

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem proteksi yang baik sangat dibutuhkan sebagai pengaman guna melindungi peralatan dan sistem tenaga listrik terhadap gangguan yang timbul, agar dapat menyalurkan energi listrik yang handal secara terus-menerus dengan mutu frekuensi dan tegangan yang baik [1]. Penyaluran tenaga listrik ini harus dirancang dengan sistem dan peralatan yang dapat bekerja secara efisien dan berfungsi optimal serta tidak dibolehkan ada arus bocor yang melebihi standar yang sudah ditentukan [2, 3].

Untuk melindungi peralatan dan sistem tenaga listrik dari gangguan tegangan lebih yang timbul dari dalam ataupun yang berasal dari luar sistem tenaga listrik tersebut dapat dengan menggunakan *arrester* yang bekerja pada kondisi tegangan kerja normal dan pada saat terjadinya gangguan tegangan lebih surja [1, 4-6]. *Arrester* yang salah satu fungsinya sebagai pembatas level tegangan akan bersifat isolator pada kondisi tegangan kerja dan pada saat terjadinya salah satu gangguan berupa tegangan lebih surja, maka *arrester* ini akan bersifat konduktor yang melewatkan arus surja gangguan tersebut ke tanah tanpa menimbulkan gangguan dan juga tidak akan mengganggu aliran arus daya sistem 50 Hz. Peralatan dan sistem tenaga listrik bisa aman, apabila tegangan lebih yang terjadi masih di bawah tingkat perlindungan ketahanan isolasi yang masuk dalam peralatan sistem tenaga listrik tersebut [7].

Arrester dipasang secara paralel dengan peralatan yang dilindungi pada sistem tenaga listrik. Untuk bagian terminal-terminal *arrester* dihubungkan ke fasa dan ke tanah (*ground*), sehingga mengakibatkan kondisi *arrester* selalu ditimpa dan menerima tegangan terus menerus yang dapat menimbulkan arus bocor. Untuk arus bocor pada *arrester* adalah penjumlahan dari arus bocor internal dan eksternal yang merupakan faktor penentu batas tingkatan dan kondisi *arrester*. Arus bocor internal adalah arus bocor akibat kondisi elemen *arrester* yang salah satunya dipengaruhi oleh lamanya waktu pemakaian, sedangkan arus bocor eksternal adalah arus bocor akibat pengaruh kontaminasi serta kelembaban udara sekitar yang terjadi pada badan atau isolasi *arrester*. Pada keadaan bersih (tanpa kontaminasi dan kelembaban udara) hanya arus bocor internal yang mengalir ke tanah dan arus inilah yang menentukan tingkat kondisi *arrester*. Ketika terjadi kontaminasi dan pengaruh kelembaban udara sekitar pada isolasi *arrester*, maka arus bocor *arrester* merupakan kontribusi arus bocor eksternal yang mempengaruhi elemen *arrester* tersebut [8]. Untuk mengetahui tingkat persentase kondisi *arrester* akibat kontribusi arus bocor, maka diperlukan evaluasi dan analisis arus bocor internal dan eksternal yang berakumulasi menjadi total arus bocor *arrester*.

Arrester terdiri dari dua jenis [7], yaitu jenis dengan sela yang elemennya terbuat dari silikon karbit (SiC) dan jenis tanpa sela terbuat dari oksida logam (ZnO). Akibat konfigurasi *arrester* ZnO yang tanpa sela, dapat menimbulkan arus bocor yang terjadi dalam elemen oksida logam ketika beroperasi pada kondisi tegangan operasi normal. Arus bocor yang terjadi pada elemen *arrester* ZnO terdiri dari arus bocor kapasitif dan arus bocor resistif [8]. Arus bocor internal di bagian kapasitif dan resistif ini digunakan sebagai indikator untuk memantau batasan tingkat kondisi elemen *arrester* yang dapat mengakibatkan pemanasan pada elemen *arrester* ZnO tersebut. Saat pembentukan panas meningkat dalam elemen *arrester* ZnO yang dipengaruhi oleh kontaminan dan perubahan kelembaban udara, maka karakteristik selama tegangan operasi normal dengan hambatan dari elemen *arrester* ZnO yang efektif akan menurun, dan akibatnya arus internal meningkat. Tahanan *arrester* ZnO sangat tinggi pada saat kondisi normal yang tidak ada gangguan, sehingga arus bocor yang timbul hanya dalam orde miliampere. Arus bocor ini menyebabkan pemanasan pada elemen-elemen *arrester* ZnO yang berbahaya bagi stabilitas dan kondisi *arrester*, terutama di daerah konduksi rendah yaitu pada arus sekitar 0 sampai dengan 1 mA akan berpengaruh terhadap karakteristik tegangan dan arus elemen *arrester* [9].

Arus bocor yang terjadi pada *arrester* dapat digunakan sebagai indikator penurunan fungsi atau degradasi yang bisa menjadi tanda awal kerusakan kondisi *arrester*. Ketika pengukuran arus bocor *arrester* dilakukan, bukan hanya arus bocor dari komponen blok elemen *arrester* saja, tetapi juga dari komponen eksternal isolasi yang mengakibatkan arus bocor yang melewati *arrester* mengandung arus bocor eksternal yang dipengaruhi oleh kontaminasi dan kelembaban udara sekitar. Utiliti penyedia energi listrik menggunakan arus bocor untuk memonitoring kondisi *arrester*. Akan tetapi arus bocor yang terukur sebenarnya sudah termasuk arus bocor eksternal, sehingga kondisi sebenarnya dari blok *arrester* itu tidak sepenuhnya termonitor, karena untuk mengetahui kondisi blok *arrester* tersebut digunakan arus bocor internal.

Pada penelitian ini dianalisa seberapa jauh arus bocor eksternal mempengaruhi arus total *arrester* untuk beberapa kondisi dalam pengambilan keputusan penggantian *arrester*. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu diketahui besarnya arus bocor internal saja agar kontribusi arus bocor eksternal *arrester* tidak terbaca waktu pengukuran saat pengecekan kondisi setelah sekian lama waktu penggunaan *arrester* tersebut pada operasional sistem tenaga listrik. Beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilaporkan dalam bentuk jurnal, diantaranya: penelitian dengan judul “Peningkatan Faktor Penuaan *Arrester* Tanpa Sela Isolasi Polymer Akibat Kontaminan Kalsium Karbonat” yang dilakukan oleh Novizon dan kawan-kawan pada tahun 2020 yang meneliti dan menganalisa tentang arus bocor *arrester* yang dipengaruhi oleh kontaminan sebagai indikator penuaan *arrester* dan menyimpulkan bahwa perubahan arus bocor sangat signifikan dipengaruhi oleh kontaminasi [10].

Pada tahun 2018, Darwison dan kawan-kawan meneliti tentang isolator polimer dengan judul “*A Leakage Current Forecast of the Polymeric Insulator Using ANFIS Method Based on LabView Pre-processed Thermal Image*” yang melaporkan perkiraan arus bocor isolator polimer melalui analisis termal dengan metode non kontak yang dapat memberikan gambaran kondisi aman atau tidaknya hasil pengecekan isolator untuk diganti [11]. Penelitian Zhongjun Fu bersama kawan-kawannya pada tahun 2018 membahas arus resistif *arrester* oksida logam berjudul “*Measurement Method for Resistive Current Components of Metal Oxide Surge Arrester in Service*” dengan tujuan untuk memantau kondisi online *arrester* oksida logam menggunakan metode pengukuran Arus Resistif Non-Simultan Jarak Jauh (RNS) dengan hasil simulasi dan penggunaan aplikasi yang dapat dipertimbangkan dalam pemantauan beberapa instalasi kritis yang rumit untuk kondisi *arrester* oksida logam di lapangan [12].

Dari beberapa jurnal yang di *review*, tidak ada yang menganalisa tentang karakteristik arus dan tegangan *arrester*. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka konsentrasi dalam penelitian ini melakukan evaluasi dan analisa tentang “**Pengaruh Kontaminan Dan Kelembaban Terhadap Karakteristik Arus Dan Tegangan Arrester Oksida Logam Berisolasi Polimer**” sebagai kajian data hasil pengukuran untuk pengujian yang dilaksanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh kontaminasi dan perubahan tingkat kelembaban udara terhadap karakteristik kurva tegangan dan arus *arrester*.
2. Berapa besar pengaruh yang ditimbulkan akibat kontaminan dan kelembaban udara pada blok elemen dan isolasi *arrester* terhadap arus bocor yang terjadi.

1.3 Tujuan

Pencapaian hasil yang didapatkan dari penelitian ini untuk memecahkan masalah dari rumusan yang telah ditetapkan, yaitu:

1. Mendapatkan hasil pengukuran besaran arus bocor *arrester* dengan menerapkan variasi tegangan input yang berbeda.
2. Mengetahui pengaruh kontaminasi dan perubahan tingkat kelembaban udara terhadap karakteristik kurva tegangan dan arus *arrester*.
3. Menggunakan metoda pengkondisian *arrester* oksida logam berisolasi polimer sebagai indikator menentukan tingkat batasan arus bocor yang timbul dari pengaruh polutan eksternal.
4. Menganalisis pengaruh kontaminan dan kelembaban terhadap karakteristik arus dan tegangan *arrester* oksida logam berisolasi polimer sebagai evaluasi untuk hasil pengukuran arus bocor *arrester* ZnO.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang menjadi tujuan pembahasan dalam penelitian ini, maka fokus kajian yang dilakukan membatasi masalah pada klasifikasi *arrester*, yaitu:

1. Jenis *arrester* distribusi yang digunakan dari material *Zinc Oxide* (ZnO) tanpa sela berisolasi polimer dengan rating tegangan kerja 20 kV.
2. Pengujian untuk mengukur arus bocor *arrester* dilakukan pada variasi tegangan input 12 kV, 16 kV, 20 kV, dan 24 kV.
3. Penggunaan bahan polutan yang dijadikan kontaminan berupa campuran air (H₂O) dengan larutan Kalsium Karbonat (CaCO₃) dan Kaolin atau Aluminium Silikat Hidrat (Al₂O₃.2SiO₄.2H₂O).
4. Mengkondisikan peningkatan kelembaban udara dalam *chamber* dari hasil penguapan Kalium Sulfat (K₂SO₄) yang dilarutkan dalam air suling yang dimonitor dengan alat *Humidity Meter*, dan menggunakan alat pemanas ruangan (*Heater*) untuk menurunkan kelembaban udara.
5. Implementasi penelitian dengan pengujian skala labor menggunakan osiloskop untuk mendapatkan data hasil pengukuran arus bocor internal dan eksternal *arrester* serta tampilan gelombang karakteristik untuk kurva tegangan dan arus *arrester*.
6. Analisa hasil pengukuran arus bocor *arrester* guna mengevaluasi arus bocor internal di bagian komponen resistif dan kapasitif blok elemen *arrester* dan arus bocor eksternal di komponen isolasi *arrester* sebagai akumulasi yang menjadi total arus bocor *arrester* ZnO.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui karakteristik arus dan tegangan *arrester* berdasarkan evaluasi secara analitik maupun hasil uji labor untuk pengukuran nilai arus bocor internal dan eksternal pada penelitian ini, dapat digunakan untuk menentukan penilaian terhadap kondisi dan kinerja *arrester*, sehingga diharapkan bisa menjadi pedoman untuk dasar pertimbangan bagi utiliti penyedia energi listrik dalam mengambil keputusan sebelum penggantian *arrester* yang digunakan dalam fungsi perlindungan operasional sistem tenaga listrik. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat untuk dijadikan acuan analisa bagi peneliti lainnya sebagai referensi dalam mengembangkan pembahasan yang lebih detail terhadap karakteristik arus bocor-tegangan *arrester* di tingkat yang lebih lanjut lagi.

1.6 Sistematika Penulisan

Format penulisan untuk kerangka laporan penelitian ini disusun mengikuti sistematika yang disesuaikan dengan pola penulisan tesis yang ditetapkan Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas. Untuk konfigurasi laporan penelitian ini dibuat dan disusun berdasarkan sistematika penulisan berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I sebagai pendahuluan yang berisi rincian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II untuk tinjauan pustaka berisikan uraian landasan teori yang berhubungan dengan materi penelitian dari hasil studi pustaka dan literatur yang akan digunakan sebagai landasan berfikir serta pedoman melakukan penelitian tentang *arrester* oksida logam berisolasi polimer.

BAB III METODOLOGI

Bab III tentang metodologi yang menjelaskan perihal metode penelitian dan pengolahan data sebagai mekanisme analisis yang akan digunakan pada analisa pembahasan hasil pengukuran *arrester* ZnO yang diuji dalam pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab IV sebagai hasil dan analisa yang berisikan tentang analisis dan evaluasi pembahasan data pengukuran yang telah didapatkan dari hasil pengujian yang dilakukan terkait kajian materi penelitian untuk *"Pengaruh Kontaminan Dan Kelembaban Terhadap Karakteristik Arus Dan Tegangan Arrester Oksida Logam Berisolasi Polimer"*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V ini merupakan bagian penutup laporan tesis yang menyajikan kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran untuk penyempurnaan terhadap laporan tesis ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

