

Rancang Bangun Alat *Monitoring* Daya Listrik di Asrama Berbasis *Web* Menggunakan ESP32

Tresna Umar Syamsuri ^{*a)}, Rahma Nur Amalia^{a)}, Mudjiono ^{a)}, Aly Imron^{a)}

(Artikel diterima: Agustus 2022, direvisi: Oktober 2022)

Abstract: This study aims to design and build tools that can measure current, voltage, and electricity in the dormitory using a current sensor and voltage sensor controlled by a microcontroller. This device can be monitored and controlled on a real-time scale through the Blynk website and displayed through the LCD size. The tools that were built were placed centrally in the dormitory. Through the Blynk website, the dormitory owner gets the authority to determine the limit of the use of electricity in a room and increase the number of rooms as much as needed, while the room owner can monitor the mutation of electricity use. Every time the total power reaches the upper limit, relay will be active to decide on the electric current. This device is expected to be able to help the homeowner of the dormitory in calculating the cost of monthly electricity tokens. The simulation is carried out using a dormitory house model consisting of three rooms with a maximum power of 500 VA per room. Load simulation using lamps, fans, laptops, etc. The test results show a difference in sensor accuracy. The current sensor ACS712 in room 1 has a percentage of error of 11.88%, room 2 has 10.63%, and room 3 has 9.38%. Three ZMPT101B voltage sensors, considered quite accurate with a percentage of error 0.16%. So that the power value obtained has a percentage of power error for room 1 has 24.30%; Room 2 has 13.24%; While room 3 has 18.76%. The percentage of error is still large, indicating that the device has poor accuracy. So, this device requires further development to be more accurate.

Keywords: *Dormitory, Electricity, Blynk*

1. Pendahuluan

Alat ukur kWh meter adalah alat yang digunakan untuk menghitung daya listrik pemakai setiap bulan dan akan menentukan besar pembayaran listrik setiap bulannya. Pada penerapannya, kWh meter menghitung daya listrik berdasarkan besarnya penggunaan daya listrik dikalikan satuan waktu dalam satuan kilowatt per jam. Penggunaan kWh meter hanya sebatas menampilkan jumlah daya yang kumulatif dan tidak memberikan informasi tentang nilai besaran daya listrik yang digunakan secara *real-time*. Oleh karena itu, untuk pembacaan dan perhitungan daya listrik diperlukan alat yang dapat memperlihatkan penggunaan daya listrik secara *real-time* dan dapat diakses kapanpun, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau konsumsi energi listrik. Manajemen konsumsi energi listrik di rumah tidak cukup hanya dengan menggunakan kWh meter prabayar saja, karena kWh meter prabayar bertugas memantau dan membatasi penggunaan listrik secara keseluruhan [1].

Permasalahan timbul ketika penggunaan energi listrik pada cakupan area tertentu seperti apartemen, *mall*, dan rumah asrama menjadi tidak terkontrol dan tidak akurat karena penggunaan arus dan daya listrik oleh masing-masing konsumen kecil yang berbeda. Hal ini juga dapat menyusahkan pemilik gedung dalam penghitungan biaya *token* listrik bulanan.

Sasaran tempat penelitian adalah rumah asrama, tetapi mengingat banyaknya rumah asrama yang sudah menggunakan *token* listrik namun mengalami kesulitan dalam pengaturan biaya listrik oleh masing-masing pemilik kamar yang digunakan setiap bulannya.

Atas dasar permasalahan tersebut, dirancang perangkat yang dapat memantau dan mengontrol arus dan daya listrik berbasis *website* menggunakan mikrokontroler dengan sensor arus dan tegangan.

Saat ini, perkembangan teknologi pemantauan juga mulai memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* yaitu memanfaatkan teknologi *internet* untuk pemantauan jarak jauh yang dapat diakses kapanpun sekaligus mengontrol melalui *gadget*. Demikian pula dalam hal pengembangan aplikasi pemantauan konsumsi energi listrik juga telah ada, yaitu *memonitor* dan mengontrol peralatan listrik memanfaatkan teknologi *IoT* ini [2].

Sudah banyak penelitian terkait yang menggunakan mikrokontroler berbeda, seperti yang menggunakan mikrokontroler *NodeMCU* [3], menggunakan Arduino Uno R3 [4], menggunakan ATmega8535 [5], dan menggunakan ATmega328 [6]. Hampir kesemuanya menggunakan tambahan modul ESP8266 untuk modul *transmitter* sinyal *Wi-Fi*.

Dalam penelitian ini, menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan seri board ESP32

*Korespondensi tresna.umar@polinema.ac.id

a) Jurusan Teknik Elektro, Polinema.

Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

DevKitC V4 yang merupakan seri lanjutan dari ESP8266 yang lebih baik dari segi memori dan prosesor. Perangkat *hardware* hanya menggunakan sensor arus dan sensor tegangan, perangkat menghitung daya melalui perhitungan arus dan tegangan, dengan mengabaikan $\cos \phi$. $\cos \phi$ ditentukan sebesar 0,9 untuk perhitungan nilai daya. Data penggunaan daya listrik dicatat dan disimpan sebagai *database website* dan dapat diakses melalui *gadget* yang sudah terkoneksi dengan *internet*. Melalui *website* Blynk, pemilik asrama dapat *login* sebagai admin lalu dapat menentukan batas penggunaan daya listrik bulanan pada masing-masing kamar. Setiap kali total daya mencapai batasnya, *relay* akan bekerja untuk memutus arus listrik. Pemilik kamar juga dapat *login* sebagai *user* lalu dapat memantau penggunaan daya listrik.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Daya Listrik

Daya listrik adalah besaran energi listrik yang dihantarkan oleh suatu rangkaian listrik, yang mampu diubah oleh alat-alat pengubah energi menjadi bentuk energi lain. Daya listrik terbagi menjadi tiga, yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya semu. Daya sebenarnya yang tersalur atau terpakai oleh beban merupakan daya aktif. Daya aktif memiliki satuan watt dengan persamaan sebagai berikut.

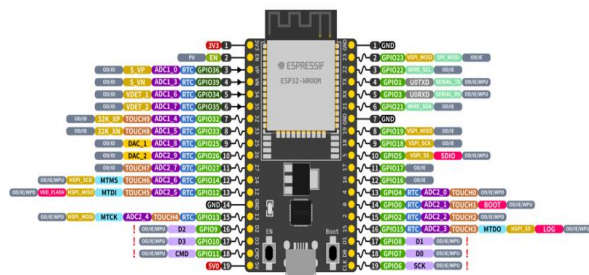
$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (2-1)$$

$$P = \text{daya listrik (W)} \quad I = \text{kuat arus (A)}$$

$$V = \text{tegangan (V)} \quad \cos \phi = \text{faktor daya}$$

2.2 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems. Mikrokontroler ini terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan *dual-mode bluetooth* dalam bentuk *chip* (SoC) sehingga sangat mendukung dalam pengaplikasian *Internet of Things* (IoT). Didesain sebagai perangkat *mobile*, mudah digunakan serta media untuk mengaplikasikan IoT, ESP32 mencapai konsumsi daya yang sangat rendah melalui fitur hemat energi termasuk resolusi *clock gating* yang baik, mode daya yang bervariasi, dan penskalaan daya yang dinamis. *Layout* dan deskripsi fungsi *pin* dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Layout Pin Board* Mikrokontroler ESP32

2.3 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah sebuah *software* bersifat *open-source* yang digunakan untuk membuat program pada mikrokontroler dengan *coding*, *compile code*, dan *upload* ke *board* mikrokontroler. *Software* ini juga dilengkapi dengan terminal *serial*, sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan komunikasi USART/RS232 ke komputer. Arduino IDE ini mendukung berbagai sistem operasi antara lain Windows, MAC dan Linux. Arduino IDE dilengkapi dengan banyak *library C/C++* sehingga *programmer* menjadi lebih mudah dan cepat.

2.4 Sensor Arus ACS712

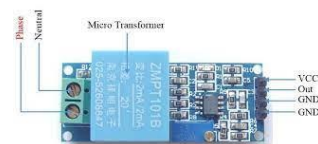
Sensor arus ini terdiri dari *Hall* linier yang presisi, *offset* rendah, dan rangkaian sensor dengan jalur konduksi tembaga yang terletak di dekat permukaan. Prinsip kerja sensor arus ini adalah arus yang mengalir di jalur konduksi tembaga membangkitkan medan magnet yang dideteksi oleh *Hall* IC terintegrasi dan dikonversikan menjadi tegangan proporsional. Tegangan yang proporsional dan presisi disediakan oleh *offset* yang rendah, *chopper-stabilized* BiCMOS Hall IC, yang diprogram untuk akurasi perangkat. Resistensi internal dari jalur konduktif ini adalah 1.2 m Ω , yang pada dasarnya memiliki kerugian daya yang rendah.



Gambar 2.2 Sensor Arus ACS712

2.5 Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor ZMPT101B merupakan sensor tegangan yang memiliki sebuah *ultra micro voltage transformer* untuk menurunkan tegangan, dari tegangan sumber 220 VAC menjadi keluaran 5 VDC. Sensor ini dibutuhkan karena memiliki keluaran tegangan 5 VDC agar kompatibel dengan mikrokontroler.



Gambar 2.3 Sensor Tegangan ZMPT101B

2.6 Relay 5VDC 3 Channel

Modul *relay* merupakan saklar yang dioperasikan secara elektrik yang digunakan untuk menghidupkan atau mematikan rangkaian. Setiap modul memiliki 3 *pin* koneksi yaitu NC (*Normally Close*), NO (*Normally Open*), COM (*Common*) [7]. Ketika kumparan *coil* terhubung maka akan menghasilkan medan magnet dan terjadi perpindahan kontak. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *relay* 5VDC 3

channel sebagai kontrol beban dengan memutus aliran listrik ke beban yang disimulasikan dengan jumlah sebanyak 3 kamar.



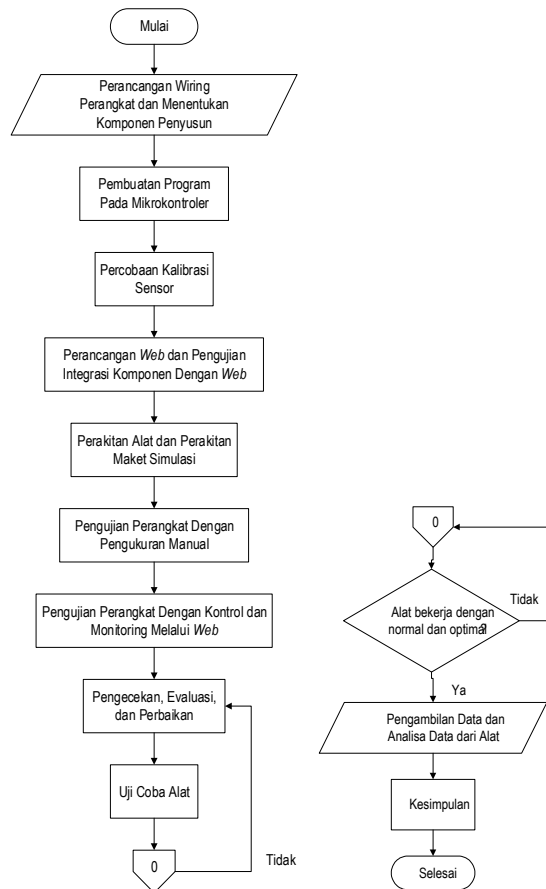
Gambar 2.4 Relay 5VDC

2.7 LCD 20 x 4 cm

Liquid Crystal Display atau LCD merupakan perangkat untuk menampilkan data berupa teks dan gambar yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Untuk menghemat penggunaan *port pin* I/O pada mikrokontroler, maka dibutuhkan modul *driver interface* yang menggunakan IC PCF8574 untuk mengontrol tampilan karakter pada LCD dengan menggunakan komunikasi I2C (*Inter Integrated Communication*) memanfaatkan *pin Serial Data* (SDA) dan *Serial Clock* (SCL) mikrokontroler [6].

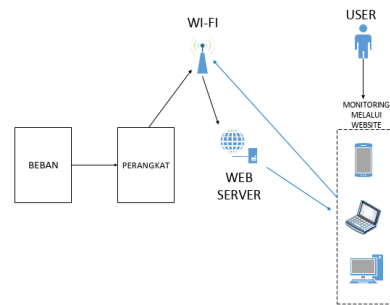
3. Metode Penelitian

Berikut ini adalah metode perencanaan dari Laporan Akhir yang ditunjukkan dengan diagram alur sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Penelitian

3.1 Prinsip Kerja Perangkat



Gambar 3.2 Ilustrasi Prinsip Kerja

Perangkat mendeteksi arus dan tegangan dari beban dan aliran arus PLN yang kemudian diolah oleh perangkat sehingga didapatkan nilai daya secara *real-time*. Karena pemakaian energi listrik yang diukur dalam satuan kilo Watt per *hour* (kWh) maka hasil perhitungan daya yang sebelumnya dalam satuan Watt diubah ke satuan kilo Watt per *hour* (kWh) dengan rumus sebagai berikut.

$$Wh = \frac{P}{3600} \quad (3-1)$$

$$kWh = \frac{Wh}{1000} \quad (3-2)$$

Wh = Watt hour P = daya listrik (W)
 3600 = 3600 detik (1 jam)
 1000 = konversi ke satuan kilo

Kemudian untuk menentukan besar tagihan pemakaian listrik ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

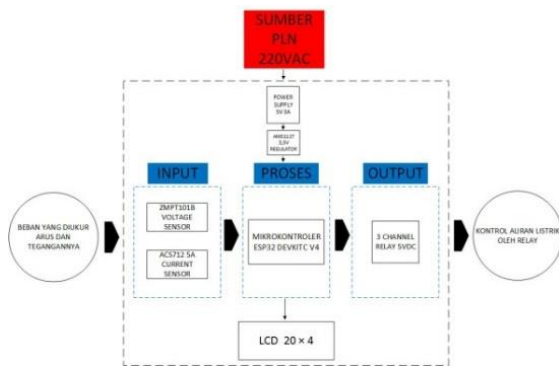
$$Biaya\ Tagihan = kWh \times TDL \quad (3-3)$$

kWh = daya listrik dalam satuan kWh (kWh)
 TDL = Tarif Dasar Listrik

Misal hunian asrama termasuk golongan R-1/TR daya 2200 VA maka per Juni 2021 $TDL = Rp1444,70$

Mikrokontroler ESP32 yang mempunyai modul *Wi-Fi* yang akan mengirimkan data yang terukur dan terolah ke *web server* Blynk agar dapat ditampilkan di *website*. Perangkat harus tersambung ke *Wi-Fi* asrama sebagai *access point* dan mengakses *website* Blynk yang sudah terintegrasi. Lalu *user* dapat *login* sesuai hak akses yang dimiliki. Pemilik rumah asrama memiliki hak akses sebagai *admin* dan pemilik kamar memiliki hak akses sebagai *user*. Melalui Blynk, batas penggunaan daya bulanan per kamar asrama dapat dikontrol dan mutasi dayanya dapat dipantau. Melalui LCD *display*, total dayanya dapat dipantau secara *real-time* dan dapat dipahami oleh siapapun. *Limit* daya dapat diatur oleh *admin* dengan rentang maksimal 300-500 VA. Limit maksimal yang tersedia adalah 500 VA. Apabila daya melebihi *limit*, maka *relay* akan bekerja untuk memutus aliran listrik ke kamar.

3.2 Diagram Blok Alat

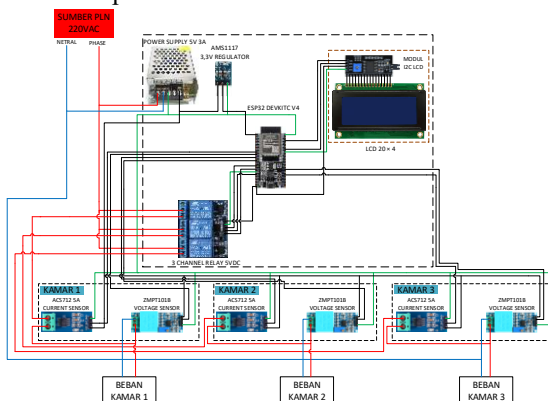


Gambar 3.3 Diagram Blok Alat

Sumber PLN 220VAC sebagai sumber tegangan dilanjutkan ke MCB. Perangkat dipasang setelah MCB ke kamar-kamar asrama. Catu daya 5V 3A digunakan sebagai penyedia sumber tegangan 5VDC untuk komponen yang membutuhkan tegangan *input* 5V. AMS117 *regulator* digunakan untuk menurunkan tegangan menjadi 3,3 V karena ESP32 memiliki tegangan kerja 3,3V. Sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B merupakan *input* yang digunakan sebagai pendeteksi nilai arus dan nilai tegangan. Data dari kedua sensor akan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ESP32 berfungsi mengolah data hasil pendeteksian arus dan tegangan lalu mengkonversikan nilai hasil tersebut menjadi daya listrik. *Relay* 5VDC 3 channel digunakan sebagai saklar elektronik untuk kontrol sambungan listrik ke kamar asrama yang akan memutus sambungan listrik jika daya yang digunakan penghuni kamar telah mencapai *limit* atau kamar asrama sedang tidak berpenghuni. *Monitoring* langsung pada perangkat dapat dilihat dari LCD yang menampilkan informasi hasil pengukuran alat serta tarif daya listrik.

3.3 Rancangan Perangkat

Rangkaian keseluruhan komponen penyusun perangkat kontrol daya mengikuti desain *wiring* yang telah dibuat dan menyesuaikan jumlah kamar untuk simulasi dapat dilihat dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Wiring Perangkat

3.4 Perancangan *Software*

3.4.1 Program Arduino

Pada pengujian ini, *listing program* Arduino IDE akan diunggah ke mikrokontroler ESP32 dengan memasukkan dahulu *library* yang telah ditambahkan, yaitu:

1. #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2. #include <ZMPT101B.h>
3. #define BLYNK_TEMPLATE_ID "xxxxx"
4. #define BLYNK_DEVICE_NAME "xxxxx"
5. #define BLYNK_AUTH_TOKEN "xxxxx"
6. #define BLYNK_PRINT Serial
7. #include <WiFi.h>
8. #include <WiFiClient.h>
9. #include <BlynkSimpleEsp32.h>

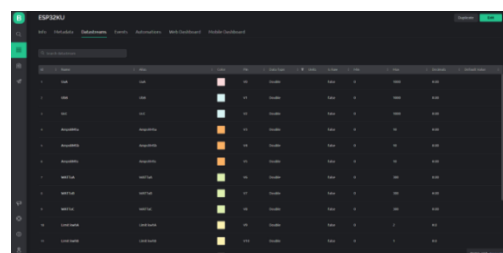
3.5 Konfigurasi Data Parameter

Sebelum melakukan penyesuaian pin, terlebih dahulu menulis *listing program* dengan fungsi program “Blynk.virtualWrite(pin, parameter);” seperti dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Listing Program* Pengiriman Data Parameter

Data dari parameter yang ingin ditampilkan ke *interface dashboard* Blynk harus disesuaikan dengan *pin* pada Blynk dengan memilih menu *Templates*, lalu memilih *device* yang terdaftar, dan melakukan konfigurasi *pin* pada Blynk dengan data yang ingin ditampilkan di menu *Datastreams* seperti dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tampilan *Datastreams* Pada Blynk

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Rancangan Perangkat

Pada pengujian ini, *box* perangkat, rangkaian sensor per kamar, dan terminal listrik telah terpasang di maket. Perangkat disimulasikan menggunakan program Arduino untuk menguji ketersambungan perangkat.



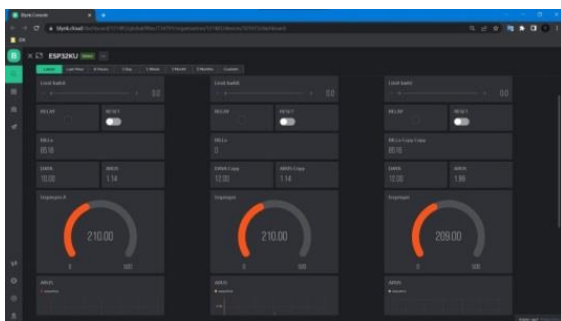
Gambar 4.1 Hasil Maket Untuk Simulasi

LCD menampilkan karakter tulisan yang sesuai dengan program. LCD menampilkan 2 bagian informasi yang berganti tiap 3 detik sesuai dengan fungsi program “`delay(3000);`”.



Gambar 4.2 Tampilan LCD

Tampilan pembacaan tiap sensor pada *web* Blynk memiliki delay tiap 4 detik. Pengiriman data pembacaan tersebut cukup lama jika dibandingkan pada program, pengambilan data sensor diatur tiap 1 detik. Tampilan dari Blynk dapat dilihat dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pembacaan Parameter Pada Tampilan Web Blynk

Pengujian dilakukan melalui pengukuran yang hasilnya akan dibandingkan antara pembacaan sensor

melalui *web* atau *serial monitor* Arduino IDE dengan pembacaan multimeter sebagai nilai acuan. Dari hasil pengukuran tersebut didapatkan selisih pembacaan, sehingga didapatkan persentase *error* dari masing-masing sensor. Persentase pengukuran dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\%Error = \left| \frac{Nilai\ Acuan - Nilai\ Pembacaan\ Sensor}{Nilai\ Acuan} \right| \times 100\% \quad (4-1)$$

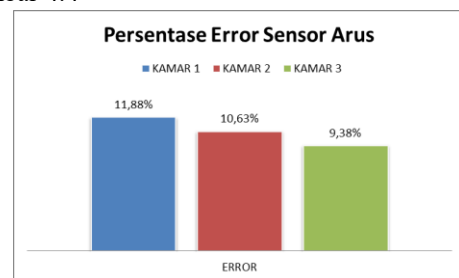
4.2 Hasil Pengujian Sensor Arus

Pengujian sensor arus dilakukan dalam masing-masing kamar berdasarkan variasi beban yang sama dan tegangan sumber PLN yang bersifat fluktuatif. Tujuan dari pengujian sensor arus adalah untuk menguji keakuratan komponen sensor arus yang digunakan berdasarkan rumusan persentase *error* pada perhitungan rumus (4-1). Berikut salah satu hasil pengujian sensor arus yang ada di kamar 1 dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Arus Kamar 1

Beban	Pembacaan Sensor (A)	Pembacaan Multimeter (A)	Selisih Error	Persentase Error
Lampu 12 W	0,05	0,08	0,03	37,50%
Charger Laptop 120 W	0,39	0,42	0,03	7,14%
Charger Smartphone 10 W	0,03	0,04	0,01	25,00%
Setrika 350 W	2	1,5	0,03	33,33%
Solder 60 W	0,11	0,16	0,03	31,25%
Printer 12 W	0,12	0,13	0,01	7,69%
Kipas Angin 26 W	0,1	0,15	0,03	33,33%
Rice Cooker 350 W	1,14	1,41	0,03	19,15%
Jumlah Rata-Rata Error			0,12	
Persentase Rata-Rata Error				11,88%

Data dari pengujian sensor arus didapatkan perbandingan persentase *error* seperti grafik dalam Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Persentase *Error* Sensor Arus

4.3 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

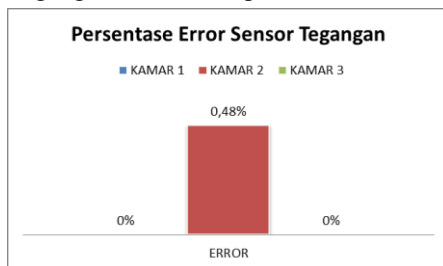
Pengujian sensor tegangan dilakukan dalam

masing-masing kamar berdasarkan tegangan sumber PLN yang ada di rumah penulis. Tujuan dari pengujian sensor tegangan adalah untuk menguji keakuratan komponen sensor tegangan yang digunakan dengan berdasarkan rumusan persentase *error* pada perhitungan rumus (4.1).

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Waktu	Sensor	Pembacaan Sensor (V)	Pembacaan Multimeter (V)	Persentase Error
15:30:05	Kamar 1	210	210	0%
15:30:20	Kamar 2	210	209	0,48%
15:30:46	Kamar 3	209	209	0%
Rata-Rata Persentase Error				0,16%

Data dari pengujian sensor tegangan didapatkan perbandingan persentase *error* seperti grafik dalam Gambar 4.5. Ketiga sensor tegangan memiliki persentase rata-rata *error* sebesar 0,16%. Sehingga sensor tegangan dinilai cukup akurat.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Persentase Error Sensor Tegangan

4.4 Hasil Pengujian *Monitoring* Daya

Pengujian *monitoring* daya dilakukan dengan membandingkan daya antara hasil *monitoring* daya pada web Blynk dengan hasil perhitungan daya secara manual. Perhitungan daya secara manual dilakukan dengan menggunakan beban yang berbeda. Daya aktif didapatkan dari perhitungan arus dikalikan tegangan dikalikan 0.9 ($\cos \phi$ diabaikan, sehingga ditetapkan $\cos \phi$ sebesar 0,9) sesuai dengan rumus (2-1). Parameter nilai arus dan tegangan didapatkan dari pengukuran menggunakan multimeter. Tujuan dari pengujian *monitoring* daya adalah untuk menguji keakuratan pembacaan daya pada sistem *monitoring* berdasarkan rumusan persentase *error* pada perhitungan rumus (4-1). Berikut salah satu hasil pengujian *monitoring* daya yang ada di kamar 2 dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya Kamar 2

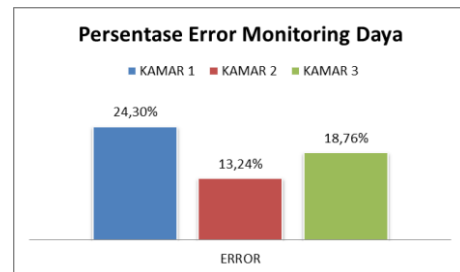
Jenis Beban	Daya Tertulis/ Nameplate	Perhitungan Daya (W)	Pembacaan Daya pada Web (W)	Persentase Error
Lampu	12 W	13,17	11,34	13,88%
Charger Laptop	120 W	58,31	47,25	18,97%
Charger	10 W	9,41	5,67	39,71%

Laptop				

Lanjutan Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya Kamar 2

Setrika	350 W	282,15	202,23	-28,33%
Solder	60 W	30,10	26,46	12,08%
Printer	12 W	22,57	17,01	24,64%
Kipas Angin	26 W	28,22	26,46	6,22%
Rice Cooker	350 W	265,22	215,46	18,76%
Rata-Rata Persentase Error				13,24%

Nilai arus dan tegangan yang terukur oleh sensor berpengaruh terhadap nilai daya yang didapatkan dibandingkan dengan daya yang tertulis pada peralatan (*nameplate*) yang dijadikan beban dan dengan perhitungan daya secara manual. Perbandingan nilai persentase *error* pada hasil *monitoring* daya dapat dilihat di grafik dalam Gambar 4.6.

Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Persentase Error Hasil *Monitoring* Daya

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Rancang bangun miniatur sistem kontrol dan *monitoring* berbasis IoT untuk pengukuran daya menggunakan *platform web* Blynk menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ACS217 untuk mengukur arus, dan sensor ZMPT101B untuk mengukur tegangan. Nilai arus dan tegangan digunakan untuk mendapatkan besar nilai daya.
- Sensor arus memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda dengan nilai pengukuran pada kamar 1 diperoleh persentase *error* sebesar 11,88%; kamar 2 sebesar 10,63%; dan kamar 3 sebesar 9,38%. Perbedaan hasil pengukuran nilai arus dipengaruhi oleh tegangan yang fluktuatif dikarenakan pengaruh waktu pengukuran di saat *rush hour* (jam sibuk padat aktivitas), serta tegangan suplai dari *power supply* yang tidak stabil dan cenderung kurang dari tegangan VCC (<5 VDC).
- Pengukuran tegangan ketiga kamar dengan menggunakan sensor tegangan diperoleh nilai yang cukup akurat dengan persentase *error*

sebesar 0,16%. Ketiga sensor tegangan memiliki persentase rata-rata *error* sebesar 0,16%. Sehingga sensor tegangan dinilai cukup akurat. Perbedaan hasil nilai tegangan dipengaruhi oleh tegangan yang fluktuatif dikarenakan pengaruh waktu pengukuran disaat *rush hour* (jam sibuk padat aktivitas).

- d. Pengaruh dari nilai arus dan tegangan pengukuran terhadap nilai daya didapatkan nilai persentase *error* pada daya di kamar 1 sebesar 24,30%; kamar 2 sebesar 13,24%; dan kamar 3 sebesar 18,76%.

5.2 Saran

Saat proses perancangan dan pengujian dilakukan, ditemukan beberapa kendala yang dapat diperbaiki dan dikembangkan lagi untuk menyempurnakan sistem kontrol dan *monitoring* di kemudian hari. Adapun beberapa saran, di antaranya:

- a. Merapikan kabel *wiring* di dalam *box* perangkat *monitoring*, atau dapat menggunakan PCB cetak agar terlihat lebih rapi dan tidak memakan banyak tempat di *box* perangkat.
- b. Melakukan kalibrasi sensor secara berulang dengan alat ukur (multimeter) saat nilai nol dan nilai maksimal masing-masing sensor agar didapatkan pembacaan nilai yang lebih akurat.
- c. Memperbaiki desain catu daya dari sistem agar tidak terjadi *drop* tegangan saat sistem diaktifkan karena akan mempengaruhi pembacaan data dari sensor. Disarankan adanya *power supply* terpisah, satu untuk suplai tegangan VCC sensor, dan satu untuk suplai tegangan ke mikrokontroler, LCD, dan *relay*.
- d. Disarankan untuk menambahkan detektor/sensor *cos phi* agar diperoleh nilai daya nyata yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Maslyawan, B. A., Nurcahyo, S., & Murtono, A. (2021). “*Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Kamar Kost Serta Estimasi Biaya Keluaran Berbasis IoT*”. *Elkolind*, 8(2), 76.
- [2] Santoso, H. B., Prajogo, S., & Mursid, S. P. (2018). “*Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)*”. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 357.
- [3] Ramadhan, Z., Akbar, S. R., & Setyawan, G. E. (2019). “*Implementasi Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Web dan Protokol Komunikasi Websocket*”. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 205–211.
- [4] Ardianto, F., Eliza, E., & Saputra, R. (2019). “*Pendeteksi Pemakaian Beban Listrik Rumah Tangga*”. *JURNAL SURYAENERGY*, 4(1), 338–344.
- [5] Setiono, A., & Suharto. (2009). “*Prototipe Aplikasi KWh Meter Digital Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535 untuk Ruang Lingkup Kamar*”. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH*, 26(November), 32–39.
- [6] Nusa, T., Sompie, S. R. U. A., & Rumbayan, E. M. (2015). “*Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler*”. *E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(5), 19–26.
- [7] Supriyadi, E., & Dinaryati, S. (2020). “*Rancang Bangun System Monitoring dan Kendali Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP8266 NodeMCU*”. *Sinusoida*, 22(4), 13–23.
- [8] Wandina, SFP; Nusantara, GFP; Trisnanto, RD, 2022, “*Rancang Bangun Perangkat Monitoring Daya Listrik Untuk Kamar Indekos Berbasis Web Menggunakan ESP32*”. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan, Program Studi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*