

BAB I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Petir terjadi karena adanya perbedaan potensial antara awan dan bumi atau dengan awan lainnya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif (*elektron*) dari awan ke bumi atau sebaliknya. Pada proses pembuangan muatan ini akan terjadi ledakan suara dan kita menyebutnya sebagai sambaran petir dengan media yang dilalui elektron tersebut adalah udara. Sebagai negara yang secara geografis terletak di daerah khatulistiwa, Indonesia memiliki iklim tropis dan merupakan daerah yang merupakan intensitas petir tinggi. Salah satu ciri khas dari negara beriklim tropis adalah adanya musim penghujan sehingga memiliki intensitas petir tinggi. Frekuensi sambaran petir pada negara beriklim tropis jauh lebih tinggi dibanding dengan iklim-iklim lain [1].

Di Indonesia sendiri petir merupakan salah satu gangguan alam yang rentan menyambar saluran transmisi, khususnya pada saluran udara tegangan tinggi. Sambaran petir pada saluran transmisi menyebabkan terjadinya tegangan lebih (*over voltage*). Tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir dapat menyebabkan kerusakan alat secara keseluruhan sehingga dapat menimbulkan gangguan dalam penyaluran tenaga listrik [2]. Mengingat adanya kemungkinan kerusakan akibat sambaran petir cukup berbahaya, maka muncul lah usaha-usaha untuk mengatasi bahaya sambaran petir. Peralatan-peralatan listrik harus dilindungi dari tegangan lebih agar proses penyaluran energi listrik ke konsumen tetap terjaga keandalannya.

Salah satu pengamanan dari gangguan tegangan lebih adalah *arrester*. *Arrester* sangat diperlukan untuk melindungi peralatan listrik dari bahaya tegangan lebih, terutama tegangan lebih surja petir. Pada keadaan normal *arrester* berlaku sebagai isolator, namun bila terkena sambaran petir ia berlaku sebagai konduktor yang tahanannya relatif rendah, sehingga dapat mengalirkan arus surja ke tanah [3]. Keberhasilan perlindungan peralatan listrik terhadap tegangan lebih terutama dari tegangan lebih surja petir tidak hanya tergantung pada pemilihan dan pemasangan *arrester* yang benar, namun juga pada pemeliharaan *arrester* tersebut [4].

Dalam beberapa dekade terakhir, *Zinc Oxide Surge Arrester* (ZnO) banyak digunakan dalam memproteksi tegangan lebih. *Arrester* ZnO memiliki beberapa keunggulan seperti pengurangan ukuran, respon cepat untuk arus luahan curam dan kinerja pelindung yang tinggi dibandingkan dengan *arrester* tipe *Silicon Carbide* (SiC) yang lama [5]. Meskipun memiliki

beberapa keuntungan, namun arus bocor selalu mengalir melalui blok *arrester* ke tanah. Karena arus bocor ini dapat menyebabkan degradasi pada *arrester*, maka sangat penting mengetahui kondisi *arrester* melalui pemantauan nilai arus bocor *arrester*.

Pemantauan kondisi *arrester* oksida logam telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. W. Doorsamy dan P. Bokoro pernah melakukan penelitian tentang pemantauan *arrester* oksida logam secara *on-line* menggunakan algoritma optimasi evolusi. Penelitian ini menggunakan analisis sinyal arus bocor, hasil penelitian ini ada nya peningkatan yang konsisten dalam komponen resistif dari arus bocor dengan penurunan kondisi *arrester* [6].

Pada tahun 2017, Y. Zhou dan L. Zhou melakukan kajian mengenai metode pemantauan secara *on-line* dari *arrester* oksida logam untuk system 35kV yang berdasarkan karakteristik dari impuls petir. Y dan L Zhou meneliti tentang pemantauan *arrester* dengan sela secara terus-menerus menggunakan metode peningkatan temperatur permukaan *arrester*. Hasil dari percobaan ini menunjukkan keefektifan metode monitoring secara *on-line* yang digunakan [7]. Pemantauan kondisi *arrester* secara *on-line* tidak hanya dilakukan oleh peneliti di atas saja, penelitian serupa juga dilakukan oleh I. A. Metwally, penelitian dengan memantau kondisi *arrester* secara *on-line* berdasarkan analisis harmonisa ketiga dari arus bocor. Hasil yang dilakukan Metwally menunjukkan hasil kelayakan teknik pemantauan *arrester* secara *on-line*. Efek harmonisa tegangan pada arus bocor yang diukur dan diselidiki menggunakan program PSCAD [8].

Penelitian selanjutnya dari sistem pemantauan *arrester* secara *on-line* juga dilakukan oleh G. Xu dan dkk pada tahun 2018. Penelitian ini menggunakan prinsip dan realisasi pemantauan secara *on-line* dan melakukan pemantauan harmonisa dari arus bocor konduktif dengan menggunakan pemrograman pemrosesan sinyal digital untuk mendapatkan arus bocor resistif dengan instrument virtual, dan kemudian memperoleh haarmonisa arus gelombang resistif [9]. Penelitan lain juga dilakukan oleh Y.Qing dan Z.Yu pada tahun 2018. Penelitian ini membahas tentang teknologi pemantauan tegangan lebih pada *arrester* akibat sembaran petir dengan sistem pembagi tegangan blok pada *arrester*. Hasil yang didapat ditemukan rasio pembagi tegangan konstan dalam kondisi linear dan *non-linear* dari tegangan blok *arrester* [10].

Selanjutnya penelitian lainnya tentang monitoring *arrester* secara *on-line* dikembangkan oleh X. Song dkk pada tahun 2018. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring *arrester* secara *on-line* di gardu induk 10kV. Penelitian dilakukan dengan simulasi program transien

elektromagnetik (EMTP), dimana hasil dari penelitian ini menemukan komponen arus bocor resistif yang mengalir melalui *arrester* dan dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan kondisi *arrester*. Arus bocor resistif dianalisis dengan metoda fast fourier transform untuk mendapatkan nilai harmonisa [11].

Komponen resistif dari arus bocor yang kontinu merupakan indikator yang baik untuk menentukan kondisi *arrester*. Peningkatan arus resistif kontinyu dapat disebabkan oleh masuknya air karena masalah penyegelan, atau oleh degradasi dini dari *arrester*, dan peningkatan suhu didalam blok *arrester*. Hampir semua metode yang telah di-review didasarkan pada pengukuran arus bocor *arrester* yang dilakukan secara *on-line* dan terus menerus. Walaupun semua itu telah dilakukan oleh perusahaan penyedia energi listrik di berbagai negara, tetapi penggunaan sever sebagai data base yang dapat diakses dari mana saja menggunakan *mobile phone* masih belum banyak dikembangkan. Di Indonesia, diketahui melalui *survey* ke lapangan yang dilakukan oleh peneliti ke PT. PLN didapatkan informasi bahwa pemantauan *arrester* dilakukan hanya sekali dalam dua tahun dan manual. Semua jenis perangkat pemantauan ini dipasang dekat pada *down conductor arrester* yang menuju tanah dan sekali dalam dua tahun di *record* oleh operator. Cara ini sangat tidak efektif dan beresiko tidak terdeteksinya kondisi *arrester* secara baik dan cara ini juga menghadapi kesulitan untuk pemantauan pada *arrester* yang digunakan pada saluran transmisi yang tersebar sepanjang ratusan kilometer.

Untuk mengatasi kesulitan dan mencapai keefektifan waktu, dan menghemat biaya dalam pemantauan kondisi *arrester* maka dikembangkan *on-line* dan *real time* monitoring *arrester* sangat diperlukan saat ini. Pemantauan ini berguna untuk mengetahui kondisi *arrester* secara terus menerus dengan cepat dan mudah. Metode ini termasuk metode pemeliharaan secara preventif yang sangat diperlukan saat ini. Pemeliharaan preventif membutuhkan waktu nyata, dan data yang mudah diakses. Dengan pemeliharaan preventif, kegagalan sistem listrik karena impuls tegangan tinggi dapat dikurangi. Hal ini mendorong keinginan peneliti untuk melakukan sistem pemantauan kondisi *on-line* di gardu tegangan tinggi dan *arrester* saluran transmisi, serta sistem pemantauan *arrester* untuk mendapatkan data secara terus-menerus dimana data base menggunakan server yang dapat diakses melalui internet. Penelitian ini menjelaskan, mengusulkan, dan mengembangkan desain pemantauan *arrester* ZnO dengan indikator arus bocor dan *temperature* berbasis web monitoring menggunakan perangkat komunikasi data NodeMcu. Kebaruan atau novelty penelitian ini dari penelitian sebelumnya adalah pemantauan

dilakukan realtime sehingga data dan kondisi arrester dapat diketahui kapan pun dibutuhkan, dan penelitian ini menggunakan dua parameter yang berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan kondisi bahwa sambaran petir memberikan efek yang tidak menguntungkan bagi peralatan kelistrikan, maka diperlukan alat yang tepat sebagai proteksi terhadap petir. Proteksi tersebut tentunya tidak hanya perlu yang tepat namun juga bisa bersifat kontiniu dan tahan lama. *Arrester ZnO* merupakan salah satu *arrester* yang bisa dipilih sebagai proteksi terhadap petir. *Arrester ZnO* masuk dalam kategori *Metal Oxide Arrester* (MOA) disinyalir memiliki keunggulan.

Arrester ZnO memiliki beberapa keunggulan seperti pengurangan ukuran, respon cepat untuk arus luahan curam dan kinerja pelindung yang tinggi dibandingkan dengan *arrester* tipe Silicon Carbide (SiC) yang lama. Meskipun memiliki beberapa keuntungan, dibandingkan tipe *arrester* lain, *Arrester ZnO* memiliki kendala yaitu beberapa arus bocor selalu mengalir melalui blok *arrester*. Arus bocor ini dapat mengakibatkan pemanasan dan menyebabkan degradasi pada *arrester*, sehingga sangat penting untuk memantau jumlah arus bocor dari *arrester ZnO*.

Pemantauan yang dimaksud adalah pemantauan atau monitoring kondisi *arrester* tersebut secara rutin agar kerusakan ataupun kendala yang ada pada *arrester ZnO* dapat diidentifikasi sehingga dapat bekerja dengan baik ketika ada petir. Penelitian ini meneliti bagaimanakah Perencanaan dan Pengujian Sistem Pemantauan Kondisi *Arrester* secara Terus Menerus dengan Menggunakan Arus Bocor dan *Temperature* sebagai Indikator.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan pada sub-bab diatas maka untuk memecahkan permasalahan tersebut ditentuk tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan membuat sistem *monitoring arrester* secara *on-line* dengan parameter arus bocor dan Temperatur.
2. Untuk menganalisa kondisi *arrester* dengan parameter arus bocor dan temperatur *arrester*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar penelitian ini tetap dalam fokus yang tepat maka pembahasan pada penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan masih skala labor, sehingga data yang dihasilkan masih data percobaan labor (belum data dilapangan)
2. *Arrester* yang digunakan jenis *arrester* tanpa sela.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dan digunakan oleh peneliti lain dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi *Arrester* terpantau secara terus-menerus
2. Menghemat waktu dan biaya dalam memonitoring *arrester*
3. Agar dapat mengambil keputusan secara cepat dan sistem yang andal
4. Data tersimpan dan sewaktu-waktu diperlukan mudah diakses.

1.6 Sistematika Penulisan

Tesis ini disusun dalam 5 bab. Bab I berisikan Pendahuluan, membahas tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan. Bab II, Tinjauan Literatur membahas tentang dasar-dasar teori yang relevan dengan penelitian yang akan dibahas, dan penelitian terdahulu.

Adapun Bab III dalam penelitian ini berisikan Metode Penelitian, mengenai desain penelitian, serta teknis analisis yang digunakan dalam penelitian. Pada Bab IV akan dibahas Hasil Penelitian yang diperoleh serta Pembahasannya. Bab V sebagai penutup berisikan kesimpulan dari hasil, keterbatasan penelitian dan saran untuk peneliti di masa yang akan datang.