

# Perancangan dan Pembuatan Rumah Pintar Menggunakan PoE (*Power over Ethernet*) Berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Afifah Alifia Fitriana<sup>1</sup>, Sri Utami<sup>2</sup>, Agoeng Harjatmo Rahardjo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559  
E-mail : afifah.alifia.tken420@polban.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559  
E-mail : sri.utami@polban.ac.id

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559  
E-mail : agoeng.hr@polban.ac.id

## ABSTRAK

Gerakan untuk menghemat energi listrik atau beralih ke sumber listrik terbarukan menjadi penting sebagai bentuk mengurangi penggunaan sumber energi listrik yang masih sangat bergantung dengan energi fosil batubara. Salah satu sektor penggunaan energi tersebut yaitu sektor rumah tangga yang menempati posisi terbesar ke tiga. Konservasi energi pada rumah tangga dapat dilakukan melalui penggunaan kendali otomatis dan sumber energi terbarukan. Memasukkan sumber energi terbarukan ke dalam desain rumah pintar adalah salah satu pilihan mengingat industri 4.0 dan kemajuan teknologi seperti Power over Ethernet, yang memungkinkan pengiriman data dan daya hanya dengan satu tarikan kabel. Laporan ini bertujuan merancang rumah pintar menggunakan PoE berbasis PLTS. Pemrosesan data mikrokontroler menggunakan Arduino Uno dan ESP-32, sensor DHT-22 dan BH1750, aktuator relai yang menjalankan instruksi mikrokontroler, dan antarmuka pemantauan Blynk membentuk empat bagian utama dari desain ini. Sistem ini menggunakan tiga panel surya 100Wp, baterai 100Ah dengan output 12V, dan SCC untuk menghasilkan energi listrik 1.005 Wh.

### Kata Kunci

Rumah pintar, PoE, PLTS

*The movement to save electrical energy or switch to renewable electricity sources is important as a form of reducing the use of electrical energy sources which are still very dependent on fossil coal energy. One of the energy use sectors is the household sector which occupies the third largest position. Energy conservation in households can be done through the use of automatic controls and renewable energy sources. Incorporating renewable energy sources into smart home designs is one option considering Industry 4.0 and technological advances such as Power over Ethernet, which allows data and power to be sent with just one pull of a cable. This report aims to design a smart home using PLTS-based PoE. Microcontroller data processing using an Arduino Uno and ESP-32, DHT-22 and BH1750 sensors, relay actuators that execute microcontroller instructions, and a Blynk monitoring interface form the four main parts of this design. This system uses three 100Wp solar panels, a 100Ah battery with 12V output, and SCC to produce 1,005 Wh of electrical energy.*

### Keywords

Smarthome, PoE, PLTS

## 1. PENDAHULUAN

Sektor rumah tangga menempati urutan ketiga konsumsi listrik terbesar yang didasari oleh bertambahnya akses listrik dan perubahan gaya hidup Masyarakat. di Indonesia kebutuhan sumber energi listrik masih sangat bergantung dengan energi fosil batubara yang jumlah persediaannya

semakin menipis. Gerakan untuk menghemat energi listrik atau beralih ke sumber listrik terbarukan menjadi penting karena keterbatasan ketersediaan energi listrik tersebut (1). Konservasi energi pada rumah tangga umum disebut rumah pintar dengan penggunaan kendali otomatis yang mendukung efisiensi energi dengan mengotomatisasi beban sesuai dengan kebutuhan

yang terdeteksi oleh sensor (2). Penyaluran daya dan data pada rumah pintar ini masih banyak terkonfigurasi konvensional yaitu penarikan memerlukan 2 kabel sehingga dalam pelaksanaannya instalasi tersebut menjadi lebih kompleks. Penggunaan teknologi PoE menjadi solusi untuk pengiriman sumber daya (power) yang sudah terintegrasikan dengan data (3). Perancangan rumah pintar menggunakan PoE berbasis PLTS bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi dengan mengotomatisasi kebutuhan penggunaan beban berdasarkan kondisi lingkungan (4). Dalam penelitian ini, beban yang digunakan adalah lampu DC 12 volt 20 watt dan kipas DC 12 volt 15 watt yang dikendalikan berdasarkan data yang diterima oleh sensor BH1750 dan DHT-22. Sensor ini mengukur tingkat pencahayaan dan temperatur ruangan sesuai dengan kebutuhan (5). Hasil perancangan menunjukkan bahwa system dapat mengatur penggunaan daya sebesar 0 watt - 35 watt, arus antara 0 ampere - 1,35 ampere dan tegangan 11,71 volt - 12,36 volt. Pada perancangan ini didapatkan data lampu beroperasi selama 12 jam sedangkan kipas selama 6 jam dengan konsumsi energi 402 Wh (6). Perancangan PLTS dengan konsumsi energi sebesar 402 Wh dan setelah memperhitungkan antisipasi mendung maupun drop tegangan dan efisiensi sistem, system PLTS membutuhkan tiga panel surya 100Wp, baterai 100Ah dengan output 12V, dan SCC untuk menghasilkan energi listrik 1.005 Wh (7). Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi PoE dan PLTS pada rumah pintar dapat menjadi solusi untuk mengefisienkan energi.

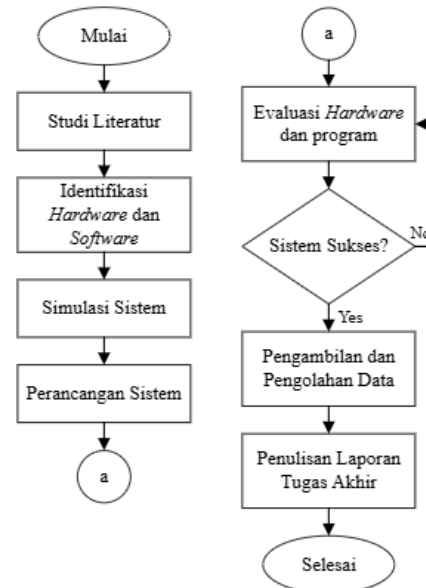
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2024 hingga Juni 2024 di wilayah Kabupaten Bandung Barat.

### 2.2 Alur Penelitian

Alur penelitian atau proses penelitian merupakan serangkaian langkah yang diikuti dalam menjalankan suatu proyek penelitian. Alur penelitian yang dilakukan yaitu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Alur Penelitian

### 2.3 Kriteria Perancangan

Kriteria perancangan digunakan untuk menentukan dan mendefinisikan parameter-parameter penting yang harus dipertimbangkan dalam proses desain prototipe ini. Parameter-parameter penting ini lebih jelasnya diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Perancangan Rumah Pintar

Parameter	Dimensi	Nilai	Keterangan
Temperatur	°C	> 28	Kipas ON
		< 27	Kipas OFF
Tingkat pencahayaan	Lux	> 100	Lampu OFF
		< 50	Lampu ON
Tegangan	volt	± 12	Sesuai Spesifikasi Beban
Arus	ampere	< 3	Sesuai Arus Maksimum Beban
Daya	watt	< 35	Sesuai Daya Maksimum Beban
Penggunaan PoE		Ya	Sesuai Perancangan
Penggunaan PLTS		Ya	Sesuai Perancangan

### 2.4 Data dan Sumber Data

Pada perancangan ini data yang didapatkan berupa hasil pengukuran dengan parameter yang diukur seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.

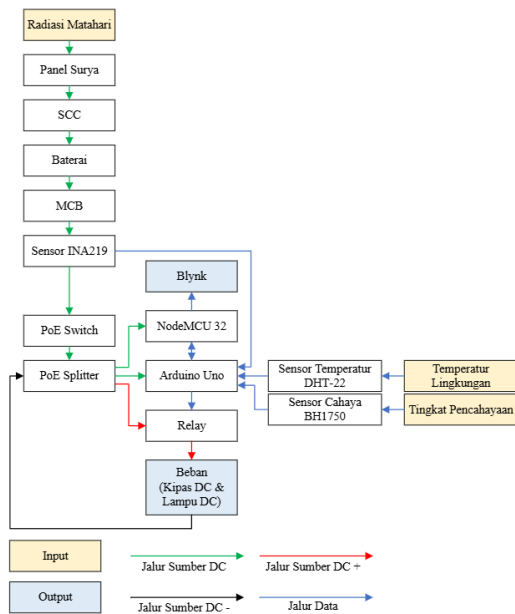
Tabel 2 Data dan Sumber Data Perancangan

Parameter Data	Dimensi	Jenis Data	Sumber Data
Temperatur	°C	Data Primer	Blynk & Google Spreadsheet
Tingkat pencahayaan	Lux		
Tegangan	volt		
Arus	ampere		
Daya	watt		

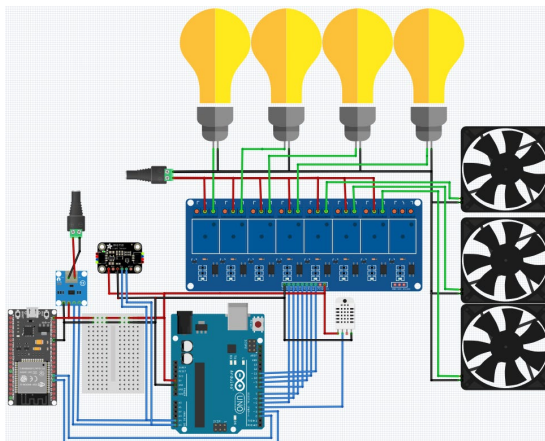
### 2.5 Perancangan Sistem

Perencanaan sistem kerja yang dibuat secara garis besarnya adalah perancangan alat dengan tahap pertama yaitu pembuatan blok diagram seperti pada Gambar 2, kemudian pemilihan komponen dengan karakteristik yang sesuai dengan

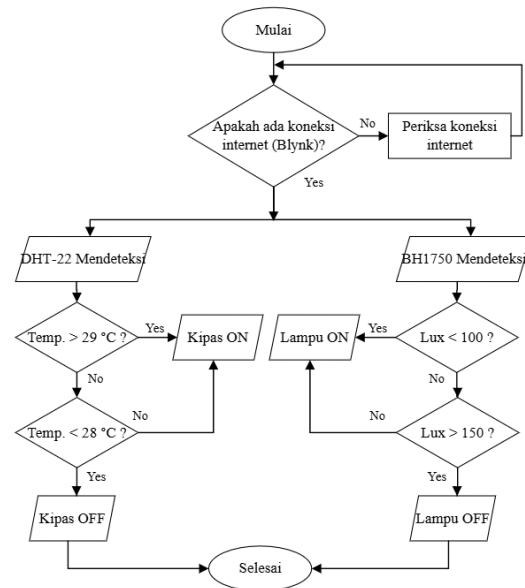
kebutuhan pembuat yang ditunjukkan pada rangkaian simulasi pada Gambar 3 serta flowchart cara kerja sistem pada Gambar 4.



Gambar 2 Blok Diagram Perancangan Rumah Pintar



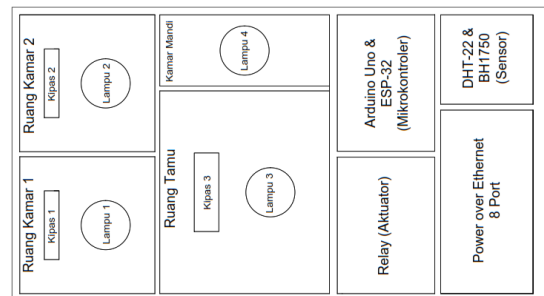
Gambar 3 Rangkaian Simulasi Sistem Rumah Pintar



Gambar 4 Flowchart Cara Kerja Sistem

## 2.6 Desain Prototipe

Desain prototipe smarthome ini terdiri dari 4 ruangan yang meliputi dua ruang kamar, ruang tamu dan kamar mandi. Pada perancangan ini dirancang menggunakan beban lampu DC dan juga Kipas DC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Desain Prototipe Rumah Pintar

## 3. PERSAMAAN

### 3.1 Menghitung Ukuran dan kapasitas kabel

Sistem smarthome ini menggunakan kabel untuk mendistribusikan listrik pada perangkat PLTS dan Listrik DC ke beban listrik. Demi keamanan dan keselamatan saat pengoperasian, kabel yang dipilih harus sesuai dengan standar kelistrikan yang diatur dalam Peraturan Untuk Instalasi Listrik. Berikut metode yang digunakan pada persamaan 1,

$$KHA = \text{Arus Maksimal Beban} \times 1,25 \quad (1)$$

Kemudian sesuaikan ukuran kabel nilai KHA dengan data kabel yang terdapat pada PUIL.

### 3.2 Menghitung Konsumsi Listrik

Kemudian untuk mengetahui konsumsi listrik secara manual dapat digunakan rumus pada persamaan 2 dan 3,

$$\text{Daya Listrik (W)} = \text{Tegangan (V)} \times \text{Arus (A)} \quad (2)$$

$$\text{Energi Listrik (Wh)} = \text{Daya Listrik (W)} \times \text{Waktu (h)} \quad (3)$$

### 3.3 Menghitung Jumlah Panel

Kemudian untuk merencanakan penggunaan panel surya dapat digunakan rumus pada persamaan III.4,

$$\text{Total Panel} = \frac{\text{Total energi/hari} \times 2}{\text{Kapasitas Panel} \times \text{lama penyinaran matahari}} \quad (4)$$

### 3.4 Menghitung Jumlah Baterai

Kemudian untuk merencanakan penggunaan baterai dapat digunakan rumus pada persamaan 5 dan 6,

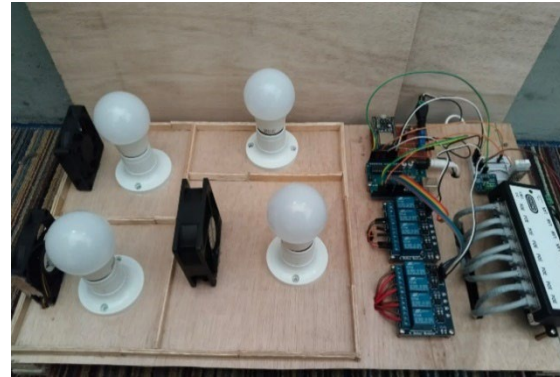
$$\text{Total Baterai (Voltase)} = \frac{\text{Voltase Operasi PoE}}{\text{Voltase Baterai}} \quad (5)$$

$$\text{Total Baterai (Kapasitas)} = \frac{\text{Energi yang dibutuhkan}}{\text{Voltase Baterai} \times \text{Kapasitas Baterai}} \quad (6)$$

## 4. HASIL DAN DISKUSI

### 4.1 Hasil Perancangan

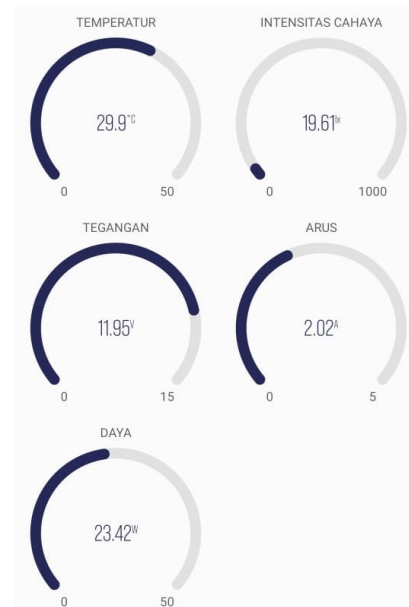
Hasil perancangan prototipe hardware sistem smarthome menggunakan PoE ini terintegrasi dari komponen mikrokontroler yaitu Arduino uno dan ESP-32 yang berfungsi sebagai komponen pengolah data dan transmisi data ke aplikasi blynk yang terdapat pada android penulis, komponen aktuator yaitu relay yang berfungsi sebagai eksekutor sesuai data kondisi lingkungan yang telah diolah oleh komponen mikrokontroler, sensor yang terdiri dari sensor BH1750 dan DHT-22 sebagai input data kondisi lingkungan dan beban sebagai output dari perancangan ini terdiri dari lampu DC dan kipas DC seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil Perancangan Prototipe Rumah Pintar

### 4.2 Monitoring Sistem

Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur monitoring yang dapat diakses melalui aplikasi Blynk dan web Google Spreadsheet, pengguna dapat memantau besar Tingkat pencahayaan, temperature, tegangan arus serta daya yang terbaca oleh sensor. Fitur ini memudahkan pengguna dalam memonitor system secara real-time. Monitoring pada aplikasi Blynk diperlihatkan pada Gambar 7 dan monitoring pada web Google Spreadsheet diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 7 Tampilan Parameter Pada Aplikasi Blynk

Date	Date	Suhu (°C)	Intensitas Cahaya (Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
11/05/2024	19:17:04	30,3	106,08	11,91	2,15	25,09
11/05/2024	19:18:45	30,2	152,77	12	1,98	23,29
11/05/2024	19:20:33	30,1	119,75	12	1,98	23,37
11/05/2024	19:22:19	30,2	65,28	12,01	1,96	23,09
11/05/2024	19:24:07	30,1	64,86	12	1,97	23,3

Gambar 8 Tampilan Parameter Pada Web Google Spreadsheet

### 4.3 Data Hasil Pengukuran Rumah Pintar

Pengambilan data dilakukan pada Minggu 2 Juni 2024 selama satu hari di ruang kamar penulis. Pengambilan data dilakukan pada meja di dekat jendela tanpa tirai. Hal ini bertujuan dalam mendapatkan besar tingkat pencahayaan yang masuk ke dalam ruangan. Hasil pengukuran tersebut diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengolahan Data Pengukuran

Jam	Suhu (°C)	Tingkat pencahayaan(Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
00.00	27,80	5,71	11,81	1,35	15,91
01.00	27,50	4,74	11,73	1,31	15,37
02.00	27,20	5,14	11,74	1,33	15,57
03.00	27,00	3,63	11,72	1,30	15,24
04.00	26,70	3,59	11,74	1,30	15,26
05.00	27,00	4,37	11,77	1,32	15,54
06.00	27,60	124,70	11,77	0,25	2,94
07.00	28,20	145,37	11,77	0,23	2,71
08.00	28,60	126,48	11,71	0,21	2,46
09.00	28,80	142,84	11,71	0,13	1,52
10.00	28,90	199,07	12,29	0,27	3,32
11.00	30,10	243,10	12,29	1,16	14,26
12.00	30,30	371,23	12,29	1,15	14,13
13.00	30,20	199,07	12,30	1,17	14,39
14.00	30,10	158,34	12,30	1,16	14,27
15.00	29,60	157,21	12,30	1,14	14,02
16.00	29,20	156,09	12,29	1,16	14,26
17.00	28,90	131,60	12,30	0,34	4,18
18.00	28,70	90,88	12,30	1,27	15,62
19.00	28,60	57,17	12,30	1,27	15,62
20.00	28,30	32,85	12,29	1,27	15,61
21.00	28,20	14,54	12,29	1,29	15,85
22.00	28,00	6,04	12,30	1,29	15,87
23.00	27,90	5,77	12,36	1,29	15,94
Rata-rata	28,48	99,56	12,07	1	12,08
Min	26,7	3,59	11,71	0,13	1,52
Max	30,3	371,23	12,36	1,35	15,94

Berdasarkan spesifikasi (data sekunder) arus maksimal jika semua beban dalam kondisi menyala yaitu sebesar 3 A serta dengan menggunakan persamaan 1 ukuran kabel yang sesuai untuk perancangan ini yaitu,

$$KHA = 3 \times 1,25 = 3,75 A$$

Kabel yang digunakan yaitu jenis kabel NYA dengan KHA 3,75 A dengan luas penampang nominal sebesar 0,75 mm<sup>2</sup>.

### 4.4 Perencanaan PLTS

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan data penggunaan beban selama sehari. Untuk merancang PLTS konsumsi energi dihitung dengan menggunakan persamaan III.2 dan III.3 maka kompilasi data diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kompilasi Data Konsumsi Energi Rumah Pintar

Peralatan	Pmax Terukur (W)	Hasil Pengukuran	
		(h/d)	(Wh)
Kipas	15	6	90
Lampu	20	12	240
Selain Beban	3	24	72
Total (Wh)		402	

Berdasarkan data tersebut, prototipe smarthome menggunakan daya listrik sebesar 402 Wh/hari. Untuk menentukan kuantitas komponen yang digunakan PLTS, total konsumsi daya listrik pada prototipe adalah 1.005 Wh/hari. Hal ini dikarenakan, untuk memperhitungkan antisipasi drop tegangan dan efisiensi sistem maka konsumsi energi dikalikan 1,25 kemudian antisipasi situasi mendung (satu hari tanpa sinar matahari), konsumsi energi listrik harian dikalikan 2. Hal ini membawa kita pada perhitungan perencanaan berikut.

#### 4.4.1 Identifikasi Kebutuhan Panel Surya

Panel surya yang digunakan adalah dengan kapasitas 100 Wp dengan arus 5,47 A serta asumsi penyinaran matahari 3,5 jam/hari (data BMKG, 11 Juni 2024) dengan menggunakan persamaan 4 maka jumlah panel surya yang dibutuhkan yaitu,

$$\text{Total Panel} = \frac{1.005}{100 \times 3,5} = 2,87 \approx 3 \text{ buah panel}$$

Dengan konsumsi listrik perhari adalah 900 Wh membutuhkan tiga buah panel surya yang berkapasitas 100 Wp. Instalasi solar panel dirancang parallel untuk menghasilkan tegangan output yang sama.

#### 4.4.2 Identifikasi Kebutuhan Baterai

Baterai yang digunakan jenis Lead Acid cycle 12 Volt 100 Ah. Berdasarkan sistem yang beroperasi merupakan sistem dengan arus searah menggunakan teknologi PoE sehingga dalam sistem ini tidak lagi digunakan inverter. Keluaran tegangan pada PoE ini sebesar 12 Volt. Dari ketentuan kebutuhan tegangan input tersebut dan menggunakan persamaan 5 dan 6 maka dibutuhkan baterai,

$$\text{Total Baterai (Voltase)} = \frac{12}{12} = 1 \text{ buah baterai}$$

Panel surya yang digunakan 1 buah dengan 100 Wp dan voltase panel surya adalah 12 Volt, sehingga panel surya membutuhkan baterai,

$$\text{Total Baterai} = \frac{1.005}{12 \times 100} = 0,84 \approx 1 \text{ buah baterai}$$

Sehingga total baterai yang dibutuhkan untuk PLTS adalah  $1 \times 1 = 1$  buah. Besar nilai tegangan input 12 Volt untuk sistem yang digunakan dan jumlah panel surya tiga buah dengan 100 Wp serta voltase panel surya 12 Volt inilah yang menyebabkan total baterai yang dibutuhkan untuk PLTS yaitu sebesar 1 buah.

#### 4.4.3 Identifikasi Kabel PLTS

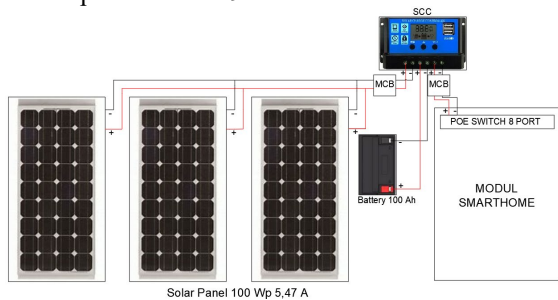
Berdasarkan data spesifikasi solar panel yang digunakan seperti pada poin 4.4.1 digunakan tiga buah solar panel yang dipasang secara parallel sehingga didapatkan nilai arus maksimal sebesar  $5,47 \text{ A} + 5,47 \text{ A} + 5,47 \text{ A}$  yaitu sebesar  $16,41 \text{ A}$  serta dengan menggunakan persamaan 1 ukuran kabel yang sesuai untuk perancangan ini menggunakan,

$$KHA = 16,41 \times 1,25 = 20,52 \text{ A}$$

Kabel yang digunakan yaitu jenis kabel NYY dengan KHA  $3,75 \text{ A}$  dengan luas penampang nominal sebesar  $1,5 \text{ mm}^2$ .

#### 4.5 Perancangan PLTS

Berdasarkan perencanaan pada poin 4.4 yaitu perangkat PLTS yang dibutuhkan tiga buah solar panel 100 Wp, satu buah baterai 100 Ah dan satu buah SCC maka hasil perancangan PLTS dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Perancangan PLTS

#### 4.6 Biaya Perancangan Sistem

Setelah dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa besar daya yang dibutuhkan untuk PLTS, maka total komponen, biaya pemasangan, dan biaya tenaga kerja ditampilkan pada Tabel 5 yang didasarkan pada kebutuhan energi listrik sebesar  $1.005 \text{ Wh}$ .

Tabel 5 Biaya Perancangan Sistem

No.	Peralatan dan Spesifikasi	Jumlah (unit)	Harga / unit (Rp)
1	Panel Surya 100 WP 5,47 A	3	489.000
2	Baterai 12 VDC 100 Ah	1	1.250.000
3	SCC	1	65.000
4	Kabel NYA $1,5 \text{ mm}^2$		90.000
5	Sistem Kontrol + Kabel NYA $0,75 \text{ mm}^2$	1	1.400.000
6	Biaya pemasangan dan ongkos kerja	1kW (2.500.000)	250.000
Total			4.522.000

#### 4.7 Analisis Hasil Perancangan Dengan Kriteria Perancangan

Tabel 6 Kesesuaian Hasil Perancangan dengan Kriteria Perancangan

Parameter	Dimensi	Nilai		Keterangan	Kondisi
		Rancangan	Kriteria		
Temperatur	°C	30,3	> 29	Kipas ON Kipas OFF	Terpenuhi
		26,7	< 28		
Tingkat pencahayaan	Lux	371,23	> 100	Lampu OFF Lampu ON	Terpenuhi
		3,59	< 50		
Tegangan	volt	12,07	$\pm 12$	Sesuai Spesifikasi Beban	Terpenuhi
Arus	ampere	0,13 – 1,35	0 - 3	Termasuk dalam rentang	Terpenuhi
Daya	watt	1,52 – 15,94	0 - 35	Termasuk dalam rentang	Terpenuhi
Penggunaan PoE	-	Ya	Ya	Sesuai Perancangan	Terpenuhi
Penggunaan PLTS	-	Ya	Ya	Sesuai Perancangan	Terpenuhi

Berdasarkan Tabel 6 ketujuh parameter hasil rancangan memenuhi nilai kriteria yang ditunjukkan dengan nilai rancangan parameter temperatur, tingkat pencahayaan, tegangan, arus dan daya serta penggunaan PoE dan penggunaan PLTS dengan setiap komponen berfungsi sesuai dengan desain rancangan yang diharapkan dapat mengefisienkan energi.

#### 5. KESIMPULAN

Perancangan sistem berupa rumah pintar menggunakan Power over Ethernet sebagai pendistribusian daya dengan sumber yang digunakan yaitu berasal dari PLTS yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan yaitu berdasarkan hasil pengukuran rancangan ke tujuh parameter yaitu Temperatur, tingkat pencahayaan, tegangan, arus, daya, penggunaan PoE dan penggunaan PLTS sudah memenuhi kriteria perancangan. Perancangan ini juga dimonitoring pada aplikasi Blynk dan web Google Spreadsheet. Dari hasil perancangan dalam satu hari didapatkan operasi lampu selama 12 jam sedangkan untuk kipas selama 6 jam maka konsumsi energi Listrik yang didapatkan sebesar  $402 \text{ Wh}$ . Perancangan PLTS menggunakan konsumsi energi dalam sehari yaitu  $1.005 \text{ Wh}$  (sudah termasuk antisipasi drop tegangan, efisiensi sistem serta kondisi mendung) sehingga perancangan PLTS pada system rumah pintar ini menggunakan tiga buah panel surya dengan kapasitas 100 WP dan satu



buah Baterai dengan kapasitas 100 Ah dengan tegangan 12 V serta satu buah SCC.

Perancangan rumah pintar menggunakan PoE berbasis PLTS ini perlu dikembangkan agar mendapatkan hasil yang lebih baik untuk penelitian selanjutnya, untuk itu ada beberapa saran yang dapat disampaikan yaitu melakukan perancangan menggunakan lebih dari satu sensor untuk ruangan berbeda, melakukan penambahan kontrol sistem yang dapat di kontrol melalui aplikasi Blynk, melakukan penambahan beban yang dikontrol dalam rumah pintar serta perancangan dikembangkan pada kondisi nyata dalam rumah.

10. Trebenjam, P. (2016). Solar power design and installation: A complete guide to building and maintaining your own solar power system.
11. World Bank Group ESMAP Solargis. (n.d.). Global Solar Atlas. Retrieved June 22, 2024, from <https://globalsolaratlas.info/>

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ali, Sahreja. (2023). Konservasi Energi Pada Kamar Tidur Dengan Penerapan Desain Aktif Berbasis Internet of Things. Politeknik Negeri Bandung.
2. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (n.d.). DATA ONLINE - PUSAT DATABASE - BMKG. Retrieved June 22, 2024, from <https://dataonline.bmkg.go.id/home>
3. Budding, C. (2018). Power Over Ethernet (PoE) fundamentals: Understanding and implementing PoE technology. Sybex.
4. Climate One Building. (n.d.). World Meteorological Organization (WMO) Region 5 Southwest Pacific, Indonesia, Jawa, Bandung-Sastranegara International Airport (IDN\_JW\_Bandung-Sastranegara.Intl.AP.967810) Meteorological Data (TMYx) for 2007-2021. Retrieved June 22, 2024.
5. Hidayati, Nurul, dkk. (2018). Prototype Smarthome Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT). Universitas Islam Majapahit.
6. Irawan, Kevin Alexander. (2017). Rancangan Bangun Prototype Smarthome Menggunakan NodeMCU Berbasis Internet of Things (IoT). Universitas Pelita Bangsa.
7. M. F. Wicaksono, (2017). Implementasi Modul Wifi NodeMCU Esp8266 Untuk Smarthome. Jurnal Teknik Komputer Unikom – Komputika. Volume 6, No.1.
8. Putra, S. dan Rangkuti. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal. Universitas Trisakti.
9. Sudarno. (2020). Pengendalian rumah pintar dengan teknologi PoE (Power over Ethernet) menggunakan pembangkit listrik tenaga surya.