

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Sistem *power meter* berbasis IoT berhasil dirancang dan dibangun untuk memantau parameter energi pada panel daya jenis SDP. Sistem ini mengintegrasikan sensor PZEM-004T sebagai alat ukur tegangan, arus, dan daya, serta sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan lingkungan. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat pemrosesan data, sedangkan modul RFM95 dengan protokol LoRaWAN digunakan untuk pengiriman data nirkabel menuju *platform* Telkom IoT Console. Seluruh perangkat dirancang dalam satu sistem yang dapat beroperasi secara otomatis untuk mengirimkan data secara berkala.
2. Analisis hasil pengujian dan performa sistem menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan energi secara otomatis dan menampilkan data pada *platform* Telkom IoT Console. Sensor PZEM-004T mampu mengukur tegangan dengan tingkat akurasi yang baik dengan *error* relatif kecil pada pengukuran tegangan, arus, dan daya. Sensor DHT22 juga mampu mengukur suhu dan walaupun memiliki *error* yang lebih tinggi. Visualisasi data yang tampil pada *personal dashboard* Telkom IoT Console membuktikan bahwa sistem mampu menyajikan informasi yang aktual dan terstruktur, sehingga mempermudah pemantauan secara berkala.
3. Analisis hasil pengujian komunikasi LoRaWAN menunjukkan bahwa, sistem mampu terhubung secara stabil meskipun berada dalam kondisi sinyal yang terbatas. Nilai RSSI berada pada kisaran -117,6 hingga -118,7 dBm, sementara nilai SNR berkisar antara -10,6 dB hingga -12,1 dB, yang masih tergolong dapat diterima dalam komunikasi LoRa. Persentase *packet loss* yang

4. ditemukan berkisar antara 8,33–16,67%, menunjukkan bahwa transmisi data mengalami sedikit kehilangan, tetapi tidak mengganggu pengiriman secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tetap dapat digunakan untuk pemantauan energi sederhana dengan kapasitas pengiriman data rendah.
5. Secara keseluruhan, sistem *power meter* yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti dapat menjawab kebutuhan pemantauan energi secara ringan dan efisien. Sistem ini berhasil menjawab ketiga rumusan masalah penelitian, yaitu dari segi rancang bangun yang terintegrasi dan berfungsi sesuai kebutuhan, performa sistem yang cukup baik dalam akurasi dan kestabilan, serta konektivitas jaringan LoRaWAN yang masih dapat digunakan meskipun dalam kondisi terbatas. Dengan karakteristik tersebut, sistem ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam skala yang lebih luas, serta dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung upaya efisiensi energi, terutama di lingkungan *data center* dan instalasi kelistrikan lainnya.

## 5.2 Saran

Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, beberapa saran pengembangan yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Disarankan agar sistem *power meter* berbasis IoT yang telah dikembangkan dapat diperluas cakupannya untuk mendukung pemantauan pada sistem kelistrikan tiga fasa. Hal ini penting mengingat sistem saat ini masih terbatas pada satu fasa, sehingga belum mampu memberikan representasi menyeluruh terhadap distribusi energi pada instalasi skala besar.
2. Peningkatan kualitas komunikasi LoRa menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan. Upaya yang dapat dilakukan antara lain melalui penggunaan antena eksternal, penambahan *repeater* atau *gateway*, serta pengoptimalan parameter transmisi. Dengan langkah tersebut, sistem diharapkan mampu memperluas jangkauan sinyal sekaligus mengurangi risiko gangguan komunikasi.

3. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur notifikasi otomatis ketika terjadi anomali pada tegangan, arus, daya, maupun kondisi suhu dan kelembapan. Kehadiran fitur ini akan meningkatkan respons pengguna terhadap gangguan sistem secara real-time, sehingga potensi kerugian akibat keterlambatan deteksi dapat diminimalkan.
4. Pengujian sistem sebaiknya diperluas ke berbagai jenis panel daya, tidak hanya terbatas pada panel tertentu, tetapi juga mencakup lingkungan industri dan komersial. Dengan demikian, performa sistem dapat diuji pada variasi beban dan kondisi lingkungan yang lebih kompleks.
5. Diperlukan kalibrasi lanjutan serta pengujian akurasi dengan menggunakan beban yang lebih bervariasi. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan tetap konsisten dan akurat dalam berbagai *level* daya yang mungkin ditemui di lapangan, sehingga hasil pemantauan dapat lebih dipercaya dan bermanfaat untuk pengambilan keputusan.