

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberlangsungan operasional di ranah domestik, infrastruktur industri, hingga fasilitas pelayanan umum saat ini sangat bergantung pada ketersediaan daya elektrik sebagai fondasi utamanya. Peningkatan permintaan listrik yang terus terjadi menuntut adanya pengelolaan dan pemanfaatan energi secara lebih efisien dan terukur. Salah satu tantangan yang muncul adalah bagaimana memastikan penggunaan energi listrik dapat dikelola sesuai kebutuhan pelanggan, baik dalam jangka panjang maupun pada kondisi khusus seperti penyediaan listrik sementara.

Dalam praktik penyediaan listrik sementara, khususnya di lingkungan kerja PLN, terdapat kondisi dimana pelanggan membutuhkan pasokan listrik dengan batas waktu tertentu sesuai dengan pengajuan. Saat ini, sistem yang digunakan masih mengandalkan Miniature Circuit Breaker (MCB) sebagai pengaman utama. MCB hanya berfungsi sebagai pelindung dari arus lebih dan hubung singkat, tetapi tidak memiliki kemampuan untuk membatasi waktu pemakaian maupun menghitung besaran energi listrik (kWh) yang digunakan. Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam memantau serta mengatur konsumsi listrik pelanggan sementara secara akurat dan sesuai batas yang ditentukan.

Transformasi mutakhir pada teknologi pengukur pintar (*smart meter*) menawarkan kapabilitas yang signifikan untuk memfasilitasi pengawasan debit pemakaian listrik secara presisi dan instan. Menurut penelitian [1], penggunaan *smart meter* berkembang pesat sejak awal 2000-an karena memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan bagi pelanggan maupun perusahaan listrik. Smart meter dapat dirancang fleksibel sesuai kebutuhan dengan dukungan sensor, perangkat elektronik, serta infrastruktur komunikasi yang terintegrasi.

Selanjutnya, penelitian [2] integrasi IoT yang mengandalkan sinergi antara sensor dan unit mikrokontroler terbukti efektif dalam memproduksi informasi pemakaian daya yang aktual, sekaligus mengstimulasi efisiensi perilaku pengguna melalui transparansi data. Sistem semacam ini terbukti andal untuk kebutuhan rumah tangga, dengan visualisasi data yang dapat diakses secara mudah.

Selain itu, menurut [3], peningkatan efisiensi energi di wilayah berkembang menjadi isu penting, terutama karena keterbatasan dalam manajemen energi sisi beban (*demand-side*

management). Oleh karena itu, penerapan sistem monitoring energi berbasis IoT dan komunikasi nirkabel dipandang sebagai salah satu langkah yang dapat mendukung efisiensi sekaligus transparansi penggunaan listrik.

Uraian di atas mempertegas bahwa urgensi terhadap sistem manajemen energi cerdas semakin meningkat, terutama guna menjawab tantangan pada layanan kelistrikan sementara yang hingga kini masih terkendala oleh manajemen waktu dan pencatatan penggunaan beban yang belum optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dalam penyediaan listrik sementara di lingkungan PLN adalah sebagai berikut:

- a. Sistem yang digunakan masih mengandalkan Miniature Circuit Breaker (MCB) sebagai pengaman utama, yang hanya berfungsi sebagai pemutus arus ketika terjadi beban lebih atau hubung singkat, tanpa kemampuan membatasi pemakaian listrik berdasarkan durasi maupun jumlah energi (kWh) yang digunakan.
- b. Pelanggan yang mengajukan sambungan sementara dengan batas waktu tertentu tidak dapat dipantau secara otomatis sesuai ketentuan karena keterbatasan sistem yang ada.
- c. Belum tersedia sistem monitoring real-time yang dilengkapi dengan komunikasi jarak jauh berbasis LoRa, sehingga pemakaian energi listrik tidak dapat diawasi secara transparan, efisien, dan terintegrasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem monitoring serta pembatasan pemakaian energi listrik berdasarkan waktu atau kuota dengan memanfaatkan mikrokontroler sebagai pusat kendali. Sistem ini diharapkan mampu membatasi penggunaan listrik sesuai durasi maupun jumlah energi yang telah ditentukan, sehingga lebih sesuai dengan kebutuhan sambungan sementara. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan sistem komunikasi jarak jauh berbasis LoRa, sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara real-time, transparan, dan efisien. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi praktis dalam pengawasan dan pengendalian pemakaian listrik sementara di lingkungan PLN.

1.4 Ruang Lingkup Permasalahan

Batasan masalah ditetapkan agar diskursus dalam penelitian ini berjalan secara sistematis. Adapun ruang lingkup teknisnya adalah:

- a. Konsentrasi utama studi mencakup pengembangan sistem pengawasan serta regulasi daya elektrik yang mengintegrasikan fitur pemutusan otomatis berdasarkan limitasi durasi dan jatah energi (kuota).
- b. Sistem menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendali untuk melakukan pengukuran, pembatasan, serta pengaturan durasi penggunaan energi listrik.
- c. Komunikasi jarak jauh pada sistem dibatasi pada penggunaan teknologi LoRa, yang dipilih karena memiliki jangkauan luas dan konsumsi daya rendah.
- d. Objek penerapan penelitian difokuskan pada sambungan listrik sementara di lingkungan PLN, khususnya yang membutuhkan pengawasan pemakaian sesuai durasi dan jumlah energi yang ditetapkan.
- e. Penelitian ini tidak membahas aspek teknis lain di luar sistem yang dirancang, seperti integrasi pembayaran, penagihan otomatis, maupun infrastruktur distribusi listrik skala besar.
- f. Telegram bot digunakan untuk menampilkan status monitoring dan mensetting pemakaian berdasarkan waktu atau kWh.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Guna menjamin validitas serta objektivitas data yang akan dijadikan landasan dalam mengonstruksi sistem yang presisi, serangkaian tahapan metodis dilakukan sebagai berikut:

- a. Studi Literatur dan Studi lapangan
Tahap ini melibatkan penelaahan mendalam terhadap literatur ilmiah, jurnal, dan referensi penelitian terdahulu yang berfokus pada manajemen daya, sistem restriksi berbasis kuota, serta protokol komunikasi LoRa. Secara paralel, dilakukan investigasi lapangan di area operasional PLN untuk mengidentifikasi gap kebutuhan pada unit distribusi listrik temporer sebagai basis pengembangan sistem.
- b. Perancangan Dan Implementasi
Proses perancangan berfokus pada pemodelan skema monitoring serta pembatasan arus elektrik, dengan menempatkan mikrokontroler sebagai unit pemrosesan pusat dan modul LoRa sebagai kanal transmisi data nirkabel jarak jauh. Tahap

implementasi diwujudkan melalui integrasi komponen perangkat keras (*hardware*) dan sinkronisasi baris kode perangkat lunak (*software*) agar sistem dapat beroperasi.

c. Pengujian Dan *Troubleshooting*.

Metode ini mencakup pengujian komprehensif pada setiap modul, mulai dari akurasi sensor energi, sinkronisasi manajemen waktu, hingga keandalan konektivitas LoRa. Apabila ditemukan anomali atau ketidaksesuaian fungsional, dilakukan langkah perbaikan sistematis (*troubleshooting*) demi menjamin kinerja perangkat sesuai spesifikasi awal.

d. Analisis dan Penyempurnaan

Analisis dilakukan untuk mengukur efektivitas sistem dalam mengawasi dan membatasi penggunaan daya, baik dari segi presisi pengukuran kWh maupun stabilitas jaringan LoRa. Hasil evaluasi ini menjadi acuan untuk melakukan penyempurnaan (*fine-tuning*) sehingga diperoleh sistem yang lebih andal dan optimal.

e. Penulisan laporan

Seluruh rangkaian proses mulai dari tahap rancang bangun hingga hasil pengujian akhir dikompilasi secara sistematis ke dalam dokumen Tugas Akhir sebagai bentuk pertanggungjawaban ilmiah dan dokumentasi penelitian.

