



Implementasi IOT Untuk Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Secara Real-Time Pada Lingkungan Rumah Tangga

Ahmad Fauzi Batubara¹, Martiano²

¹ *Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera utara, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia* | *Teknologi Informasi, Universitas*

² *Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Medan, 20238, Indonesia*

¹ *ahmadfauzibb01@gmail.com* | ² *martiano@umsu.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL

Received: August 8, 2024

Revised: August 22, 2024

Available online: September 15, 2024

KATA KUNCI

Internet of Things (IoT), Monitoring Daya Listrik, PZEM-004T, ESP8266, Blynk

KORESPONDENSI

Telepon: 081363159475

E-mail: ahmadfauzibb01@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring penggunaan daya listrik pada perangkat elektronik secara real-time berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan modul ESP8266, sensor PZEM-004T, dan LCD Oled. Sistem ini dikembangkan untuk memantau konsumsi daya listrik secara real-time dengan fokus pada parameter-parameter penting seperti tegangan (V), arus (A), daya aktif (W), daya reaktif (VAR), daya semu (VA), faktor daya (PF), dan energi (kWh). Data yang dibaca oleh sensor PZEM-004T dikirimkan melalui modul ESP8266 ke LCD Oled dan platform Blynk, yang memungkinkan visualisasi data secara real-time serta memberikan notifikasi saat konsumsi daya melebihi batas yang telah ditentukan. Implementasi sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam memantau penggunaan daya listrik secara efisien, mengidentifikasi pola konsumsi listrik dari berbagai perangkat elektronik, serta mengoptimalkan pemakaian energi di lingkungan rumah tangga.

contohnya seperti kulkas, televisi, dispenser, lampu dan Air Conditioner(AC) yang merupakan daya konsumsi pelanggan PLN paling besar, besar penggunaan daya listrik dipengaruhi oleh besar beban peralatan listrik dan lama penggunaan peralatan listrik tersebut. Bisa saja peralatan dengan beban daya kecil dengan penggunaan lama mengkonsumsi daya yang lebih besar dibanding dengan peralatan dengan beban daya besar tetapi penggunaannya sebentar[2].

Penggunaan listrik yang tidak terkontrol pada rumah tangga membuat tagihan listrik meningkat setiap bulannya, tidak adanya sistem monitoring penggunaan daya listrik rumah tangga saat perangkat elektronik digunakan tanpa batas membuat kerugian materil, dan dengan teknologi saat ini sangat memungkinkan untuk membuat sebuah alat monitoring daya listrik untuk rumah tangga. Penghematan konsumsi daya listrik di rumah akan berdampak pada konsumsi daya secara nasional. Pada penelitian sebelumnya menunjukkan monitoring konsumsi daya listrik di rumah akan berdampak terhadap penghematan konsumsi listrik hingga 30% [3].

1. PENDAHULUAN

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat peningkatan rasio elektrifikasi dan konsumsi listrik perkapita sepanjang tahun 2023. Rasio elektrifikasi meningkat menjadi 99,78 persen di tahun 2023, dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 99,67 persen. Dari sisi konsumsi listrik per kapita, sepanjang tahun 2023 mengalami peningkatan, yaitu 1.285 kWh per kapita. Capaian ini tidak terlepas dari realisasi rasio elektrifikasi tahun 2023 sebesar 99,78 persen dan rasio desa berlistrik mencapai 99,82 persen[1].

Pada dasarnya penggunaan listrik dirumah tangga langsung terhubung pada Kwh Meter, dengan demikian ketika pemakaian listrik melebihi kapasitas daya yang sudah ditentukan maka akan mengalami kelebihan daya sehingga listrik akan padam. Sering terjadinya kelebihan daya pemakaian yang mengakibatkan listrik padam akan membuat perangkat elektronik di rumah rusak,

Monitoring daya listrik dapat dioptimalkan dengan memanfaatkan teknologi Mikrokontroler. Pemilik rumah dapat mengetahui pemakaian listrik melalui aplikasi Blynk dan dapat mengontrol pemakaian agar tidak terjadinya lonjakan biaya listrik setiap bulannya. Tujuan penelitian ini adalah melakukan monitoring daya listrik alat elektronik rumah tangga menggunakan arduino NodeMCU ESP8266 secara *real-time*. Alat bekerja dengan baik serta mampu membaca arus dan daya pada saat pengkondisian On, tingkat akurasi alat berkisar 96% - 98% [4].

Dapat disimpulkan penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengembangkan suatu perangkat yang dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari di rumah menggunakan Node MCU ESP8266 dan sensor PZEM 004t dalam melakukan monitoring daya listrik yang digunakan pada perangkat elektronik seperti kulkas, televisi, dispenser lampu dan Air Conditioner(AC), karena penggunaan daya listrik di rumah selama ini hanya dapat dilihat secara keseluruhan melalui kWh meter yang hanya di distribusikan oleh PLN. Penggunaan alat tersebut tidak memberikan informasi seberapa besar penggunaan daya secara *real-time* khususnya pada perangkat elektronik di rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Internet Of Things

Internet Of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung, misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di runag kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer[5].

Internet Of Things bekerja dengan cara memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, setiap perintah argument akan menghasilkan suatu interaksi yang terjadi antara mesin dengan mesin dan terhubung otomatis tidak ada campur tangan seseorang dan tidak dibatasi jarak. Yang menjadi penghubung antara interaksi kedua mesin adalah internet, sementara tugas manusia hanya sebagai pengatur dan mengawasi alat tersebut bekerja secara langsung[6]

2.2 Sistem Monitoring Listrik

Sistem monitoring adalah mekanisme yang dimaksudkan untuk mengamati, mengukur, dan mencatat kinerja dan perilaku suatu sistem, proses, atau kegiatan dalam jangka waktu tertentu. Tujuan utama sistem monitoring adalah untuk memastikan bahwa semua berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, serta untuk menemukan dan mengatasi masalah yang mungkin muncul. Sistem ini dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti teknologi informasi, kesehatan, lingkungan, dan industri, untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional. Misalnya, dalam teknologi informasi, sistem monitoring dapat digunakan untuk memantau konsumsi listrik yang digunakan pada perangkat elektronik secara *real-time*, sistem ini dapat membantu pengguna dalam mengelola dan mengoptimalkan penggunaan energi.

Dengan sistem monitoring listrik pengguna dapat mengetahui besarnya konsumsi listrik dari berbagai perangkat, mendeteksi pola penggunaan listrik, serta mengidentifikasi potensi penghematan energi.

2.3 Node MCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah perangkat microcontroller open source. NodeMCU terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP-32 buatan *Espressif System* dan bahasa skrip Lua digunakan sebagai *firmware*. Secara *default*, istilah NodeMCU mengacu pada firmware aktual yang digunakan dan bukan perangkat keras dari dev kit, dan NodeMCU juga dapat diartikan sebagai papan Arduino untuk ESP 8266.[7]

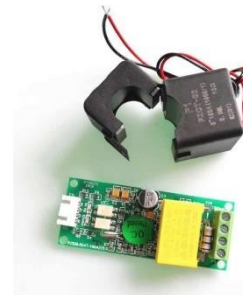


Gambar 1. Node MCU ESP8266

NodeMCU memiliki 17 Pin GPIO yang dapat di integrasikan dengan komponen elektronika lainnya. Bekerja pada tegangan 3.3 v –5 v, dengan konsumsi daya 10uA~170mA. Kecepatan prosesor berkisar 80~160MHZ dan memiliki RAM sebesar 32KB+80KB serta *flash memory* hingga 16 MB membuat NodeMCU V1 lebih efisien dari versi sebelumnya [8].

2.4 PZEM-004T

Modul PZEM-004T adalah sebuah modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi [9].



Gambar 2. PZEM-004T

Dengan *Current Transformer* model *split core* maka memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaannya karena bisa langsung dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kabel listrik tersebut. Sensor dapat membaca beberapa paramater dalam listrik diantaranya *voltage*, *current*, *active power*, *frequency*, *power factor*, and *active energy*, dan *active power* yang bisa diatur untuk mengeluarkan informasi alarm. Setelah sensor membaca paramater-paramater tersebut, maka sensor mengirimkan datanya ke mikrokontroler untuk dilanjutkan ke tahap proses pengolahan data untuk dikirimkan ke *Firebase Real-time*

Database [10].

2.5 LCD OLED 0.96

LCD OLED adalah salah satu media yang dapat digunakan sebagai *display* output untuk modul Arduino atau controller lainnya. Memiliki kelebihan yakni kontras pixel yang sangat tajam serta tidak membutuhkan cahaya *backlight* sehingga hemat dalam konsumsi daya. Kekurangan dari OLED adalah menggunakan *single colour* ukurannya yang relatif lebih kecil dari LCD Grafik atau dari LCD [11].



Gambar 3. LCD OLED 0.96

2.6 Blynk

Blynk adalah platform untuk Android dan IOS yang dipergunakan untuk mengendalikan sebuah modul seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, Wemos dan modul sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini mempunyai banyak fitur dan mudah digunakan juga untuk orang awam contoh nya seperti fitur drag and drop.



Gambar 4. Blynk Apps

Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dari jarak jauh dimana pun kita berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah yang disebut dengan Internet Of Things (IoT)[12].

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) atau secara bahasa merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan banyak perubahan untuk memudahkan pengguna baru dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya.

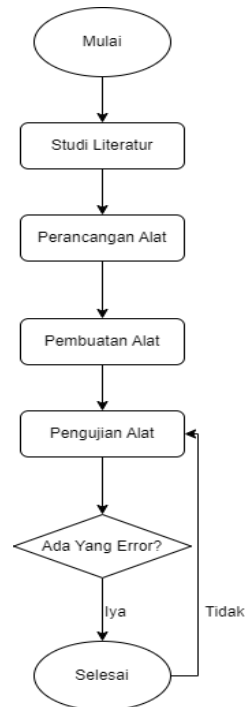


Gambar 5. Arduino IDE

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino[12].

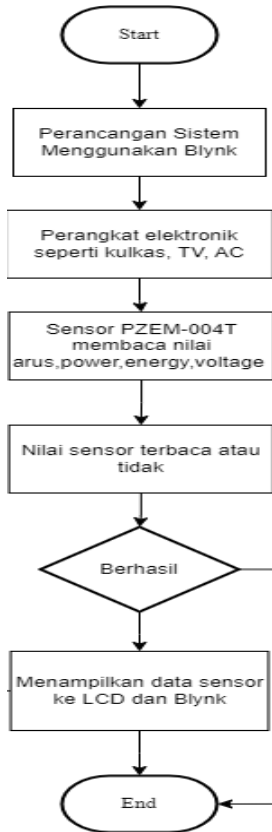
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode RAD (Rapid Application Development) dikarenakan untuk mempersingkat waktu dalam perencanaan, perancangan, dan penerapan suatu sistem bila dibandingkan dengan metode lain. Selain itu penelitian ini juga menggunakan metode pengumpulan data Library Research, data dikumpulkan dari beberapa sumber seperti buku, jurnal, skripsi, tesis, dan literatur lainnya sebagai referensi pembahasan. Selain itu, sumber data juga diperoleh dari informasi internet dan hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Selain itu disajikan juga diagram alir yang menjelaskan alur dari penelitian ini



Gambar 6. Tahapan Penelitian

Dalam merancang sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *Internet Of Things* (IoT), penulis memilih untuk menggunakan platform Blynk sebagai solusi untuk memfasilitasi pemantauan jarak jauh dengan hasil yang *real-time*. Dengan menggunakan Blynk, alat sistem monitoring dapat saling terhubung dan Blynk akan menampilkan data yang di dapat secara *real-time*. Proses pemantauan ini terjadi dengan cara sensor PZEM-004T akan mengukur besar nilai daya pada perangkat elektronik, kemudian data yang di dapat akan tampil pada Blynk dan LCD Oled. Seluruh penjelasan tersebut ditampilkan dalam bentuk *flowchart* pada gambar 7.



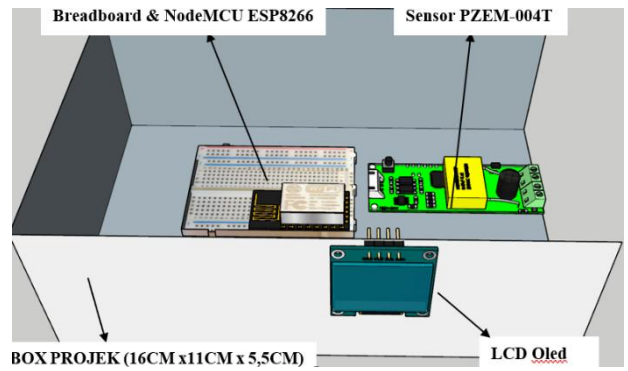
Gambar 7. Flowchart Sistem

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap selanjutnya yakni mengimplementasikan sistem monitoring daya listrik dengan platform Blynk, oleh karena itu pada tahap ini akan dijelaskan bagaimana cara merancang komponen hardware hingga menjadi sebuah rangkaian keseluruhan yang dimana terdiri dari desain hingga pengujian alat.

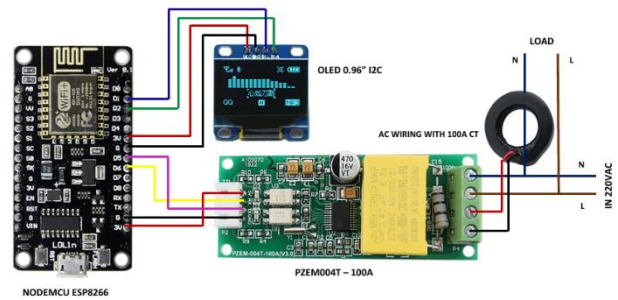
4.1 Mockup Alat

Desain mockup dari tampilan fisik alat sistem monitoring listrik dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 8. Mockup Fisik Alat

Selain mockup dari tampilan fisik dari alat sistem monitoring adapun rangkaian perangkat keras yang akan digunakan dalam sistem monitoring penggunaan daya listrik secara *real-time* berbasis *Internet Of Things* dapat dilihat dalam bentuk *wiring* digital sebagai berikut



Gambar 9. Rangkaian Alat dan Perkabelan

4.2 Tampilan Aplikasi Blynk

Dalam aplikasi Blynk terdapat beberapa tampilan yang menampilkan nilai nilai dari parameter listrik yang dibaca oleh sensor PZEM-004T yang berupa tegangan(voltage), arus(current), daya aktif(active power), daya reaktif(reactive power), faktor daya (PF), daya semu(apparent power), energi(kWh), dan Frekuensi yang dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Sistem Monitoring

4.3 Pengujian Alat

Pengujian pertama akan dilakukan untuk menguji apakah *hardware* dan *software* yang sudah di rancang dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Adapun komponen utama yang diuji meliputi PZEM-004T v3.0 sebagai sensor pengukur daya listrik, modul ESP8266 sebagai penghubung ke jaringan internet, serta perangkat LCD Oled sebagai alat penampil data secara lokal. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan dan stabilitas pembacaan data, serta memastikan bahwa komponen-komponen tersebut dapat bekerja secara sinergis dalam mengirimkan informasi daya listrik ke platform Blynk. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Tabel 1. Pengujian *Hardware/Software*

No	Nama Perangkat	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	NodeMCU ESP8266	Dapat terkoneksi ke internet dan mengirim/menerima data	[√] Berhasil [] Gagal
2	PZEM-004T	Dapat membaca parameter listrik	[√] Berhasil [] Gagal
3	LCD Oled	Dapat menampilkan data yang sama dengan Blynk	[√] Berhasil [] Gagal
4	Blynk	Dapat menampilkan data yang sama dengan LCD Oled	[√] Berhasil [] Gagal

Dari hasil yang tertera pada tabel 1 di atas, selanjutnya akan dilakukan pengujian pada perangkat elektronik yang terbagi menjadi 3 beban yang berbeda yakni:

1. Setrika dengan beban resistif
2. Lampu LED dengan beban kapasitif
3. Kipas angin dengan beban induktif



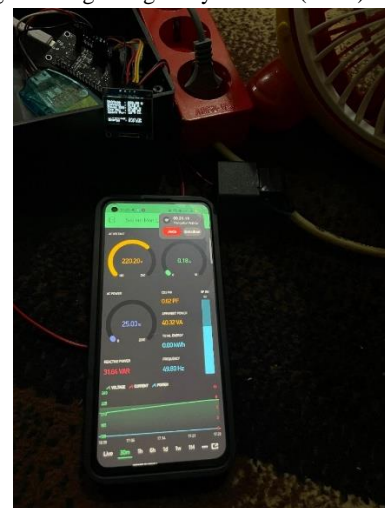
Gambar 11. Pengujian pada Setrika

Pengujian pada perangkat elektronik setrika dilakukan selama 30 menit untuk melihat kinerja dari alat sistem monitoring, hasil dari pengujian dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian pada Setrika

Waktu (Menit)	Data Pengukuran						Efisiensi Daya
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	
0	223	1.82	406.8	0.00	406.8	1.00	100%
5	223	1.82	405.1	0.00	405.1	1.00	100%
10	224	1.82	406.8	0.00	406.8	1.00	100%
15	224	1.83	409.8	0.00	409.8	1.00	100%
20	224	1.82	408.2	0.00	408.2	1.00	100%
25	224	1.82	408.5	0.00	408.5	1.00	100%
30	224	1.82	411.2	0.00	411.2	1.00	100%

Dari hasil pengukuran di atas, dapat dilihat bahwa konsumsi daya aktif oleh setrika berkisar antara 405.1 hingga 411.2 watt (W). Tegangan (V) dan arus (A) cenderung stabil selama melakukan pengujian, dengan faktor daya (PF) yang konstan sebesar 1.00. Hal ini menunjukkan bahwa setrika bersifat resistif murni, karena tidak terdapat daya reaktif (VAR). Selain itu daya semu (VA) sama dengan daya aktif (W), yang artinya bahwa seluruh energi listrik yang dikonsumsi diubah menjadi energi panas tanpa ada energi yang terbuang sebagai daya reaktif (VAR).



Gambar 12. Pengujian pada Kipas Angin

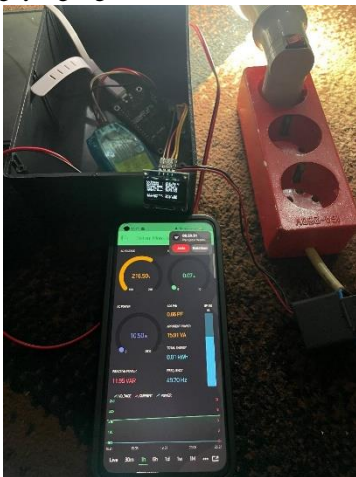
Pengujian pada perangkat elektronik kipas angin dilakukan selama 30 menit untuk melihat kinerja dari alat sistem monitoring, hasil dari pengujian dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Pengukuran pada Kipas Angin

Waktu (Menit)	Data Pengukuran						Efisiensi Daya
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	
0	220	0.18	25.00	31.64	40.32	0.62	62%
5	221	0.18	25.30	31.31	40.32	0.63	63%
10	222	0.18	25.40	31.31	40.32	0.63	63%
15	221	0.18	25.20	30.25	39.38	0.64	64%
20	223	0.18	25.60	31.56	40.63	0.63	63%
25	221	0.18	25.10	30.94	39.84	0.63	63%
30	220	0.18	24.90	29.90	38.91	0.64	64%

Dari pengukuran tabel di atas, dapat dilihat bahwa kipas angin sebagai beban induktif menunjukkan karakteristik konsumsi daya yang khas. Selama pengujian yang dilakukan dalam waktu 30 menit, tegangan (V) yang diukur cenderung stabil dengan sedikit fluktuasi antara 220 hingga 223 Volt. Arus listrik (A) yang mengalir melalui kipas angin juga mendapat nilai konstan di 0.18 Ampere, yang menunjukkan bahwa kipas angin beroperasi secara normal tanpa adanya lonjakan arus yang signifikan. Konsumsi daya aktif (Watt) oleh kipas angin relatif stabil, berada di rentang 24.90 hingga 25.60 Watt, dengan daya semu (VA) yang lebih besar, yakni berkisar antara 38.91 hingga 40.63 VA. Daya reaktif (VAR) yang terukur cukup tinggi, menunjukkan adanya perbedaan fasa antara tegangan dan arus, yang merupakan ciri khas dari beban induktif seperti kipas angin. Meskipun daya reaktif ini tidak melakukan pekerjaan apa pun, ia tetap berdampak pada daya total yang ditarik dari jaringan.

Kipas angin ini memiliki faktor daya (PF) antara 0.62 dan 0.64. Karena motor kipas angin membutuhkan banyak daya reaktif untuk menggerakkan motornya, efisiensi kipas angin lebih rendah daripada beban resistif. Akibatnya, sebagian besar energi listrik yang diserap diubah menjadi daya mekanik, tetapi sebagian lagi dibuang sebagai daya reaktif. 62%–64% adalah tingkat efisiensi daya secara keseluruhan, yang menunjukkan proporsi energi yang digunakan secara efektif.



Gambar 13. Pengujian pada Lampu LED

Pengujian pada perangkat elektronik lampu led dilakukan selama 30 menit untuk melihat kinerja dari alat sistem monitoring, hasil dari pengujian dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 4. Hasil Pengujian pada Lampu LED

Waktu (Menit)	Data Pengukuran						Efisiensi Daya
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya (PF)	
0	216	0.07	10.50	11.95	15.91	0.66	66%
5	216	0.07	10.30	11.72	15.61	0.66	66%
10	216	0.07	10.20	11.93	15.69	0.65	65%
15	215	0.07	10.20	11.61	15.45	0.66	66%
20	215	0.07	10.10	11.81	15.54	0.65	65%
25	214	0.07	10.10	11.81	15.54	0.65	65%
30	216	0.07	10.10	11.50	15.30	0.66	66%

Dari hasil pengukuran di atas, terlihat bahwa konsumsi daya aktif oleh lampu LED 11 watt berkisar antara 10.10 hingga 10.50 watt (W) selama periode 30 menit. Tegangan (V) yang diukur relatif stabil pada kisaran 214 hingga 216 volt (V), sementara arus listrik yang mengalir juga tetap konstan sebesar 0.07 ampere (A). Hal ini menunjukkan bahwa lampu LED mengkonsumsi daya yang rendah dan tidak mengalami fluktuasi yang signifikan dalam penggunaannya. Daya reaktif (VAR) yang dihasilkan oleh lampu LED berada pada rentang 11.50 hingga 11.95 VAR, yang menunjukkan bahwa terdapat komponen kapasitif dalam arus listrik yang digunakan oleh lampu ini. Daya reaktif adalah daya yang tidak digunakan untuk melakukan kerja nyata tetapi tetap dibutuhkan untuk membangun medan magnet pada komponen kapasitif seperti kapasitor di rangkaian lampu LED. Selain itu, daya semu (VA) yang terukur berada di kisaran 15.30 hingga 15.91 VA. Daya semu ini mencakup daya aktif dan daya reaktif, yang menunjukkan total daya yang disuplai dari sumber listrik.

Faktor daya (PF) yang terukur pada lampu LED menunjukkan nilai antara 0.65 hingga 0.66, yang berarti sekitar 65% hingga 66% daya yang dikonsumsi merupakan daya nyata yang digunakan untuk menyalakan lampu, sedangkan sisanya adalah daya reaktif. Hal ini umum terjadi pada beban kapasitif seperti lampu LED, yang menggunakan kapasitor sebagai bagian dari rangkaian elektroniknya. Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu LED memiliki komponen kapasitif yang cukup dominan. Penggunaan daya listrik yang rendah dan stabil ini menjadikan lampu LED sebagai pilihan efisien untuk pencahayaan rumah tangga. Untuk melihat pola konsumsi daya yang lebih jelas, dapat ditampilkan grafik yang menggambarkan perubahan tegangan, daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya selama periode waktu pengujian tersebut

4.3 Pengujian Pada kWh Meter Listrik

Pengujian juga dilakukan langsung dengan kWh meter untuk mengukur secara keseluruhan penggunaan daya listrik pada rumah tangga yang melibatkan perangkat elektronik dengan beban ringan seperti lampu LED hingga beban berat seperti AC (Air Conditioner), pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk mengetahui total energi(kWh) yang digunakan selama 1 hari kemudian dari total energi(kWh) yang di dapat, berikut hasilnya

Tabel 5. Hasil Pengujian pada kWh Meter Listrik

Hari	Data Pengukuran		Biaya
	Total energi (kWh)	Daya Aktif (Watt)	
1	23.51	979.58	Rp.33.948
2	20.59	857.92	Rp.29.731
3	21.64	901.67	Rp.31.248
4	24.22	1009.17	Rp.34.973
5	25.15	1047.92	Rp.36.316
...			
15	25.76	1073.33	Rp.37.197

Dari hasil data di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan listrik bervariasi setiap harinya, dengan total konsumsi energi berkisar antara 20.59 kWh hingga 25.76 kWh dan daya aktif rata-rata yang digunakan perhari berada di antara 857.92 Watt hingga 1073.33 Watt, hal ini menunjukkan bahwa perangkat-perangkat elektronik dirumah bekerja dengan konsumsi daya yang relatif stabil dalam periode waktu 24 jam. Variasi konsumsi energi ini kemungkinan disebabkan oleh perubahan pola penggunaan perangkat berdaya besar seperti AC, mesin cuci atau mesin pompa air. Biaya listrik harian berkorelasi langsung dengan total energi yang digunakan, dengan biaya terendah Rp.29.731 pada hari ke 2 dengan konsumsi energi sebesar 20.59 kWh, dan tertinggi Rp.37.197 pada hari ke 15 dengan konsumsi energi sebesar 25.76 kWh. Ini menunjukkan peningkatan konsumsi listrik berbanding lurus dengan peningkatan biaya yang dikeluarkan.

Dari sini dapat disimpulkan bahwa konsumsi listrik rumah tangga cenderung tidak stabil dan berfluktuasi sesuai aktivitas sehari-hari, terutama saat penggunaan perangkat kebutuhan daya tinggi meningkat. Penghematan energi dapat dilakukan guna untuk mengurangi biaya listrik dengan cara mengurangi penggunaan perangkat elektronik berdaya besar atau mengoptimalkan waktu penggunaannya, hal ini berpotensi dapat mengurangi biaya listrik. Penggunaan perangkat berdaya tinggi yang berlebihan tanpa pengendalian dapat meningkatkan biaya listrik secara signifikan. Implementasi sistem monitoring listrik secara real-time, seperti yang telah dilakukan sangat membantu untuk memantau dan menganalisis pola konsumsi listrik. Dengan informasi yang lebih rinci, pemilik rumah dapat mengambil tindakan yang lebih tepat untuk menghemat energi dan mengurangi biaya tanpa mengorbankan kenyamanan, sehingga efisiensi energi rumah tangga dapat tercapai.

5. KESIMPULAN

Dapat diambil kesimpulan bahwa alat sistem monitoring dapat berjalan dengan baik sesuai yang di inginkan. Kemudian setelah dilakukan pengujian pada 3 perangkat elektronik dengan jenis beban yang berbeda hasilnya juga sesuai yang diperkirakan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada kWh meter listrik rumah dapat disimpulkan bahwa konsumsi listrik pada rumah tangga cenderung tidak stabil dan berfluktuasi sesuai dengan aktivitas sehari-hari. Penghematan energi dapat dilakukan dengan cara mengurangi penggunaan perangkat elektronik berdaya besar guna untuk mengurangi biaya listrik. Implementasi sistem monitoring listrik secara real-time, seperti yang telah dilakukan sangat membantu untuk memantau dan menganalisis pola konsumsi listrik.

REFERENCES

- [1] R. Nurul Fitriana Putri. (2024, January 15). *Sepanjang Tahun 2023, Konsumsi Listrik Alami Peningkatan, Capai 1.285 kWh per Kapita*. JawaPos.Com.
- [2] Prayitno, B., & Palupiningsih, P. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis *Internet Of Things*. *PETIR*, 12(1), 72–80. <https://doi.org/10.33322/petir.v12i1.333>
- [3] 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. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i3.357>
- [4] Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). SISTEM MONITORING BEBAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO NODEMCU ESP8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>
- [5] Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>
- [6] Heru Sandi, G., & Fatma, Y. (2023). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5892>
- [7] Hendriawan, H., Subandi, S., Chandra, J. C., & Ferdiansyah, F. (2023). PROTOTYPE SISTEM ALAT PENYIRAMAN TANAMAN CABAI OTOMATIS BERBASIS WEB MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU ESP8266. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2(1), 500–507. <https://senafiti.budiluhur.ac.id/index.php/senafiti/article/view/613>
- [8] Manullang, A. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 4 (2), 163–170.
- [9] Syhari, A., & Bintoro, A. (2023). Monitoring dan Controlling Daya Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor PZEM-004T. *Jurnal Energi Elektrik*, 12(1), 43. <https://doi.org/10.29103/jee.v12i1.9836>
- [10] Ridwan, R., Mulia, S. B., & Rosid, A. I. (2023). Sistem Pemantauan Penggunaan Listrik Rumah Tangga Dengan Website Berbasis IoT. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 4(2).
- [11] Riyanto, J., & Wasid, A. (2023). PERANCANGAN ALAT BANTU PARKIR MOBIL BERBASIS ESP32-CAM DAN SENSOR JARAK VL53L0X MENGGUNAKAN VLC. *Jurnal Informatika Dan Komputasi: Media Bahasan, Analisa Dan Aplikasi*, 17(1), 1–5.
- [12] Setiawan, S. A., Hidayat, M., & Sutarti. (2024). PROTOTYPE LAMPU PENERANGAN JALAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR LDR BERBASIS ARDUINO UNO. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 11(1), 119–127. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v11i1.8257>