

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sambaran petir merupakan fenomena alam dengan energi sangat besar yang berpotensi menimbulkan kerusakan serius pada infrastruktur, khususnya pada sistem kelistrikan dan peralatan elektronik yang terhubung ke jaringan grounding (Rakov & Uman, 2003). Dalam sistem penangkal petir, kabel grounding berfungsi menyalurkan energi sambaran ke tanah secara aman. Namun, meskipun sistem grounding telah dirancang untuk mengalirkan arus petir, tetap dibutuhkan sistem pemantauan untuk memastikan apakah sambaran benar-benar terjadi, sekaligus mengetahui frekuensi serta intensitasnya. Informasi ini sangat penting, terutama bagi infrastruktur berisiko tinggi seperti menara komunikasi, gedung bertingkat, maupun instalasi energi, guna mendukung analisis risiko, pemeliharaan preventif, serta peningkatan keamanan sistem grounding (Nerella et al., 2023).

Metode konvensional dalam mendeteksi sambaran petir masih memiliki keterbatasan, baik dari segi efektivitas maupun pencatatan data secara real time (Sandi, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem deteksi yang bersifat non-invasif, efisien, dan terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) (Atzori, Iera, & Morabito, 2010). Pada penelitian ini, dirancang sebuah perangkat berbasis Current Transformer (CT) Clamp yang dapat dipasang mengelilingi kabel grounding tanpa perlu memutus alur arus, sehingga lebih aman dan praktis. CT Clamp digunakan untuk mendeteksi fluktuasi arus akibat lonjakan tegangan dari sambaran petir, kemudian sinyal yang dihasilkan dikondisikan dan diolah oleh mikrokontroler ESP32 (Sharma & Pawar, 2020; ESPHome Community, 2024) sebelum dikirimkan ke dashboard IoT untuk ditampilkan dan direkam secara digital.

Selain fungsi deteksi, sistem ini juga dilengkapi dengan proteksi berlapis yang terdiri atas TVS diode, resistor wirewound, rectifier diode, dan dioda zener, yang dirancang untuk menangani lonjakan arus dan tegangan sesaat akibat sambaran petir (Horowitz & Hill, 2015). Dengan adanya sistem pemantauan ini,

pengguna dapat memperoleh data historis kejadian sambaran, mengevaluasi efektivitas sistem proteksi yang ada, serta melakukan langkah preventif terhadap potensi kerusakan peralatan. Pendekatan ini diharapkan menjadi solusi modern dan cerdas dalam meningkatkan keamanan instalasi dari dampak sambaran petir, sekaligus mendukung penerapan teknologi IoT pada bidang kelistrikan dan infrastruktur kritis (Andrade et al., 2025; Liu et al., 2024). Pengujian sistem dilakukan melalui simulasi di laboratorium menggunakan beban buatan untuk mereplikasi lonjakan arus, sehingga tidak memerlukan pengujian langsung pada kabel grounding nyata (Denov et al., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan sambaran petir berbasis IoT?
2. Bagaimana metode pengiriman data dalam sistem tersebut?
3. Bagaimana rancangan sistem proteksi untuk mengantisipasi lonjakan arus?
4. Bagaimana kinerja sistem pemantauan dapat diuji dan dianalisis?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pemantauan sambaran petir berbasis IoT
2. Membangun sistem pemantauan yang terintegrasi dan otomatis
3. Merancang sistem proteksi untuk mengantisipasi lonjakan arus akibat sambaran petir
4. Menguji dan menganalisis kinerja sistem yang telah dikembangkan

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari dilaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Akademis

1. Menambah wawasan dan referensi mengenai penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem pemantauan sambaran petir pada infrastruktur kelistrikan, khususnya melalui simulasi pada beban uji sebagai representasi kondisi sambaran.
2. Menjadi bahan kajian dan rujukan bagi mahasiswa, peneliti, atau akademisi yang ingin mengembangkan sistem pemantauan kelistrikan berbasis IoT, dengan fokus pada deteksi non-invasif menggunakan sensor CT Clamp dan pengolahan data melalui mikrokontroler ESP32.
3. Mengembangkan pemahaman tentang deteksi dan analisis lonjakan arus akibat sambaran petir melalui pengujian dengan beban simulasi, termasuk penerapan sistem proteksi berlapis untuk menjaga keandalan komponen elektronik.

1.4.2 Manfaat Teknis

1. Menghasilkan sistem pemantauan sambaran petir berbasis sensor CT Clamp non-invasif yang dilengkapi dengan rangkaian proteksi berlapis, seperti TVS Diode, resistor wirewound, dioda zener, dan kapasitor, yang diuji menggunakan beban simulasi di laboratorium.
2. Mampu mendeteksi lonjakan arus dari hasil simulasi secara akurat, mengolah data dengan ESP32, dan mengirimkan informasi secara real time ke platform IoT.
3. Penggunaan teknologi non-invasif menunjukkan potensi penerapan tanpa perlu mengganggu infrastruktur grounding yang ada, sementara pengujian dengan simulasi memastikan efektivitas sistem proteksi berlapis dalam menjaga keandalan komponen elektronik dari lonjakan tegangan ekstrem.
4. Sistem yang dikembangkan juga mendukung integrasi dengan perangkat lain melalui protokol komunikasi standar, seperti I2C dan Wi-Fi.

1.4.3 Manfaat Praktis

1. Memberikan manfaat bagi pengelola infrastruktur kelistrikan dengan menawarkan konsep sistem yang mampu melakukan deteksi dini terhadap indikasi sambaran petir, meskipun pengujiannya dilakukan melalui beban simulasi di laboratorium.
2. Meminimalkan risiko kerusakan peralatan elektronik dan mendukung upaya pemeliharaan preventif melalui pemantauan real time berdasarkan hasil simulasi pengujian.
3. Menunjukkan potensi pemantauan jarak jauh melalui platform Blynk, di mana pengguna dapat menerima notifikasi saat terdeteksi lonjakan arus dari beban simulasi dan mengakses data historis untuk analisis lebih lanjut.

1.5 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas dapat tersusun secara sistematis maka pada penelitian Tugas Akhir ini diperlakukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem untuk mendeteksi jumlah kejadian sambaran petir.
2. Alat ini tidak mengukur arus petir secara langsung, melainkan mendeteksi adanya lonjakan sesaat. Lonjakan ini dijadikan indikator terjadinya sambaran petir. Pengukuran dilakukan menggunakan sensor CT Clamp yang bekerja secara non-invasif untuk menangkap perubahan arus pada kabel penyalur.
3. Pengujian fungsionalitas alat tidak dilakukan dengan menunggu sambaran petir secara langsung, melainkan menggunakan simulasi beban untuk menarik arus dari sumber listrik.