

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Sistem monitoring berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T berhasil dirancang serta diimplementasikan untuk membaca parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, dan energi dari sistem hybrid (PLN, PLTS, dan Genset) serta beban. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh parameter dapat terbaca dengan baik oleh sensor dan ditampilkan secara *real-time* tanpa adanya gangguan yang berarti, sehingga sistem monitoring ini telah memenuhi rancangan yang ditetapkan.
2. Sistem visualisasi data berbasis web lokal berhasil dikembangkan dengan integrasi basis data MySQL. Antarmuka web lokal mampu menampilkan parameter kelistrikan dalam bentuk tabel maupun grafik, sekaligus merekam data secara historis sehingga dapat dianalisis lebih lanjut. Grafik tegangan dan arus terbukti dapat merepresentasikan momen perpindahan antar sumber melalui mekanisme ATS, sedangkan tabel parameter memberikan detail numerik yang konsisten dengan grafik. Hal ini membuktikan bahwa sistem visualisasi telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menyediakan informasi yang akurat, informatif, dan mudah dipantau secara *real-time*.
3. Penggunaan sistem monitoring ini memberikan kemudahan dalam proses pemantauan maupun analisis sistem kelistrikan. Data historis yang tersimpan memungkinkan pengguna melakukan evaluasi performa tiap sumber energi, menilai kestabilan suplai listrik, serta mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem *hybrid* (PLN–PLTS–Genset). Selain itu, efektivitas sistem monitoring ini juga diperkuat oleh hasil pengujian yang menunjukkan kesesuaian antara data aktual dan hasil monitoring, dengan perbedaan waktu perpindahan yang relatif kecil dan masih dalam batas toleransi. Hal ini membuktikan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang baik dalam mendukung pengoperasian sistem *hybrid*.

5.2 Saran

1. Mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT agar pemantauan dapat dilakukan secara jarak jauh, tidak hanya terbatas pada web lokal.

2. Melakukan pengujian pada variasi jenis beban, termasuk beban induktif, motor, dan beban non-linear, untuk mengevaluasi kinerja sistem ATS pada kondisi nyata yang lebih kompleks.
3. Menambahkan fitur pemantauan State of Charge (SoC) baterai agar Genset dapat menyala otomatis saat kapasitas baterai PLTS menurun, sehingga kontinuitas suplai beban tetap terjaga.

