



Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32

Arjun Pratikto Wahyu Hendrawan*, Ni Putu Agustini

Teknik Elektro ITN Malang, Karanglo-Karangploso Km 2 Malang, Indonesia

*arjunpratiktow33@gmail.com

Kata Kunci :

Blynk
IOT
ESP32
Kendali
Monitoring

ABSTRAK

Energi listrik telah menjadi salah satu kebutuhan utama manusia karena semua pekerjaan dan sebagian aktifitas manusia membutuhkan energi listrik. Keteledoran pada manusia dalam menggunakan energi listrik akan menyebabkan konsumtif pada penggunaan energi listrik yang berlebihan, sehingga akan menyebabkan melonjaknya tagihan listrik, khususnya pada rumah tangga. Untuk itu tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk membantu pemilik rumah mengendalikan dan memonitoring daya listrik yang terpakai pada alat tersebut saat pemilik rumah berada diluar rumah dengan syarat alat selalu terhubung dengan internet. Dalam penelitian ini Rancangan terdiri dari mikrokontroller NodeMCU ESP32 sebagai pengontrol Modul Relay 5v 8 channel untuk menghidupkan atau mematikan peralatan listrik, NodeMcuESP32 Juga sebagai pengolah data sensor Tegangan dan arus yang dibaca oleh modul PZEM004T menjadi data Tegangan, arus, daya, energi dan biaya listrik, dan LCD 12 x4 sebagai peampildata Tegangan arus, daya, energi dan juga akan dikirim ke aplikasi blynk sebagai monitoring pengguna saat berada di luar rumah. Dalam penelitian ini Data alat akan di bandingkan dengan alat ukur yang standart. Setelah didapat data perbandingan alat dengan alat ukur standart maka diperoleh hasil nilai selisih rata-rata tegangan sebesar 0,1%, error rata-rata arus sebesar 0,02%, selisih rata-rata daya sebesar 3,36%, sedangkan untuk pengujian akurasi konsumsi energi dengan alat ukur Power meter didapat nilai selisih kwh sebesar 0%. Dengan selisih nilai error yang cukup kecil artinya alat tersebut bekerja dengan cukup baik dan dapat digunakan untuk memonitoring penggunaan energi listrik pada rumah tangga

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian tentang system kontrol peralatan elektronik berbasis IOT ini semakin berkembang. Febri Sinitia Ningrum dan Padji Triadyaksa (2020) membuat penelitian tentang sistem Otomatisasi dan Kendali jarak jauh Lampu Smart House Berbasis NodeMCU ESP8266. Penelitian ini menggunakan aplikasi Blynk sebagai kendali perangkat jarak jauh dengan menghubungkan modul wifi NodeMCU ESP 8266 sebagai mikrokontroler pengontrol Relay untuk mematikan dan menghidupkan peralatan listrik ketika pemilik rumah berada atau tidak di rumah. (1)

Penelitian lainnya merupakan penelitian yang dilakukan oleh Maria Febrianti Pela dan Rully Pramydita (2021) dengan judul penelitian “Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis IOT Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk”. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan memonitoring daya listrik yang terpakai pada alat tersebut dari jarak jauh melalui koneksi internet. Sistem dapat diimplementasikan menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor PZEM004T, Liquid Crystall 12C, dan aplikasi blynk sebagai user interface sistem pada smartphone. Untuk dapat memantau melalui aplikasi Blynk pengguna harus terhubung dengan jaringan internet.(2)

Berangkat dari Penelitian yang sudah dilakukan tersebut dengan memanfaatkan Aplikasi Blynk sebagai pengendali mikrokontroler NodeMCU ESP dan Sensor PZEEM004T sebagai pembaca arus dan tegangan maka dibuatlah penelitian dengan judul “Simulasi Kendali dan Monitoring Daya Peralatan Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP32”, Dimana penggunaan Blynk sendiri bisa diunduh secara gratis untuk system iOS dan Android yang berfungsi mengendalikan NodeMCU, Arduino dan sejenisnya. Blynk sendiri dibuat untuk Internet Of Things dengan tujuan dapat mengendalikan perangkat Hardware dari jarak jauh, dan dapat menampilkan data sensor dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang sudah terintegrasi Wi-Fi, Relay 8 Chennel 5V DC, Modul pembaca arus, tegangan PZEEM004T dan LCD 12X6 sebagai penampil data. Diharapkan dari penelitian ini bisa bermanfaat dalam mengendalikan peralatan listrik rumah saat pemilik rumah tidak berada di rumah dan juga dapat di monitoring teganga, arus, daya, energi, seerta refrensi biaya yang digunakan dalam peralatan listrik rumah tangga yang dapat di moinitoring melalui aplikasi Blynk saat penggunandi luar rumah. Dengan syarat perangkat listrik tersebut terhubung dengan alat. Begitu pula alat dalam kondisi baik dan terhubung ke jaringan Internet.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perhitungan Daya, Faktor Daya dan Energi

Daya Listrik merupakan seberapa besar energi listrik yang digunakan atau di hasilkan suatu peralatan setiap waktu. Dari definisi tersebut maka rumus daya hasil pembacaan sensor PZEEM-004T sebagai berikut.

$$\text{Rumus : } P = V \times I$$

Dimana P merupakan Daya, V merupakan Tegangan dan I merupakan Arus

Faktor Daya atau bisa diartikan sebagai fasa atau $\cos \phi$ merupakan selisih antara arus yang bisa menghasilkan kerja terhadap arus total yang masuk ke dalam rangkaian. Faktor daya

$$\text{Rumus : Faktor daya} = \frac{(P)}{S} = \frac{VI \cos \phi}{VI} = \cos \phi$$

bernilai 0 sampai 1. Dari definisi tersebut Faktor daya dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

Dimana P merupakan Daya aktif dan S merupakan Daya semu.

Biasanya daya listrik untuk keperluan peralatan rumah tangga menggunakan satuan watt. Pada Nilai 1 Kw merupakan 1000 W sedangkan 1 W merupakan Per 1000 Kw. Energi sendiri merupakan daya listrik yang diserap oleh beban selama selang waktu tertentu. Berikut perhitungan Energi atau (kWh) dapat di hitung Menggunakan rumus sebagai berikut.

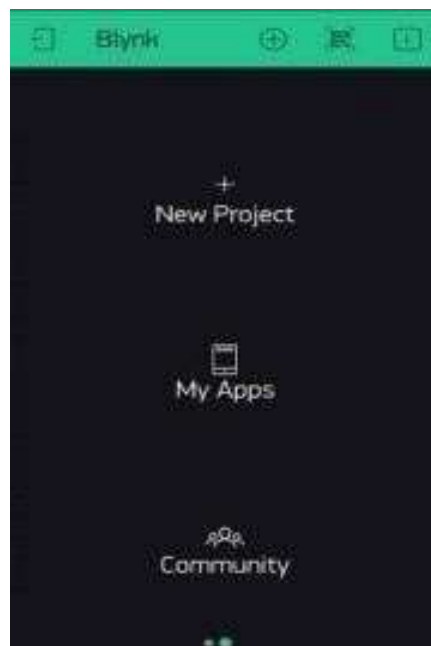
$$\text{Rumus : kWh} = \text{kW} \times t$$

Dimana kWh merupakan energi, kW merupakan Daya dan t merupakan waktu. Sehingga konversi dari kWh ke satuan rupiah dapat dirumuskan sebagai berikut. Pemakaian Listrik (Rp)

$$\text{Jumlah pemakaian (kWh)} \times \text{harga (Rp) Per kW}$$

2.2 Aplikasi Blynk

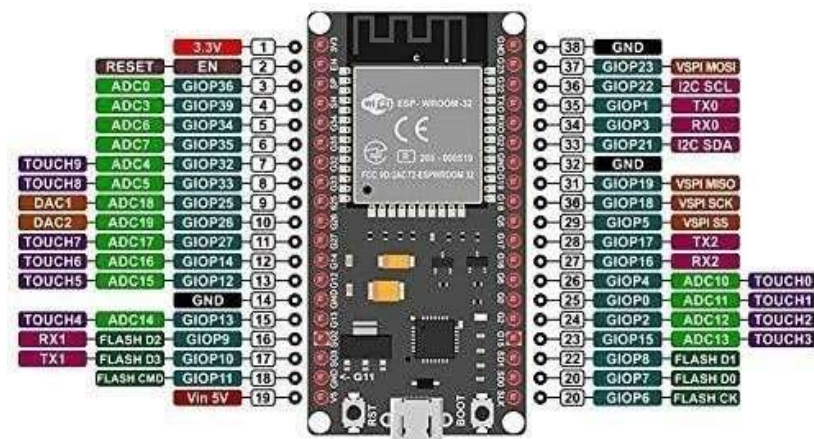
Aplikasi ini merupakan platform Cloud IoT untuk iOS dan Android yang berguna untuk mengendalikan module, Rasbery Pi, NodeMcu ESP32 dan module sejenisnya melalui internet. Bagi orang yang masih belajar aplikasi ini sangat mudah, Karena aplikasi ini memiliki banyak fitur untuk memudahkan penggunaanya. Dari aplikasi ini pengguna dapat mengendalikan apapun dari jarak jauh dimana pun pengguna berada selama terhubung dengan internet. Cara membuat project aplikasi ini pengguna tinggal drag and drop (1). Seperti yang terlihat Pada Gambar 2.1 merupakan tampilan awal pada aplikasi Blynk



Gambar 1 Tampilan Awal Blynk

2.3 NodeMcu ESP32

Mikrokontroler NodeMcu ESP32 yang dikenal sebagai Espressif System merupakan pengembangan dari mikrokontroler ESP8266. Secara Spesifikasi ESP32 sangat lengkap, Sehingga Microcontroller ini sangat tepat untuk kita gunakan terutama untuk aplikasi yang berhubungan dengan Internet Of Things, Karna mikrokontroler ini bisa berkomunikasi menggunakan Wifi, BLE , Bluetooth (3). Pada gambar 2.2 merupakan pin out dari Mikrokontroler NodeMcu ESP32. Pin yang terdapat pada NodeMcu ESP32 dapat digunakan sebagai Input dan Output



Gambar 2 Arsitektur ESP32

2.4 Sensor PZEM-004T

PZEM-004T merupakan sensor yang memiliki fungsi ganda. Dimana sensor ini dapat membaca nilai tegangan rms, arus rms dan daya aktif yang dapat diintegrasikan melalui NodeMcu ESP32 atau platform open source lainnya. Modul pzem-004t sendiri dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat dipakai untuk mengukur arus maksimal 100A (4) (11). Sensor PZEM- 004T dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini alat.



Gambar 3 sensor PZEM-004T

2.5 Modul Relay 5V

Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk memindahkan posisi On ke Off atau sebaliknya dengan memanfaatkan energi listrik. Proses tertutup dan terbukanya kontraktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan sakelar adalah pada saat pemindahan dari posisi On ke Off. Relay melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan saklar dilakukan dengan cara manual (5). Bentuk Relay 8 channel dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 4 Modul Relay 8 channel 5V

2.6 LCD 2x16

Penampil (display) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berkerja untuk menampilkan nilai, abjad atau ikon lainnya. LCD atau Liquid Crystal Display adalah salah satu display elektronika yang sering digunakan. LCD diciptakan dengan CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari backlit. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan. oleh sebuah LCD tergantung dari spesifikasi yang dimiliki (Revolution Education Ltd, 2016). Bentuk LCD pada Gambar 2.5



Gambat 5 LCD 12X6

2.7 Buck Converter Step Down

Sesuai dengan namanya Buck Converter step down yang merupakan rangkaian elektronika atau IC yang berfungsi untuk mengubah sumber masukan tegangan DC tetap menjadi sumber luaran tegangan DC yaang lebih rendah. Gambar 4.6 merupakan gambar buck Converter, Alat ini sangat berguna bila kita memiliki power supplay yang memiliki keluaran yang lebih besar dari yang dibutuhkan perangkat penerima. Besarnya tegangan output rangkaian DC Chopper step down tergantung pada nilai T_{on} dan T_{off} . yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$V_{output} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \cdot V_s$$



Gambar 6 Buck Converter

3. Metodologi

3.1 Studi Literatur

Penelitian ini menggunakan metode penelitian yang dimulai dari study literatur dengan referensi yang telah ada dan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem kendali dan monitoring daya listrik berbasis IOT. Untuk Mikrokontroler dalam penelitian ini menggunakan NodeMcu ESP 32 yang terhubung oleh aplikasi Blynk untuk dapat dikendalikan dan untuk dapat di monitoring oleh User. Untuk memprogram alat dalam penelitian ini menggunakan Software arduino ide. Sensor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004T sebagai pembacaan Tegangan, Arus dan daya dari sumber AC, serta penggunaan relay 8 channel untuk mematikan dan menghidupkan 8 beban perangkat listrik rumah tangga. Untuk Catu daya dalam Penelitian ini menggunakan Power Suplay Type Switching 12 VDC Yang kemudian di turunkan menjadi 5 VDC oleh Buck Converter Step Down untuk menyuplai komponen pada alat yang dibuat.

3.2 Komponen dan Alat

Sejumlah perangkat yang diperlukan untuk mengaktifkan aplikasi pengembangan rasio streaming pada Android Mobile ini ialah:

1. Perangkat keras (*hardware*)

- a. Satu perangkat Laptop
- b. Modul NodeMCU ESP32

- c. Modul Relay 5v 8 chennel
- d. Kabel jumper female-male, male-male,female-female
- e. LCD 12X6
- f. Power Supply 5VDC
- g. Sensor PZEEM-004T
- h. 8 buah Outlet listrik

2. Perangkat lunak (software)

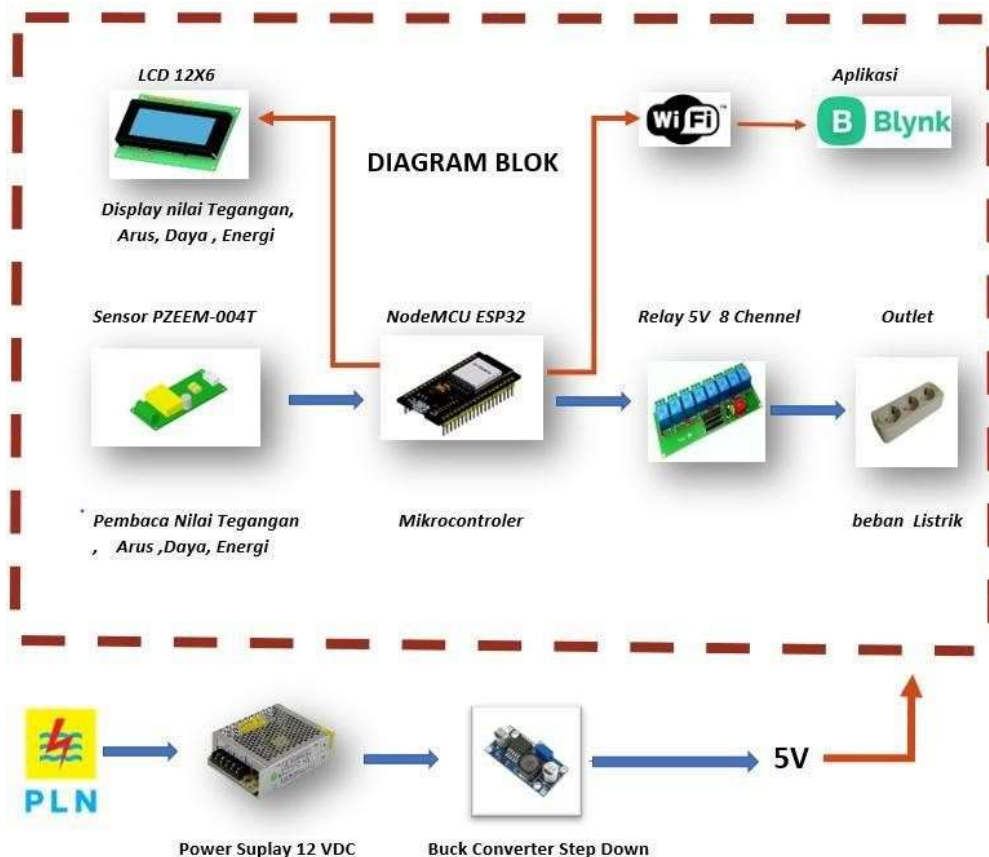
- a. Software Arduino IDE 1.8.10
- b. Aplikasi Blynk.

3. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan digunakan untuk pengujian dan pengambialan data dari alat ini lain :

- a. Multimeter.
- b. Power Meter
- c. Clamp Metet

3.3 Diagram Blok



Gambar 7 Diagram blok

Perancangan keseluruhan sistem dapat dilihat pada gambar 7 Perancangan Blok Diagram Sistem terdiri dari 4 blok yang terdiri dari :

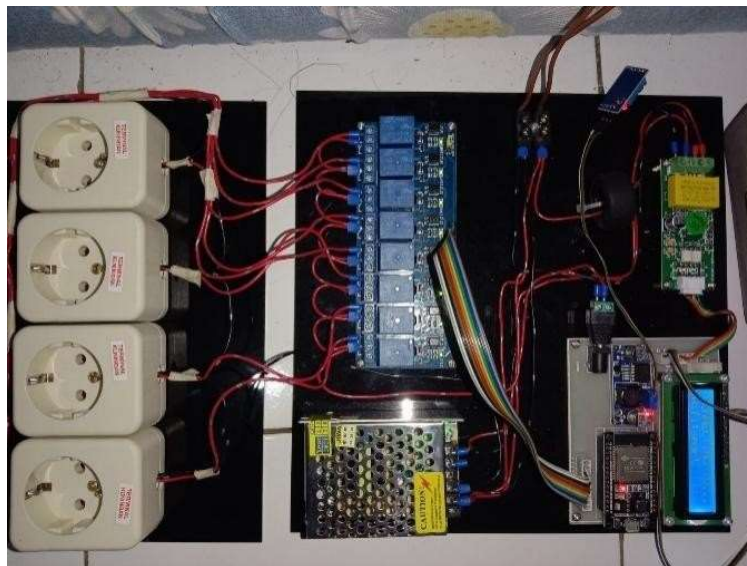
1. Blok Proses yaitu modul Wifi ESP32 Sebagai penghubung atau pusat pengendali penerima perintah dan pengolah data yang kemudian akan di tampilkan pada layar

LCD dan Aplikasi Blynk.

2. Blok Input / masukan yaitu modul Pzeem yang akan membaca data Tegangan, Arus, daya
3. Blok output yaitu Relay 8 channel yang berfungsi sebagai saklar otomatis dari 8 beban perangkat listrik, yang nanti akan di kendalikan oleh smarth phone yang sudah terpasang aplikasi blynk
4. Blok Catu daya sebagai pengaman, terdiri dari Power suplay 12 VDC yang nantinya akan di turunkan lagi olehbluck converter menjadi arus 5VDC untuk menyuplai komponen2 pada alat.

3.4 Rancangan Alat

Pada gambar 8 merupakan rancangan pada alat, dimana bisa dilihat kabel pada alat di hubungkan ke pin Mikrokontroler NodeMcu ESP32. Untuk fungsi pin yang digunakan dapat dilihat dari tabel 1



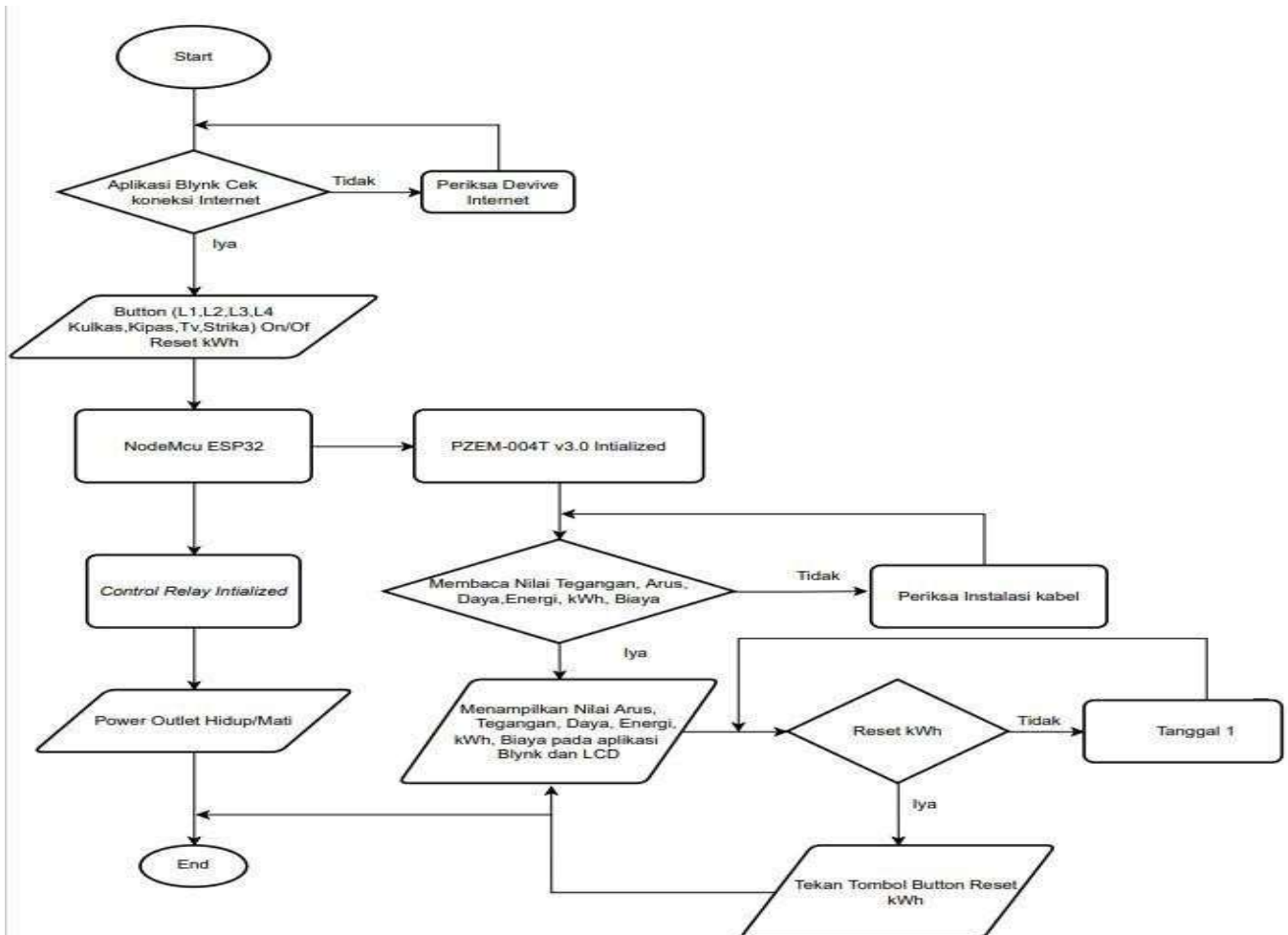
Gambar 8 Rancangan Alat

Tabel 1 Pin NodeMcu ESP32

PIN	Type PIN	Fungsi
D22	SCL	LCD
D21	SDA	LCD
D17	TX2	PZEM-004T
D16	RX2	PZEM-004T
D23	GPIO	RELAY 1
D32	GPIO	RELAY 2
D33	GPIO	RELAY 3
D25	GPIO	RELAY 4
D26	GPIO	RELAY 5
D27	GPIO	RELAY 6
D13	GPIO	RELAY 7
D18	GPIO	RELAY 8

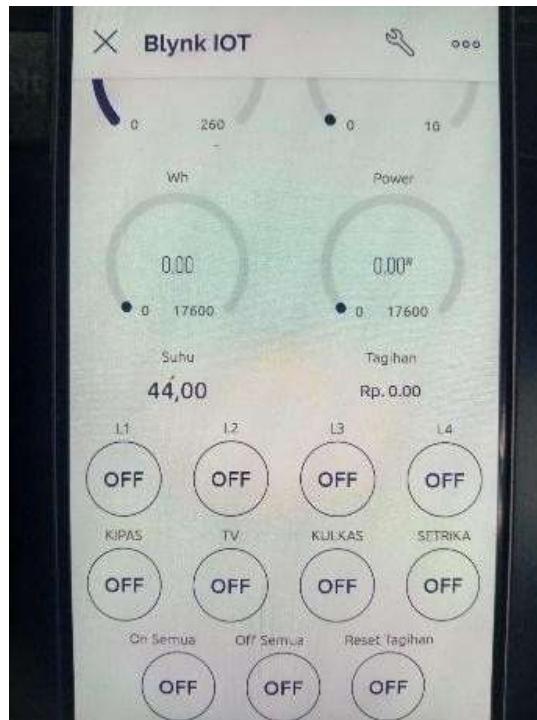
3.5 Flowchart Kerja Sistem

Flowchart kerja sistem atau diagram alir digunakan sebagai gambaran proses jalannya sistem, Proses digambarkan melalui bagan-bagan atau simbol sehingga informasi yang disajikan lebih mudah di pahami.



Gambar 9 Flowchart kerja sistem

Pada Gambar 9 menjelaskan sistem Flowchart pada sistem kerja mikrokontroler NodeMcu ESP32. Langkah awal dengan Menyambungkan SSID dan Pasword Wifi ke ESP32 dengan software arduino ide ke ESP32. Kemudian Esp 32 yang terhubung dengan relay 8 channel akan dikendalikan melalui aplikasi Blynk yang terpasang pada smartphone. Pada sensor Pzeem-004t akan membaca data Arus, Tegangan yang kemudian akan di olah menjadi Data Tegangan, arus, Daya, Wh dan Biaya oleh Mikrokontroler NodeMcuESP32 yang nantinya akan di tampilkan di LCD dan aplikasi Blynk yang terpasang pada smartphone. Lalu terdapat Button Reset kWh, Jika pengguna klik button reset kWh maka sensor PZEEM-004T akan mereset data energi dan biaya kembali ke 0. Seperti yang terlihat pada Gambar 10 merupakan kerja sistem pada Aplikasi Blynk.



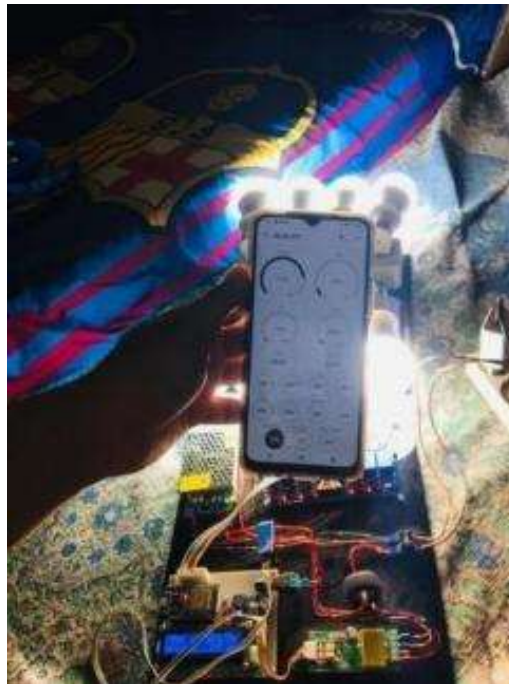
Gambar 10 Kerja sistem pada aplikasi Blynk

4. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini, akan dijelaskan tentang uji coba sistem yang sudah dirancang. Pengujian bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari alat yang sudah dirancang. Pada bab ini dilakukan pengujian sistem kendali dan monitoring. Pada pengujian sistem kendali akan menguji Relay 8 channel 5v yang terhubung ke outlet listrik. Relay berguna sebagai saklar untuk On/Off yang akan dikendalikan oleh smartphone yang terhubung modul Wifi ESP32. Pada pengujian monitoring akan diambil data tegangan, arus, daya, energi, biaya yang di terbaca oleh sensor PZEM-004T yang kemudian akan di tampilkan pada smartphone dan LCD. Data-data tersebut akan dibandingkan dengan alat ukur standart.

4.1. Pengujian Sistem Kendali

Pengujian sistem kendali bertujuan untuk mengetahui apakah relay berkerja dengan baik atau tidak. Pada uji coba ini alat rancangan harus terhubung dengan jaringan internet yang sudah di program pada alat melalui software arduino ide yang di upload pada ESP32. Terlihat pada gambar 4.1 merupakan semua Relay dinyalakan dengan mengklik Button on semua. Lalu gambar 4.2 merupakan relay dioff kan semua dengan klik button off semua



Gambar 11 Saat Button Semua Dinyalakan



Gambar 12 Saat Button Semua Dimatikan

4.2. Pengujian Beban Pada Alat Ukur Standart dan Rancangan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan listrik rumah tangga. Beban yang digunakan antara lain: Empat Lampu led yang masing-masing berdaya 52W, Kipas angin 42W, Televisi LCD 100W, dan Kulkas 80 watt. Pengujian ini dilakukan dari setiap beban yang akan digunakan untuk mengetahui nilai dari akurasi alat yang dirancang. Kemudian akan

dilakukan perhitungan persentase kesalahan yang didapatkan dari setiap beban peralatan listrik rumah tangga dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Pengukuran}} \times 100 \%$$

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan persentase kesalahan yang didapat dari setiap pengujian maka akan dicari nilai Rata-Rata kesalahan dari semua nilai kesalahan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai rata-rata error} = \frac{\text{Jumlah Nilai Error}}{\text{Banyaknya error yang terjadi}}$$

4.2.1. Hasil Pengujian Nilai Akurasi Pada Tegangan

Sesudah dilakukan pengukuran Tegangan dan arus maka di peroleh data dari setiap beban pada peralatan listrik rumah tangga dengan alat ukur rancangan, kemudian akan di bandingkan dengan alat ukur standart maka di peroleh data perbandingan sebagai berikut. Hasil dari masing- masing beban pada peralatan listrik dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 13 Perbandingan Pembacaan Tegangan dengan Power meter

Tabel 2 Pengujian Akurasi Tegangan

Beban Listrik	Tegangan (V) Alat Rancangan	Tegangan (V) Alat ukur	Error %
Lampu 52 W	234,0	234,3	0,3%
Kipas 46 W	234,0	234,0	0%
TV 100 W	234,0	234,4	0,4%
Setrika 350 W	231,0	231,7	0,7%
Kulkas 80 W	233,0	233,2	0,2%
Rata - Rata Error			0,2%

4.2.2. Hasil Pengujian Nilai Akurasi Pada arus



Gambar 13 Perbandingan Pembacaan Arus dengan Clamp Meter

Tabel 3 Pengujian Akurasi Arus

Beban Listrik	Arus (I) Alat Rancangan	Arus (I) Alat ukur	Error %
Lampu 52 W	0,28	0,27	0,01%
Kipas 46 W	0,17	0,16	0,01%
TV 100 W	0,47	0,45	0,02%
Setrika 350 W	1,69	1,67	0,02%
Kulkas 80 W	0,37	0,35	0,02%
Rata - Rata Error			0,1%

4.2.3. Hasil Pengujian Nilai Akurasi Pada Daya

Daya merupakan hasil perkalian Tegangan dan arus. Hasil Pengujian akurasi Daya didapatkan dari alat rancangan kemudian di bandingkan dengan perkalian antara Data Tegangan dan data arus dari alat ukur standart.

Tabel 4 Pengujian Akurasi Daya

Beban Listrik	Daya (W) Alat Rancangan	Daya (W) Alat ukur	Error %
Lampu 52 W	65,52	63,26	3,5%
Kipas 46 W	39,2	37,4	4,8%
TV 100 W	110	105	4,7%
Setrika 350 W	390	386	1,0%
Kulkas 80 W	79,3	81,62	2,8%
Rata - Rata Error			3,36%

Data pemahaman konsep yang telah direkam yaitu nilai pengetahuan. Nilai pengetahuan diambil dari nilai pre-test dan post-test siswa. Nilai pretest diperoleh dari data yang diberikan oleh guru yang merupakan data hasil belajar pemrograman dasar pada kompetensi sebelumnya. Nilai posttest ini

4.2.4. Hasil Pengujian Nilai Akurasi Pada Konsumsi Energi

Setelah dilakukan pengambilan data dari masing-masing beban yang berbeda yang telah didapat dari alat rancangan maka dilakukan perbandingan dengan perhitungan kemudian dari data tersebut akan dikalikan dengan harga perKWH. Pada alat ini menggunakan Rp.1,500 perKWhnya. Pengukuran persentase nilai akurasi dilakukan selama 1 jam dan 30 menit untuk strika dan kulkas. Hasil yang di peroleh dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 5 Pengujian Konsumsi Energi

Waktu Pukul	Beban Listrik	Konsumsi Pada alat	Perhitungan	Error %	Biaya
10.00-11.00	Lampu 52 W	0,05	0,05	0%	Rp 0,07
11.00-12.00	Kipas 46 W	0,03	0,03	0%	Rp 0,04
12.00-13.00	TV 100 W	0,1	0,1	0%	Rp 0,15
13.00-13.30	Setrika 350 W	0,08	0,08	0%	Rp 0,12
13.30-14.30	Kulkas 80 W	0,09	0,09	0%	Rp 0,14
Rata - Rata Error				0%	

5. Kesimpulan

Setelah melakukan Perancangan dan pengujian alat Sistem kendali dan monitoring daya peralatan listrik rumah tangga berbasis IOT maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Kendali menggunakan Relay 5V 8 Chennel yang dikendalikan dengan aplikasi Blynk dengan 8 beban yang digunakan sebagai saklar ON/OFF pada beban diantaranya 4 buah lampu, kipas angin, Kulkas, Television, dan Strika.
2. Pembacaan Penggunaan daya listrik yang telah digunakan oleh sebuah peralatan elektronik, didapatkan yaitu mengetahui besar arus yang mengalir pada peralatan elektronik serta mengetahui tegangan yang di pakai selama alat tersebut hidup
3. Pada sistem Monitoring didapat besaran persentase nilai selisih atau eror yang didapat dari perbandingan dengan alat ukur standart dan hasil perhitungan meliputi:
 - Selisih Tegangan Rata - Rata sebesar 0,2%
 - Selisih Arus Rata - Rata Sebesar 0,01%
 - Selisih Daya Rata - Rata Sebesar 3,36%
 - Selisih Konsumsi energi Rata - Rata 0%

Daftar Pustaka

Febri Sintia Ningrum, dan Pandji Triadyaksa (2020). Sistem Otomatisasi Dan Kendali Jarak Jauh Lampu Smart House Berbasis NodeMcu ESP8266 . Berkala Fisika” Vol.23. No 04, pp. 151-160

Maria Febrianti Pela, dan Rully Pramudita (2021). Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet Of Things Pada Rumah Menggunakan Aplikasi Blynk. Infotech: Jurnal Of Technology Information Vol 7. No 1, pp 47-54

I Putu Ardi Wahyu Widyatmika, Ni Putu Ayu Widyanata Indrawati, I Wayan Wahyu Adi Prastya, I Ketut Darminta, I Gde Nyoman Sangka, Anak Agung Ngurah Gde Sapteka (2021). Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan. Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi Vol 13 (1)

Salwin Anwar, Tri Artono, Nasrul Nasrul, Dasrur, dan A fadli (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negri Lhokseumawe (Vol 3, No 1)

Zubaili Isfarizky , Fardian , dan Alfatirta Mufti (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Study Kasus Kantor LBH Banda Aceh).KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro (Vol 2 No.2,pp. 30-35)

Hamami, K. (2020). Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IOT. JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering, 1(2), Hal 100–110.

Herdianto, “Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Smartphone,” J. Ilm. Core IT, vol. 6, no. 2, pp. 120–130, 2018.

Asghari, P., Rahmani, A. M., & Javadi, H. H. S. (2019). Internet of Things Applications: A Systematic Review. Computer Networks, 148, pp. 241– 261.

Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2017,October). Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan (Vol. 1, No. 01, pp. 157-162).

Alipudin, A. M. (2018). Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet Of Things (Iot). Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro, 1(1)