

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital di era modern telah mendorong berbagai sektor untuk beradaptasi dengan sistem berbasis otomasi dan *Internet of Things* (IoT), termasuk dalam pengelolaan dan pemantauan energi. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi tersebut adalah sistem monitoring energi yang dirancang untuk mengukur, mencatat, dan memantau parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya, serta parameter lingkungan seperti suhu dan kelembapan secara otomatis. Sistem ini menjadi sangat penting, terutama di lingkungan yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap pasokan listrik seperti gedung perkantoran dan *data center* (Rahman dkk., 2024). Dengan implementasi sistem pemantauan, penggunaan energi dapat diawasi secara berkala sebagai alat observasi ringan memungkinkan pengguna mengetahui beban listrik yang digunakan.

Namun kenyataannya, di berbagai lokasi termasuk fasilitas skala besar, proses pemantauan energi masih banyak dilakukan secara konvensional. Penggunaan alat seperti clamp meter, multimeter dan thermometer masih menjadi metode utama dalam pencatatan konsumsi energi listrik. Metode ini tidak hanya memerlukan kehadiran teknisi secara fisik di lapangan, tetapi juga bergantung pada pencatatan manual yang rawan terhadap kesalahan input, keterlambatan pencatatan, dan tidak adanya data historis yang terdokumentasi secara otomatis (Rafi dkk., 2023). Ketidakefisienan ini menjadi lebih signifikan ketika diterapkan pada sistem kelistrikan yang kompleks, seperti panel distribusi daya yang tersebar di berbagai titik lokasi, atau berada di ruang sempit dan area teknis seperti *data center*, yang akses fisiknya terbatas dan sulit dijangkau secara berkala (Ekawani., 2023). Keterbatasan metode manual tersebut menimbulkan permasalahan efisiensi dan jangkauan akses fisik dalam pemantauan energi, karena teknisi tidak selalu dapat melakukan observasi rutin, serta tidak tersedianya dukungan data historis maupun akses jarak jauh yang memadai, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan energi dan gangguan operasional.

Salah satu titik kritis dalam sistem distribusi listrik adalah *Sub Distribution Panel* (SDP), yang bertugas menerima pasokan daya dari *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) dan mendistribusikannya ke berbagai beban melalui *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB). SDP sering kali menjadi pusat beban dari peralatan penting, sehingga pemantauan terhadap performa dan konsumsi energinya sangat vital untuk menjamin stabilitas pasokan listrik dan efisiensi penggunaan daya (Khumaidi dkk., 2024). Peningkatan konsumsi energi yang tidak terpantau dapat menyebabkan pemborosan, kenaikan biaya operasional, bahkan gangguan sistem.

Penelitian ini berangkat dari pengalaman peneliti dalam riset pemantauan energi di lingkungan industri pada sebuah perusahaan, yang mengungkap keterbatasan metode konvensional menggunakan clamp meter dan multimeter. Metode manual tersebut menuntut kehadiran langsung ke akses panel yang terbatas, serta pencatatan data yang rawan kesalahan dan tidak menyediakan rekaman historis, sehingga menyulitkan pemantauan energi dalam jangka panjang. Permasalahan ini tidak hanya ditemui peneliti, tetapi juga menjadi tantangan umum dalam praktik industri yang membutuhkan sistem pemantauan energi yang akurat, cepat, dan terintegrasi.

Untuk menghadapi tantangan tersebut, maka diperlukan adanya sistem pemantauan energi yang lebih efisien terhadap kebutuhan industri. Salah satu rekomendasi yang dapat diterapkan adalah pengembangan sistem *power meter* berbasis *Internet of Things* (IoT), yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, serta *platform* pemantauan berbasis *cloud* untuk mencatat dan mengirimkan data pemakaian energi secara berkala. Dengan sistem ini, pencatatan tidak lagi bergantung pada intervensi teknisi, melainkan dilakukan secara otomatis, terdokumentasi, dan berkelanjutan. Dalam penelitian ini, sistem dirancang untuk memantau konsumsi energi pada panel daya *Sub Distribution Panel* (SDP) dengan memanfaatkan teknologi komunikasi nirkabel yang hemat daya dan memiliki jangkauan luas, sehingga mampu menjawab kebutuhan akan pemantauan energi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka selanjutnya dalam penelitian ini dipaparkan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem *power meter* untuk pemantauan energi pada *Sub Distribution Panel* (SDP) berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana analisis hasil pengujian dan performa sistem *power meter* untuk Pemantauan Energi pada *Sub Distribution Panel* (SDP) berbasis *Internet of Things* (IoT)?
3. Bagaimana analisis performa LoRaWAN dalam sistem *power meter* untuk Pemantauan Energi pada *Sub Distribution Panel* (SDP) berbasis *Internet of Things* (IoT)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Melakukan rancang bangun sistem *power meter* untuk pemantauan energi pada *Sub Distribution Panel* (SDP) berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Menganalisis hasil pengujian dan performa dari sistem *power meter* untuk pemantauan energi pada *Sub Distribution Panel* (SDP) berbasis *Internet of Things* (IoT).
3. Menganalisis performa LoRaWAN dalam *power meter* untuk pemantauan energi pada *Sub Distribution Panel* (SDP) berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun uraian batasan-batasan masalah yang menjadi fokus penelitian guna memberikan arah yang jelas pada ruang lingkup pembahasan, yakni sebagai berikut:

1. Parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu tegangan, arus, daya serta suhu dan kelembapan.
2. Pengujian sistem *power meter* dilakukan pada *Sub Distribution Panel* (SDP).
3. LoRaWAN digunakan sebagai protokol komunikasi nirkabel untuk mengirimkan data.

4. Sistem *power meter* menggunakan *platform* Telkom IoT Console sebagai *platform* pemantauan.
5. Analisis data berfokus pada kinerja sistem *power meter* untuk pemantauan energi meliputi daya, arus dan tegangan juga performa LoRaWAN dalam transmisi data melalui analisis *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *packet loss*.
6. Sistem hanya memantau satu fasa, sehingga tidak mencerminkan konsumsi total daya dari panel tiga fasa secara keseluruhan.
7. *Output* yang dihasilkan sistem *power meter* berupa *personal dashboard* pada *platform* Telkom IoT Console yang menampilkan grafik parameter daya, tegangan, arus, serta suhu dan kelembapan.
8. Data monitoring yang ditampilkan dikirim secara berkala dan bukan secara *real time*.
9. *Data center* dan data penggunaan konsumsi energi tidak dianalisis lebih lanjut karena termasuk dalam kategori data sensitif internal
10. Sistem tidak dirancang untuk audit energi atau analisis sistem distribusi daya tiga fasa, melainkan hanya sebagai alat observasi ringan dengan satu fasa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dapat terlihat dari beberapa aspek, diantaranya dari perspektif mahasiswa yang terlibat dalam pelaksanaannya maupun bagi pihak perusahaan sebagai entitas penyedia fasilitas. Berikut manfaat yang dapat diuraikan:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang pemantauan energi berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan merancang sistem *power meter* yang memanfaatkan teknologi LoRaWAN dan *platform* IoT dan implementasinya pada *Sub Distribution Panel* (SDP) diharapkan penelitian ini dapat memperkaya literatur yang ada dan

memberikan wawasan baru mengenai aplikasi *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan energi.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti:

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai *Internet of Things* (IoT) khususnya dalam perancangan sistem *power meter* serta implementasi dalam pengelolaan energi di *Sub Distribution Panel* (SDP).

b. Bagi Perusahaan:

Penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan perusahaan untuk memanfaatkan sistem *power meter* untuk pemantauan energi dan sebagai alat observasi ringan. Serta diharapkan sistem *power meter* yang dikembangkan dapat memberikan data akurat mengenai pemantauan energi, yang memungkinkan perusahaan untuk membuat keputusan manajerial yang lebih baik.

c. Bagi Universitas

Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penyusunan penelitian serupa dalam bidang *Internet of Things* (IoT) khususnya dalam perancangan sistem *power meter* untuk pemantauan energi.