

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Petir merupakan sebuah fenomena alam berupa kilatan cahaya disertai suara menggelegar yang sering dijumpai menjelang atau ketika hujan. Namun bukan berarti ketika hujan akan selalu disertai dengan petir, tetapi petir hanya terjadi jika terdapat awan cumulonimbus (Cb). Petir terjadi karena adanya perbedaan potensial antara dua medium. Dalam hal ini dua medium tersebut yaitu antara awan dan bumi atau awan dengan awan. Dalam kondisi cuaca yang normal perbedaan potensial antara permukaan bumi dengan *ionosphere* adalah sekitar 200.000 sampai 500.000 volt dengan kerapatan arus sekitar 2×10^{-12} Ampere/m² [1].

Permasalahan yang signifikan di wilayah tropis adalah tingginya frekuensi sambaran petir seperti di Jawa Barat seperti gangguan yang muncul di tanggal 15 Juni 2022 jam 01:58 WIB pada SUTT 150kV Haurgeulis-Sukamandi [2]. Peristiwa tersebut mengakibatkan kenaikan arus yang signifikan disebabkan oleh fenomena *back flashover* yang sering terjadi pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) [3]. Gangguan petir pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dapat menyebabkan kerusakan serius pada peralatan listrik, mengancam kestabilan sistem kelistrikan, dan mengakibatkan pemadaman yang merugikan konsumen [2].

Sambaran petir pada saluran transmisi tegangan tinggi (SUTT) dapat menyebabkan tegangan berlebih (*over voltage*) yang dapat menyebabkan gangguan dalam proses distribusi listrik. Dampak lain dari sambaran petir juga dapat merusak berbagai komponen dan perangkat isolasi akibat lonjakan arus dan tegangan secara tiba-tiba [4]. Kerusakan jaringan distribusi juga dapat menyebabkan pemadaman listrik. Jika terjadi pemadaman listrik, maka potensi pendapatan listrik akan berkurang karena konsumsi listrik oleh pelanggan tidak ada [5].

Kendala yang terjadi di lapangan pada saat terjadi gangguan SUTT, teknisi Gardu Induk harus memeriksa dan menyusuri satu per satu SUTT yang berada dalam cakupan wilayah Gardu Induk tersebut. Pemeriksaan yang dilakukan secara manual dapat terhambat oleh faktor eksternal seperti waktu, cuaca, dan lingkungan

di sekitar SUTT tersebut. Hal ini menyebabkan semakin lama waktu diagnosis masalah yang terjadi sehingga waktu pemadaman listrik yang semakin panjang dan berdampak pada kehidupan masyarakat.

Selain kendala terhadap identifikasi lokasi SUTT yang terkena gangguan, sistem ini juga dapat menjadi pembeda antara gangguan akibat petir dan gangguan akibat hal lainnya. Tujuannya adalah para teknisi dapat dengan tepat menyiapkan peralatan yang harus dipersiapkan untuk proses perbaikan pasca gangguan. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk membantu para teknisi yang berwenang dalam memberi informasi adanya gangguan pada SUTT akibat sambaran petir yang dapat menghambat proses penyaluran listrik kepada pengguna.

SUTT yang sering mengalami sambaran petir cenderung menjadi lebih rentan terhadap gangguan sistem kelistrikan terutama pada komponen proteksi. Frekuensi sambaran yang tinggi dapat menyebabkan degradasi pada sistem pentanahan, isolator, serta peralatan proteksi lainnya. Oleh karena itu, rekapitulasi data mengenai jumlah dan intensitas sambaran petir pada suatu menara menjadi sangat penting sebagai dasar dalam evaluasi dan pengambilan keputusan perbaikan. Data ini dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi menara yang memiliki tingkat risiko tinggi, sehingga teknisi dapat melakukan pemeliharaan lebih intensif, mengganti komponen yang mulai melemah, atau bahkan meningkatkan sistem proteksi petir pada lokasi tersebut.

Alat monitoring ini dibuat berbasis *internet of things* yang dapat dihubungkan ke aplikasi telegram melalui *smartphone* para teknisi Gardu Induk yang memiliki kewenangan terhadap SUTT. Aplikasi telegram digunakan karena memiliki akses gratis dan dapat ditautkan dengan banyak perangkat pengguna [6]. Selain itu, sistem ini juga terhubung dengan platform Firebase agar dapat memperoleh rekapitulasi data setiap harinya. Ketika SUTT mengalami sambaran petir melalui jalur pentanahan, alat akan mengirimkan pesan melalui aplikasi telegram pada *smartphone*, dan data pada Firebase dapat terbaru secara otomatis.. Hal ini dapat memudahkan para teknisi di Gardu Induk untuk mengidentifikasi lokasi sambaran petir, mengklasifikasi jenis gangguan, dan rekapitulasi data tower yang sering terkena sambaran petir.

1.2. Kajian Penelitian

Dalam memeriksa penelitian sebelumnya untuk memvalidasi validitas penelitian yang akan dilakukan dan membantu meningkatkan literasi diskusi, Tabel 1.1 merupakan cantuman referensi utama dengan penelitian terkait.

Tabel 1.1. Rujukan utama.

No.	Judul	Peneliti	Tahun
1.	Rancang Bangun Monitoring <i>Lightning Counter</i> Berbasis Aplikasi Android	Deki Renjaka Ardiyanto	2021
2.	Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar.	Rizal A. Duyo	2020
3.	Rancang Bangun <i>Ground Fault Detector</i> 20 KV Dengan Simulasi Tegangan Rendah 220 V Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	Hendra Saputra	2022
4.	<i>Thermo-Electro-Mechanical Modeling of Power Transmission Line Failures across Four US States</i>	KC, Prakash., Naghbolhossei ni, Maryam., Zayernouri.	2024
5.	Analisa Proteksi Gangguan Petir Pada SUTT 70 KV Antara GI Kebonagung – Polehan	Priya Surya Harijanto, Budi Eko Prasetyo	2023

Jurnal [7] membahas penggunaan komponen dan sensor saat pembuatan alat *monitoring lightning counter* berbasis android yaitu menggunakan modul PZEM-004T, Arduino Uno, *Ethernet Shield*, serta *smartphone* android sebagai *interface user*. Hasil dari perancangan alat ini adalah sebuah sistem yang dimanfaatkan untuk membaca adanya sambaran petir yang membaca adanya aliran arus pada *grounding system* sebuah tower BTS. Penelitian dilakukan di tower BTS Indosat Ooredoo Site Jepara Utara 14JPA010. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat berhasil

mengukur dan menampilkan nilai arus dan kapan terjadinya aliran arus dan tersimpan pada *database*.

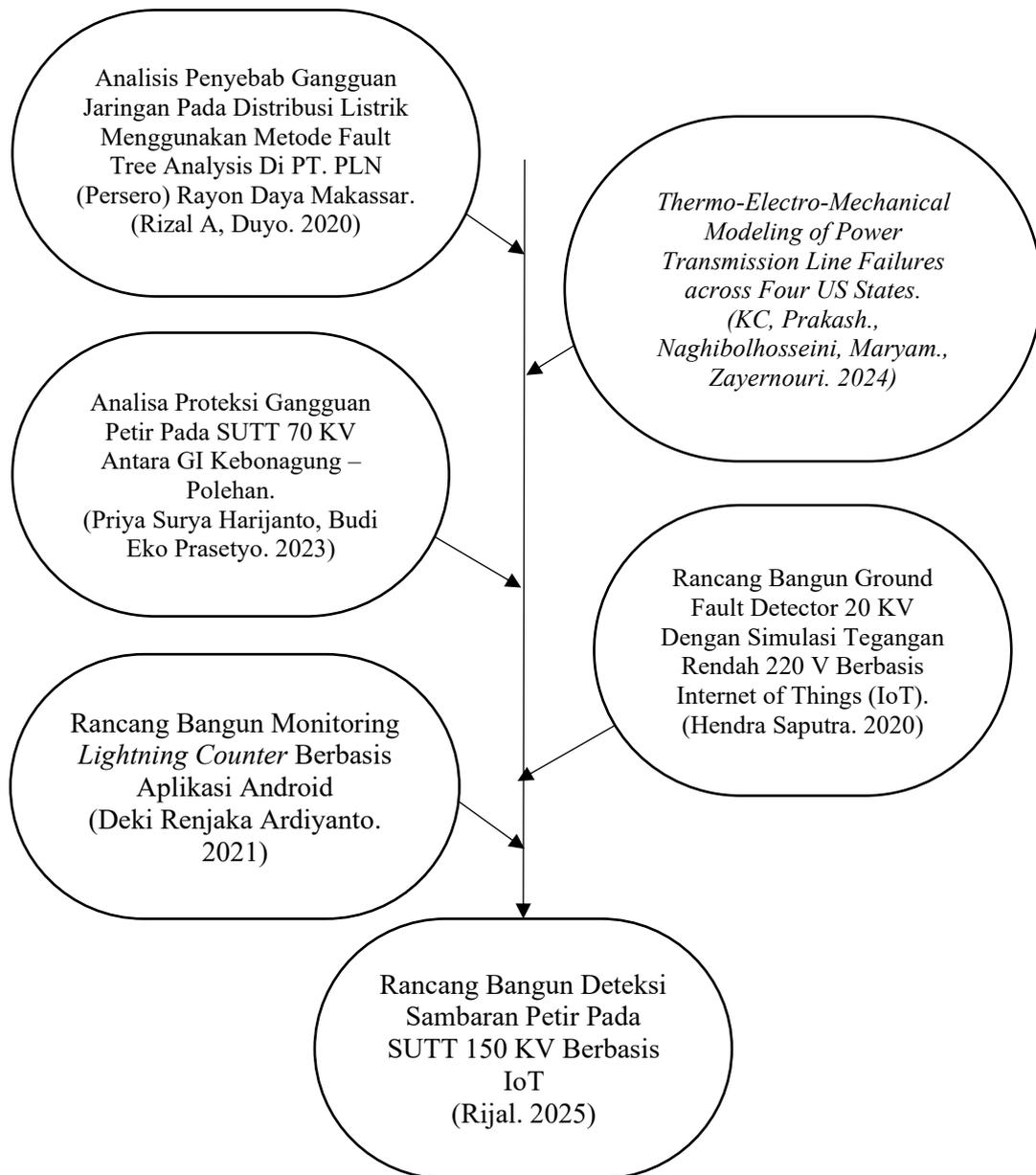
Jurnal [5] membahas tentang gangguan pada sistem transmisi listrik yang sering terjadi di Indonesia. Gangguan jaringan transmisi diartikan sebagai adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis. Hal ini dapat dilihat dari adanya selisih yang cukup besar antara energi listrik yang dikirimkan dari gardu induk dengan energi listrik yang didapatkan dari konsumsi pelanggan. Selain hilangnya energi listrik, kerusakan jaringan distribusi juga dapat menyebabkan pemadaman listrik. Jika terjadi pemadaman listrik, maka potensi pendapatan listrik akan berkurang karena konsumsi listrik oleh pelanggan tidak ada. Hal ini menyebabkan kerugian besar pada pihak konsumen maupun produsen.

Jurnal [8] membahas rancang bangun alat *ground fault detector* yang dapat mendeteksi gangguan hubung singkat dan arus lebih yang terjadi antar fasa dengan pentanahan. Sensor yang digunakan untuk melakukan pembacaan arus pada kabel pentanahan menggunakan PZEM-004T dan CT PZEM-004. Perangkat pendukung lainnya seperti modul ESP8266 NodeMCU yang berperan mengirim data melalui jaringan internet yang dikoneksikan untuk mengirimkan data ke Google Spreadsheet dan aplikasi Blynk. Alat *Ground Fault Detector* ini juga dilengkapi dengan modul GPS yang dapat mendeteksi lokasi dimana letak alat saat terjadi gangguan. Prinsip kerja alat *ground fault detector* ini relevan dengan alat monitoring sambaran petir yang akan dibuat.

Jurnal [9] membahas mengenai dampak dari gangguan transmisi yang terjadi di empat negara bagian Amerika Serikat yaitu Texas, California, Michigan, dan Florida. Gangguan transmisi yang terjadi sangat berpengaruh pada kerugian ekonomi dan keberlangsungan hidup manusia. Studi ini menggunakan model Thermo-Electro-Mechanical untuk menganalisis gangguan saluran transmisi di daerah yang sensitif dan terkena dampak. Metodologi kami dimulai dengan pendekatan deterministik untuk memodelkan suhu dan evolusi kerusakan, menggunakan pemodelan medan fase untuk kelelahan dan kerusakan. Analisis mengungkapkan bahwa adanya kerusakan awal secara signifikan meningkatkan peluang kegagalan.

Jurnal [10] menganalisis gangguan petir di sepanjang saluran transmisi 70 kV dari Gardu Induk Kebonagung menuju Gardu Induk Polehan. Sambaran petir yang terjadi terbagi menjadi dua jenis yaitu sambaran petir langsung dan tidak langsung. Dari hasil penelitian yang dilakukan, sambaran petir langsung sangat beresiko pada kerusakan peralatan di Gardu Induk apabila *lightning arrester* tidak bekerja dengan baik. Namun, jika *lightning arrester* bekerja sesuai fungsinya, maka tegangan petir yang masuk tidak akan merusak peralatan. Hal ini disebabkan *lightning arrester* yang berhasil menyalurkan arus sambaran Petir ke tanah. Penelitian ini membantu memberikan informasi terkait dampak dari kegagalan pada sistem pentanahan akibat sambaran petir.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya, mengenai sistem *monitoring lightning counter* hanya mencakup tentang penghitungan berapa kali sambaran petir terjadi pada SUTT. Terdapat kesempatan pembaruan untuk merancang sistem monitoring sambaran petir pada SUTT berbasis IoT yang dapat terintegrasi dengan aplikasi telegram yang belum dilakukan pada penelitian terdahulu. Penggunaan IoT untuk integrasi sensor monitoring sambaran petir secara dan mikrokontroler ESP32 bertugas mengirim data. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan *software* Arduino IDE untuk menampilkan data ketika dalam kondisi normal dan kondisi gangguan.



Gambar 1.1. Hubungan penelitian.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem monitoring sambaran petir pada saluran udara tegangan tinggi?
2. Bagaimana kinerja sistem monitoring sambaran petir pada saluran udara tegangan tinggi?

1.4. Tujuan dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Adapun tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini berfokus pada:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring sambaran petir pada saluran udara tegangan tinggi.
2. Menganalisis kinerja sistem monitoring sambaran petir pada saluran udara tegangan tinggi.

1.4.2. Manfaat

Pada penelitian ini diharapkan dapat memperoleh beberapa manfaat berupa:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini bertujuan memberikan pemahaman tentang implementasi perkembangan teknologi IoT khususnya dalam identifikasi lokasi gangguan SUTT yang disebabkan oleh sambaran petir. Dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang tenaga listrik berbasis IoT.

2. Manfaat Praktis

Penerapan sistem monitoring sambaran petir pada SUTT dilakukan untuk mempersingkat waktu diagnosis gangguan serta menjadi . Hal ini dapat meminimalisir kerugian akibat gangguan baik dari sisi penyedia listrik yaitu PT. PLN (Persero) maupun pihak konsumen seperti kawasan industri, rumah sakit, fasilitas umum, tempat hiburan, dan rumah warga.

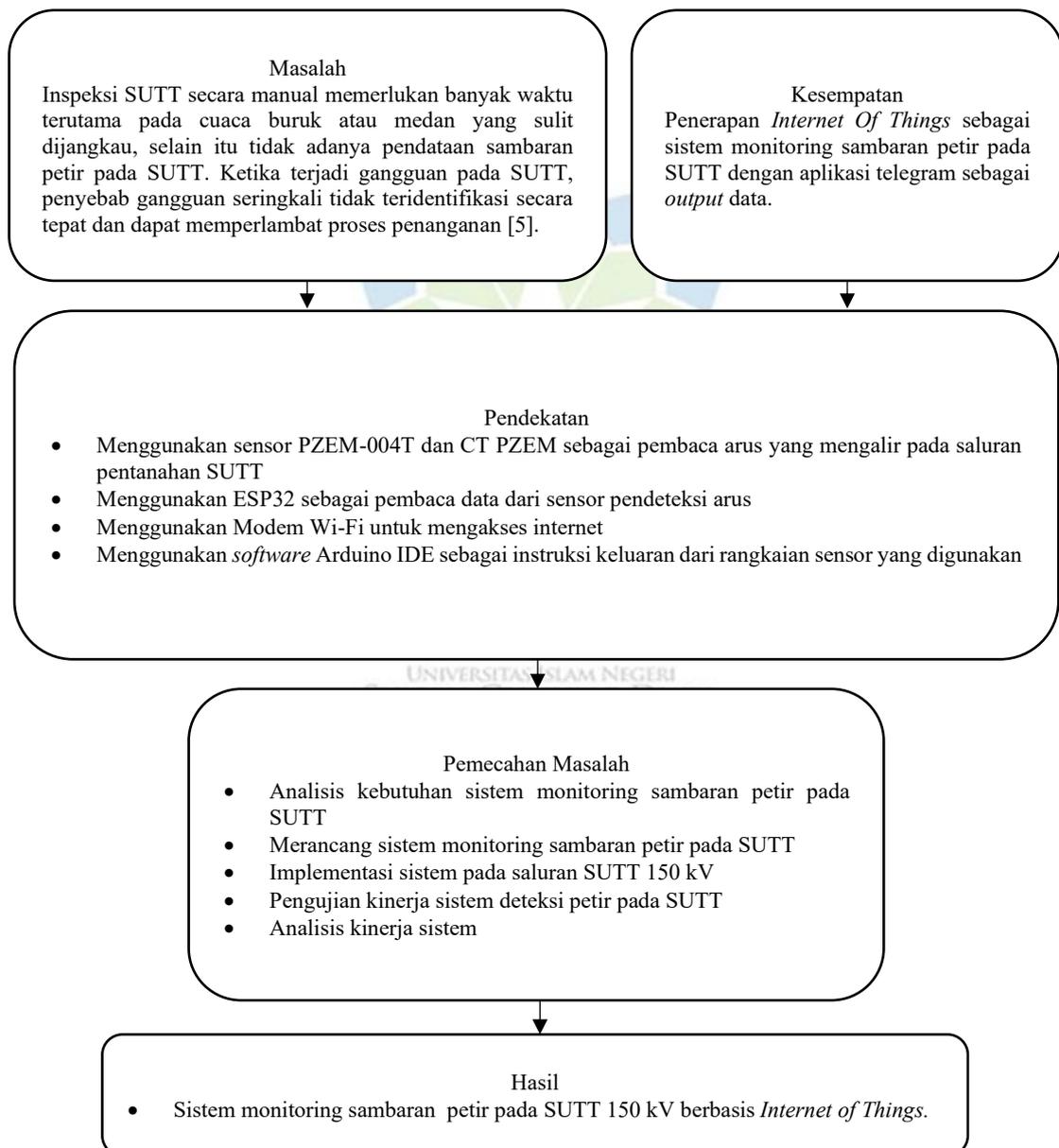
1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pembahasan tugas akhir ini mencakup beberapa hal, yaitu :

1. Penelitian ini hanya membahas sistem monitoring sambaran petir pada saluran udara tegangan tinggi.
2. Menggunakan Bahasa C sebagai bahasa pemrograman pada Arduino IDE.
3. Hasil keluaran hanya menampilkan status berupa ada atau tidaknya sambaran petir pada kabel pentanahan di SUTT.
4. Telegram digunakan sebagai media visualisasi dan notifikasi.

1.6. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah suatu alur logis yang menggambarkan hubungan antara konsep-konsep atau variabel yang akan diteliti, berdasarkan teori atau penelitian terdahulu. Kerangka ini membantu peneliti merumuskan hipotesis atau asumsi dasar yang ingin diuji, serta dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Kerangka berpikir ini dapat ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Kerangka berpikir.

1.7. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir harus ditulis secara metodis dan disusun dalam enam bab, yang masing-masing bab mempunyai beberapa subbab. Bab-bab tersebut adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berupa pendahuluan menjelaskan mengenai permasalahan berupa latar belakang, penelitian terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat akademis dan praktis, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini memberikan justifikasi teoritis untuk topik-topik yang berkaitan dengan penelitian, seperti gangguan sistem transmisi listrik, serta survei literatur mengenai teori dasar gangguan sistem Saluran Udara Tegangan Tinggi, komponen menara Saluran Udara Tegangan Tinggi, jenis gangguan berupa sambaran petir, dan komponen atau sensor yang relevan untuk digunakan.

BAB III METODOLOGI DAN JADWAL PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode atau jadwal penelitian berupa tahapan-tahapan ketika membuat rancang bangun sistem monitoring sambaran petir pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150KV dengan menggunakan bantuan IoT. Mulai dari alur perancangan, pengumpulan data komponen yang digunakan, dan perancangan sistem.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini adalah tahap perancangan sistem, mulai dari persiapan alat dan bahan, perakitan dan implementasi sistem monitoring sambaran petir pada SUTT berbasis IoT.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi pengujian dari masing-masing komponen rancang bangun sistem monitoring sambaran petir pada SUTT berbasis IoT, sehingga dapat mengetahui kinerja dari sistem yang telah dibuat.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini membahas mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir ini.

