

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis *Silica gel* pada *Dehydrating Breather* Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Sistem regenerasi otomatis berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali, sensor TCS3200 sebagai pendeteksi kondisi warna *silica gel*, *thermocouple type-k* dan MAX6675 sebagai pengukur suhu, serta relay, SCR Dimmer, dan *heater* sebagai bagian dari sistem pemanasan. Seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi sesuai fungsi yang dirancang.
2. Sensor TCS3200 mampu membedakan kondisi *silica gel* berdasarkan nilai RGB. Pada kondisi biru (kering), diperoleh rata-rata nilai R, G, dan B masing-masing sebesar 131,6; 141,2; dan 113,2, sedangkan pada kondisi ungu (basah) diperoleh rata-rata sebesar 81,6; 102,0; dan 82,0. Nilai *coefficient of variation* (CV) berada pada rentang 0,32%–1,20%, yang menunjukkan pembacaan sensor yang stabil dan konsisten pada pengujian.
3. Sistem monitoring berbasis Blynk dan Google *Spreadsheet* berhasil diterapkan. Data seperti suhu, nilai RGB, mode operasi, status *heater*, dan kondisi *silica gel* dapat dikirim dan disimpan sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan kondisi sistem secara jarak jauh serta memiliki riwayat data hasil pengujian.
4. Proses regenerasi *silica gel* dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan *heater*. Ketika *silica gel* terdeteksi dalam kondisi jenuh, sistem mengaktifkan *heater* untuk melakukan proses pengeringan. Setelah *silica gel* terdeteksi kembali dalam kondisi kering, sistem memberikan perintah untuk mematikan *heater*. Pada pengujian, proses regenerasi berlangsung selama kurang lebih 80menit, dengan suhu meningkat dari 28°C hingga 126°C sebelum *heater* dimatikan berdasarkan deteksi perubahan warna.

5. Sistem yang dirancang dapat membantu meningkatkan efektivitas pemeliharaan *dehydrating breather* transformator karena mampu mengurangi ketergantungan terhadap pemeriksaan visual secara manual. Sistem dapat mendeteksi kondisi *silica gel*, melakukan regenerasi secara otomatis, memantau suhu, serta menyediakan informasi kondisi alat secara jarak jauh. Dengan demikian, sistem dapat mendukung proses pemeliharaan yang lebih praktis, terpantau, dan responsif terhadap kondisi *silica gel*.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan implementasi alat, sistem ini sudah mampu bekerja secara otomatis sesuai dengan parameter *input* dan *output* yang telah ditentukan. Namun, untuk meningkatkan performa dan keandalan sistem di masa mendatang, terdapat beberapa saran pengembangan yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut:

1. Menambahkan sensor kelembapan atau sensor kadar air sebagai parameter pendukung sensor warna. Dengan demikian, kondisi *silica gel* tidak hanya ditentukan berdasarkan perubahan warna, tetapi juga dapat dikonfirmasi berdasarkan tingkat kelembapannya..
2. Logika kontrol *heater* dapat dikembangkan dari kontrol ON/OFF menjadi kontrol PID atau logika *fuzzy*, khususnya untuk pengaturan dimmer di atas 50%, guna mengurangi risiko *overshoot* suhu akibat laju pemanasan yang tidak linear terhadap persentase daya *heater* .
3. Pengujian *Thermocouple Type-K* sebaiknya dilakukan dengan waktu tunggu (*settling time*) yang lebih lama, terutama pada rentang suhu rendah, agar pembacaan sensor lebih stabil sebelum data dicatat.
4. dapat dikembangkan dengan menambahkan kipas *exhaust* atau sistem sirkulasi udara pada ruang regenerasi untuk mempercepat pelepasan uap air hasil pemanasan, sehingga proses regenerasi dapat berlangsung lebih efisien dan waktu regenerasi dapat dipersingkat.
5. Meningkatkan sistem monitoring berbasis IoT dengan menambahkan fitur notifikasi pada Blynk ketika *silica gel* mengalami kejenuhan, proses regenerasi

dimulai atau selesai, serta ketika terjadi kondisi suhu yang melebihi batas aman.