

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah monitoring konsumsi energi listrik secara *real-time* dan terintegrasi. IoT memungkinkan perangkat-perangkat listrik untuk saling terhubung dan mengirimkan data secara otomatis ke sistem pusat tanpa perlu intervensi manusia secara langsung. Hal ini sangat penting dalam konteks pengelolaan energi, terutama untuk memastikan efisiensi penggunaan listrik, keselamatan sistem kelistrikan, serta transparansi dalam pengelolaan biaya energi.

Di lingkungan kantor atau industri, pemantauan parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya aktif, dan faktor daya sangat krusial. Parameter-parameter ini menjadi indikator utama untuk menganalisis kualitas dan kuantitas penggunaan listrik. Sayangnya, banyak organisasi masih menggunakan sistem pembayaran listrik dengan tarif tetap atau *flat*, tanpa adanya rincian konsumsi harian yang akurat dan *real-time*. Contohnya, pada *Head Office* PT. Nusantara Inti Solusindo, sistem pembayaran listrik yang *flat* ini menimbulkan ketidakjelasan dan ketidaktransparanan dalam penggunaan listrik harian yang sebenarnya. Hal ini berpotensi menyebabkan pemborosan energi karena tidak adanya kontrol dan pemantauan yang memadai.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sebuah sistem *monitoring* yang mampu mengukur dan mencatat penggunaan listrik secara *detail* dan *real-time*. Dengan data yang akurat, manajemen dapat melakukan audit konsumsi listrik, mengidentifikasi pola pemakaian, dan mengendalikan biaya listrik secara lebih efektif. Selain itu, deteksi dini terhadap anomali seperti lonjakan arus atau fluktuasi tegangan dapat mencegah kerusakan peralatan dan gangguan yang lebih besar.

Dalam penelitian ini, digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai otak dari sistem monitoring yang memiliki kemampuan komunikasi nirkabel melalui Wi-Fi. Sensor PZEM-004T digunakan untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus,

daya, dan faktor daya secara langsung. Data hasil pengukuran ini kemudian ditampilkan secara *real-time* pada layar LCD 16x2 dengan antarmuka I2C agar mudah dibaca oleh pengguna. Selanjutnya, data tersebut dikirim secara *real-time* dan disimpan ke *Database* untuk pengelolaan dan analisis lanjutan.

Selain fungsi monitoring, sistem ini juga dilengkapi dengan *buzzer* sebagai alat pemberi peringatan saat terjadi anomali dalam konsumsi listrik, misalnya lonjakan arus yang tiba-tiba. Inovasi utama dari penelitian ini adalah integrasi *chatbot Artificial Intelligence* (AI), yang memungkinkan pengguna untuk melakukan interaksi secara natural melalui percakapan. Pengguna dapat menanyakan berbagai informasi terkait konsumsi listrik, meminta grafik analisis, serta mendapatkan penjelasan mengenai pola penggunaan energi secara interaktif. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatat, tetapi juga sebagai platform analisis cerdas yang membantu pengambilan keputusan berbasis data.

Pendekatan ini menghadirkan solusi monitoring energi yang fleksibel, murah, dan mudah diakses. Sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis ESP32, sensor PZEM, dan *chatbot* AI ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pengguna terhadap penggunaan listrik yang lebih efisien dan transparan, serta mendorong pemanfaatan teknologi IoT dan AI dalam pengelolaan energi. Penelitian ini fokus pada perancangan alat dan cara kerjanya dalam menghasilkan data konsumsi listrik yang valid dan berguna untuk analisis, tanpa membahas secara mendalam aspek pemrograman atau teknologi IT secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang alat monitoring konsumsi daya listrik berbasis ESP32 dan sensor PZEM yang dapat bekerja secara *real-time*?
2. Bagaimana sistem dapat mendeteksi anomali seperti lonjakan arus, tegangan, atau konsumsi daya yang tidak wajar?
3. Bagaimana sistem ini dapat digunakan untuk membuktikan transparansi dan efisiensi pemakaian energi listrik secara harian?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun alat *monitoring* konsumsi energi listrik menggunakan ESP32, sensor PZEM-004T, LCD 16x2 I2C, dan *buzzer* untuk mendeteksi anomali.
2. Mengimplementasikan sistem pengiriman dan penyimpanan data secara *real-time*.
3. Membuktikan kemampuan sistem dalam mendeteksi anomali kelistrikan serta mendukung transparansi penggunaan energi dan efisiensi energi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sistem ini memberikan transparansi dan akses *real-time* terhadap konsumsi daya listrik serta histori penggunaannya, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan pemakaian energi secara efisien.
2. Sistem membantu pengambilan keputusan terkait efisiensi energi dan analisis biaya listrik berdasarkan data aktual, bukan estimasi, sehingga mencegah pemborosan energi.
3. Penelitian ini menjadi referensi dalam merancang sistem monitoring energi berbasis IoT yang terintegrasi dengan teknologi AI.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Penelitian ini memiliki ruang lingkup yang dibatasi untuk memastikan fokus pada pengembangan dan pengujian alat monitoring konsumsi energi listrik berbasis ESP32 dan sensor PZEM dengan integrasi *chatbot* AI. Adapun ruang lingkup masalah yang dibahas meliputi:

1. Sistem hanya mengukur parameter kelistrikan satu fasa (tegangan, arus, daya aktif, faktor daya).
2. Penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama sistem dan pengirim data.
3. Sensor yang digunakan adalah PZEM-004T, yang hanya mendukung pengukuran satu jalur listrik (tidak untuk sistem 3 fasa).

4. Sistem *chatbot* AI hanya digunakan untuk eksplorasi dan interaksi data melalui percakapan, tidak digunakan untuk pengambilan keputusan otomatis.
5. Penelitian tidak membahas *detail* kode pemrograman di aplikasi *website*, pengelolaan *database* secara mendalam, maupun keamanan jaringan.