

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Di era digital saat ini, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan energi listrik. Salah satu sektor yang sangat merasakan manfaat dari penerapan teknologi ini adalah sektor perumahan, terutama rumah kos. Rumah kos yang dihuni oleh banyak penyewa, seperti mahasiswa atau pekerja, kerap menghadapi tantangan dalam hal pembagian biaya listrik yang adil. Setiap penghuni memiliki kebiasaan penggunaan perangkat elektronik yang berbeda-beda seperti penggunaan kipas angin, televisi, kulkas, atau bahkan AC yang menyebabkan tingkat konsumsi listrik tiap kamar menjadi tidak merata.

Permasalahan muncul ketika pemilik kos menerapkan sistem pembagian biaya listrik secara merata tanpa mempertimbangkan perbedaan konsumsi antar kamar. Hal ini tentu menimbulkan ketidakadilan dan dapat memicu keluhan dari penghuni yang merasa dirugikan. Salah satu contoh nyata disampaikan dalam artikel opini “Uang Listrik yang Mengusik Kedamaian” oleh *mojok.co*, di mana penghuni kos mengeluhkan sistem pembagian listrik yang tidak adil meskipun penggunaan listrik sangat minim. Selain itu, dalam laporan CNN Indonesia disebutkan bahwa selama masa *work from home* (WFH), banyak anak kos mengalami lonjakan tagihan listrik, padahal pola pemakaian listrik setiap penghuni sangat bervariasi. Situasi ini semakin menegaskan perlunya sistem monitoring yang adil dan transparan.

Studi-studi sebelumnya telah membahas penerapan sistem monitoring listrik berbasis IoT di lingkungan rumah kos. Penelitian oleh Khijja Hamami, Mohamad Muhsim, dan Diky Siswanto mengembangkan prototipe sistem monitoring biaya listrik yang mampu menampilkan data penggunaan energi secara *real-time* melalui platform berbasis web, namun belum dilengkapi fitur kontrol otomatis [1]. Selanjutnya, Hario Pinandhito Muhamad, Erwin Susanto, dan Agung Surya Wibowo merancang sistem pemantauan konsumsi energi listrik menggunakan sensor dan mikrokontroler IoT untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik, tetapi sistemnya masih terbatas pada fungsi pemantauan saja [2]. Sementara itu, Akhmad Hashfi Fauzan Burhan merancang sistem

prabayar berbasis web yang memungkinkan penghuni kos untuk memantau penggunaan listrik secara mandiri, namun belum menyertakan mekanisme otomatis pemutusan aliran listrik saat saldo habis [3].

Namun, sistem-sistem tersebut sebagian besar hanya berfokus pada fungsi monitoring tanpa disertai fitur pembatasan penggunaan listrik berdasarkan saldo atau kendali otomatis ketika saldo habis. Padahal, dalam konteks pengelolaan energi rumah kost, diperlukan sistem yang tidak hanya memantau, tetapi juga mengatur konsumsi listrik secara adil melalui mekanisme pembatasan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe sistem monitoring dan manajemen listrik rumah kos berbasis NodeMCU ESP32, sensor PZEM-004T, *relay*, serta integrasi dengan aplikasi *Blynk* IoT dan Telegram Bot.

Sistem ini mengadopsi konsep tokenisasi saldo, di mana setiap penghuni memiliki saldo listrik tertentu (misalnya Rp45.000 per bulan) yang akan terpotong secara otomatis berdasarkan konsumsi energi. Ketika penggunaan listrik melebihi batas saldo yang ditentukan, sistem secara otomatis memutus aliran listrik melalui modul *relay* dan mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui Telegram. Penghuni kemudian dapat melakukan pengisian ulang (*top-up*) saldo melalui antarmuka aplikasi *Blynk*, yang secara otomatis akan mengaktifkan kembali aliran listrik. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya menghadirkan transparansi dalam pemakaian listrik, tetapi juga memberikan kontrol mandiri kepada pemilik maupun penghuni kos dalam mengelola konsumsi energi secara efisien dan terukur.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Mengembangkan sistem monitoring konsumsi listrik berbasis IoT untuk rumah kos tanpa KWH meter per kamar.
2. Menerapkan Sistem *Tokenisasi* saldo untuk mengatur pemakaian listrik tiap kamar.
3. Membangun aplikasi *Blynk* untuk pemantauan dan pengisian ulang saldo secara *real-time*.
4. Mengintegrasikan notifikasi Telegram sebagai peringatan saldo dan konfirmasi *top-up*.

Adapun manfaat dari penulisan Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Memantau penggunaan listrik tiap kamar kos secara *real-time* meski hanya satu KWH meter utama.

2. Memberikan kontrol mandiri kepada penghuni melalui sistem saldo dan pemutusan otomatis.
3. Memastikan penghuni kos membeli saldo tambahan jika kuota saldo listrik yang diberikan oleh pemilik kost sudah habis.
4. Memberikan notifikasi otomatis saat saldo hampir habis atau setelah *top-up*.
5. Menambah referensi dan solusi inovatif dalam implementasi IoT di bidang pengelolaan energi listrik.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang sistem monitoring penggunaan listrik yang efisien dan akurat di tiap kamar kos tanpa menggunakan KWH meter konvensional secara terpisah?
2. Bagaimana menerapkan sistem *tokenisasi* untuk saldo listrik yang mudah digunakan oleh penghuni kos?
3. Bagaimana mengintegrasikan sensor dan perangkat keras dengan aplikasi *Blynk* dan Telegram untuk menghasilkan data pemakaian listrik secara *real-time* dan dapat diakses jarak jauh?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Sistem hanya mencakup pemantauan dan pengelolaan listrik pada kamar kos yang terhubung dengan sistem IoT, tanpa menyentuh instalasi KWH meter PLN.
2. Sistem yang dikembangkan akan menggunakan perangkat keras, yaitu sensor PZEM 004T, ESP32, *modul relay*, dan *OLED I2C*. Sistem ini tidak melibatkan perangkat keras lain di luar komponen tersebut.
3. Fitur *tokenisasi* hanya sebatas simulasi pembelian saldo secara lokal melalui tombol aplikasi, tanpa integrasi dengan sistem pembayaran digital.
4. Sistem hanya memberikan notifikasi berupa peringatan ketika saldo listrik habis, melalui aplikasi atau bot Telegram.

1.5 Metodologi

Adapun metodologi pada penelitian Proyek Akhir ini, sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Melakukan kajian terhadap referensi dan penelitian terdahulu terkait teknologi IoT, sistem monitoring energi, penggunaan aplikasi *Blynk* dan Telegram, serta

karakteristik perangkat keras seperti NodeMCU ESP32, sensor PZEM-004T, modul *relay*, dan OLED I2C. Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami konsep dasar sistem serta solusi-solusi yang telah diterapkan dalam pengelolaan energi listrik rumah kos.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung pada rumah kos yang menjadi objek penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi kondisi distribusi listrik, pola konsumsi pengguna, serta spesifikasi teknis dari komponen yang akan digunakan. Tahap ini juga mencakup identifikasi kebutuhan sistem dan permasalahan yang terjadi di lapangan.

3. Perencanaan

Berdasarkan hasil studi dan data yang telah dikumpulkan, dilakukan perencanaan sistem secara menyeluruh. Perencanaan mencakup perancangan rangkaian elektronik yang melibatkan pengintegrasian sensor PZEM-004T, NodeMCU ESP32, OLED I2C, dan modul *relay*. Sistem dirancang untuk dapat menghitung konsumsi daya listrik, mengurangi saldo secara otomatis, serta memutus aliran listrik saat saldo habis. Selain itu, dirancang juga antarmuka pengguna berbasis aplikasi *Blynk* yang memungkinkan pengguna melakukan pemantauan dan pengisian ulang saldo secara langsung dari *smartphone*. Sebagai pelengkap, sistem juga diintegrasikan dengan Telegram Bot untuk memberikan notifikasi secara otomatis kepada pengguna terkait status saldo dan kondisi aliran listrik.

4. Simulasi Perencanaan

Setelah perencanaan selesai, dilakukan simulasi untuk menguji skema rangkaian dan alur sistem untuk memastikan koneksi antar komponen sesuai dengan desain. Uji coba juga dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk menguji logika program yang mengatur pembacaan data sensor, perhitungan biaya, kontrol *relay*, dan pengiriman data ke *Blynk* serta Telegram. Simulasi ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa semua fungsi utama sistem berjalan sesuai harapan sebelum prototipe diterapkan secara fisik.

5. Analisis Perencanaan

Tahap akhir adalah analisis dan evaluasi terhadap sistem yang telah diimplementasikan. Evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem mampu menjalankan fungsinya secara optimal, seperti akurasi pembacaan sensor PZEM-

004T, respons kontrol *relay* berdasarkan saldo, serta kestabilan komunikasi dengan aplikasi *Blynk* dan Telegram Bot. Selain evaluasi fungsional, dilakukan juga pengujian jaringan menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *delay*, *packet loss*, dan *throughput*, untuk mengukur performa sistem dalam kondisi jaringan nyata. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai acuan dalam menyempurnakan sistem sebelum diterapkan lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Proyek Akhir terdiri atas lima bab, dengan keterangan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan. Isi dari bab ini memberikan gambaran umum mengenai pentingnya sistem monitoring dan pengelolaan penggunaan listrik di rumah kos serta alasan pemilihan pendekatan berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam proyek ini.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori pendukung yang relevan dengan topik penelitian, antara lain konsep dasar *Internet of Things* (IoT), cara kerja sensor PZEM-004T, mikrokontroler NodeMCU ESP32, modul *relay*, OLED I2C, platform *Blynk*, serta integrasi Telegram Bot untuk notifikasi. Selain itu, dijelaskan juga teori mengenai *Quality of Service* (QoS) dalam pengujian jaringan, serta kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi referensi dalam pengembangan sistem.

BAB III PERENCANAAN SISTEM

Bab ini memaparkan tahap perencanaan dan perancangan prototipe sistem yang meliputi pemilihan dan penggabungan komponen perangkat keras (*hardware*), perancangan skematik rangkaian, serta logika sistem *tokenisasi* saldo listrik. Selain itu, dijelaskan pula perancangan antarmuka pengguna melalui aplikasi *Blynk*, serta alur komunikasi data dan notifikasi melalui Telegram Bot.

BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini membahas proses implementasi sistem mulai dari perakitan perangkat keras, pemrograman menggunakan Arduino IDE, hingga pengujian fungsional sistem secara menyeluruh. Termasuk dalam bab ini adalah pengujian performa sistem melalui parameter *Quality of Service* (QoS) seperti *delay*, *packet loss*, dan *throughput* menggunakan bantuan *Wireshark*, serta evaluasi sistem berdasarkan keakuratan, kestabilan koneksi, dan kemudahan pengguna.

BAB V

PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil pengujian dan evaluasi sistem yang telah dikembangkan, serta memberikan saran-saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut. Saran dapat mencakup peningkatan akurasi sensor, pengembangan fitur pembayaran otomatis, serta optimalisasi tampilan dan interaksi pada aplikasi *mobile*.