

Sistem Pantau dan Kendali Peralatan Listrik Rumah Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Farid^{1✉}, Nur Sultan Salahuddin²

^{1, 2} Teknologi Informasi, Magister Teknik Elektro, Universitas Gunadarma, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 06-03-2024

Direvisi : 16-03-2024

Diterima : 30-03-2024

Kata Kunci:

Sistem Pantau, Kendali peralatan listrik rumah, *Internet of Things* (IoT)

Keywords :

Monitoring System, Control of home electrical equipment, *Internet of Things* (IoT)

Corresponding Author :

Farid

Teknologi Informasi, Magister Teknik Elektro, Universitas Gunadarma, Indonesia

Margonda Raya 100 Pondok Cina, Depok

Email: faridhamzaa22@gmail.com

ABSTRAK

Sistem monitoring dan pengendalian energi listrik merupakan infrastruktur yang memberikan kemampuan bagi pengguna untuk tidak hanya memantau, tetapi juga mengatur dan mengoptimalkan penggunaan energi listrik. Melalui sistem ini, informasi terkini mengenai konsumsi energi listrik dapat diakses oleh pengguna, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih bijak terkait hemat energi. Penelitian yang dilakukan menggabungkan dua metode penelitian yang berbeda untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan yaitu metode penelitian deskriptif dan metode eksperimen. Analisis data mengintegrasikan antara analisis data menggunakan *Blynk* dan pemrograman melalui *Arduino IDE*, pengguna dapat mengelola informasi yang dikumpulkan dari sensor arus dan tegangan. Hasil dari penelitian berupa alat teknologi IoT dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan penggunaan listrik rumah. Pengukuran terhadap tegangan listrik pada rancangan alat dapat dinyatakan berhasil dan memiliki nilai keakuratan yang cukup baik.

ABSTRACT

The electrical energy monitoring and control system is infrastructure that provides users with the ability to not only monitor, but also regulate and optimize the use of electrical energy. Through this system, the latest information regarding electrical energy consumption can be accessed by users, enabling wiser decisions regarding energy savings. The research carried out combines two different research methods to achieve the stated objectives, namely descriptive research methods and experimental methods. Data analysis integrates data analysis using Blynk and programming via Arduino IDE, users can manage information collected from current and voltage sensors. The results of the research are IoT technology tools that can be used to monitor and control home electricity use. The measurement of electrical voltage in the design of the tool can be declared successful and has a fairly good accuracy value.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan vital dalam kehidupan modern, tak terkecuali di Indonesia. Permintaan akan listrik terus bertambah dari tahun ke tahun di tanah air. Pada tahun 2023, konsumsi listrik di Indonesia mencapai puncaknya, sebesar 1.285kWh/kapita, menunjukkan kenaikan signifikan sebesar 9,53% dari tahun sebelumnya. Berbagai faktor menjadi pemicu meningkatnya konsumsi listrik ini, seperti pertumbuhan ekonomi yang pesat, peningkatan jumlah penduduk, serta perubahan gaya hidup masyarakat yang semakin modern. Namun, di

balik peningkatan tersebut, muncul beberapa permasalahan yang perlu dicermati, terutama krisis energi listrik yang menjadi tantangan serius. Hal ini membutuhkan pendekatan holistik dalam pengelolaan sumber daya energi guna menjaga keberlanjutan suplai listrik tanpa mengorbankan stabilitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

Krisis energi listrik dapat terjadi jika permintaan listrik tidak dapat dipenuhi oleh pasokan listrik yang ada. Krisis energi listrik ini dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pemadaman listrik secara massal, kenaikan harga listrik, dan gangguan aktivitas masyarakat. Salah satu cara untuk mengatasi krisis energi listrik adalah dengan mengurangi konsumsi Listrik (Puspabhuana & Arliyanto, 2022). Salah satu cara untuk mengurangi konsumsi listrik dengan meningkatkan efisiensi penggunaan listrik. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik adalah dengan melakukan monitoring dan pengendalian penggunaan listrik. Monitoring penggunaan listrik dapat dilakukan untuk mengetahui pola penggunaan listrik, sedangkan pengendalian penggunaan listrik dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan listrik yang berlebihan (Ahdan et al., 2019).

Beban listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Karakteristik beban timbul karena adanya pemakaian daya listrik yang besarnya dalam sepanjang waktu, besar dari beban listrik tergantung pada besaran daya(watt) dan selang waktu penggunaan tergantung juga pada lama pemakaian peralatan listrik oleh konsumen (Daniel-George et al., 2020). Umumnya dalam kehidupan sehari-hari terutama pada konsumen listrik sektor rumah tangga membutuhkan listrik untuk menyalakan beban listrik yang digunakan lampu listrik penerangan, televisi, setrika, kompor listrik.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang besar dalam mengelola penggunaan energi listrik secara efisien. IoT mengizinkan integrasi benda-benda di sekitar kita untuk terhubung ke internet, termasuk dalam pengelolaan penggunaan listrik. Dengan pemanfaatan IoT, data terkait penggunaan listrik dapat dikumpulkan secara real-time dan disalurkan ke pusat kontrol *Smartphone* yang dilengkapi aplikasi Blynk. Di sana, data ini dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola penggunaan energi listrik yang spesifik. Selanjutnya, pusat kontrol dapat mengambil tindakan yang diperlukan untuk mengendalikan penggunaan listrik tersebut. Sebuah penelitian telah dilakukan dengan tujuan untuk merancang alat yang menggunakan IoT sebagai basisnya untuk memantau dan mengendalikan penggunaan energi listrik pada alat listrik di rumah (Alam et al., 2019).

Pada penelitian sebelumnya dalam pengukuran biaya listrik berbasis IoT telah ditemukan beberapa kekurangan seperti ketidakakuratan sensor saat perhitungan biaya yang dikeluarkan setiap energi terpakai pada alat listrik rumah, yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan akurasi dan kegunaannya dalam konteks manajemen energi. Masalah dengan akurasi pengukuran konsumsi energi yang tidak terukur dengan tepat. Beberapa perangkat pengukuran tidak mampu mendeteksi konsumsi energi secara akurat, salah satu faktor yang menyebabkan kesalahan adalah ketidaktelitian dalam penulisan kode pada *software* arduino. Oleh karena itu, perbaikan dalam metodologi pengukuran biaya listrik perlu difokuskan pada salah satu faktor kesalahan ini. Dengan memperhitungkan fluktuasi harga energi dan penulisan kode perintah pada Arduino, penelitian masa depan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam dan lebih akurat tentang biaya listrik yang sebenarnya. Ini akan memungkinkan untuk membuat sebuah keputusan yang lebih baik dalam perencanaan anggaran, manajemen energi, dan strategi efisiensi (ArjunPratikto, 2022).

Internet of Things (IoT) merupakan inovasi teknologi yang memfasilitasi koneksi antara berbagai benda di dunia fisik dengan internet. Melalui penerapan IoT, informasi dari objek-objek fisik dapat dikumpulkan, dianalisis, dan bahkan dikendalikan dari jarak jauh. Salah satu keunggulan utama yang dimiliki oleh IoT adalah kemampuannya untuk mengumpulkan data secara *real-time*. Dengan ketersediaan data secara instan, sistem IoT mampu memberikan informasi yang terkini mengenai kondisi benda atau lingkungan sekitarnya. Hal ini memungkinkan penggunaan data yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan yang terjadi. Selain itu, IoT juga mempunyai kelebihan dalam memproses data dengan kecepatan yang tinggi. Data yang dikumpulkan dari benda-benda terhubung dapat diolah secara efisien, memungkinkan analisis cepat yang mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam

waktu yang relatif singkat (Sakib et al., 2019). Tidak hanya itu, kelebihan lain dari IoT adalah kemampuannya untuk mengontrol perangkat secara remote. Dengan memanfaatkan teknologi ini, pengguna dapat mengendalikan dan memonitor perangkat atau sistem dari jarak jauh dengan menggunakan koneksi internet. Hal ini memberikan fleksibilitas yang besar dalam pengelolaan dan pengendalian suatu sistem atau perangkat (Rohmah et al., 2022).

Sistem monitoring dan pengendalian energi listrik merupakan infrastruktur yang memberikan kemampuan bagi pengguna untuk tidak hanya memantau, tetapi juga mengatur dan mengoptimalkan penggunaan energi listrik. Melalui sistem ini, informasi terkini mengenai konsumsi energi listrik dapat diakses oleh pengguna, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih bijak terkait hemat energi. Penerapan sistem monitoring dan pengendalian energi listrik dapat bervariasi, dan salah satu pendekatan yang efektif adalah melalui pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT). Dalam konteks ini, IoT menjadi instrumen kunci yang memungkinkan pengiriman data pengukuran penggunaan energi listrik secara langsung dan *real-time* ke *server*. Melalui sensor-sensor yang terhubung, informasi mengenai pemakaian energi listrik dapat dikumpulkan, diproses, dan diunggah ke *platform server* (Pramartaningthyas et al., 2023).

Dengan adopsi IoT dalam sistem monitoring energi listrik, pengguna dapat mengakses data secara instan dari perangkat pintar atau aplikasi yang terhubung ke sistem tersebut. Hal ini memungkinkan pemantauan yang lebih akurat terhadap tren penggunaan energi listrik, memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi potensi pemborosan energi dan mengambil langkah-langkah yang tepat untuk mengurangnya. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan adanya intervensi otomatis atau manual untuk mengatur penggunaan energi. Misalnya, pengguna dapat melakukan pengaturan jadwal waktu atau bahkan mengontrol perangkat elektronik jarak jauh untuk mengoptimalkan penggunaan energi sesuai kebutuhan, yang pada gilirannya dapat membantu dalam mengurangi tagihan listrik dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan teknologi IoT dalam sistem monitoring dan pengendalian energi listrik, diharapkan dapat mendorong kesadaran akan penggunaan energi yang efisien, menghasilkan penghematan energi yang signifikan, serta membantu dalam menjaga keberlanjutan lingkungan (Jasim & ALRikabi, 2021).

pada alat ini diharapkan dapat memberikan bantuan kepada masyarakat dalam mengurangi konsumsi listrik yang tidak perlu, sehingga membantu dalam menghemat biaya listrik sekaligus berkontribusi pada pelestarian lingkungan melalui penggunaan energi yang lebih efisien. Dengan pemanfaatan teknologi IoT dalam monitoring dan pengendalian penggunaan listrik, diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih cerdas dan berkelanjutan dalam pengelolaan energi di masa depan (Alfian et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggabungkan dua metode penelitian yang berbeda untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan yaitu metode penelitian deskriptif dan metode eksperimen. Metode penelitian deskriptif digunakan sebagai pendekatan awal dalam system pantau dan kendali peralatan listrik di rumah yang berbasis IoT. Dalam metode ini, peneliti melakukan pendekatan deskriptif untuk mengidentifikasi, menggambarkan, dan merancang struktur serta fitur yang diperlukan dalam alat tersebut. Ini meliputi langkah-langkah seperti menentukan jenis sensor yang diperlukan, memilih mikrokontroler yang tepat, serta mendesain integrasi antara komponen-komponen tersebut. Sementara itu, metode eksperimen diadopsi untuk melakukan uji kinerja terhadap alat pantau dan kendali energi listrik rumah tangga yang telah dirancang. Dalam metode ini, peneliti melakukan serangkaian percobaan atau pengujian langsung terhadap alat yang telah dibuat. Prosedur penelitian terstruktur dalam beberapa tahap yang memungkinkan untuk pengembangan alat pantau dan kendali peralatan listrik rumah berbasis IoT secara menyeluruh:



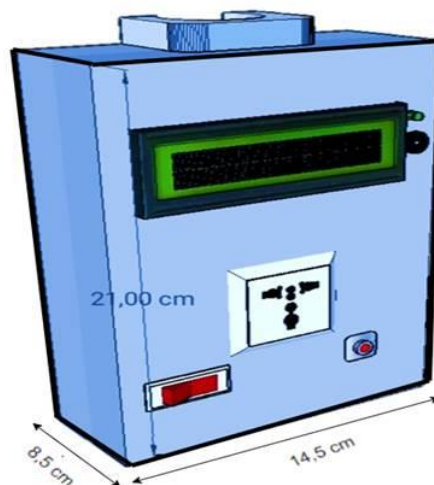
Gambar 1 Diagram Alir Konsep

Perancangan Alat

Perancangan alat teknologi IoT untuk memonitor dan mengendalikan penggunaan listrik dapat dibagi menjadi dua bagian utama: peralatan *hardware* dan peralatan *software*. Perancangan alat ini terdiri dari komponen-komponen perangkat keras pada alat dan aplikasi Blynk pada Smartphone, serangkaian perangkat penyusun sistem seperti berikut.

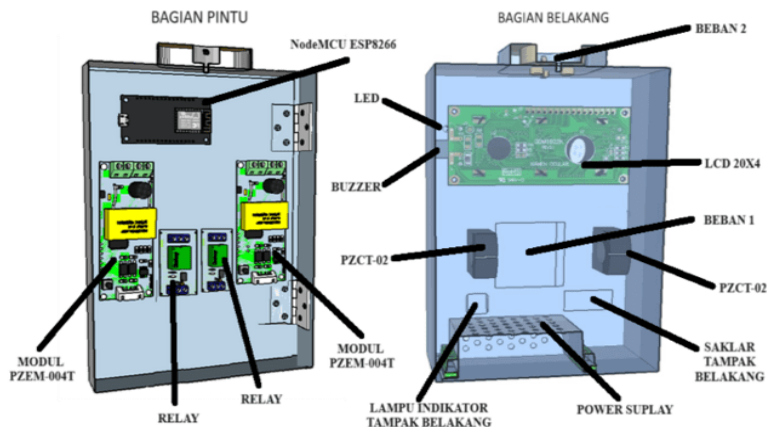
Tabel 1. Komponen yang dibutuhkan

No	Komponen	Jumlah (Pcs)
1	Modul listrik PZEM-004T	2
2	Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	1
3	Eksternal transformator PZCT-02.	2
4	Switching relay	1
5	LED hijau	1
6	LCD 20x4	1
7	Buzzer	1
8	Power Supplay	1
9	Saklar	1
10	Box Project	1
11	Lampu Indikator	1
12	Smartphone untuk aplikasi Blynk	1



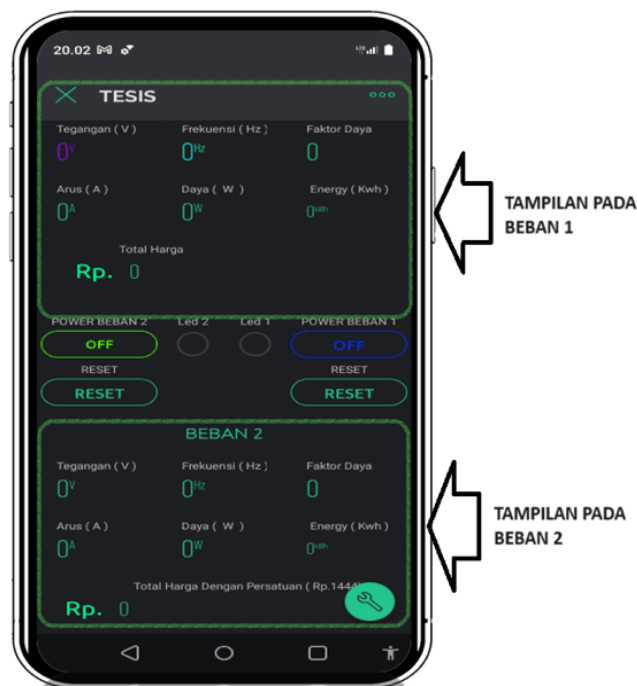
Gambar 2. Dimensi Alat

Peletakan komponen diletakkan didalam dan bagian pintu box dapat dilihat pada Gambar berikut.



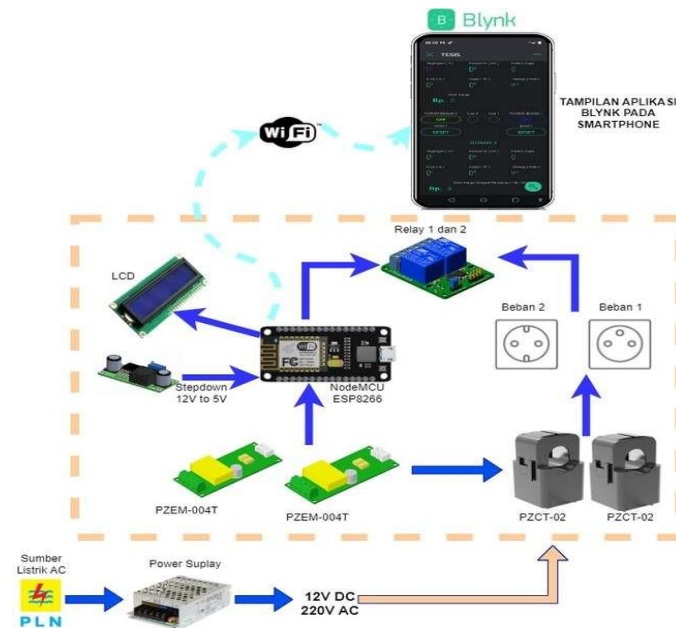
Gambar 3. Peletakan Komponen Alat

Prinsip kerja alat ini dimulai dengan pembacaan data oleh sensor listrik, yang selanjutnya dikirim ke NodeMCU ESP8266 untuk diproses dan dikirim ke *server*. Aplikasi *mobile* Blynk kemudian menampilkan hasil pengukuran kepada pengguna, memungkinkan mereka untuk memantau penggunaan listrik dan mengendalikan beban listrik secara otomatis.



Gambar 4. Tampilan Pada Aplikasi Blynk

Dalam tahap awal perancangan mikrokontroler, Arduino dipilih sebagai otak dari sistem yang akan dibangun, dengan perencanaan yang cermat untuk mengintegrasikan fungsionalitasnya dengan aplikasi Blynk di *smartphone*. Setelah rancangan konseptual terbentuk, langkah selanjutnya melibatkan pemilihan komponen, perakitan perangkat keras, dan penulisan kode dalam Arduino IDE untuk menginisiasi komunikasi yang lancar antara NodeMCU dan aplikasi Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Dengan demikian, alur rancangan proyek akan terbentuk, melalui serangkaian langkah yang diperlukan untuk mencapai integrasi yang sukses antara perangkat keras dan perangkat lunak. Gambaran alurnya bisa di lihat pada Gambar 5.



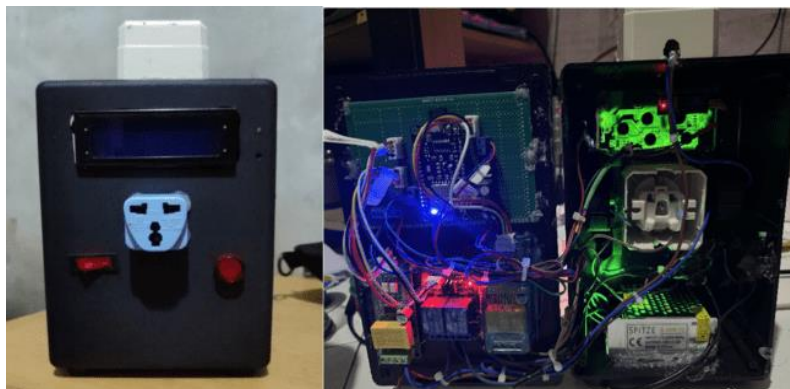
Gambar 5. Alur Konektivitas Alat Pantau dan Kendali Listrik

Setelah rancangan konseptual terbentuk, langkah selanjutnya melibatkan pemilihan komponen dan perakitan perangkat keras. Sumber daya dari PLN dialirkan ke perangkat melalui jaringan listrik, sedangkan power supply 12V DC digunakan untuk menyediakan tegangan yang diperlukan oleh alat rancangan yang kemudian akan digunakan *Stepdown* untuk mengurangi tegangan dari 12V ke 5V DC agar bisa mengalirkan Listrik ke NodeMCU. Sensor PZEM-004T digunakan untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi, sementara PZCT-02 berfungsi sebagai transformator arus yang memungkinkan sensor tersebut untuk mengukur arus listrik yang lebih rendah dengan akurat, sehingga keduanya bekerja secara sinergis untuk memberikan informasi yang lengkap tentang konsumsi energi listrik. Hasil pengukurannya akan di perlihat pada display LCD dan aplikasi blynk pada *smartphone*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Perangkat

Perangkat alat pada penelitian ini terdiri 2 masukkan dari modul sensor listrik PZEM-004T dan eksternal transformator PZCT-02 yang digunakan untuk meningkatkan akurasi dari pembacaan arus listrik maksimal sebesar 100Ampere pada modul PZEM-004T. Pembacaan nilai Arus yang dibaca oleh modul PZEM-004T berkisar hingga 100A, adapun rangkaian pada spesifikasi *hardware* masih menggunakan rangkaian dengan arus 1 fasa. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pemrosesan data serta pengirim data ke *server Blynk* melalui jaringan internet.



Gambar 6. Tampilan Perangkat Bagian Luar dan Dalam

Alat Bantu Pengujian

Alat-alat yang digunakan digunakan dalam melakukan pengujian alat adalah:

1. Laptop
2. *Smartphone* dengan aplikasi *Android* yang telah diatur dan dipasang aplikasi *Blynk*
3. *Multimeter*
4. Perangkat *Smart Energy Meter*
5. Peralatan Listrik yang biasanya ditemui pada rumah seperti (Lampu, Kipas, Setrika, dan lainnya)
6. Alat *stopwatch* atau alat pengukur waktu lainnya.

Pengujian Tegangan Kerja pada Modul PZEM-004T

Pengujian tegangan kerja pada modul PZEM-004T dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter digital, modul PZEM-004T mendeteksi beban (*load*) dapat dilihat pada Gambar di bawah. Mengatur tegangan 5-6 V DC agar NodeMCU ESP8266 dan seluruh sensor bekerja normal dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Tegangan Kerja Modul PZEM-004T

Pengujian Kinerja

Pengujian kinerja bertujuan untuk melakukan pengujian terhadap kinerja sistem untuk mengetahui apakah kinerja alat bekerja sesuai standar operasional kinerja.

Pengujian Pengukuran terhadap Peralatan Listrik

Pengujian ini adalah pengujian dengan melakukan pengukuran tegangan listrik, arus listrik, daya aktif listrik yang digunakan pada tiap peralatan listrik yang berbeda lalu dibandingkan dengan *multimeter* atau *multitester*. Dapat di lihat pada table berikut.

Tabel 2. Pengujian Pengukuran Perangkat Listrik

Beban	Alat Ukur Rancangan			Alat Ukur Multimeter		
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
Solder	221,8	0,109	24,1	221,2	0,106	23,45
Setrika	222,1	1,505	333,3	219	1,495	327,40
Lampu 5W	224,7	0,03	5	226,5	0,03	4,8
Lampu 11W	218,6	0,065	10,9	222,0	0,066	10,3
Lampu 18W	218,5	0,131	19,3	218,1	0,135	19,4
Lampu 32W	219,3	0,204	31,1	219,2	0,211	30,5

Pengujian Tegangan pada Peralatan Listrik

Setelah pengambilan data pengukuran tegangan menggunakan alat ukur *multimeter* dan alat ukur rancangan, maka didapatkan tabel perhitungan simpangan (nilai kesalahan) alat ukur rancangan dibandingkan dengan alat ukur *multimeter*. Dapat di lihat pada table di bawah.

$$\text{Nilai Kesalahan (\%)} = \frac{\text{Pengukuran rancangan} - \text{Pengukuran multimeter}}{\text{Pengukuran multimeter}} \times 100 \%$$

Tabel 3. Perbandingan Data Hasil Pengujian Tegangan dan Nilai kesalahan

Beban Listrik	Hasil Pengukuran Arus Listrik		V nilai kesalahan (%)
	Alat Ukur Rancangan (Volt)	Alat <i>multimeter</i> (Volt)	
Solder	221,8	221,2	0,271
Setrika	222,1	219	1,415
Lampu 5 W	224,7	226,5	0,794
Lampu 11 W	218,6	222,0	1,531
Lampu 18 W	218,5	218,1	0,183
Lampu 32 W	219,3	219,2	0,045
Rata-rata nilai kesalahan arus (%)			0,554

Besar simpangan alat ukur rancangan dibandingkan alat ukur yang dihitung dengan *multimeter*, untuk rata-rata nilai kesalahan tegangan dari pengukuran pada penelitian ini sebesar 0,554%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran terhadap tegangan listrik pada rancangan alat dapat dinyatakan berfungsi dengan baik.

Pengujian Arus pada Peralatan Listrik

Pada pengambilan data pengukuran Arus menggunakan alat ukur *multimeter* dan alat ukur rancangan, maka didapatkan perhitungan simpangan (nilai kesalahan) alat ukur rancangan dengan alat ukur *multimeter*. Nilai simpangan alat ukur rancangan dibandingkan alat ukur yang dihitung dengan *multimeter*. Dapat di lihat pada table 4 berikut:

Tabel 4. Perbandingan Data Hasil Pengujian Arus dan Nilai kesalahan

Beban Listrik	Hasil Pengukuran Arus Listrik		I nilai kesalahan (%)
	Alat Ukur Rancangan (Ampere)	Alat <i>Multimeter</i> (Ampere)	
Solder	0,109	0,106	2,83
Setrika	1,505	1,495	0,668
Lampu 5 W	0,03	0,03	0
Lampu 11 W	0,065	0,066	1,515
Lampu 18 W	0,131	0,135	2,963
Lampu 32 W	0,204	0,211	3,317
Rata-rata nilai kesalahan arus (%)			1,958

Rata -rata nilai kesalahan tegangan dari pengukuran pada penelitian ini sebesar 1,958%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran terhadap tegangan listrik pada rancangan alat dapat dinyatakan berhasil dan memiliki nilai keakuratan yang cukup baik.

Pengujian Daya pada Peralatan Listrik

Nilai simpangan alat ukur rancangan dan alat ukur yang dihitung dengan *multimeter* dapat di lihat pada table di bawah.

Tabel 5. Perbandingan Data Hasil Pengujian Daya dan Nilai Kesalahan

Beban Listrik	Hasil Pengukuran Daya Listrik		P nilai kesalahan (%)
	Alat Ukur Rancangan (Watt)	Alat Multimeter (Watt)	
Solder	24,1	23,45	2,77
Setrika	333,3	327,40	1,802
Lampu 5 W	5	4,8	4,166
Lampu 11 W	10,2	10,3	0,971
Lampu 18 W	19,3	19,4	0,515
Lampu 32 W	31,1	30,5	1,967
Rata-rata nilai kesalahan daya (%)			2,129

Rata-rata nilai kesalahan Daya dari pengukuran pada penelitian ini sebesar 2,129%, sehingga dapat dilihat bahwa pengukuran terhadap Daya listrik pada rancangan alat memiliki tingkat keakuratan yang cukup baik dan dapat di gunakan untuk di jadikan acuan perhitungan daya di peralatan Listrik.

Pengujian Perbandingan Energi Listrik antara Dua Alat Listrik Rumah

Dalam pengujian ini kita akan menganalisa perbandingan energi Listrik antara dua alat Listrik rumah. Fokus utama penelitian ini adalah menganalisa penggunaan daya, konsumsi energi dan biaya yang di hasilkan setiap energi yang terpakai.

Perbandingan Energi Listrik antara Lampu 5W dan Lampu 18W

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki perbedaan konsumsi energi antara lampu 5W dan lampu 18W. Hasil pengukuran dan perbandingan ini akan langsung terlihat dengan menggunakan alat rancangan *Smart Energy Meter* dan akan langsung terintegrasi pada *Smartphone* yang sudah di lengkapi aplikasi *Blynk*. Hasil pengukuran dapat kita lihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Perbandingan beban Lampu 5 W dengan Lampu 18W pada alat ukur Rancangan

Waktu (menit)	Tegangan (V)	Beban1 (Lampu 5W)				Beban 2 (Lampu 18 W)			
		Arus (A)	Daya (W)	Energy (kWh)	Biaya (Rp)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energy (kWh)
5	221,2	0,031	5,1	0	0	222	0,132	19,5	0,001
30	220,3	0,029	4,8	0,002	2,89	221	0,128	19,1	0,009
60	221,2	0,029	4,9	0,004	5,78	221	0,128	18,9	0,018

Berdasarkan analisa konsumsi energi, lampu 5W adalah pilihan yang cocok untuk ruangan kecil seperti WC. Dengan konsumsi energi sebesar 0,004 kWh dan biaya sekitar Rp.5,78 dalam satu jam, lampu 5W memberikan penerangan yang memadai untuk ruangan dengan ukuran terbatas, sambil tetap mempertahankan efisiensi energi. Sebaliknya, lampu 18W, dengan konsumsi energi 0,018 kWh dan biaya menghampiri 5 kali lipat dari biaya lampu 5W yaitu sebesar Rp.25,99 dalam satu jam, dapat menjadi pilihan untuk ruangan yang memerlukan intensitas cahaya lebih tinggi, seperti ruang kerja. Meskipun biayanya sedikit lebih tinggi, lampu 18W mampu memberikan pencahayaan optimal untuk ruangan yang membutuhkan tingkat kecerahan yang lebih tinggi.

**Gambar 8. Hasil Pengukuran Lampu 5W dan 18W dalam satu jam**

Perbandingan Energi Listrik antara Lampu 11W dan Lampu 32W

Smart Energy Meter sebagai tolak ukur dan pengamatannya terintegrasi pada *Smartphone* yang dilengkapi aplikasi *Blynk*. Untuk nilai perbandingannya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 7. Perbandingan beban Lampu 11W dengan Lampu 32W pada alat ukur Rancangan

Waktu (menit)	Beban1 (Lampu 11W)					Beban 2 (Lampu 32W)				
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energy (kWh)	Biaya (Rp)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energy (kWh)	Biaya (Rp)
5	222,7	0,064	10,2	0	0	216,5	1,523	330,1	0,002	2,89
30	223,8	0,061	9,6	0,004	5,78	216,1	1,521	329,1	0,014	20,22
60	222,9	0,06	9,5	0,008	11,55	217,5	1,532	334,3	0,028	40,43

Dari hasil pengukuran konsumsi energi, dapat dilihat bahwa lampu 11W adalah pilihan yang baik untuk area kamar, menawarkan konsumsi energi sekitar 0,008 kWh per jam dengan biaya sekitar Rp.11,55 dalam satu jam penggunaan. Lampu ini memberikan pencahayaan yang cukup untuk ruangan berukuran kecil, seperti kamar tidur, sambil tetap menjaga efisiensi energi. Sedangkan, untuk lampu 32W, meskipun memiliki konsumsi energi yang lebih besar sekitar 0,028 kWh per jam dan biaya sekitar Rp.40,43 dalam satu jam, muncul sebagai opsi yang ideal untuk ruang tamu. Ruang tamu sering memerlukan pencahayaan yang lebih terang untuk menciptakan suasana yang hangat dan ramah, dan lampu 32W dapat memberikan intensitas cahaya yang sesuai dengan kebutuhan ruangan yang lebih besar. Dengan demikian, pemilihan lampu dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik ruangan, menciptakan lingkungan yang efisien dan nyaman sesuai dengan fungsinya masing-masing.



Gambar 9. Hasil Pengukuran Lampu 32W dan 18W dalam satu jam

Perbandingan Energi Listrik antara Solder dan Setrika

Penelitian untuk menyelidiki hubungan antara konsumsi energi listrik dan kemampuan suatu sistem dalam menghasilkan panas berlebih. Untuk hasil pengukurannya dapat kita lihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Perbandingan beban Solder dengan Setrika pada alat ukur Rancangan

Waktu Menit	Beban1 (Solder)					Beban 2 (Setrika)				
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energy (kWh)	Biaya (Rp)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energy (kWh)	Biaya (Rp)
5	216,7	0,11	24,4	0,002	2,89	216,5	1,523	330,1	0,019	27,44
30	216,5	0,11	24,4	0,012	17,33	216,1	1,521	329,1	0,076	109,74
60	217,3	0,114	24,9	0,024	34,66	217,5	1,535	334,3	0,142	205,05

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penggunaan solder dengan konsumsi energi sebesar 0,024 kWh menghasilkan biaya sekitar Rp.34,66 dalam satu jam penggunaan. Di sisi lain, setrika dengan konsumsi energi sebesar 0,142 kWh memiliki biaya operasional sekitar Rp.205,05 dalam satu jam. Dengan perbandingan ini, dapat kita lihat bahwa solder memiliki konsumsi energi yang lebih rendah dan biaya operasional yang lebih terjangkau dalam penggunaan satu jam dibandingkan dengan setrika. Namun, perlu dicatat bahwa keduanya memiliki fungsi yang berbeda, dan pemilihan antara keduanya harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tugas dan situasi yang dihadapi. Selengkapnya bisa dilihat gambar 10 berikut:



Gambar 10. Hasil Pengukuran Solder dan Setrika dalam satu jam

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Internet of Things (IoT) merupakan inovasi teknologi yang memfasilitasi koneksi antara berbagai benda di dunia fisik dengan internet. Melalui penerapan IoT, Alat yang di rancang pada penelitian dapat mengumpulkan informasi dari objek-objek alat Listrik rumah, dianalisis, dan bahkan dikendalikan dari jarak jauh. Alat rancang berbasis IoT ini dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan penggunaan listrik rumah. Pengukuran terhadap tegangan, arus, frekuensi, daya, energy, hingga biaya listrik pada rancangan alat dapat dinyatakan berhasil. Keakuratan yang cukup baik karena memiliki nilai tingkat kesalahan dibawah 5% jika di bandingkan dengan alat ukur multimeter, dapat dilihat pada hasil penelitian di antaranya perbandingan selisih pengukuran tegangan rata-rata Tingkat kesalahan sebesar 0,554%, Arus 1,958% dan daya rata-rata Tingkat kesalahan sebesar 2,129%

Saran

Berdasarkan kesimpulan, Saran penelitian selanjutnya adalah mengembangkan sistem pengukuran dan pemantauan listrik yang lebih terpadu mungkin dengan memasang sensor pada MCB rumah. Dengan demikian, semua konsumsi listrik di rumah dapat dipantau secara real-time melalui satu sensor yang terpusat tanpa mengukur dan memantau satu persatu alat Listrik yang ada di rumah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak Universitas Gunadarma khususnya Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan petunjuk dan saran yang bermanfaat dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

Ahdan, S., Susanto, E. R., & Rachmana Syambas, N. (2019). Proposed design and modeling of smart energy dashboard system by implementing iot (internet of things) based on mobile

- devices. *TSSA 2019 - 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications, Proceedings*, 194–199. <https://doi.org/10.1109/TSSA48701.2019.8985492>
- Alam, S. U., Ahmed, R., Imam, M. S., Farshid, M., Hossain, M. A., & Islam, M. A. (2019). Design and Implementation of Website based Energy Consumption Monitoring and Controlling. *2019 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2019*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2019.8821978>
- Alfian, R. D., Haryudo, S. I., Kartini, U. T., & Kholis, N. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(3), 661–670.
- ArjunPratikto, A. (2022). Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 38–48. <https://doi.org/10.36040/alinier.v3i1.4855>
- Daniel-George, D., Mihaela, C., Bogdan, M., & Radu, T. (2020). Implementing Demand Response Using Smart Home IoT Devices. *2020 22nd IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics - THETA, AQTR 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/AQTR49680.2020.9129991>
- Jasim, N. A., & ALRikabi, H. T. S. (2021). Design and Implementation of Smart City Applications Based on the Internet of Things. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(13), 4–15. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i13.22331>
- Pramartaningthyas, E. K., Rokhim, A. G., Teknik, J., & Universitas, E. (2023). *Implementasi Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Dan Notifikasi Pemakaian Listrik Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk*. 12(3), 144–149.
- Puspabhuana, A., & Arliyanto, P. Y. D. (2022). Rancang Bangun Purwarupa Aplikasi Kendali Lampu Rumah (Smart Home) Berbasis IoT Dan Android Yang Terkoneksi Dengan Firebase. *Jurnal Inkofar*, 5(2), 25–35. <https://doi.org/10.46846/jurnalinkofar.v5i2.203>
- Rohmah, R. N., Alwi, F. N., & Jatmiko, J. (2022). Alat Monitoring dan Pengendalian Konsumsi Listrik Rumah Tangga untuk Pengembangan Rumah Pintar Berbasis IoT. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 34–38. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i1.15159>
- Sakib, H. U., Anowar, J., Hasan, W., & Ashraful Amin, M. (2019). Mobile based electronic home appliance remote control and power consumption monitoring using internet of things. *ITEC Asia-Pacific 2019 - 2019 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific: New Paradigm Shift, Sustainable E-Mobility*, 12, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ITEC-AP.2019.8903911>