

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of things (IoT)* telah membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan kenyamanan di berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan energi listrik di rumah tangga. Bidang penelitian ini berfokus pada integrasi antara perangkat keras berbasis mikrokontroler dan protokol komunikasi nirkabel yang memungkinkan pemantauan serta pengendalian perangkat listrik secara *real-time*. Dengan menghubungkan perangkat listrik rumah tangga ke jaringan internet, pengguna dapat memperoleh data konsumsi energi dan melakukan kontrol dari jarak jauh, sehingga dapat meningkatkan kesadaran akan penggunaan energi secara bijak dan efisien.

Masalah utama yang sering terjadi dalam penggunaan listrik rumah tangga adalah kurangnya pemantauan yang efektif terhadap konsumsi energi, yang dapat menyebabkan pemborosan listrik dan peningkatan tagihan bulanan. Selain itu, tidak adanya sistem kontrol yang fleksibel membuat pengguna sulit untuk mengatur penggunaan perangkat listrik sesuai dengan kebutuhan. Dalam kondisi seperti ini, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan informasi *real-time* tentang konsumsi listrik dan memungkinkan pengguna untuk mengontrolnya secara langsung, baik dari dalam maupun luar rumah. Lebih lanjut, diperlukan pula fitur *monitoring* beban maksimal yang dapat mendeteksi ketika total konsumsi listrik melebihi batas aman, serta memberikan rekomendasi perangkat mana yang sebaiknya dimatikan untuk mencegah kelebihan beban dan mengoptimalkan penggunaan daya.

Beberapa penelitian dalam lima tahun terakhir telah mengembangkan sistem *monitoring* dan kontrol konsumsi listrik berbasis IoT dengan berbagai pendekatan. Susanto dkk. (2020) merancang sistem *monitoring* konsumsi listrik menggunakan NodeMCU dan platform Blynk untuk menampilkan data secara *real-time*, namun belum memiliki fitur kontrol jarak jauh. Ananda dkk. (2021) memanfaatkan ESP32 dan Firebase untuk memonitor daya listrik rumah tangga, meskipun masih menghadapi kendala kestabilan koneksi saat pengiriman data. Prasetyo dan

Kurniawan (2022) mengembangkan sistem *smart home* berbasis IoT menggunakan Telegram Bot sebagai media kontrol perangkat listrik, tetapi belum dilengkapi *monitoring* konsumsi daya secara detail. Wijaya dkk. (2023) memanfaatkan protokol MQTT untuk sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis NodeMCU, namun penerapan untuk *monitoring* konsumsi listrik masih jarang dijumpai. Putra dkk. (2024) mencoba menggabungkan sistem *monitoring* dan kontrol konsumsi listrik menggunakan ESP8266, meskipun masih terdapat kekurangan dalam visualisasi data dan desain antarmuka pengguna.

Namun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya belum sepenuhnya menjawab kebutuhan akan sistem *monitoring* dan kontrol konsumsi listrik yang bersifat *real-time*, efisien, dan terintegrasi dengan platform IoT modern. Beberapa keterbatasan mencakup kurangnya skalabilitas sistem, keterbatasan dalam visualisasi data secara komprehensif, serta belum adanya penggunaan protokol komunikasi IoT seperti MQTT yang lebih ringan dan andal dibandingkan protokol lainnya. Hal ini menjadi celah yang masih bisa dieksplorasi lebih lanjut.

Penelitian ini menawarkan solusi berupa rancang bangun sistem smart monitoring dan kontrol konsumsi listrik rumah tangga berbasis IoT dengan menggunakan NodeMCU dan protokol MQTT. Sistem ini dirancang untuk dapat membaca konsumsi listrik secara *real-time*, mengirimkan data ke cloud melalui MQTT, serta memberikan kemampuan kendali perangkat melalui antarmuka berbasis web atau *mobile*. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur analisis beban maksimal yang secara otomatis mendeteksi ketika konsumsi listrik melampaui batas yang ditentukan, kemudian memberikan rekomendasi perangkat mana yang dapat dimatikan untuk menghindari pemborosan dan risiko kelebihan beban. Diharapkan, dengan sistem ini, pengguna dapat lebih aktif dalam mengelola konsumsi energi secara efisien, serta mendorong penerapan rumah pintar yang hemat energi di masa depan.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang sistem monitoring konsumsi listrik rumah tangga secara *real-time* berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan protokol MQTT yang mampu mendeteksi beban maksimal berdasarkan kapasitas listrik rumah tangga?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem yang dapat memberikan rekomendasi perangkat listrik yang perlu dimatikan jika konsumsi daya melebihi ambang batas?
3. Bagaimana mengintegrasikan perhitungan beban listrik (kWh dan arus tiap perangkat) serta mengonversinya menjadi estimasi biaya harian secara otomatis?
4. Bagaimana mengimplementasikan kontrol perangkat listrik rumah tangga secara *real-time* dan jarak jauh melalui *dashboard* berbasis web atau aplikasi *mobile* dengan dukungan protokol MQTT?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* dan kontrol konsumsi listrik ini hanya diterapkan pada perangkat listrik rumah tangga yang terhubung melalui NodeMCU ESP8266.
2. Parameter yang dimonitor terbatas pada arus (A), tegangan (V), dan daya listrik (W), tanpa melibatkan faktor daya atau daya reaktif.
3. Sistem menggunakan protokol MQTT sebagai media komunikasi data antara perangkat NodeMCU dan server *cloud*.
4. Antarmuka pengguna hanya berupa aplikasi berbasis *web*, tanpa pengembangan aplikasi *mobile* khusus.
5. Implementasi dan pengujian sistem dilakukan dalam lingkup rumah tangga, tidak mencakup skala industri atau gedung komersial.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan membangun sistem smart *monitoring* konsumsi listrik rumah tangga berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan protokol MQTT.

2. Mengimplementasikan sistem kontrol perangkat listrik rumah tangga secara *real-time* dan jarak jauh melalui antarmuka berbasis *web*.
3. Mengembangkan fitur monitoring beban maksimal untuk mendeteksi beban berlebih dan memberikan rekomendasi perangkat yang sebaiknya dimatikan
4. Menguji kinerja sistem dalam lingkungan rumah tangga untuk memastikan kestabilan koneksi, keakuratan data, dan kemudahan penggunaan.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi praktis bagi masyarakat dalam memantau dan mengontrol konsumsi listrik rumah tangga secara *real-time* dan jarak jauh.
2. Meningkatkan kesadaran pengguna terhadap penggunaan energi listrik secara efisien dan bijaksana, sehingga dapat membantu mengurangi pemborosan energi.
3. Menjadi referensi pengembangan sistem *smart home* berbasis IoT di masa depan, khususnya dalam pengelolaan konsumsi energi rumah tangga.
4. Memperkaya pengetahuan dan literatur di bidang *Internet of things* (IoT), khususnya terkait penerapan protokol MQTT dalam sistem *monitoring* dan kontrol konsumsi listrik.