

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki letak geografis pada garis khatulistiwa dan beriklim tropis. Musim kemarau dan musim hujan dari dua fenomena tersebut pada setiap musim yang terjadi memiliki dampak yang cukup ekstrem seperti cuaca berkepanjangan. Musim Kemarau pada waktu lama dapat menyebabkan beberapa daerah kekurangan air dan suhu meningkat secara signifikan. Pada saat musim hujan yang berkepanjangan dapat menyebabkan bencana alam cukup membahayakan. Dari letak geografis dan memiliki iklim tropis sehingga hal ini menyebabkan tingginya frekuensi sambaran petir di Indonesia. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada bulan November 2023 tercatat lebih dari 95.891 kali sambaran petir, [1] sehingga munculnya berbagai usaha untuk mengatasi sambarannya di bidang teknik elektro ini dinamakan proteksi petir.

Sambaran petir merupakan fenomena alam yang indah dilihat, namun dibalik fenomena indah tersebut juga termasuk kedalam ancaman untuk makhluk hidup yang ada di muka bumi. Sambaran petir memiliki suhu yang jauh melebihi panas permukaan matahari dan kekuatan yang cukup besar untuk menyebar ke segala arah. Petir terjadi melalui proses pelepasan muatan listrik di atmosfer. Biasanya, petir terjadi bersamaan dengan peristiwa hujan, baik hujan air maupun hujan es. Proses ini dimulai dengan munculnya kilatan cahaya terang yang memanjang ke arah bumi, diikuti oleh suara menggelegar yang dapat berdampak fatal bagi makhluk hidup, bangunan, dan peralatan di bumi jika terkena. Pembentukan petir dimulai dengan akumulasi ion bermuatan positif dan negatif di awan. Ion-ion listrik ini terbentuk melalui gesekan antara awan, yang kemudian menghasilkan petir karena elektron bebas saling memperkuat satu sama lain. Hal ini menciptakan perbedaan potensial yang cukup besar untuk menyebabkan sambaran ke permukaan bumi, yang dapat mengakibatkan kerusakan [2].

Adanya kerusakan yang diakibatkan sambaran petir, memunculkan usaha untuk mengatasinya yang disebut dengan sistem proteksi petir. Sistem proteksi sambaran petir merupakan sebuah instrumen atau peralatan yang berfungsi untuk melindungi suatu objek dari bahaya yang timbul karena sambaran petir baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Suatu instalasi proteksi petir harus bisa untuk melindungi semua bagian dari suatu bangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada didalamnya terhadap bahaya, dan kerusakan akibat petir. Fungsi sistem ini adalah sebagai pelindung akan sambaran petir langsung atau alat yang

berada di luar bangunan yang berfungsi menangkap dan menyalurkan arus listrik dari petir ke system grounding atau sistem pembumian agar bangunan yang dilindungi tidak mengalami kerusakan fisik [3]. Permasalahan yang mengenai perlindungan keamanan bangunan yang sangat tinggi sangat rawan mengalami gangguan baik secara mekanik maupun gangguan alam (petir) oleh sebab itu perlu adanya proteksi petir untuk melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir.

Penentuan proteksi petir pada suatu bangunan diperlukan untuk memahami karakteristik – karakteristiknya. Yang termasuk proteksi petir itu sendiri dan juga karakteristik bangunan yang termasuk pada tinggi dan area bangunan. Yang terpenting juga terdapat banyaknya benda penghantar listrik yang menjadi pertimbangan. Suatu sistem proteksi penangkal petir yang dirancang dan dipasang sesuai dengan standar ini, tidak bisa menjamin proteksi terhadap bangunan gedung, manusia atau obyek secara mutlak. Namun dengan itu menggunakan standar SNI 03-7015-2004 dapat mengurangi secara nyata risiko kerusakan yang disebabkan petir terhadap bangunan gedung yang diproteksinya [4].

Penangkal petir pertama kali ditemukan oleh Benyamin Franklin sekitar tahun 1752. Benyamin bersama dengan Michael Faraday menjelaskan sistem yang hampir mirip, yaitu sistem penyalur arus listrik yang menghubungkan antara bagian atas bangunan dan grounding pada penangkal petir konvensional [5]. Untuk prinsip kerja penangkal petir elektrostatis mengangkat sebagian sistem penangkal petir radio aktif, yaitu menambah muatan pada ujung finial/splitzer agar petir selalu memilih atau terarah pada ujung ini untuk disambar. Pada penangkal petir elektrostatis energi listrik yang dihasilkan dari awan yang menginduksi permukaan bumi.

Sistem proteksi petir dapat dibagi menjadi 3 metode yaitu sebagai berikut: metode Jala (MM: the mesh method); metode sudut proteksi (PAM: the protective angle method); dan metode bola bergulir (RSM: the rolling sphere method). Terutama, implementasi batang penghantar vertikal (dapat disebut sebagai terminasi udara atau batang Franklin) untuk analisis area pelindung petir, secara langsung berkaitan dengan sudut perlindungan dan metode bola bergulir karena hasil yang efektif dari metode - metode ini (PAM dan RSM) terjadi melalui pemasangan batang penghantar diatas tanah (Air termination atau Franklin's Rod) [7].

Pada penelitian ini menggunakan metode bola bergulir atau rolling sphere method. Karena metode sudut proteksi lebih cocok untuk bangunan gedung atau bagian kecil dari bagian gedung yang lebih besar. Metode jala digunakan untuk keperluan umum dan khususnya cocok untuk proteksi permukaan datar. Bangunan gedung yang akan dianalisa memiliki bentuk yang cukup luas dan rumit. Oleh karena itu, metode bola bergulir lebih efektif untuk

mengidentifikasi area yang terlindungi dari bagian atau luasan gedung yang tidak dilindungi oleh metode sudut proteksi. Dalam metode ini, penempatan sistem terminasi udara dianggap memadai jika tidak ada titik pada ruang yang dilindungi yang tersentuh oleh bola bergulir dengan radius R , yang digulirkan di sekeliling dan di atas gedung ke segala arah. Bola hanya boleh menyentuh tanah atau sistem terminasi udara. Bola dengan radius R digulirkan di sekitar dan di atas gedung hingga mencapai tanah atau struktur permanen lain atau objek yang terhubung dengan tanah yang dapat berfungsi sebagai konduktor petir. Titik di mana bola bergulir menyentuh bangunan merupakan area yang rentan terhadap sambaran petir, dan harus dilindungi oleh konduktor terminasi udara.

Perlindungan dari petir sangat penting untuk mencegah kerusakan yang bisa terjadi akibat sambaran antara awan dan permukaan bumi, yang dapat merusak gedung-gedung tinggi dan peralatan di dalamnya. Sistem pengaman untuk gedung mencakup sistem penangkal petir dan grounding yang efektif. Bangunan yang berada di lokasi strategis atau memiliki bentuk dan penggunaan tertentu, seperti gedung bertingkat, fasilitas penyimpanan bahan yang mudah terbakar atau meledak, serta sarana umum, sering kali dianggap rentan terhadap sambaran petir. Risiko dari sambaran petir tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik pada struktur bangunan, tetapi juga dapat menyebabkan kematian atau cedera serius pada manusia, kerusakan mekanis yang merusak fungsi operasional bangunan, kerusakan akibat panas yang dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan, dan kerusakan listrik yang dapat menghancurkan peralatan elektronik, kerusakan mekanis, kerusakan thermal, dan sistem komunikasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi petir yang komprehensif untuk melindungi infrastruktur dan memastikan keselamatan penghuni serta kelancaran operasi berbagai fasilitas yang ada [6].

PT. Ajinomoto berawal dari penemuan penting oleh Dr. Kikunae Ikeda pada tahun 1908 di Jepang, ketika ia berhasil mengidentifikasi rasa gurih yang dikenal dengan sebutan rasa umami. Penemuan ini kemudian menjadi dasar lahirnya merek AJINOMOTO, yang saat ini telah dikenal dan digunakan secara luas di hampir 100 wilayah dan negara di seluruh dunia. Pada tahun 1970, PT. Ajinomoto Indonesia mulai memproduksi produk mereka setelah sebelumnya diimpor langsung dari Jepang. Memasuki tahun 2004, AJINOMOTO telah aktif beroperasi di 23 negara dan daerah di dunia, dan terus melakukan ekspansi yang cepat ke berbagai negara lain, dengan pembukaan cabang di Amerika Serikat, Ajinomoto U.S.A., Inc., pada tahun 1959. Sejak saat itu, Ajinomoto telah berkembang menjadi perusahaan konglomerat yang tidak hanya berfokus pada industri makanan tetapi juga merambah ke berbagai sektor lainnya. Meskipun demikian, produk makanan tetap menjadi inti utama dari operasi bisnis

mereka. Pengembangan perusahaan yang pesat ini menunjukkan komitmen Ajinomoto untuk terus berinovasi dan memperluas jangkauan pasarnya ke seluruh dunia.

PT. Ajinomoto Indonesia - Mojokerto Factory Perusahaan besar yang ada di Mojokerto yang memproduksi produk makanan atau yang lebih utama produk MSG. PT. Ajinomoto Indonesia – Mojokerto Factory terdiri dari 2 perusahaan yaitu PT. Ajinex yang memproduksi MSG yang dikhususkan untuk pengiriman luar negeri atau ekspor dan PT. Ajinomoto yang memproduksi produk untuk impor keseluruh Indonesia dengan adanya beberapa produk yang di produksi selain MSG [7]. PT. Ajinomoto Indonesia Mojokerto Factory perusahaan besar yang memiliki sistem kelistrikan yang besar dan kompleks dengan banyaknya gedung produksi dan memiliki banyak komponen atau peralatan yang bersifat konduktor atau penghantar listrik yang baik. PT Ajinomoto memiliki bangunan *coal boiler* atau ketel batu bara. Bangunan *coal boiler* memiliki bentuk yang cukup rumit dan luas. Pada bangunan tersebut terdapat penangkal petir elektrostatis yang ditanam pada lahan area lapangan atau penghijauan yang baik digunakan untuk pentanahan pada penyaluran arus listrik pada penangkal petir. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung radius perlindungan penangkal petir elektrostatis pada bangunan *coal boiler* menggunakan metode *rolling sphere*. Metode ini dipilih karena cocok untuk struktur bangunan *coal boiler* cukup rumit selain itu juga memiliki luas bangunan yang berbentuk L. Penangkal petir elektrostatis dari analisa sesaat pada survey cukup bisa untuk melindungi karena letaknya yang cukup bagus pada tanah berisi tanaman yang subur yang menandakan berisi cukup air yang menggambarkan nilai resistansi rendah sehingga mudah untuk penghantar listrik. Pada penelitian ini akan dilakukan pengumpulan data lapangan dan pengukuran guna untuk bahan yang digunakan untuk perhitungan radius.

1.2 Rumusan masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dapat merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem radius penangkal petir elektrostatis terhadap bangunan *coal boiler*?
2. Bagaimana pengaruh variabel ketinggian bangunan, bentuk struktur, dan kondisi lingkungan terhadap perhitungan radius sistem proteksi penangkal petir Elektrostatis?
3. Bagaimana penangkal petir yang optimal terhadap perlindungan bangunan *coal boiler*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Berikut ini merupakan tujuan dari penulisan penelitian ini yaitu :

- a. Mengetahui radius sistem penangkal petir elektrostatis pada bangunan *coal boiler*.
- b. Menganalisis variasi faktor-faktor ketinggian bangunan, bentuk struktur, dan kondisi lingkungan memengaruhi perhitungan radius perlindungan.
- c. Mengetahui adanya sistem proteksi penangkal petir yang optimal untuk melindungi pada bangunan *coal boiler*.

1.3.2 Manfaat

Berikut merupakan manfaat penulisan penelitian ini yaitu :

- a. Penelitian ini dapat membantu memastikan bahwa sistem penangkal petir yang diterapkan mematuhi standar keselamatan yang berlaku, pemahaman tentang radius perlindungan, bangunan dan infrastruktur dapat memiliki perlindungan yang optimal terhadap risiko kerusakan yang disebabkan oleh petir.
- b. Menyediakan dasar bagi penelitian lanjutan dan pengembangan lebih lanjut dalam bidang penangkal petir elektrostatis, membuka pintu untuk inovasi dan pemahaman yang lebih dalam.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan dari permasalahan agar tidak terjadi pelebaran pembahasan, sebagai berikut :

- a. Pada penelitian ini membahas tentang tinjauan ulang radius perlindungan penangkal petir elektrostatis menggunakan metode *rolling sphere*.
- b. Tinjauan ulang tahanan pembumian pada penangkal petir yang terpasang.
- c. Evaluasi dan usulan perbaikan perlindungan petir elektrostatis pada bangunan *coal boiler*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1.5.1 Metode Studi Pustaka dan Literatur

Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka dan menganalisis penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian penangkal petir elektrostatis dan metode *rolling sphere* melalui buku, artikel jurnal, publikasi ilmiah dan sumber-sumber elektronik yang relevan.

1.5.2 Pengumpulan Data dan Analisis Data

Pada tahap ini mengumpulkan data lapangan terkait kondisi fisik bangunan, sistem penangkal petir yang telah diimplementasikan, dan hasil inspeksi lapangan serta

melakukan pengukuran dan mendokumentasikan kondisi lapangan. Selanjutnya dilakukan analisis data yang didapatkan untuk memastikan kelengkapan data yang dibutuhkan pada perhitungan.

1.5.3 Interpretasi Hasil

Menganalisis perhitungan radius penangkal petir untuk menjawab pertanyaan penelitian. Dan menarik kesimpulan terkait hasil pengukuran dan perhitungan juga kelemahan dan kekurangan metode *rolling sphere* dalam menentukan radius perlindungan.

1.5.4 Metode Diskusi

Metode ini dilakukan untuk mendiskusikan mengenai interpretasi dari hasil penelitian pada studi literatur dan penelitian terdahulu. Metode diskusi ini bisa dilakukan dengan dosen pembimbing, teman mahasiswa, dan pihak instansi terkasit yang berpengalaman pada bidang ini.

1.5.5 Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari skripsi. Melakukan penyusunan laporan yang dilakukan dengan mengumpulkan dokumentasi dan melakukan penulisan laporan skripsi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.6.1 Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan. Fokus utama bab ini adalah untuk menjelaskan maksud dan tujuan dari penelitian ini.

1.6.2 Bab 2 : Teori Penunjang

Pada bab ini menjelaskan mengenai penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Materi penunjang yang didapatkan dari karya ilmiah seperti jurnal, paper, skripsi atau penelitian terdahulu.

1.6.3 Bab 3 : Metode Penelitian

Pada bab metode penelitian akan diuraikan mengenai tahapan – tahapan penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini yang meliputi diagram blok sistem, objek penelitian, perancangan sistem dan data penelitian.

1.6.4 Bab 4 : Hasil Penelitian dan Analisa

Pada bab ini berisikan tentang pembahasan data dan analisa data dari hasil penelitian yang didapatkan dari lokasi serta hasil pengolahan data yang berupa hasil perhitungan yang dianalisa pada penelitian.

1.6.5 Bab 5 : Penutup

Bab terakhir ini akan membahas tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian di masa depan.