

# Prototipe Monitoring Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) guna Mewujudkan Rumah Pintar

Krisna Joko Purjianto<sup>1</sup>, Nurchim<sup>2</sup>, Muhammad Nibras Faiq<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Duta Bangsa Surakarta

Jl. Bhayangkara No 55-57 Tipes, Serengan, Surakarta, Indonesia - 57154

<sup>1</sup>1202021071@mhs.udb.ac.id, <sup>2</sup>nurchim@udb.ac.id, <sup>3</sup>nibras\_faiqmuhammad@udb.ac.id

DOI: 10.58918/lofian.v4i1.255

## Abstrak

Kemajuan teknologi IoT menawarkan peluang besar untuk mewujudkan rumah pintar yang inovatif, namun banyak rumah tangga masih menghadapi masalah kurangnya monitoring dan kontrol efisien pada konsumsi energi listrik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe rumah pintar berbasis IoT dengan ESP32 dan sensor PZEM-004T 100A untuk memonitoring energi listrik pada lampu, meningkatkan efisiensi energi, dan memberikan notifikasi saat penggunaan energi mendekati batas tertentu. Metode penelitian mengikuti model SDLC (System Development Life Cycle) model waterfall, mulai dari planning, analysis, design, implementation, testing, hingga deployment and maintenance. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu memantau dan mengatur penggunaan energi secara langsung melalui aplikasi web, dengan dilengkapi notifikasi berupa pesan Whatsapp bilamana konsumsi energi listrik melebihi batas normal penggunaan. Pengujian menunjukkan sistem ini efektif dalam memberikan peringatan dini untuk menghindari pemborosan energi, memantau arus listrik, serta menghidupkan dan mematikan lampu tanpa keterlambatan. Dengan demikian, diharapkan sistem ini berpotensi mengoptimalkan efisiensi energi serta mengurangi biaya listrik pengguna.

**Kata Kunci:** listrik, Internet of Things, energi, rumah pintar.

## 1. Pendahuluan

Dengan semakin majunya teknologi Internet of Things (IoT), menawarkan peluang besar untuk mewujudkan rumah pintar yang inovatif. Dengan IoT, berbagai perangkat di rumah dapat terhubung dan dikendalikan secara otomatis, meningkatkan efisiensi energi serta kenyamanan. Efisiensi penggunaan listrik di rumah pintar tidak hanya meningkatkan kenyamanan bagi penghuninya, tetapi juga berperan penting dalam mengurangi emisi karbon dan menghemat energi secara keseluruhan[1].

Permasalahan utama yang dihadapi dalam konsumsi energi listrik di rumah tangga adalah kurangnya monitoring dan kontrol yang efisien[2]. Banyak rumah tangga belum memiliki sistem yang mampu memantau penggunaan energi secara real-time, sehingga sering terjadi pemborosan energi. Selain itu, tidak adanya sistem otomatisasi yang efektif juga menjadi kendala dalam mengoptimalkan penggunaan energi listrik di rumah tangga[3].

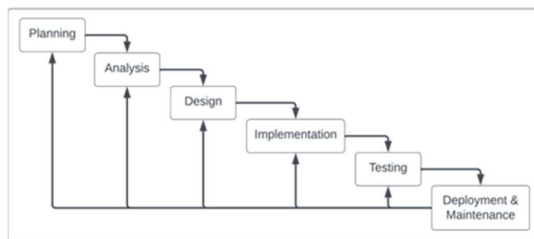
Studi ini berfokus pada pengembangan prototipe rumah pintar yang memanfaatkan teknologi IoT untuk monitoring energi listrik[4] pada lampu menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T 100A. Sistem ini

dirancang untuk memantau parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi yang kemudian dikirimkan ke server web untuk diolah lebih lanjut. Jika penggunaan energi melebihi 80% dari daya standar yang telah ditetapkan (misalnya, 450W)[5], sistem akan memberikan notifikasi melalui tampilan toast serta mengirimkan pesan peringatan melalui WhatsApp. Fitur tambahan mencakup timer untuk pengaturan otomatis waktu nyala dan mati lampu[6], serta mekanisme pembatasan biaya penggunaan listrik[7]. Sebagai contoh, ketika total biaya penggunaan mencapai Rp 50.000, lampu akan mati secara otomatis.

Dengan menekankan penelitian pada perbaikan efisiensi energi listrik melalui implementasi teknologi IoT, penelitian ini tidak hanya mencari solusi konkret untuk permasalahan praktis, tetapi juga memberikan kontribusi yang signifikan untuk perkembangan teknologi. Penelitian ini diharapkan dapat membentuk fondasi konseptual dan aplikatif sehingga dapat memacu evolusi rumah pintar menuju kesejahteraan yang lebih berkelanjutan dan aman bagi penghuninya. Selain itu, penelitian ini akan menjelajahi integrasi teknologi web, memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara efisien melalui platform online[8].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan mengikuti SDLC (System Development Life Cycle) model Waterfall [9][10] dalam merancang dan mengimplementasikan prototipe rumah pintar berbasis IoT dengan ESP32 untuk monitoring energi listrik pada lampu. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi energi listrik dan memberikan notifikasi ketika penggunaan energi mendekati batas yang telah ditentukan.



Gbr 1. Tahapan Penelitian

Pada gbr 1 terdiri dari 6 tahapan penelitian yaitu tahap *planning*, solusi dirancang untuk mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi dan menentukan komponen yang diperlukan. Kemudian tahap *analysis* melibatkan penelitian terhadap kurangnya monitoring dan kontrol efisien pada konsumsi energi listrik rumah tangga dengan tujuan mengembangkan sistem rumah pintar menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T 100A. Lalu tahap *design* mencakup perancangan modul-modul yang diperlukan, seperti *microcontroller* ESP32, relay 5V, dan sensor PZEM-004T 100A. Selanjutnya, tahap *implementation* melibatkan perakitan modul-modul dan pengembangan website untuk kontrol dan monitoring. Tahap *testing* dilakukan untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai yang diharapkan sebelum memasuki tahap *deployment and maintenance*, di mana sistem dikenalkan, dipelihara, dan dievaluasi untuk kenyamanan pengguna.

## 3. Hasil dan Pengujian

### 3.1. Tahap Planning

Fokus pada tahap ini adalah merancang solusi yang tepat guna mengatasi permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya, serta menentukan komponen-komponen apa saja yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

### 3.2. Tahap analysis

Langkah penelitian terhadap permasalahan yang sedang dihadapi, yaitu kurangnya monitoring dan kontrol efisien pada konsumsi energi listrik rumah tangga. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem rumah pintar untuk memonitoring energi listrik pada lampu. Sistem ini memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol penggunaan energi listrik secara real-time melalui aplikasi web dengan menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T 100A, memberikan notifikasi [11] jika penggunaan energi melebihi batas yang ditentukan, serta mengatur otomatisasi pengoperasian lampu untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya listrik.

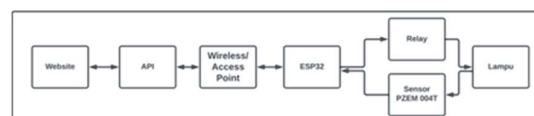
### 3.3. Tahap design

Merupakan tahap untuk menentukan proses tahapan perancangan dengan modul:

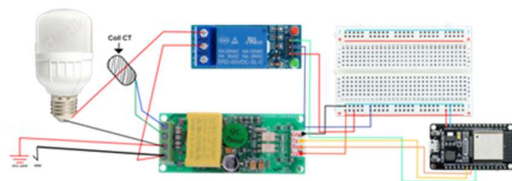
- Microcontroller ESP32
- Relay 5V
- Kabel Jumper
- Lampu 15 Watt
- Kabel Listrik
- Kabel USB
- Sensor PZEM-004T 100A

Gbr 2 menunjukkan susunan aplikasi yang dimulai dari sebuah situs web. Lampu dapat dikendalikan melalui situs web. Sistem akan mengatur lampu sesuai perintah dari situs web.

Relay bertindak sebagai saklar untuk mengatur daya yang mengalir ke lampu, sedangkan sensor PZEM-004T mendeteksi tegangan, arus, dan daya yang digunakan oleh lampu. Data yang terdeteksi oleh sensor PZEM-004T dikirimkan ke situs web melalui ESP32, yang terhubung ke internet menggunakan *Wireless/Access Point*. *Access Point* ini memungkinkan ESP32 untuk berkomunikasi dengan jaringan internet. Informasi yang dikumpulkan oleh sensor dikelola di situs web untuk pemantauan dan diolah lebih lanjut.



Gbr 2. Rangkaian Aplikasi

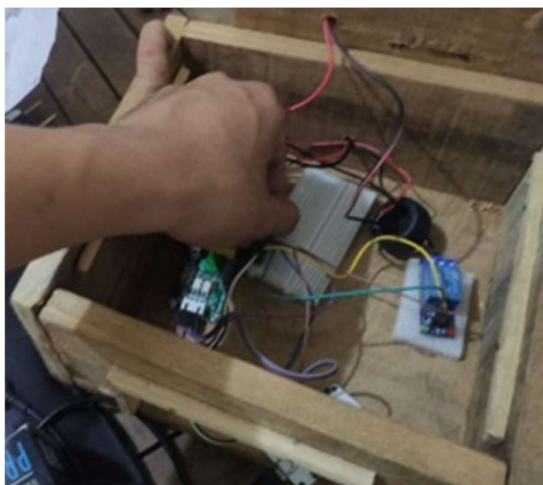


Gbr 3. Rangkaian Sistem

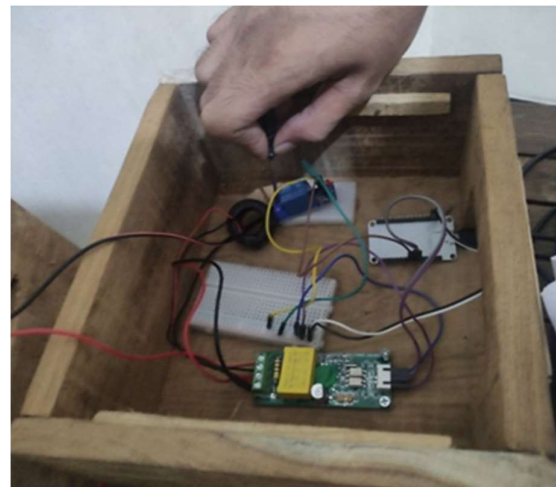
Koneksi pada rangkaian (Gbr 3) ini melibatkan sensor arus PZEM-004T, mikrokontroler ESP32, dan relay. Sensor PZEM-004T mengirimkan data pengukuran arus secara serial ke ESP32 melalui pin TX dan RX. ESP32 kemudian memproses data tersebut dan mengirimkan sinyal kontrol ke relay melalui pin 5. Relay yang terhubung ke pin 5 akan mengaktifkan atau menonaktifkan beban (lampu) sesuai dengan perintah dari ESP32. Pin VCC dan GND pada semua komponen dihubungkan ke sumber daya yang sama untuk memberikan daya. Kontak NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Closed*) pada relay terhubung ke beban, di mana ketika relay aktif, kontak NO akan tertutup dan NC akan terbuka, sehingga beban akan terhubung ke sumber daya. Dengan demikian, rangkaian ini dapat memantau konsumsi daya dan mengontrol beban secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor arus.

#### 3.4. Tahap implementasi

Sistem melibatkan perakitan modul-modul yang terhubung menggunakan kabel jumper. Selanjutnya, dilakukan pengembangan website untuk mengontrol fungsi on-off [13] serta memantau arus listrik yang digunakan oleh lampu [14]. Setelah sistem dan kontrolnya selesai dikembangkan, perangkat elektronik dipasang melalui relay dan terhubung dengan sumber listrik untuk operasionalnya.



Gbr 4. Pemasangan Kabel Jumper



Gbr 5. Pemasangan Kabel ke Relay

#### 3.5. Tahap Testing

Testing dilakukan untuk memastikan bahwa fungsi on-off dan monitoring arus listrik berjalan sesuai yang diharapkan (Gbr 10 dan Gbr 11). Hasil dari testing ini akan menjadi dasar untuk memasuki tahap deployment.

#### 3.6. Tahap deployment and maintenance

Proses dimana sistem dikenalkan dan dilakukan pemeliharaan sistem serta dilakukan evaluasi sistem selama dijalankan. Sehingga nantinya user nyaman dalam penggunaannya.

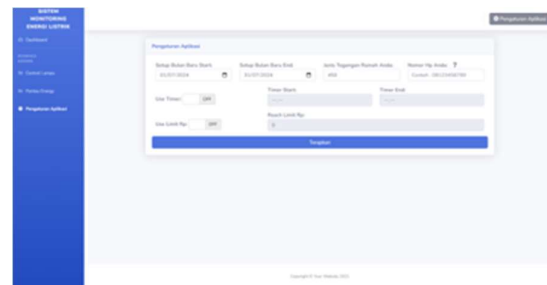
### 4. Hasil dan Pengujian

#### 4.1. Hasil Implementasi

Prototipe rumah pintar berbasis IoT untuk monitoring energi listrik pada lampu berhasil diimplementasikan dengan menggunakan komponen ESP32, relay 5V, dan sensor PZEM-004T 100A. Data yang dikumpulkan oleh sensor dikirimkan ke aplikasi web melalui ESP32. Aplikasi web ini menampilkan informasi tegangan, arus, daya, dan konsumsi energi secara real-time.



Gbr 6. Notifikasi Melebihi 80%



Gbr 11. Halaman Pengaturan Aplikasi



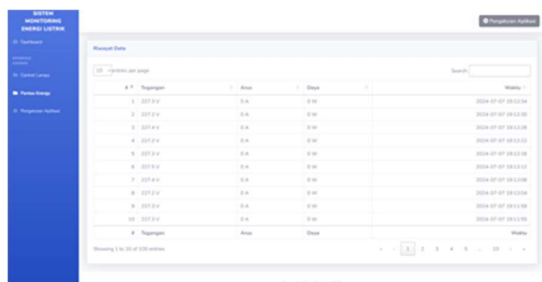
Gbr 7. Notifikasi Mencapai Rupiah



Gbr 8. Halaman Pemantau Arus Listrik



Gbr 9. Halaman Control Lampu



Gbr 10. Halaman Riwayat Energi

Gbr 6 menunjukkan tampilan dashboard aplikasi dengan notifikasi “Daya Melebihi Penggunaan Listrik 80% dari 1300W”, notifikasi muncul apabila data yang dikirim oleh sensor melebihi 80% dari daya standar. Gbr 7 menunjukkan tampilan dashboard aplikasi dengan notifikasi “Biaya Mencapai Limit Biaya yang sudah anda atur Lampu akan dimatikan oleh sistem”, notifikasi muncul apabila total perkiraan pengeluaran bulanan mencapai batas rupiah yang telah diatur oleh pengguna. Gbr 8 menunjukkan tampilan halaman pemantau arus listrik aplikasi yang memuat status lampu, pengeluaran bulan ini, tegangan sekarang, daya sekarang, arus sekarang serta grafik daya. Gbr 9 menunjukkan halaman Control Lampu memungkinkan pengguna untuk menghidupkan atau mematikan lampu melalui antarmuka web. Gambar 10 menunjukkan halaman riwayat energi memudahkan pengguna untuk memantau konsumsi energi lampu. Gambar 11 menunjukkan halaman pengaturan aplikasi dimana pengguna dapat mengatur kapan listrik hidup dan mati, memberikan batas pengeluaran bulanan, menentukan jenis listrik yang digunakan, dan mengatur nomor hp yang digunakan untuk menerima pesan notifikasi serta mengatur tanggal awal bulan dan akhir bulan.

#### 4.2. Hasil Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Pengujian pada sistem dilakukan untuk menguji apakah sistem melakukan pengiriman notifikasi ketika konsumsi energi mendekati batas yang telah ditentukan, pemantauan arus listrik, dan fungsi on-off lampu atau tidak. Pengujian dilakukan dengan beberapa langkah berikut:

##### 1. Pengiriman Notifikasi

Sistem diuji dengan cara mensimulasikan peningkatan beban listrik secara bertahap hingga mendekati dan melebihi batas yang ditetapkan (80% dari daya standar). Dalam praktiknya, meskipun beban fisik yang digunakan hanya 15 watt, sistem dikonfigurasi untuk menguji fungsi notifikasi

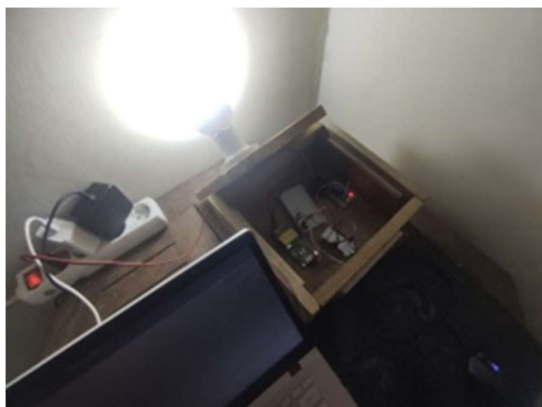
berdasarkan konsumsi daya yang disimulasikan di bawah 15 watt. Pengujian ini dilakukan berulang kali untuk memastikan bahwa notifikasi toast dan pesan peringatan melalui WhatsApp terkirim tepat waktu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan notifikasi berupa toast (Gbr 6 dan Gbr 7) serta pesan melalui WhatsApp (Gbr 12) ketika konsumsi energi mencapai 80% dari batas yang telah ditentukan berdasarkan konfigurasi sistem.



Gbr 12. Notifikasi Sistem Ke Wa

## 2. Pemantauan Arus Listrik

Sensor PZEM-004T 100A diuji dengan menghubungkan berbagai beban listrik yang berbeda. Data tegangan, arus, daya, dan energi yang terdeteksi oleh sensor dikirimkan ke server web. Hasil pengujian menunjukkan tegangan, arus, dan daya yang digunakan oleh lampu berhasil dideteksi dan ditampilkan secara real-time di halaman pemantau arus listrik (Gbr 8).



Gbr 13. Lampu On

## 3. Fungsi On-Off Lampu

Sistem diuji dengan mengontrol lampu melalui aplikasi web, memeriksa responsivitas dan fungsi relay 5V dalam mengatur nyala dan mati lampu. Pengujian dilakukan dengan cara, *on-off* lampu secara manual melalui website (gbr 9) dan otomatis baik menggunakan timer maupun pembatasan biaya penggunaan listrik. Hasilnya menunjukkan bahwa Lampu berhasil dihidupkan (Gbr 13) dan dimatikan (Gbr 14) bekerja dengan baik dan responsif, tanpa ada keterlambatan.

Hasil uji coba membuktikan sistem ini efektif dalam memberikan notifikasi dini kepada pengguna ketika konsumsi energi mendekati batas yang telah ditentukan serta dalam mengontrol lampu (gbr 6 dan gbr 7). Dengan fitur notifikasi, pengguna dapat secara aktif mengelola penggunaan energi listrik, sehingga dapat mengurangi biaya penggunaan listrik. Selain itu, fungsi on-off lampu yang responsif melalui aplikasi web menunjukkan kinerja yang baik dalam pengujian. Fitur tambahan seperti timer dan pengaturan batas penggunaan energi memberikan fleksibilitas lebih bagi pengguna dalam mengelola konsumsi energi, sejalan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya listrik.

## Referensi

- [1] Agus Bambang AldiansyahJaya, Maftahatul Hakimah, and Tukadi Tukadi. 2023. "Sistem Monitoring Dan Kontrol Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT)." *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)* 11(3): 335.
- [2] Suhardi, Rahmi Hidayati, and Irma Nirmala. 2022. "Smart Lamp: Kendali Dan Monitor Lampu Berbasis Internet OfThings (IoT)." *Jurnal Jupiter* 14(2): 507–15.
- [3] Anwar, Salwin et al. 2019. "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T." *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* 3(1): 1–5.
- [4] Suarna, Dedi, and Edy Sopyan Edy. 2023. "Implementasi Internet of Things (IoT) Dalam Memonitoring Komsumsi Listrik." *Bulletin of Information Technology (BIT)* 4(2): 163–70.
- [5] Musthofa, and Ujang Rahman. 2020. "Sistem Monitoring Online Real Time Beban Unbalance Dan Overload Trafo Distribusi Di PT PLN (Persero)." *Energi & Kelistrikan* 12(2): 156–64.
- [6] Muhtar, Ali, Syamsyarief Baqaruzi, and Tegar Amri. 2020. "Rancang Bangun Penjadwalan Lampu Otomatis Pada Rumah Pintar." *E-JOINT ( Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology)* 01(2): 42–46.
- [7] Akhinov, Ihsan Auditia, and Muhammad Ridwan Arif Cahyono. 2021. "Pengembangan Smart Home System Berbasis Kecerdasan Buatan Untuk Memanajemen Konsumsi Energi Rumah Tangga Dengan Pendekatan Finansial." *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)* 4(1): 1–10.
- [8] Hasri Awal. 2019. "Perancangan Prototype Smart Home Dengan Konsep Internet of Thing ( IoT) Berbasis Web Server." *Majalah Ilmiah UPI YPTK* (26): 65–79.

- [9] Ridwan, Muhammad, Iskandar Fitri, and Benrahman. 2021. "Rancang Bangun Marketplace Berbasis Website Menggunakan Metodologi Systems Development Life Cycle ( SDLC ) Dengan Model Waterfall." Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi) 5(2).
- [10] Christanto, Henoeh Juli, and Yerik Afrianto Singgalen. 2023. "Analysis and Design of Student Guidance Information System through Software Development Life Cycle ( SDLC ) and Waterfall Model." Journal of Information Systems and Informatics 5(1): 259–70.
- [11] M Mukin, Yohanes Duhin, and Noviyanti. P. 2023. "Simulasi Jaringan Smart Home Dengan Sistem Berbasis IoT." Jurnal Komunikasi, Sains dan Teknologi 2(1): 159–68.
- [12] Sirait, Fahmi Aulia, Akim M. H. Pardede, and Milli Alfhi Syari. 2023. "Perancangan Lampu Pintar Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Nodemcu Dan Blynk." Indonesian Journal of Education And Computer Science 1(3): 2023.
- [13] Nurmuslimah, S, Wahyu Widodo, and Zulva Eksanti T. 2023. "Rancang Sistem Lampu Pintar Otomatis Menggunakan Internet Of Things Berbasis Esp8266." SNESTIK (Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika): 333–39.
- [14] Rizky, Muhammad Distya, Shalilla Farrah Sahita, Indra Dwisaputra, and Nofriyani. 2022. "SISTEM KONTROL DAN MONITORING ENERGI LAMPU PINTAR MENGGUNAKAN APLIKASI BERBASIS INTERNET OF THINGS." Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan: 13–18.