

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital dan *Internet of Things (IoT)* telah membawa transformasi besar dalam kehidupan modern, terutama dalam meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengelolaan perangkat elektronik di lingkungan rumah dan dunia industri. Teknologi ini diciptakan untuk mempermudah aktivitas manusia dan mengoptimalkan proses operasional. Namun, saat ini masih banyak penggunaan sistem pengelolaan energi yang masih konvensional dan belum sepenuhnya mengintegrasikan kemampuan untuk mengontrol penggunaan energi secara *real-time* dan responsif terhadap perubahan kebutuhan. Sebagai contoh, alat pengukur konvensional seperti KWH meter, meskipun efektif dalam mencatat total konsumsi listrik, hanya memberikan data pasif tanpa menyediakan mekanisme kontrol aktif. Hal ini menyebabkan rendahnya efisiensi penggunaan energi, yang kemudian dapat berpotensi meningkatkan biaya listrik (Hanif, 2019).

Di Indonesia, pertumbuhan populasi dan intensifikasi aktivitas industri mendorong peningkatan kebutuhan energi listrik. Data dari Kementerian ESDM menunjukkan bahwa konsumsi listrik per kapita pada tahun 2024 mencapai sekitar 1.411 kWh/kapita, dengan target peningkatan hingga 1.439 kWh/kapita pada tahun berikutnya (Kemen ESDM, 2025). Kondisi ini menuntut adanya inovasi dalam pengelolaan daya yang tidak hanya mengoptimalkan pemakaian energi, tetapi juga memberikan kendali penuh kepada pengguna agar dapat mengatur perangkat secara fleksibel dan efisien.

Menanggapi tantangan tersebut, penelitian ini mengembangkan Digi-Plug, sebuah produk smart home yang mengintegrasikan fungsi kontrol, monitoring konsumsi daya secara real-time, penjadwalan otomatis, dan proteksi terhadap lonjakan arus/korsleting. Sistem ini dirancang dengan pendekatan *plug-and-play* serta instalasi yang sederhana, sehingga memungkinkan penggunaan oleh siapa saja tanpa memerlukan keahlian teknis mendalam.

Dalam implementasinya, Digi-Plug menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk mengendalikan relay (SSR-25DA) yang mengatur aliran listrik ke peralatan. Pengukuran konsumsi listrik dilakukan secara akurat oleh sensor PZEM-004T, yang mencakup parameter seperti tegangan (V), arus (A), daya (W), dan energi (kWh). Data tersebut dikirim secara real-time melalui protokol MQTT yang terenkripsi ke server backend dan disimpan dalam database MongoDB, sehingga dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi berbasis Flutter. Untuk mengatasi gangguan jaringan, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme penyimpanan data offline menggunakan LittleFS pada ESP32, sehingga data akan tersinkronisasi kembali saat koneksi pulih.

Dengan menggabungkan fungsi kontrol yang fleksibel, monitoring real-time, penjadwalan otomatis, dan proteksi dalam satu sistem terintegrasi, Digi-Plug diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan energi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan keamanan peralatan elektronik. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan ekosistem *smart home* yang lebih cerdas dan efisien, serta mendukung upaya pemerintah dalam mendorong digitalisasi dan pengelolaan energi yang berkelanjutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa permasalahan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana merancang sistem kontrol dan monitoring perangkat listrik pada Digi-Plug yang *real-time*, fleksibel, serta dapat diakses dari mana saja?
- b. Bagaimana mengembangkan proteksi daya untuk mengatasi arus berlebih, dan korsleting guna menjaga keamanan perangkat elektronik?
- c. Bagaimana mengembangkan aplikasi Digi-Plug yang andal, responsif, dan *user-friendly* guna meningkatkan pengalaman pengguna dan daya saing di pasar *smart home*?
- d. Bagaimana merancang Digi-Plug agar mudah digunakan dengan konsep *plug-and-play* tanpa konfigurasi teknis yang kompleks?

- e. Bagaimana merancang Digi-Plug dengan seluruh fiturnya dalam sistem mandiri tanpa bergantung pada layanan pihak ketiga, yang menjamin keamanan data serta memenuhi standar industri agar siap diluncurkan sebagai *Minimum Viable Product (MVP) smart home* di PT Habibie Digital Solutions?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, penelitian ini memiliki batasan agar tetap terfokus dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, yakni:

- a. Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama.
- b. Menggunakan sensor PZEM-004T untuk pemantauan daya listrik.
- c. Menggunakan MQTT sebagai protokol komunikasi utama.
- d. Menggunakan Node.js dan MongoDB sebagai backend.
- e. Menggunakan Flutter untuk aplikasi mobile.
- f. Pengujian terbatas pada lingkungan rumah tangga dan industri kecil dengan sistem listrik satu fasa (~220V)
- g. Membatasi pengembangan hingga tahap *Minimum Viable Product (MVP)*, yaitu produk siap diuji dan dievaluasi namun belum masuk ke produksi massal.

### 1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah yang telah ditetapkan, penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengembangkan Digi-Plug sebagai produk smart home dengan fitur kontrol, monitoring daya, proteksi, serta penjadwalan otomatis perangkat listrik yang terintegrasi dengan aplikasi mobile.
- b. Merancang dan mengimplementasikan sistem proteksi daya untuk mencegah arus berlebih, dan korsleting guna meningkatkan keamanan perangkat elektronik.
- c. Mengembangkan aplikasi Digi-Plug yang andal, responsif, dan *user-friendly* guna meningkatkan pengalaman pengguna dan daya saing di pasar *smart home*.
- d. Merancang Digi-Plug dengan konsep *plug-and-play* agar mudah digunakan tanpa konfigurasi teknis yang kompleks.

- e. Merancang Digi-Plug sebagai produk dengan sistem mandiri tanpa bergantung pada pihak ketiga, yang menjamin keamanan data serta memenuhi standar industri agar siap diluncurkan sebagai *Minimum Viable Product (MVP) smart home* di PT Habibie Digital Solutions.

### 1.5 Manfaat

Pengembangan Digi-Plug diharapkan memberikan manfaat dalam berbagai aspek sebagai berikut:

- a. Manfaat Umum
  - Menyediakan solusi pengelolaan daya listrik yang lebih efisien dan fleksibel serta mengoptimalkan proteksi perangkat listrik.
- b. Bagi Akademisi
  - Menambah wawasan dan referensi dalam pengembangan perangkat smart home berbasis IoT yang mandiri.
  - Memberikan kontribusi dalam penelitian terkait kontrol perangkat listrik, monitoring daya, dan proteksi berbasis IoT.
- c. Bagi Industri dan Masyarakat
  - Menyediakan solusi manajemen konsumsi daya listrik yang efisien, fleksibel, dan mudah digunakan.
  - Membantu pengguna dalam mengontrol perangkat listrik secara fleksibel dan efisien untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan.
  - Mendukung penerapan teknologi smart home yang lebih terjangkau dengan konsep *plug-and-play*.
- d. Bagi PT Habibie Digital Solutions
  - Memberikan landasan untuk mengembangkan Digi-Plug sebagai MVP yang siap diuji lebih lanjut.
  - Mendukung ekspansi bisnis PT Habibie Digital Solutions dalam sektor *smart home*.