

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring dan deteksi dini gangguan pada panel surya berbasis Internet of Things (IoT), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem monitoring panel surya berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor INA219, dan BH1750. Sistem mampu mengakuisisi data tegangan, arus, daya, dan intensitas cahaya secara *real-time* sehingga kondisi operasional panel surya dapat dipantau secara kontinu.
2. Mekanisme *data logging* berhasil diimplementasikan dengan menyimpan seluruh data hasil monitoring secara otomatis ke Google Spreadsheet setiap interval 5 menit. Data historis yang tersimpan dapat digunakan sebagai dasar analisis perubahan kinerja panel surya berdasarkan variasi intensitas cahaya, suhu, tegangan, arus, dan daya selama periode pengamatan.
3. Metode *Rule-Based Fault Detection* berhasil diimplementasikan menggunakan parameter intensitas cahaya, arus, dan daya sebagai dasar pengambilan keputusan. Sistem mampu mengidentifikasi kondisi NORMAL, *SHADOW*, dan *CABLE FAULT* sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan sehingga proses deteksi gangguan dapat dilakukan secara otomatis.
4. Integrasi sistem dengan platform *Blynk* dan *Google Spreadsheet* berhasil dilakukan. Aplikasi *Blynk* mampu menampilkan parameter monitoring serta status kondisi panel surya secara real-time dan mengirimkan notifikasi secara otomatis ketika sistem mendeteksi gangguan, sedangkan Google Spreadsheet berfungsi sebagai media penyimpanan data monitoring secara otomatis.
5. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu melakukan monitoring kinerja panel surya selama 24 jam, menyimpan data historis dengan baik,

mendeteksi kondisi *NORMAL*, *SHADOW*, dan *CABLE FAULT* sesuai kondisi aktual, serta memberikan respons notifikasi secara *real-time* melalui aplikasi Blynk ketika terjadi gangguan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian sebagai sistem monitoring dan deteksi dini gangguan pada panel surya berbasis IoT.

6. Hasil pengujian selama 24 jam menunjukkan bahwa sistem mampu memantau perubahan kondisi operasional panel surya sesuai dengan siklus penyinaran matahari. Pada kondisi *charging*, diperoleh nilai tegangan sebesar 14,582 V, arus 2,16 A, daya 30,62 W, dan intensitas cahaya 54.612 lux dengan status *NORMAL* tanpa notifikasi.. Sementara pada kondisi *discharging*, arus dan daya panel menurun hingga mendekati 0 A dan 0 W, sedangkan tegangan mengalami penurunan secara bertahap sesuai proses pelepasan energi baterai.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan metode deteksi gangguan menggunakan algoritma berbasis *machine learning* atau *artificial intelligence* sehingga sistem mampu mengenali lebih banyak jenis gangguan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode rule-based.
2. Menambahkan parameter monitoring lain, seperti kelembapan lingkungan, suhu permukaan panel menggunakan sensor inframerah, atau pengukuran arus dan tegangan pada sisi baterai serta beban, sehingga kondisi sistem pembangkit dapat dipantau secara lebih menyeluruh.
3. Mengimplementasikan sistem pada instalasi panel surya dengan kapasitas yang lebih besar dan melakukan pengujian dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk mengevaluasi keandalan sistem pada berbagai kondisi cuaca dan lingkungan.
4. Menambahkan fitur pencatatan riwayat gangguan, analisis tren performa panel surya, serta dashboard berbasis web sehingga proses monitoring dan evaluasi kinerja sistem menjadi lebih komprehensif.
5. Mengembangkan sistem notifikasi dengan beberapa media komunikasi, seperti Telegram, WhatsApp, atau SMS, sehingga informasi gangguan dapat diterima pengguna melalui lebih dari satu platform dan meningkatkan keandalan sistem peringatan dini.