendali Lampu Kantor Berbasis Internet Of Thing”, Universitas Serang Raya, Jurnal Prosisko Vol.9, No.1, 2022.
- [14]. Salwin. Anwar, DKK, “Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T”, Politeknik Negeri Padang, Vol.3 No.1, 2019.
- [15]. Fauzan Azim, “Integrasi Data Sensor PZEM 004T Pada Gardu Distribusi 3 Phase Berbasis Sistem Informasi Web Server PLN dan Aplikasi Android”, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 2021.
- [16]. GRobotronics. (2021, Juni) GRobotronics-The Ultimate Makerstore. [Online]. Available : <http://grobotronics.com/ttgo-t-call-esp32-with-sim800l-gprs-module.html>

PENULIS

- [1]. **Nurjaman, S.T.** Alumni (2023) Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik - Universitas Pakuan Bogor
Nurdzaman21@gmail.com
- [2]. **Prof. DR. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc. IPU. Asean. Eng.** Dosen Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan Bogor.
- [3]. **Agustini Rodiah Machdi, S.T., M.T.** Dosen Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Pakuan Bogor.