

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung berbagai aktivitas manusia, dalam sektor rumah tangga energi listrik dibutuhkan untuk pemanas, penggerak, pemutar, hingga penerangan, dll. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, berbagai jenis pembangkit listrik telah dibangun dan dioperasikan guna menjamin ketersediaan energi sesuai permintaan konsumen [1]. Seiring dengan perubahan gaya hidup masyarakat, konsumsi energi listrik pun mengalami peningkatan signifikan dari tahun ke tahun, mendorong PLN untuk terus meningkatkan kapasitas pasokan energi yang didistribusikan [2]. Namun, penggunaan listrik yang cenderung boros di sektor rumah tangga umumnya disebabkan oleh ketiadaan sistem pengendalian terhadap besarnya daya yang digunakan [3]. Penggunaan meteran listrik pascabayar dianggap kurang efektif dalam membantu pengguna mengendalikan konsumsi listrik secara bulanan. Sebagai upaya untuk mendorong efisiensi dan penghematan energi, pemerintah melalui PLN telah mengimplementasikan sistem meteran listrik prabayar [4]. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran konsumen dalam mengelola penggunaan energi secara mandiri dan efisien. Meskipun demikian, masih banyak pelanggan yang kesulitan dalam memantau konsumsi energi secara *real-time*, yang menyebabkan saldo listrik seringkali habis tanpa disadari [5], [6].

Efisiensi energi merupakan aspek penting dalam pengelolaan sumber daya listrik yang berkelanjutan. Salah satu solusi untuk mendukung efisiensi ini adalah pengembangan sistem pemantauan konsumsi daya berbasis *Internet of Things (IoT)* [7]. IoT adalah jaringan perangkat yang saling terhubung dan dapat mengirim data melalui internet tanpa interaksi langsung manusia. Dengan sistem ini, pengguna dapat pemantauan konsumsi listrik secara *real-time* dan akurat [8]. mengakses data kapan saja, mengenali pola konsumsi, mengidentifikasi perangkat boros energi, dan mengoptimalkan penggunaan listrik secara lebih efisien [9], [10], [11], [12], [13]. Sistem pemantauan yang dikembangkan menggunakan **NodeMCU**

ESP8266 dan sensor **PZEM-004T** untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi. Data konsumsi listrik ditampilkan melalui dua media antarmuka, yaitu **layar LCD** untuk pemantauan lokal dan **aplikasi Blynk** untuk pemantauan jarak jauh.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan **sistem pemantauan power meter berbasis IoT** menggunakan PZEM-004T dan NodeMCU V3 ESP8266. Sistem ini secara teori mampu menampilkan data tegangan, arus, daya, dan energi secara *real-time* melalui antarmuka *Blynk*, untuk mendukung efisiensi energi dan memantau operasional energi listrik pada Rumah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang sistem monitoring energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, dan energi aktif secara real-time. menggunakan sensor PZEM-004T?
- 2) Bagaimana sistem ini dapat membantu pengguna rumah tangga dalam memantau konsumsi listrik secara efisien, mudah diakses, dan responsif terhadap kondisi beban berlebih?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan ruang lingkup yang dapat dikerjakan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Parameter kelistrikan yang hanya dipantau oleh sistem oleh sensor PZEM-004T, meliputi : tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, dan energi aktif.
- 2) Platform yang digunakan untuk visualisasi data adalah *Blynk* (versi terbaru berbasis *cloud*), dengan tampilan berupa indikator digital dan grafik sederhana.

- 3) Ujicoba pemantauan beban dilakukan pada simulasi panel rumah tangga sederhana, dengan 3 beban berbeda yaitu : Setrika, Kipas angin, dan Lampu.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan konsumsi energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat digunakan pada skala rumah tangga. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengintegrasikan sensor PZEM-004T dengan NodeMCU V3 (ESP8266) sebagai mikrokontroler utama yang bertugas mengolah data pengukuran dan mengirimkannya ke *platform* pemantauan berbasis *cloud Blynk*
- 2) Membangun *interface* pemantauan menggunakan aplikasi *Blynk* , sehingga pengguna dapat melihat data kelistrikan melalui smartphone dengan tampilan visual yang mudah dipahami.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem pemantauan konsumsi energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk aplikasi rumah tangga sederhana. Agar penelitian tetap terarah, ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

- 1) Lingkup pengukuran terbatas pada parameter kelistrikan yang dapat dibaca oleh sensor PZEM-004T, yaitu Tegangan , Arus , Daya aktif , Energi aktif , Frekuensi .
- 2) Perangkat utama yang digunakan adalah:
 - Sensor PZEM-004T V3.0 sebagai alat ukur parameter listrik,
 - NodeMCU V3 (ESP8266) sebagai mikrokontroler dengan koneksi Wi-Fi,
 - Platform *Blynk* sebagai dashboard pemantauan berbasis mobile,

- 3) Sistem tidak mencakup fitur kontrol beban, seperti pemutusan daya otomatis atau hanya pemantauan beban atau daya yang terpakai pada perangkat peralatan elektronik
- 4) Visualisasi data menggunakan platform *Blynk Cloud* dan LCD16x2 untuk memantau beban secara langsung.

1.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 1.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu Sistem Pemantauan Konsumsi Listrik Berbasis IoT

No	Tahun	Judul Penelitian	Keterangan
1	2025	Implementasi Sistem Pemantauan Beban Listrik <i>Real-Time</i> Pada Instalasi Rumah Tangga Berbasis <i>Internet of Things</i> – oleh Ibrahim, Abrianto, dan Sidik	<ul style="list-style-type: none"> • Pemantauan parameter listrik <i>real-time</i> (tegangan, arus, daya, energi, frekuensi). • Hasil uji: tegangan stabil 232,4–233,2 V, arus 0,13 A, daya 29,8–30,2 W. • Keterbatasan: sampel uji kecil (hanya 3 kali), durasi singkat, tidak ada uji signifikansi statistik.
2	2021	Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis <i>Internet of Things</i> Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi <i>Blynk</i> – oleh Pela dan Pramudita	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hardware</i>: NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, LCD I2C. • Menggunakan metode kuantitatif & prototipe • Keunggulan: framework sistematis, dokumentasi hardware lengkap, validasi dengan <i>black-box</i> testing. • Keterbatasan: tidak ada pengukuran akurasi kuantitatif.