

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan komponen vital dalam mendukung keberlangsungan aktivitas rumah tangga maupun sektor produktif. Peningkatan penggunaan perangkat elektronik seperti pendingin ruangan, peralatan dapur listrik, sistem penerangan, serta perangkat berbasis digital menyebabkan konsumsi energi listrik rumah tangga terus meningkat. Namun demikian, sistem pemantauan energi listrik pada sebagian besar pelanggan masih mengandalkan kWh meter konvensional yang hanya menampilkan akumulasi total energi tanpa menyediakan informasi detail mengenai pola penggunaan secara *real-time*. Keterbatasan ini mengakibatkan rendahnya kontrol pengguna terhadap konsumsi energi serta minimnya kesadaran dalam melakukan efisiensi. (Muslim et al., 2025).

Permasalahan utama bukan terletak pada ketersediaan energi, melainkan pada kurangnya sistem monitoring yang transparan, terukur, dan mudah diakses. Umumnya, pengguna baru mengetahui tingkat konsumsi listrik ketika menerima tagihan listrik atau saat saldo token listrik prabayar telah habis. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan akan informasi konsumsi energi yang cepat dan akurat dengan sistem pencatatan konvensional yang masih bersifat pasif. Akibatnya, tanpa adanya data konsumsi listrik secara *real-time* dan riwayat penggunaan yang tersusun secara sistematis, upaya penghematan energi menjadi sulit dilakukan secara objektif dan terukur. (Ramadhani et al., 2023).

Seiring berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT), integrasi antara sistem pengukuran listrik dan jaringan internet memungkinkan terciptanya sistem monitoring yang lebih adaptif dan responsif. Mikrokontroler modern seperti Node MCU ESP8266 memiliki kemampuan pemrosesan data dan konektivitas Wi-Fi terintegrasi sehingga memungkinkan transmisi data secara langsung ke *cloud server*. Dalam penelitian ini, pengukuran parameter kelistrikan dilakukan menggunakan modul PZEM-004T yang mampu membaca tegangan, arus, daya,

energi, frekuensi, dan faktor daya dengan tingkat akurasi yang baik. Sensor arus SCT-013 digunakan untuk mendukung proses pembacaan arus secara *non-invasif* sehingga instalasi lebih aman dan tidak mengganggu sistem distribusi utama. (Shaumy, 2023).

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada monitoring *real-time*, sistem yang dirancang dalam penelitian ini dilengkapi dengan mekanisme manajemen waktu berbasis sinkronisasi NTP (*Network Time Protocol*). Sistem dirancang untuk mengakumulasi konsumsi energi mulai tanggal 1 hingga tanggal 30 setiap bulan, kemudian melakukan reset otomatis pada tanggal 1 pukul 00.00 bulan berikutnya. Fitur ini memberikan pendekatan yang lebih sistematis dalam pencatatan konsumsi energi bulanan, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan evaluasi dan estimasi biaya listrik secara mandiri. (Muslim et al., 2025).

Selain itu, data hasil pengukuran ditampilkan secara lokal melalui LCD 20x4 berbasis I2C dan dikirimkan secara nirkabel ke *platform* IoT seperti Blynk dalam bentuk dashboard interaktif. Dengan demikian, pengguna tidak hanya memperoleh informasi numerik, tetapi juga visualisasi grafik penggunaan energi yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Sistem ini juga berpotensi dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung fitur notifikasi batas daya dan analisis pola konsumsi. (Junfithrana, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan alat pengukur konsumsi energi listrik berbasis IoT dengan fitur pencatatan periodik dan reset otomatis merupakan solusi yang relevan dan inovatif dalam menjawab kebutuhan monitoring energi yang modern, akurat, dan terintegrasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pengukuran energi listrik *real-time* yang andal, efisien, dan aplikatif pada skala rumah tangga. (Ramadhani et al., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang perlu diselesaikan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana menciptakan perangkat yang mampu membaca pemakaian listrik secara presisi namun dengan biaya yang terjangkau?
2. Bagaimana membangun koneksi yang stabil agar data dari alat bisa sampai ke layar HP pengguna tanpa hambatan waktu?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan fokus, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Beban yang diukur adalah perangkat elektronik rumah tangga satu fasa (AC) yang terhubung pada sistem.
2. Sensor yang digunakan untuk membaca parameter listrik (Tegangan, Arus, Watt) adalah sensor PZEM-004T.
3. Sistem menggunakan mikrokontroler yang memiliki modul Wi-Fi terintegrasi ESP8266 untuk transmisi data secara nirkabel.
4. Sistem mampu menyimpan dan menampilkan riwayat pemakaian energi (kWh) harian secara spesifik dari tanggal 1 sampai dengan tanggal 30 setiap bulannya.
5. Data dikirimkan dan ditampilkan pada platform IoT (seperti Blynk, *ThingSpeak*, atau *Firebase*) dalam bentuk *dashboard* interaktif.
6. Pengujian dilakukan pada lingkup laboratorium atau rumah tangga dengan batas daya maksimal sesuai dengan spesifikasi sensor yang digunakan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian rancang bangun ini adalah untuk:

1. Menciptakan Alat Monitoring yang Praktis: Merancang sebuah perangkat keras (*hardware*) yang mampu mengukur parameter listrik (seperti tegangan, arus, dan daya) secara akurat tanpa harus membongkar instalasi kabel yang rumit.
2. Membangun Sistem Koneksi IoT: Mengintegrasikan perangkat dengan jaringan internet agar data pemakaian listrik dapat dikirim dan disimpan ke *platform cloud* secara aman.

3. Menyediakan Akses Informasi *Real-Time*: Membuat antarmuka (*dashboard*) pada *smartphone* atau web yang memudahkan pengguna melihat konsumsi listrik detik demi detik, di mana pun mereka berada.
4. Uji Akurasi: Memastikan data yang dihasilkan oleh alat ini memiliki tingkat presisi yang baik jika dibandingkan dengan alat ukur standar pabrikan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Bagi Pengguna (Rumah Tangga/Pemilik Usaha)
 - a. Transparansi Biaya: Membantu pengguna mengetahui pengeluaran biaya listrik secara instan sehingga tidak kaget saat tagihan datang.
 - b. Efisiensi Energi: Memudahkan pengguna mengidentifikasi perangkat elektronik mana yang paling boros energi agar bisa dikurangi penggunaannya.
 - c. Keamanan Tambahan: Memberikan peringatan dini jika ada pemakaian listrik yang tidak wajar (misalnya lupa mematikan setrika atau ada alat yang korsleting).
2. Bagi Peneliti/Mahasiswa
 - a. Penerapan Ilmu: Sebagai sarana mengaplikasikan ilmu mikrokontroler, sensor, dan pemrograman IoT dalam solusi dunia nyata.
 - b. Referensi Pengembangan: Menjadi dasar bagi peneliti lain untuk mengembangkan sistem yang lebih kompleks, misalnya sistem yang bisa memutus arus listrik secara otomatis lewat HP.
3. Bagi Lingkungan dan Pemerintah
 - a. Mendukung Gerakan Hemat Energi: Membantu mengurangi beban puncak listrik secara nasional melalui kesadaran individu dalam menghemat daya.
 - b. Edukasi Teknologi: Mengenalkan teknologi pintar (*Smart Home*) kepada masyarakat luas sebagai standar baru di masa depan.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Dalam penelitian “Rancang bangun Alat Pengukur Konsumsi Energi Listrik *Real-Time* Menggunakan IoT”, metode yang digunakan meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap pertama dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi yang berkaitan dengan sistem monitoring energi listrik, teknologi *Internet of Things* (IoT), serta penggunaan mikrokontroler dalam sistem pengukuran. Referensi diperoleh dari jurnal ilmiah, buku, maupun sumber ilmiah lainnya yang relevan dengan penelitian. Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori serta memahami metode yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya sehingga dapat dijadikan acuan dalam perancangan sistem. (Muslim et al., 2025).

2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem dilakukan dengan menyusun arsitektur sistem yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Pada tahap ini dibuat blok diagram sistem dan *flowchart* untuk menggambarkan alur kerja alat secara keseluruhan. Sistem dirancang agar mampu membaca parameter listrik dari sensor, memproses data menggunakan mikrokontroler, serta menampilkan dan mengirimkan informasi tersebut melalui jaringan internet sehingga dapat dipantau secara *real-time*. (Shaumy, 2023).

3. Pemilihan dan Integrasi Komponen

Pada tahap ini dilakukan proses pemilihan komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat, seperti mikrokontroler ESP8266, sensor PZEM-004T, sensor arus SCT-013, LCD 20x4, serta modul pendukung lainnya. Setelah komponen dipilih, dilakukan proses integrasi atau penggabungan komponen sehingga dapat bekerja sebagai satu sistem yang saling terhubung. Proses ini meliputi penyusunan rangkaian, pengkabelan, serta pemasangan komponen di dalam box panel agar sistem aman digunakan. (Shafa, 2025).

4. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Tahap selanjutnya adalah merancang perangkat lunak yang akan digunakan untuk mengendalikan sistem. Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE

dengan bahasa pemrograman yang sesuai dengan mikrokontroler ESP8266. Program dirancang untuk membaca data dari sensor, mengolah informasi penggunaan energi listrik, menampilkan data pada LCD, serta mengirimkan data tersebut ke platform IoT seperti aplikasi Blynk sehingga dapat dipantau melalui *smartphone* secara *real-time*. (Junfithrana, 2021).

5. Pengujian sistem

Setelah proses perancangan dan perakitan selesai, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan alat pada sumber listrik dan beban rumah tangga, kemudian mengamati hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD serta aplikasi Blynk. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat dalam membaca dan menampilkan data konsumsi energi listrik secara *real-time*. (Ramadhani et al., 2023).

6. Analisis dan Evaluasi Sistem

Tahap terakhir adalah melakukan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan. Data yang diperoleh dari sistem monitoring akan dianalisis untuk mengetahui tingkat kinerja dan keandalan alat yang telah dirancang. Jika ditemukan ketidaksesuaian pada sistem, maka dilakukan evaluasi dan perbaikan agar alat dapat bekerja dengan lebih stabil dan sesuai dengan tujuan penelitian. (Muslim et al., 2025).