

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era industri modern, kebutuhan akan sistem monitoring dan kontrol yang efisien dan efektif semakin meningkat. Terutama dalam pengelolaan beban listrik, sistem yang dapat memantau dan mengontrol penggunaan energi secara real-time sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kerusakan peralatan. tegangan 3 *phase*, yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan komersial, memerlukan perhatian khusus dalam hal pengawasan dan perlindungan. Sistem monitoring dan proteksi tegangan 3 *phase* yang baik harus mampu mendeteksi berbagai kondisi abnormal, seperti *overcurrent* (OCR), *Phase Failure Relay* (PFR), dan *over voltage* (OVR). Ketiga parameter ini merupakan indikator penting yang dapat mempengaruhi kinerja dan umur peralatan listrik. *Overcurrent* dapat menyebabkan kerusakan pada komponen, sedangkan *PFR* berfungsi untuk mendeteksi kegagalan fase yang dapat mengakibatkan kerusakan pada motor dan peralatan lainnya. Selain itu, fluktuasi tegangan yang berlebihan dapat merusak peralatan dan mengganggu proses operasional.

Dalam pengembangan sistem ini, pemilihan platform mikrokontroler yang tepat sangat penting. Dua pilihan yang umum digunakan adalah *STM32* dan *Arduino*. *STM32* menggunakan arsitektur *ARM Cortex-M* yang menawarkan performa lebih tinggi dengan kecepatan clock yang lebih tinggi (hingga 400 MHz pada beberapa model), menjadikannya lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan pemrosesan yang lebih kompleks. *STM32* juga memiliki kapasitas memori yang lebih besar, baik *RAM* maupun *Flash*, yang memungkinkan pengembangan aplikasi yang lebih besar dan kompleks. Beberapa model *STM32* memiliki hingga 2 *MB Flash* dan 512 *KB RAM*, yang memberikan ruang lebih untuk pengembangan fitur-fitur canggih.

Keunggulan *STM32* dalam dunia industri sangat mencolok. Pertama, kemampuan pemrosesan yang tinggi memungkinkan *STM32* untuk menangani algoritma kontrol yang kompleks dan pengolahan sinyal yang intensif, yang sering

diperlukan dalam aplikasi industri. Kedua, dukungan untuk berbagai protokol komunikasi (seperti *CAN*, *Ethernet*, dan *USB*) memungkinkan integrasi yang lebih baik dengan sistem lain dan jaringan industri, menjadikannya pilihan yang ideal untuk aplikasi otomasi dan kontrol industri. Ketiga, fitur-fitur seperti *ADC* dengan resolusi tinggi dan *DAC* memungkinkan pengukuran dan kontrol yang lebih akurat, yang sangat penting dalam pengelolaan proses industri.

Selain itu, *STM32* menawarkan fleksibilitas dalam pengembangan perangkat lunak, memungkinkan penggunaan berbagai alat dan lingkungan pemrograman yang lebih kompleks, seperti *STM32 Cube IDE* dan *Keil*. Hal ini memberikan pengembang kemampuan untuk mengoptimalkan aplikasi mereka sesuai dengan kebutuhan spesifik industri. Di sisi lain, Arduino, meskipun dikenal dengan kemudahan penggunaannya dan dukungan komunitas yang besar, memiliki beberapa kekurangan dibandingkan *STM32*. Arduino umumnya menggunakan mikrokontroler *AVR* dengan kecepatan clock yang lebih rendah (16 *MHz* untuk Arduino Uno), yang membatasi kemampuannya dalam menangani aplikasi yang memerlukan pemrosesan intensif. Selain itu, kapasitas memori pada Arduino juga lebih terbatas, dengan Arduino Uno hanya memiliki 32 *KB Flash* dan 2 *KB RAM*, yang dapat menjadi kendala untuk aplikasi yang lebih besar. Fitur dan periferal yang tersedia pada Arduino juga lebih sedikit, sehingga mungkin tidak dapat memenuhi kebutuhan aplikasi industri yang lebih kompleks.

Dengan mempertimbangkan keunggulan *STM32* dan kekurangan Arduino, penggunaan mikrokontroler *STM32* dalam pengembangan sistem monitoring dan control tegangan 3 *phase* menawarkan berbagai keuntungan, seperti kemampuan pemrosesan yang tinggi dan fleksibilitas dalam pengembangan perangkat lunak. *Prototipe* ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam pengembangan sistem yang lebih canggih dan terintegrasi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi energi dan keandalan operasional dalam berbagai aplikasi industri. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang teknik elektro, khususnya dalam pengembangan sistem monitoring dan kontrol yang lebih baik untuk tegangan 3 *phase*, serta memberikan wawasan baru dalam penerapan teknologi mikro Mikrokontroler ESP32 adalah sebuah chip yang

berfungsi sebagai pusat pengontrol dalam suatu rangkaian elektronika. Secara umum, istilah mikrokontroler seperti Arduino (berbasis ATmega) dan NodeMCU (berbasis ESP8266) mungkin sudah tidak asing lagi dalam berbagai proyek pengembangan sistem komputer. Namun, ESP32 hadir sebagai varian mikrokontroler yang menawarkan lompatan teknologi signifikan, dengan detail spesifikasi, keunggulan, dan fitur yang jauh lebih komprehensif dibandingkan pendahulunya.

Secara definisi, ESP32 merupakan mikrokontroler bertipe System on a Chip (SoC) berbiaya rendah dan hemat daya yang dikembangkan oleh Espressif Systems. Chip ini dirancang khusus untuk memenuhi tingginya kebutuhan pengembangan sistem Internet of Things (IoT). Keunggulan utama dari SoC ini adalah telah terintegrasinya modul komunikasi Wi-Fi dan Bluetooth mode ganda di dalam satu papan sirkuit terpadu. ESP32 beroperasi menggunakan arsitektur prosesor berkinerja tinggi yang memungkinkannya menangani komputasi yang lebih berat dibandingkan mikrokontroler standar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring parameter kelistrikan (tegangan, arus, daya, energi, *frekuensi*, faktor daya, VA, dan VAR) secara *real-time* berbasis IoT agar dapat memberikan data yang akurat dan mudah diakses?
2. Bagaimana memastikan sistem proteksi dapat bekerja secara efektif untuk melindungi beban dari gangguan seperti *overvoltage*, *undervoltage*, atau *Phase Failure Relay*?
3. Bagaimana memanfaatkan kemampuan *STM32* untuk mengintegrasikan fitur monitoring dan kontrol ke dalam sistem otomatisasi industri yang kompleks?
4. Bagaimana desain berbasis *STM32* dapat memberikan fleksibilitas untuk beradaptasi dengan kebutuhan spesifik berbagai sektor industri, seperti manufaktur, energi, atau transportasi?

5. Bagaimana merancang antarmuka pengguna (*user interface*) yang efektif sehingga pengguna dapat memantau parameter dan melakukan kontrol beban dengan mudah dan cepat melalui aplikasi *IoT*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari dibuatnya proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Merancang sistem monitoring yang mampu mendeteksi parameter listrik pada tegangan 3 *phase*, seperti tegangan, arus, dan daya, dengan akurasi tinggi menggunakan *STM32*.
- b. Menghasilkan solusi teknologi yang dapat diterapkan pada sektor industri untuk meningkatkan efisiensi operasional dan meningkatkan keselamatan peralatan listrik.
- c. Menyediakan antarmuka pengguna yang *user-friendly* untuk menampilkan data monitoring dan memberikan kontrol mudah terhadap sistem.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan didapatkan dari proyek akhir yang dirancang ini adalah :

- a. Memungkinkan monitoring parameter listrik (tegangan, arus, daya) secara akurat dan real-time, sehingga membantu dalam analisis performa jaringan listrik 3 phase.
- b. Memberikan sistem kontrol otomatis yang efektif untuk mengatur beban sesuai dengan kebutuhan operasional, mengurangi risiko ketidakseimbangan beban.
- c. Meningkatkan keamanan jaringan listrik melalui fitur proteksi cerdas yang mencegah kerusakan akibat overvoltage, undervoltage, atau arus lebih.