

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu distribusi tipe portal adalah komponen penting dalam sistem distribusi listrik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan tinggi dari jaringan transmisi sebesar 20kV menjadi tegangan rendah sebesar 380/220V yang dapat digunakan oleh konsumen. Salah satu bagian penting di dalam gardu distribusi tipe portal adalah transformator yang menghubungkan jalur transmisi dengan Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) yang mendistribusikan listrik ke pelanggan. Kabel output yang menghubungkan transformator menuju PHB-TR memiliki peran penting dalam kelancaran pasokan listrik ke konsumen. Kabel output ini menjadi incaran pencuri karena mengandung tembaga yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Motif ekonomi inilah yang mendorong aksi pencurian, meskipun akan membahayakan pencuri dan berdampak besar terhadap sistem distribusi listrik.

Pencurian kabel listrik, khususnya kabel output dari transformator menuju PHB-TR, adalah masalah yang masih sering terjadi. Aksi pencurian ini dapat menyebabkan terputusnya pasokan listrik dan mengganggu berbagai aktivitas masyarakat. Selain itu, pencurian kabel ini sering menyebabkan kerugian besar bagi Perusahaan Listrik Negara (PLN) karena harus mengganti kabel yang hilang dan memperbaiki sistem yang terganggu.

Deteksi dini pencurian kabel pada gardu distribusi sangat penting untuk mencegah kerugian yang lebih besar dan mempercepat pemulihan pasokan listrik. Pencurian kabel ini sering kali baru diketahui setelah adanya laporan dari masyarakat mengenai pemadaman listrik. Dalam beberapa kasus, pemadaman yang disebabkan oleh pencurian kabel sering dianggap sebagai pemadaman rutin oleh petugas PLN. Hal ini menyebabkan warga tidak langsung melapor ke pihak PLN, sehingga waktu tanggap PLN menjadi lebih lama. Oleh karena itu, perlu ada sistem deteksi yang dapat memberikan peringatan dini ketika terjadi pencurian kabel output transformator menuju PHB-TR.

Salah satu solusi untuk mendeteksi pencurian kabel adalah dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT), yang memungkinkan pemantauan kondisi tegangan secara *real-time*. Dengan memanfaatkan sensor-sensor seperti sensor tegangan untuk memantau tegangan ketiga fasa pada kabel output transformator dan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan di sekitar gardu distribusi. Sistem ini dapat mendeteksi perubahan keadaan yang mengindikasikan pencurian kabel output transformator menuju PHB-TR. Deteksi ini dapat dilakukan secara otomatis dan memberikan notifikasi ke pihak berwenang, seperti petugas PLN sehingga dapat segera menanggapi kejadian tersebut.

Berdasarkan penjelasan di atas, hal tersebut yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian dan perancangan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Prototipe Sistem Deteksi Dini Pencurian Kabel Output Transformator Menuju PHB-TR Pada Gardu Distribusi Tipe Portal Berbasis IoT**”. Sistem ini akan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor tegangan PZEM-004T-V3.0 (100A) dan sensor gerakan (PIR HC-SR501) untuk mendeteksi pencurian pada kabel output transformator menuju PHB-TR. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram dengan jaringan internet untuk memberikan informasi dengan cepat.

1.2 Perumusan Masalah

Pencurian kabel yang menghubungkan transformator ke Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) pada gardu distribusi tipe portal merupakan masalah serius yang kerap terjadi. Saat ini, pencurian baru diketahui setelah warga melaporkan adanya pemadaman listrik, yang seringkali tidak langsung dilaporkan karena dianggap sebagai pemadaman atau pemeliharaan oleh pihak PLN. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan dalam penanganan, sehingga PLN baru menyadari adanya pencurian setelah beberapa waktu berlalu dan semua kabel telah berhasil dicuri. Proses investigasi, penggantian kabel, dan pemulihan sistem dapat memakan waktu berjam-jam, yang berdampak pada terganggunya aktivitas masyarakat serta menimbulkan kerugian bagi PLN.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dikembangkan sebuah sistem yang mampu mendeteksi lebih dini adanya pencurian kabel. Solusi yang ditawarkan adalah merancang dan membangun prototipe sistem deteksi dini pencurian kabel output transformator menuju PHB-TR pada gardu distribusi tipe portal berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan sensor tegangan dan sensor gerak yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Sistem ini akan memantau kondisi tegangan pada kabel output transformator menuju PHB-TR secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi peringatan melalui internet ke aplikasi Telegram apabila terdeteksi adanya indikasi pencurian kabel. Dengan demikian, diharapkan pencurian kabel dapat dideteksi lebih dini dan respons petugas dapat dilakukan lebih cepat.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Merancang dan membangun prototipe sistem deteksi dini pencurian kabel output transformator menuju PHB-TR pada gardu distribusi tipe portal berbasis Internet of Things (IoT).
2. Merancang sistem yang secara otomatis memantau kondisi tegangan pada fasa R, S, dan T menggunakan sensor PZEM-004T V3.0 (100A) yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32.
3. Menguji keandalan sistem dalam mendeteksi kondisi berikut:
 - a. Pencurian kabel fasa output transformator melalui analisis kehilangan tegangan pada salah satu fasa serta deteksi gerakan dan mengirimkan notifikasi ke Bot Telegram.
 - b. Pencurian kabel netral output transformator melalui analisis ketidakseimbangan tegangan antar fasa serta deteksi gerakan dan mengirimkan notifikasi ke Bot Telegram.
 - c. Pemadaman listrik melalui analisis kehilangan tegangan serentak pada ketiga fasa dan mengirimkan notifikasi ke Bot Telegram.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Tugas Akhir ini memiliki 2 jenis manfaat, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Tugas akhir ini diharapkan dapat memperkaya kajian di bidang yang sama, khususnya dalam penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk sistem monitoring dan proteksi infrastruktur kelistrikan. Penelitian ini mendukung pengembangan teori terkait penggunaan sensor tegangan, sensor gerak (PIR), serta mikrokontroler ESP32 dalam sistem deteksi pencurian kabel listrik. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah bagi studi-studi selanjutnya yang mengkaji penerapan sistem deteksi otomatis berbasis IoT pada bidang distribusi tenaga listrik.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, tugas akhir ini memberikan solusi untuk mendeteksi lebih dini terjadinya pencurian kabel output transformator menuju PHB-TR pada gardu distribusi tipe portal dengan berbasis IoT, sehingga kerugian dan gangguan pasokan listrik dapat diminimalisir. Sistem yang dirancang memungkinkan pemantauan kondisi tegangan secara *real-time* dan pengiriman notifikasi otomatis ke aplikasi Telegram saat terdeteksi kehilangan tegangan dan gerakan mencurigakan di sekitar panel. Hasil dari penelitian ini juga dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem monitoring serupa di lingkungan PLN, industri kelistrikan, maupun sebagai referensi bagi mahasiswa dan peneliti yang mengerjakan topik serupa di bidang yang sama.

1.5 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, ruang lingkup dibatasi agar berfokus terhadap pengembangan prototipe sistem deteksi pencurian kabel output transformator menuju Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) pada gardu distribusi tipe portal berbasis IoT. Adapun batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya memantau kondisi ketika kehilangan tegangan dan terjadi ketidakseimbangan tegangan yang berada di luar batas toleransi yang ditentukan pada kabel fasa R, S, dan T.
2. Sistem hanya dapat mendeteksi kehilangan kabel netral ketika kabel netral tersebut hilang di urutan pertama dan kedua saja.
3. Sensor gerak PIR HC-SR501 hanya diaktifkan dan akan bekerja ketika terdeteksi hilangnya tegangan atau terdeteksi ketidakseimbangan tegangan yang berada di luar batas toleransi yang ditentukan dan dalam waktu aktif tertentu.
4. Sistem dirancang sebagai prototipe dan diuji dalam lingkungan simulasi pada laboratorium, belum diaplikasikan langsung di gardu distribusi tipe portal sebenarnya.

1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan laporan sebagai berikut:

a. Bagian Depan

1. Halaman Judul
2. Halaman Pengesahan
3. Surat Pernyataan Keaslian, bermaterai Rp10.000, -
4. Berita Acara Ujian
5. Halaman Persembahan
6. Abstraks (Dalam dua bahasa: Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris)
7. Kata Pengantar
8. Daftar Isi
9. Daftar Tabel

10. Daftar Gambar

11. Daftar Lampiran

b. Bagian Utama

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah yang mendasari pentingnya penelitian ini dilakukan, perumusan masalah yang menjadi fokus utama penelitian, tujuan yang ingin dicapai, manfaat teoritis dan praktis dari penelitian, pembatasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, serta sistematika penyusunan laporan Tugas Akhir.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan. Bab ini juga membahas teori-teori dan konsep-konsep dasar yang mendukung penelitian, seperti konsep Internet of Things (IoT), prinsip kerja sensor tegangan PZEM-004T V3.0, sensor PIR, mikrokontroler ESP32, serta teori terkait monitoring tegangan dan deteksi gerakan.

3. BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini menjelaskan proses perancangan sistem baik dari sisi perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software). Pada bagian perangkat keras dijelaskan blok diagram sistem dan cara kerjanya, sedangkan pada bagian perangkat lunak dijelaskan flowchart alur program dan mekanisme kerja sistem secara keseluruhan.

4. BAB IV PEMBUATAN ALAT

Bab ini menguraikan proses realisasi pembuatan prototipe alat deteksi pencurian kabel output transformator menuju PHB-TR, mulai dari perakitan perangkat keras hingga pengembangan program yang diinstal pada mikrokontroler ESP32.

5. BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Bab ini memaparkan hasil pengujian alat berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan, seperti monitoring tegangan tiap fasa, deteksi gerakan, kondisi kehilangan tegangan satu per satu maupun serentak, serta

pengiriman notifikasi ke aplikasi Telegram. Bab ini juga berisi analisis kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian.

6. BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan sistem di masa depan.