

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Isolator listrik adalah komponen listrik yang penting untuk mendukung keselamatan operasi dan implementasi ketenagalistrikan. Agar berfungsi dengan baik, isolator harus mematuhi standar yang ditentukan[1]. Isolator adalah perangkat yang secara elektrik dapat memisahkan dua atau lebih konduktor listrik yang berdekatan[2]. Ada beberapa jenis-jenis isolator diantaranya keramik, kaca dan polimer. Salah satu jenis isolator yang umum digunakan adalah jenis isolator keramik yang memiliki kelebihan pada kekuatan mekaniknya sehingga tidak mudah mengalami kerusakan ketika mengalami degradasi akibat cuaca. Namun kekurangan jenis isolator ini adalah dari sifat hidrofiliknya yang membuat air mudah menyerap pada permukaan isolator dan menyebabkan terjadinya arus bocor[3]. Selain itu, ada juga isolator kaca dengan kelebihan, seperti konduktivitas termal yang rendah, tahan korosi, keras dan kuat. Namun isolator jenis kaca juga memiliki kelemahan dari segi mekanis yaitu berat, dan permukaannya yang bersifat menyerap air (hidrofilik) sehingga lebih mudah terjadi arus bocor (*flashover*)[4]. Berikutnya bahan isolator polimer. Pada tahun 1963, isolator polimer dikembangkan dan ditingkatkan sampai saat ini. Isolator polimer juga dikenal sebagai isolator non-keramik atau isolator komposit[5]. Isolator ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan lain seperti memiliki sifat tolak air, sifat termal, dan sifat dielektrik yang sangat baik, yang ditandai dengan tingkat tegangan tembus yang tinggi. Selain itu, bahan polimer ringan dan mudah dalam proses pembuatannya[6].

Pemilihan isolator polimer pemasangan luar (*Outdoor Insulation*) harus memperhitungkan jarak rambat spesifik minimum berdasarkan International Standard IEC 815, dengan mempertimbangkan tegangan sistem dan tingkat polusi yang dapat terjadi pada daerah isolator akan dipasang[7]. Sebagai isolator pasang luar, kondisi lingkungan sangat mempengaruhi kinerja material itu sendiri[8]. Pengaruh polusi udara seperti debu, asap dan garam laut serta basah kering yang menempel pada permukaan isolator dan membentuk lapisan kontaminan. Kontaminasi yang bersifat konduktif dan kontaminasi yang bersifat lembap sebagian besar dibawa oleh angin ke permukaan isolator. Semakin tinggi tingkat polusi di sekitar isolator, semakin tinggi juga lapisan kontaminasi isolator tersebut. Ketika terjadi tekanan tegangan tinggi maka akan menyebabkan arus bocor dan busur api pada permukaan Isolator. Panas yang dihasilkan arus bocor di daerah bertekanan tinggi dapat menghambat pencucian alami, sehingga akan menambah timbunan kontaminan, hal tersebut menyebabkan timbulnya pita kering pada permukaan Isolator. Jika pita kering terus meningkat, maka semakin

lama akan menyebabkan terjadinya *flashover* yang merupakan kegagalan suatu isolator[9].

Faktor utama yang mempengaruhi kinerja material isolator polimer adalah hidrofobisitas. Hidrofobisitas merupakan parameter penting yang harus dimiliki oleh material isolator. Beberapa faktor yang mempengaruhi hidrofobisitas permukaan isolator yakni kepadatan polutan, *surface arcing*, dan penuaan. Beberapa faktor tersebut telah diamati di lapangan yaitu isolator yang terletak pada daerah yang sangat tercemar mengalami kristalisasi polutan pada permukaan isolator sehingga menyebabkan permukaan isolator menjadi kasar. Isolator dengan sifat hidrofobik tinggi mempunyai karakteristik tegangan *flashover* lebih baik dibandingkan permukaan yang bersifat hidrofilik atau kaca. Hidrofobik merupakan sifat anti air di mana permukaan suatu material dengan air akan terbentuk sudut lebih besar atau sama dengan  $90^\circ$ . Kekasaran permukaan akibat kristalisasi dari polutan dapat mempengaruhi hidrofobik material[10]. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran dan analisis arus bocor skala laboratorium untuk kekasaran permukaan yang berbeda untuk mengetahui pengaruh terhadap kinerja permukaan material. Permukaan yang bersifat hidrofobik akan semakin sulit membentuk jalur konduksi yang kontinu dikarenakan tetesan kontaminan akan sulit menempel pada permukaan material isolator[11].

Studi mengenai bahan komposit yang memiliki sifat listrik menjadi topik yang signifikan dalam perkembangan ilmu kelistrikan. Bahan komposit merupakan jenis bahan inovatif yang terbentuk melalui penggabungan dua atau lebih bahan dengan karakteristik unggul. Kemajuan teknologi dan pengetahuan yang pesat turut mendorong kreativitas manusia dalam pengembangan bahan ini[12]. Sebagai contoh, LLDPE dapat dikombinasikan dengan karet alam (NR/*Natural Rubber*) untuk menciptakan polimer dengan sifat biopolimer. Karet alam, suatu hidrokarbon yang mengandung karbon (C) dan hidrogen (H), memiliki ciri-ciri umum seperti warna agak kecoklatan gelap, berat jenis antara 0,91-0,93, suhu penggunaan maksimal  $90^\circ\text{C}$ , pelunakan pada suhu  $130^\circ\text{C}$ , dan terdekomposisi sekitar  $200^\circ\text{C}$ . Untuk mendapatkan bahan isolator komposit, nano laminasi dapat diintegrasikan ke dalam LDPE-NR. Nano Laminasi merupakan bahan keramik non-silikat yang umumnya digunakan karena memiliki hambatan listrik tinggi, daya tahan terhadap kejutan termal, dan resistensi terhadap korosi. Alumina, sebagai contoh, termasuk isolator baik secara termal maupun listrik. Sifat mekanik, termal, dan dielektrik dari bahan polimer dapat ditingkatkan dengan menambahkan partikel nano yang dikenal sebagai bahan nanokomposit. Penggunaan nanokomposit dapat meningkatkan ketahanan bahan isolasi terhadap peluahan sebagian, meningkatkan sifat termal, dan mengurangi biaya produksi[6].

Beberapa penelitian terkait isolator polimer dengan beragam jenis bahan pengisi yang divariasikan komposisinya menunjukkan bahwa peningkatan komposisi bahan pengisi akan meningkatkan nilai tegangan tembus dan sudut hidrofobik isolator polimer namun kekuatan tarik dan tekan nya akan menurun

seiring bertambahnya komposisi bahan pengisi pada matriks utama[14]. Penelitian yang dilakukan Yuniarti, Nurhening dan A.N. Afandi[10] dengan bahan pengisi ATH pada isolator SIR mengungkapkan bahwa dengan penambahan komposisi bahan pengisi akan mengurangi nilai sudut kontak permukaan isolator dengan tetesan air, artinya sifat hidrofobisitas permukaan isolatornya menjadi berkurang. Penelitian oleh Indira, Eki.[15] dengan menggunakan abu sekam padi sebagai bahan pengisi pada matriks resin epoksi menghasilkan kualitas tembus tegangan isolator yang rendah dibandingkan isolator yang tidak menggunakan bahan pengisi abu sekam padi. Namun, secara mekanik bahan polimer resin epoksi semakin kaku sehingga hanya meningkatkan sifat mekaniknya. Penelitian Kitta, Ikhlis dkk. [16] dengan menggunakan *filler* abu terbang batu bara dengan persentase 30% dapat menurunkan sudut kontak isolator dibandingkan isolator SIR dan Epoksi tanpa bahan pengisi. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Malago, Yusrianto, dkk.[14] dengan menggunakan pasir silika memperoleh hasil yang baik dimana jika persentase silika semakin tinggi maka degradasi akan memakan waktu yang lebih lama. Aulia, dkk.[17] melakukan penelitian menganalisis pengaruh partikel nanosilika terhadap sifat tolak air bahan isolasi bionanokomposit memperoleh hasil bahwa nanosilika dapat memperbesar sudut kontak air dengan permukaan bionanokomposit.

Isolator bionanokomposit merupakan salah satu jenis isolator yang terbuat dari material bionanokomposit. Material ini memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi serta tahan terhadap korosi dan kontaminasi. Namun, keberhasilan isolator tersebut dalam menjaga integritas sistem kelistrikan sangat bergantung pada kondisi permukaannya. Permukaan isolator yang terkontaminasi oleh kotoran atau zat-zat lain dapat mempengaruhi kinerjanya, sehingga dapat menurunkan performa sistem kelistrikan secara keseluruhan. Berdasarkan uraian hasil penelitian terdahulu, maka tugas akhir ini dilakukan “Penambahan Nanosilika Kepada Polimer Karet Alam dan Pengaruhnya Terhadap Arus Bocor dan Hidrofobisitas” dengan melakukan pengujian sudut kontak, dan *surface tracking* untuk mengetahui sudut kontak dan tingkat degradasi dari isolator bionanokomposit.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan bahan Nano silika terhadap arus bocor polimer karet alam?
2. Bagaimana pengaruh penambahan bahan Nano silika terhadap hidrofobisitas polimer karet alam?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi nanosilika terhadap arus bocor dan hidrofobisitas polimer karet alam.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu bahan dasar material isolator yang digunakan adalah bahan polimer *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE), Karet Alam, Nano silika, Sulfur, *Cyclohexyl benzothiazole sulfenamide* (CBS), *Zinc Oxide* (ZnO), *Stearic Acid* (AS)

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang pengaruh penambahan bahan Nano silika terhadap arus bocor dan hidrofobisitas polimer karet alam.
2. Membantu dalam pengembangan polimer karet alam yang lebih baik dan lebih tahan terhadap arus bocor dan kelembaban.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini ditulis berdasarkan sistematika sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi pembahasan tentang teori dasar pendukung pada penelitian ini.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan peralatan, data yang digunakan, dan pengolahan data pada penelitian ini.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan terhadap penelitian yang dilakukan.

#### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini membahas tentang simpulan dan saran terhadap penelitian yang dilakukan.

#### **KEPUSTAKAAN**