

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator tenaga merupakan salah satu peralatan utama dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik sesuai kebutuhan sistem. Keandalan transformator sangat dipengaruhi oleh kondisi sistem isolasi, khususnya minyak transformator dan kertas isolasi di dalamnya[1]. Pada transformator terdapat bagian yang bernama *Breather Dehydrating* yang berisi *silica gel*. *Breather Dehydrating* ini berfungsi sebagai alat pernafasan transformator[2]. Namun, dalam pemakaian tertentu *silica gel* akan mengalami kejenuhan sehingga kemampuan menyerap kelembapan menurun. Kondisi ini biasanya ditandai dengan perubahan warna *silica gel* dari biru menjadi merah muda, tergantung jenis indikator yang digunakan.

Pada proses pemeliharaan, kondisi *silica gel* umumnya diperiksa melalui perubahan warna secara visual. Pemeriksaan secara langsung memiliki keterbatasan karena kondisi *silica gel* dan proses regenerasi tidak dapat dipantau secara *real-time* dari jarak jauh. Selain itu, proses regenerasi *silica gel* dilakukan secara manual tanpa adanya pemantauan *real-time*. *Silica gel* harus dipanaskan di alat pemanas dan harus selalu di cek untuk kesesuaian suhu dan warnanya. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi *silica gel*, melakukan proses regenerasi secara otomatis, serta memantau kondisi sistem secara *real-time*.

Dalam penelitian ini, sistem tidak dipasang secara langsung pada transformator, tetapi dibuat dalam bentuk *prototype* tangki regenerasi yang mensimulasikan ruang *dehydrating breather*. *Prototype* tersebut digunakan sebagai media pengujian untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi perubahan warna *silica gel* dan melakukan proses regenerasi. Sensor TCS3200 digunakan untuk membaca warna *silica gel* berdasarkan nilai frekuensi RGB, sedangkan *thermocouple type-K* digunakan untuk mengukur suhu selama proses regenerasi. ESP32 digunakan sebagai pusat kendali untuk mengolah data sensor dan mengatur kerja *heater*. Ketika *silica gel* terdeteksi dalam kondisi jenuh

berdasarkan nilai RGB yang telah ditentukan, sistem akan mengaktifkan *heater* untuk memulai proses regenerasi.

Selain proses regenerasi otomatis, monitoring *real-time* menggunakan Blynk menjadi salah satu fokus utama dalam perancangan *prototype* ini. ESP32 mengirimkan data hasil pembacaan sensor melalui koneksi WiFi ke aplikasi Blynk. Melalui Blynk, pengguna dapat memantau suhu, nilai RGB, kondisi warna *silica gel*, serta status *heater* secara *real-time* tanpa harus melihat *prototype* secara langsung. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui perubahan kondisi *silica gel* dan perkembangan proses regenerasi dari jarak jauh. Data hasil monitoring juga dapat dikirimkan ke Google *Spreadsheet* sebagai media pencatatan data.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang “Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis Silica Gel pada Dehydrating Breather Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk”. Sistem yang dirancang berupa *prototype* tangki yang tidak terpasang langsung pada transformator dan digunakan untuk mensimulasikan proses regenerasi *silica gel*. *Prototype* ini diharapkan mampu melakukan deteksi kondisi *silica gel*, mengaktifkan dan mematikan *heater* secara otomatis berdasarkan perubahan warna, serta memberikan monitoring suhu, nilai RGB, kondisi warna *silica gel*, dan status *heater* secara *real-time* melalui Blynk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian "Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis *Silica gel* pada *Dehydrating Breather* Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk" adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem regenerasi otomatis *silica gel* pada *dehydrating breather* transformator berbasis ESP32?
2. Bagaimana mendeteksi kondisi kejenuhan *silica gel* secara otomatis menggunakan sensor warna sebagai indikator perubahan warna *silica gel*?
3. Bagaimana memantau suhu dan kondisi *silica gel* secara *real-time* menggunakan aplikasi Blynk berbasis *Internet of Things* (IoT)?
4. Bagaimana mengendalikan proses regenerasi *silica gel* secara otomatis menggunakan *heater* ketika *silica gel* terdeteksi jenuh?

5. Bagaimana kinerja sistem monitoring dan regenerasi otomatis *silica gel* dalam membantu meningkatkan efektivitas pemeliharaan *dehydrating breather* transformator?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari tugas akhir "Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis *Silica gel* pada *Dehydrating Breather* Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk" adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem regenerasi otomatis *silica gel* pada *dehydrating breather* transformator berbasis mikrokontroler ESP32.
2. Merancang sistem pendeteksian kondisi kejenuhan *silica gel* menggunakan sensor warna untuk mengidentifikasi perubahan warna sebagai indikator tingkat kejenuhan.
3. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kondisi *silica gel* secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi Blynk.
4. Mengimplementasikan sistem kontrol otomatis yang mampu mengaktifkan *heater* untuk melakukan regenerasi *silica gel* ketika kondisi jenuh terdeteksi.
5. Menguji dan menganalisis kinerja sistem monitoring dan regenerasi otomatis *silica gel* dalam mendukung efektivitas pemeliharaan *dehydrating breather* transformator.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi pengembangan teknologi pemeliharaan transformator menyediakan model sistem monitoring dan regenerasi otomatis *silica gel* yang mampu meningkatkan efektivitas pemeliharaan *dehydrating breather* melalui pemantauan kondisi *silica gel* dan suhu secara *real-time*.
2. Bagi teknisi dan perusahaan kelistrikan mempermudah proses pemantauan kondisi *silica gel* tanpa harus melakukan inspeksi visual secara berkala,

sehingga risiko keterlambatan penggantian atau regenerasi *silica gel* dapat diminimalkan.

3. Bagi pengembangan teknologi IoT di bidang ketenagalistrikan menjadi acuan penerapan *Internet of Things* (IoT) pada sistem pemeliharaan transformator dengan mengintegrasikan sensor, ESP32, sistem pemanas, dan aplikasi Blynk dalam satu platform monitoring dan kontrol yang terhubung secara online.
4. Bagi efisiensi operasional dan keandalan transformator membantu menjaga kualitas minyak isolasi transformator dengan memastikan *silica gel* selalu berada dalam kondisi optimal melalui proses regenerasi otomatis, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan umur operasi transformator.
5. Bagi riset dan akademik menambah referensi mengenai penerapan sistem kontrol otomatis dan IoT pada peralatan sistem tenaga listrik, khususnya pada pengembangan sistem regenerasi *silica gel* berbasis ESP32 dan Blynk untuk mendukung konsep smart maintenance pada transformator.

1.5 Pembatasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka pembatasan masalah pada tugas akhir "Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis *Silica gel* pada *Dehydrating Breather* Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk" adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pembuatan prototipe sistem regenerasi otomatis *silica gel* pada *dehydrating breather* transformator skala laboratorium.
2. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk mengolah data sensor, mengendalikan proses regenerasi, dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk.
3. Monitoring kondisi *silica gel* dilakukan berdasarkan pembacaan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi perubahan warna *silica gel* sebagai indikator tingkat kejenuhan.
4. Pengukuran suhu selama proses regenerasi menggunakan sensor suhu *Thermocoupele Type - k*.

5. Proses regenerasi *silica gel* dilakukan menggunakan elemen pemanas (*heater*) yang dikendalikan secara otomatis oleh ESP32 melalui modul pengendali daya.
6. Sistem monitoring jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk yang menampilkan informasi kondisi *silica gel*, suhu, dan status regenerasi secara *real-time*.
7. Pengujian sistem hanya dilakukan untuk mengetahui kinerja monitoring dan regenerasi otomatis *silica gel*, tidak mencakup analisis mendalam terhadap kualitas minyak isolasi transformator.
8. Penelitian tidak membahas perhitungan umur pakai transformator, analisis kegagalan transformator, maupun sistem proteksi transformator secara keseluruhan.
9. Jenis *silica gel* yang digunakan adalah *silica gel* indikator yang mengalami perubahan warna saat menyerap kelembapan.
10. Sistem yang dirancang belum mempertimbangkan integrasi dengan sistem SCADA atau sistem monitoring transformator skala industri.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Berikut ini penjelasan sistematika penulisan yang penulis gunakan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir “Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis *Silica gel* pada *Dehydrating Breather* Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk” dari awal sampai akhir yang dibahas dalam laporan ini, adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang perancangan tugas akhir, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metode penyusunan tugas akhir, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka dan teori yang mendasari topik Rancang Bangun Sistem Regenerasi Otomatis *Silica gel* pada *Dehydrating Breather* Transformator Menggunakan ESP32 dan Blynk. Pembahasan dimulai dengan penjelasan mengenai transformator daya, *dehydrating breather*, *silica gel*, proses regenerasi *silica gel*, *Internet of Things* (IoT), mikrokontroler ESP32, sensor warna TCS3200, sensor suhu *thermocouple*, *heater*, dimmer, aplikasi Blynk, serta

teori-teori pendukung lainnya yang digunakan dalam perancangan sistem.

BAB III : PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini menjelaskan tentang tahapan perancangan alat. Tahapan ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu perancangan hardware dan perancangan software. Perancangan hardware dilakukan dengan membuat diagram blok sistem, desain mekanik tabung *silica gel*, wiring diagram, dan perancangan rangkaian elektronika. Perancangan software dilakukan dengan membuat flowchart sistem, perancangan pembacaan sensor, pengolahan data, sistem monitoring berbasis IoT menggunakan Blynk, serta perancangan logika kontrol regenerasi otomatis agar sistem dapat bekerja sesuai fungsi yang diharapkan.

BAB IV : PEMBUATAN ALAT

Dalam bab ini dijelaskan tentang tahapan pembuatan secara nyata dari keseluruhan sistem sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. *Hardware* alat dirangkai sesuai desain yang telah direncanakan. Selain itu, pada bab ini juga dijelaskan proses pembuatan perangkat lunak, pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE, pemasangan sensor dan *heater*, serta integrasi sistem dengan aplikasi Blynk untuk monitoring dan notifikasi secara *real-time*.

BAB V : PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT

Bab ini menjelaskan tentang pengujian alat yang bertujuan untuk memastikan sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan pada sensor warna TCS3200, sensor suhu *thermocouple*, sistem monitoring berbasis Blynk, serta proses regenerasi otomatis *silica gel* menggunakan *heater*. Selain itu, dilakukan analisis terhadap hasil pengujian untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi kejenuhan *silica gel* dan melakukan regenerasi secara otomatis.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat. Selain itu, diberikan saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan dan penyempurnaan sistem regenerasi otomatis *silica gel* pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN