

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian Simulasi Sistem Monitoring Suhu dan Tekanan Internal pada Transformator Daya Berbasis ESP32 Menggunakan *Website*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sensor Thermocouple Type K dan sensor *Pressure* telah berhasil diimplementasikan untuk melakukan pemantauan suhu dan tekanan secara *real-time*. Berdasarkan pengujian validasi, sensor suhu mampu merespons perubahan kondisi temperatur. Pada sensor *Pressure* diperoleh rata-rata pembacaan sebesar 5,81 Psi, sedangkan *Pressure Gauge* sebesar 5,82 Psi, dengan rata-rata selisih 1,46 Psi dan presentase error 0,25%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor telah dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan tekanan.
2. Sistem monitoring berbasis IoT telah berhasil mengintegrasikan ESP32, MQTT, Node-RED, website, dan Google *Spreadsheet* untuk mendukung proses pemantauan dan penyimpanan data. Data suhu dan tekanan dapat dikirimkan dari perangkat menuju sistem monitoring sehingga kondisi transformator dapat dipantau secara jarak jauh, sedangkan Google *Spreadsheet* digunakan sebagai media penyimpanan data hasil pemantauan.
3. Sistem mampu mendeteksi perubahan kondisi transformator berdasarkan perubahan suhu dan tekanan serta memberikan respons sesuai dengan logika kendali yang dirancang.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, masih terdapat beberapa keterbatasan pada simulasi sistem yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan kinerja sistem. Adapun saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem dengan sensor dan parameter yang lebih lengkap, seperti sensor temperatur minyak, temperatur belitan, level minyak, atau parameter lain yang relevan sehingga kondisi transformator dapat dianalisis secara lebih menyeluruh. Pengembangan tersebut dapat melengkapi pemantauan suhu dan tekanan yang telah diterapkan pada simulasi sistem. Hal ini sejalan dengan batasan penelitian yang saat ini belum mencakup temperatur belitan, kualitas minyak, DGA, dan sistem proteksi transformator secara menyeluruh.
2. Meningkatkan keandalan komunikasi dan sistem monitoring jarak jauh dengan menggunakan broker atau server MQTT yang lebih terkontrol serta menambahkan mekanisme penanganan ketika koneksi internet terputus. Dengan demikian, data hasil monitoring tetap dapat disimpan sementara dan dikirim kembali ketika koneksi telah tersedia.