

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam menunjang berbagai aktivitas pada gedung perkantoran, industri, maupun institusi pendidikan.[1] Pada lingkungan perguruan tinggi, sistem distribusi listrik tiga fasa digunakan untuk menyuplai berbagai beban seperti sistem penerangan, pendingin ruangan (*Air Conditioner/AC*), laboratorium, komputer, pompa air, serta peralatan elektronik lainnya. Oleh karena itu, keandalan dan kualitas sistem distribusi listrik menjadi faktor penting dalam menjamin kelancaran kegiatan akademik dan operasional.

Seiring meningkatnya penggunaan energi listrik, kebutuhan akan sistem monitoring yang mampu memberikan informasi kondisi kelistrikan secara real-time juga semakin penting. Monitoring parameter listrik seperti tegangan (*Voltage*), arus (*Current*), daya aktif (*Power*), energi listrik (*Energy*), frekuensi (*Frequency*), dan faktor daya (*Power Factor*) dapat membantu pihak tim maintenance dalam mengetahui kondisi instalasi listrik, mendeteksi beban berlebih (*overload*), ketidakseimbangan antar fasa, serta melakukan evaluasi penggunaan energi listrik secara lebih efektif. Sistem monitoring berbasis sensor PZEM-004T banyak digunakan karena mampu mengukur berbagai parameter listrik dengan tingkat akurasi yang baik.

Pada umumnya, proses pemantauan parameter listrik di beberapa gedung masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur seperti multimeter atau clamp meter. Cara tersebut kurang efisien karena memerlukan kehadiran petugas secara langsung di panel listrik, membutuhkan waktu yang relatif lama, serta tidak mampu memberikan data secara kontinu. Selain itu, data hasil pengukuran manual sulit didokumentasikan sebagai bahan analisis penggunaan energi listrik dalam jangka panjang.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan mikrokontroler telah memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32, karena memiliki kemampuan pemrosesan yang tinggi, telah dilengkapi modul Wi-Fi dan Bluetooth, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai sensor maupun sistem antarmuka.[2] ESP32 mampu menerima data dari sensor PZEM-004T, mengolahnnya, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke perangkat antarmuka secara real-time. Sensor PZEM-004T sendiri mampu mengukur parameter seperti tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya sehingga sesuai digunakan dalam sistem monitoring energi listrik.[3]

Selain sistem monitoring, penyajian data juga menjadi aspek penting agar informasi dapat dipahami dengan mudah oleh operator maupun teknisi. Salah satu media yang banyak digunakan pada sistem industri adalah *Human Machine Interface* (HMI). HMI memungkinkan pengguna memantau kondisi sistem secara visual melalui tampilan grafik, indikator, maupun nilai parameter listrik secara langsung. Dengan adanya HMI, proses monitoring menjadi lebih mudah, cepat, dan efisien dibandingkan hanya mengamati data mentah dari sensor.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan monitoring parameter listrik tiga fasa secara real-time, akurat, dan mudah diakses. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah sistem dengan judul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Parameter Listrik 3 Fasa Berbasis ESP32 dan Sensor PZEM-004T pada Gedung D Lantai 4, Universitas Harkat Negeri dengan Antarmuka HMI." Sistem ini diharapkan dapat membantu tim maintenance dalam memantau kondisi kelistrikan secara berkelanjutan sehingga mendukung efisiensi penggunaan energi, meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik, serta mempermudah proses pengambilan keputusan apabila terjadi gangguan pada instalasi listrik.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring parameter listrik tiga fasa menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T?
2. Bagaimana memperoleh data parameter listrik berupa tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, dan faktor daya secara real-time pada sistem tiga fasa?
3. Bagaimana menampilkan hasil monitoring parameter listrik melalui antarmuka Human Machine Interface (HMI)?
4. Bagaimana menguji kinerja dan akurasi sistem monitoring yang telah dirancang?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem monitoring diterapkan pada instalasi listrik tiga fasa di Gedung D Lantai 4, Universitas Harkat Negeri.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32.
3. Sensor yang digunakan adalah PZEM-004T untuk masing-masing fasa.
4. Parameter yang dimonitor meliputi:
 - Tegangan (V)
 - Arus (A)
 - Daya Aktif (W)
 - Energi (kWh)
 - Frekuensi (Hz)
 - Faktor Daya (Power Factor/Cos ϕ)
5. Sistem hanya berfungsi sebagai monitoring dan tidak melakukan pengendalian beban secara otomatis.
6. Data ditampilkan melalui antarmuka HMI secara real-time.
7. Pengujian dilakukan pada panel distribusi listrik Gedung D Lantai 4, Universitas Harkat Negeri.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring parameter listrik tiga fasa berbasis ESP32 dan sensor PZEM-004T.
2. Menghasilkan sistem yang mampu memonitor parameter listrik secara real-time.
3. Menampilkan hasil monitoring pada Human Machine Interface (HMI) agar mudah dipahami oleh pengguna.
4. Mengetahui tingkat kinerja dan akurasi sistem melalui proses pengujian.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Universitas
 - Membantu tim maintenance dalam memantau kondisi kelistrikan secara real-time.
 - Mendukung efisiensi penggunaan energi listrik di lingkungan kampus.
 - Menjadi dasar dalam pemeliharaan instalasi listrik secara preventif.
2. Bagi Mahasiswa
 - Menambah wawasan mengenai penerapan teknologi IoT pada sistem tenaga listrik.
 - Meningkatkan kemampuan dalam perancangan sistem monitoring berbasis ESP32 dan sensor PZEM-004T.
 - Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi Dunia Akademik
 - Menambah referensi penelitian mengenai monitoring energi listrik berbasis IoT.
 - Menjadi bahan pengembangan sistem monitoring listrik yang lebih modern dan terintegrasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi sistem tenaga listrik tiga fasa, mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, Human Machine Interface (HMI), serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi metode penelitian, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diagram blok sistem, diagram alir program, serta tahapan pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil implementasi sistem, hasil pengujian, analisis data, pembahasan mengenai kinerja sistem, serta evaluasi terhadap hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan berdasarkan hasil penelitian serta saran untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya.