

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan listrik di rumah tangga semakin bertambah karena semakin banyak peralatan elektronik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, peningkatan tersebut tidak selalu diiringi dengan sistem pemantauan yang baik, sehingga pengguna sering kali tidak mengetahui secara detail pola penggunaan energi listrik yang terjadi. Hal ini berdampak pada sulitnya melakukan penghematan dan pengendalian biaya listrik secara efektif. Sistem monitoring energi listrik konvensional yang hanya mengandalkan kWh meter dinilai masih memiliki keterbatasan, terutama dalam penyajian data yang tidak *real-time* dan tidak historis. Penelitian menunjukkan bahwa sistem konvensional belum mampu memberikan informasi rinci terkait penggunaan energi listrik, sehingga pengguna kesulitan dalam menganalisis konsumsi energi secara berkala (Muslihi, 2025).

Semakin berkembangnya teknologi, penggunaan *Internet of Things* (IoT) semakin banyak digunakan sebagai cara untuk meningkatkan efisiensi dalam memantau penggunaan energi listrik. Sistem berbasis IoT memungkinkan pengukuran data dan pengiriman informasi secara langsung melalui internet, sehingga pengguna bisa mengakses data kapan saja dan di mana saja. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi pemantauan energi karena data dapat dikirim dan dianalisis secara langsung melalui platform digital (Andrianto et al., 2024).

Dalam penerapannya, Mikrokontroler seperti ESP32 sering digunakan karena memiliki fitur WiFi yang sudah termasuk dan kemampuan dalam memproses data. Penelitian lain menunjukkan bahwa ESP32 yang dikombinasikan dengan sensor PZEM-004T mampu membaca parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi secara akurat dan *real-time* (Khoerudin et al., 2025).

Sistem pemantauan berbasis IoT dapat mencatat penggunaan energi listrik secara terus-menerus dan menyimpan datanya dalam database, sehingga memudahkan dalam menganalisis pola penggunaan energi. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang menyatakan bahwa sistem monitoring berbasis ESP32 dan PZEM-004T dapat menampilkan data historis serta log harian yang membantu pengguna dalam memahami penggunaan energi listrik secara lebih detail (Samsul khaeri et al., 2025). Sensor PZEM-004T dalam sistem pemantauan listrik terbukti sangat akurat dalam mengukur berbagai parameter listrik. Penelitian menunjukkan bahwa sistem berbasis sensor ini mampu melakukan monitoring energi listrik secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang sangat baik sehingga layak digunakan dalam aplikasi rumah tangga (Johan et al., 2026).

Selain monitoring, integrasi sistem dengan platform berbasis cloud dan aplikasi mobile juga menjadi nilai tambah dalam pengembangan sistem IoT. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan platform digital seperti aplikasi berbasis cloud memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol penggunaan energi listrik secara fleksibel melalui smartphone (Mubina & Firasanto, 2022). Pengembangan sistem monitoring energi listrik juga tidak

hanya berfokus pada tampilan data, tetapi juga pada kemudahan akses dan interaksi pengguna. Dalam penelitian lain dijelaskan bahwa sistem monitoring berbasis IoT dapat dikembangkan dengan berbagai platform seperti aplikasi web maupun mobile untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dalam mengakses data energi listrik (Pujianto et al., 2025).

Penerapan sistem monitoring energi listrik berbasis IoT juga dapat membantu meningkatkan kesadaran pengguna dalam menghemat energi. Penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya sistem monitoring *real-time*, pengguna dapat mengetahui konsumsi energi secara langsung sehingga dapat mengambil keputusan untuk mengurangi penggunaan listrik yang tidak diperlukan (Hidayat et al., 2025). Berdasarkan penjelasan tersebut, dibutuhkan suatu sistem pemantauan penggunaan energi listrik di rumah tangga yang dapat berjalan secara langsung, menyimpan data secara otomatis, serta memberikan informasi mengenai penggunaan energi dan besarnya biaya dengan mudah diakses. Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis IoT Menggunakan ESP32, Sheets, dan Telegram” dengan memanfaatkan ESP32, sensor PZEM-004T, database *Google sheets* untuk pencatatan data harian, serta notifikasi melalui Telegram untuk memberikan informasi penggunaan energi dan biaya listrik kepada pengguna.

B. Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini lebih fokus dan tidak menyimpang dari tujuan yang sudah ditentukan, batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang hanya digunakan untuk memonitor konsumsi energi listrik pada rumah tangga dengan instalasi 1 fasa (single phase), sehingga tidak mencakup sistem kelistrikan 3 fasa yang umumnya digunakan pada industri atau bangunan besar.
2. Parameter listrik yang diukur dalam penelitian ini pada tegangan (*Volt*), arus (*Ampere*), daya (*Watt*), energi listrik (kWh) dan biaya (Rp) dengan menggunakan sensor PZEM-004T.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengirim data melalui jaringan WiFi, sehingga sistem sangat bergantung pada ketersediaan dan kestabilan koneksi internet.
4. Data hasil monitoring disimpan pada platform *Google sheets* sebagai database berbasis cloud yang digunakan untuk mencatat penggunaan energi listrik harian serta menghitung total konsumsi energi dan estimasi biaya listrik berdasarkan tarif yang telah ditentukan.
5. Sistem yang dikembangkan hanya berfungsi sebagai alat monitoring dan pemberi notifikasi melalui aplikasi telegram yang menginformasikan penggunaan energi listrik dan biaya secara berkala, tanpa dilengkapi fitur kontrol atau pengendalian beban listrik secara otomatis.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T?
2. Bagaimana keberhasilan sistem monitoring IoT mengirim data konsumsi energi listrik ke *Google sheets*?
3. Bagaimana perbandingan penggunaan daya, energi dan biaya dari perhitungan dan pembacaan alat?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pernyataan masalah yang sudah ditentukan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring konsumsi energi listrik rumah tangga berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T.
2. Mengetahui tingkat keberhasilan sistem monitoring IoT dalam mengirimkan data ke *Google sheets*.
3. Mengetahui perbandingan penggunaan daya, energi dan biaya antara hasil perhitungan dengan hasil pembacaan alat.

E. Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan Teoritis

Penelitian ini diharapkan bisa membantu meningkatkan pengetahuan ilmu pengetahuan, terutama di bidang sistem pemantauan energi listrik yang menggunakan *Internet of Things* (IoT). Selain itu, penelitian ini dapat menambah wawasan terkait penerapan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T dalam pengukuran konsumsi energi listrik secara *real-time*. Hasil penelitian ini diharapkan bisa digunakan sebagai pedoman untuk penelitian selanjutnya yang membahas sistem pemantauan energi listrik berbasis IoT.

2. Kegunaan Praktis

a. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan bisa membantu masyarakat dalam mengawasi penggunaan listrik di rumah dengan cara yang lebih sederhana dan akurat, sehingga dapat meningkatkan kesadaran dalam penggunaan listrik secara efisien serta mengurangi pemborosan energi.

b. Bagi Pengguna Sistem (Rumah Tangga)

Sistem yang dirancang dapat memberikan informasi konsumsi energi listrik harian serta estimasi biaya melalui *Google sheets* dan notifikasi Telegram, sehingga pengguna dapat mengontrol penggunaan listrik dan mengelola pengeluaran biaya listrik dengan lebih baik.

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan atau referensi dalam pengembangan sistem monitoring energi listrik yang lebih kompleks, seperti integrasi dengan sistem kontrol otomatis atau pengembangan smart home berbasis IoT.