

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Masalah

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan perkembangan pola hidup masyarakat, Perusahaan Listrik Negara (PLN) dituntut untuk memberikan suplai energi listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu, untuk menjaga sistem tenaga listrik agar tetap memberikan suplai energi listrik yang dibutuhkan, peralatan listrik yang digunakan harus mampu menunjang kinerja dari sistem tenaga listrik. Adapun salah satu peralatan listrik yang harus diperhatikan dalam penyaluran energi listrik yaitu kabel tegangan tinggi/menengah.

Kabel merupakan bagian dalam instalasi listrik yang berguna untuk menyalurkan energi ke peralatan yang menggunakan energi listrik, kabel juga merupakan peralatan rentan kerusakan dalam keamanan instalasi. Terjadinya hubung singkat pada instalasi listrik industri biasanya disebabkan karena sambungan kabel yang tidak baik ataupun karena rusaknya isolasi kabel. Oleh karena itu, persyaratan yang harus dimiliki bahan isolasi kabel penghantar pada tegangan tinggi yaitu isolasi harus mampu memikul tekanan medan listrik yang tinggi, karenanya materi isolasi dituntut untuk mampu bertahan dalam kondisi tersebut. Persyaratan yang lainnya material

isolasi harus memiliki kemampuan ketahanan terhadap air (*hydrophobic*) yang tinggi. Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah memperhatikan kemurnian bahan isolasi agar peluahan sebagian (*partial discharge*) pada isolasi kabel tidak terjadi.^[4]

Isolasi merupakan salah satu bagian terpenting dalam sistem tegangan tinggi yang biasa digunakan untuk memisahkan dua buah atau lebih penghantar listrik yang bertegangan agar pada penghantar yang bertegangan tidak menimbulkan lompatan listrik atau percikan listrik (*spark over*). Bahan isolasi akan mengalami pelepasan muatan yang merupakan suatu bentuk korona apabila tegangan yang diterapkan melampaui kekuatan isolasinya. Korona yang terjadi pada peralatan dapat menyebabkan kerusakan alat sehingga kontinuitas sistem terganggu. Oleh karena itu, sistem isolasi harus diperhatikan kondisinya agar tidak terdapat korona dan memilih isolasi yang baik agar dapat meminimalisir korona.^[1]

Salah satu cara mendeteksi kerusakan dini pada bahan isolasi kabel adalah dengan pengujian peluahan sebagian. Peluahan sebagian pada isolasi kabel diduga dapat menjadi pemicu terjadinya kerusakan. Hal ini terjadi karena peluahan sebagian akan mengakibatkan isolasi pada kabel akan mengalami pemburukan pada lokasi terjadinya peluahan sebagian. Pemburukan yang terjadi, jika dibiarkan berlangsung terus menerus dapat menjadi pemicu terjadinya tegangan tembus (*breakdown*) pada lokasi terjadinya peluahan.^[2]

Proses peluahan sebagian pada bahan isolasi padat merupakan proses ionisasi yang terjadi karena tekanan medan listrik yang sangat tinggi pada bagian-bagian tertentu. Selain itu, peristiwa peluahan sebagian juga dapat ditimbulkan karena adanya konstruksi buruk, adanya tekanan yang terus menerus, pengerutan bahan isolasi, faktor lingkungan kimia, serta efek panas yang timbul ketika tegangan mengalami kenaikan. Penelitian peluahan sebagian sangat diperlukan pada bahan isolasi yang berguna untuk mendeteksi kondisi paling awal dalam kerusakan sebuah bahan isolasi.^[3]

Perkembangan penggunaan bahan isolasi dalam sistem tenaga listrik untuk mendapatkan sistem dengan tingkat keandalan optimal serta biaya yang efisien, telah dilakukan berbagai penelitian untuk mengetahui karakteristik elektrik yang memiliki konduktivitas yang rendah dan memiliki sifat *hydrophobic* dari bahan yang akan digunakan dalam pembuatan bahan isolasi. Selama ini bahan pembuat isolasi yang dikenal adalah bahan dari porselin/keramik dan kaca/gelas, tetapi sekarang mulai dikembangkan penggunaan bahan polimer. Penelitian mengenai karakteristik bahan polimer sebagai bahan isolator masih terus dilakukan.

Polimer adalah merupakan substansi-substansi yang terdiri dari molekul makro yang panjang, dibentuk dari molekul kecil (*monomer*) atau sekumpulan molekul yang merupakan unit yang bersambungan. *Monomer* adalah substansi yang rendah berat molekulnya, dimana dapat bereaksi dengan baik mengikat bersama untuk menghasilkan polimer yang tinggi berat molekulnya. Kelebihan isolasi polimer ini adalah memiliki

densitas yang rendah (dibandingkan dengan logam dan keramik), memiliki rasio kekuatan terhadap berat (*strength to weight*) yang baik untuk beberapa jenis polimer, ketahanan korosi yang tinggi, konduktivitas listrik dan panas yang rendah, tanpa proses pengerjaan lanjutan, polimer sangat kompetitif dalam hal harga dibandingkan logam.^[4] Umumnya membutuhkan proses yang lebih sedikit dibandingkan logam. Jenis polimer karet yang sering digunakan yaitu karet silikon.

Teknik pengujian emisi akustik merupakan salah satu pengujian yang tidak merusak (*Non Destructive Testing*). Beberapa pengujian tidak merusak lainnya adalah *Ultrasonic*, *X-Ray*, *Edy Current*, *Liquid*, dan *Thermographic*. Metode emisi akustik (*acoustic emission*) merupakan salah satu aplikasi pengujian tidak merusak yang paling banyak digunakan saat ini. Kelebihan dari emisi akustik ini adalah dapat mendeteksi keseluruhan struktur pengujian dengan meletakan sensor di beberapa lokasi, pengujian dapat dilakukan saat sistem dalam keadaan berkerja, sistem ini dapat mendeteksi perubahan mikroskopis bila energi yang dilepaskan sudah mencukupi dan penggunaan beberapa sensor memungkinkan menentukan sumber lokasi kesalahan, prinsip emisi akustik ini secara pasif mendengarkan gelombang suara yang dihasilkan oleh tekanan (*stress*) di dalam suatu material.^[5]

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mencari sifat kegagalan dan karakteristik gelombang peluahan dari bahan isolasi karet silikon yang digunakan di peralatan listrik. Analisis peluahan sebagian berguna untuk mendiagnosis tingkat degradasi isolasi polimer. Fenomena pra-kegagalan dapat dideteksi dengan

pengamatan dan pengukuran pulsa peluahan sebagian. Mempelajari peluahan sebagian menjadi penting karena dengan mengetahui tingkat peluahan sebagian maka suatu isolasi dapat diperkirakan kondisinya. Bahkan ada upaya untuk menggunakan informasi peluahan sebagian dalam memprediksi umur sisa isolasi. Penelitian ini dilakukan agar dapat memberikan informasi yang berguna bagi perkembangan penelitian pada material isolasi elektrik.

B. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan karakteristik gelombang peluahan sebagian pada isolasi karet silikon yang mencakup bentuk/besar tegangan peluahan dan arus bocor.
2. Mendapatkan besaran frekuensi (Hz) dominan peluahan sebagian yang terjadi dalam rongga udara pada karet silikon.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Memperkirakan penggunaan bahan isolasi yang baik ataupun sesuai pada sistem tegangan tinggi yang dibutuhkan.
2. Mengetahui gejala awal terjadinya kegagalan ataupun kerusakan yang terjadi pada suatu peralatan listrik dengan melihat hasil dari besar frekuensi yang didapat oleh sinyal peluahan.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan isolasi yang digunakan adalah bahan polimer berupa karet silikon.
2. Bahan isolasi dibuat berbentuk sampel dengan ukuran tertentu.
3. Sinyal peluahan sebagian didapatkan dari deteksi sensor emisi akustik.
4. Karakteristik gelombang yang dianalisis adalah frekuensi, magnitudo dan arus bocor dari masing-masing sumber peluahan.
5. Tidak memberikan penekanan pada kandungan karet silikon yang menjadi sampel.

E. Hipotesis

Dari penjelasan pada kerangka teoritis maka dapat dirumuskan beberapa hipotesa yaitu :

1. Pada pengujian peluahan menggunakan lubang tunggal dan lubang ganda terdapat perbedaan dari besar nilai arus bocor, frekuensi, dan waktu terjadinya peluahan dari karet silikon.
2. Pada pengujian dengan jarak 24 mm dan 36 mm tegangan kritis yang didapat adalah lebih besar pada jarak yang lebih jauh karena letak sensor mempengaruhi durasi peluahan yang terjadi.