

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian *prototype* sistem deteksi dini titik panas dan proteksi otomatis pada PHB-TR berbasis IoT, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem mampu melakukan *monitoring* suhu pada masing-masing fasa dan menampilkan kondisi suhu dalam kategori normal, *warning*, ataupun *danger* melalui LCD dan web *monitoring* sesuai dengan *threshold* yang telah ditentukan.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MLX90614 mampu bekerja dengan baik dengan rata-rata *error* sebesar 1,55% dan memiliki jarak pengukuran optimal pada jarak 2 cm, sehingga masih berada dalam batas toleransi untuk kebutuhan *monitoring* suhu pada *prototype* sistem yang dirancang.
3. Pengujian sambungan longgar menunjukkan bahwa terminal dengan sambungan longgar cenderung memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan terminal normal, sehingga sistem mampu mendeteksi indikasi awal kenaikan suhu pada sambungan terminal.
4. Pada kondisi *warning*, sistem berhasil memberikan peringatan melalui buzzer, web *monitoring*, dan Telegram Bot tanpa melakukan trip. Sedangkan pada kondisi *danger*, sistem berhasil mengaktifkan proteksi otomatis berupa pemutusan beban (trip) serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna dengan rata-rata *delay* sebesar 1,33 detik.
5. Fitur reset dan *safety interlock* berhasil bekerja sesuai perancangan dengan mencegah sistem aktif kembali secara otomatis setelah trip proteksi. Sistem hanya dapat beroperasi kembali setelah suhu seluruh fasa kembali pada kondisi normal dan dilakukan reset oleh operator.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem dapat ditambahkan fitur penyimpanan data (*data logging*) sehingga riwayat suhu dan kondisi proteksi dapat tersimpan secara otomatis untuk kebutuhan analisis lebih lanjut.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter kelistrikan lainnya seperti arus dan tegangan sehingga sistem *monitoring* dan proteksi menjadi lebih lengkap dan terintegrasi.
3. Sistem komunikasi data dapat dikembangkan menggunakan teknologi komunikasi jarak jauh seperti LoRa agar sistem *monitoring* dan notifikasi tetap dapat berjalan pada area dengan keterbatasan internet.