

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu komponen penting yang digunakan dalam sistem tenaga listrik adalah isolator. Isolator ini berfungsi sebagai penghambat dan mengisolasi aliran listrik dengan tujuan keselamatan dan proteksi. Agar berfungsi secara optimal, isolator harus memenuhi standar yang telah ditetapkan[1]. Isolator memiliki dua fungsi utama, yaitu fungsi mekanik untuk menahan beban mekanis dari saluran udara dan fungsi elektrik untuk mencegah kebocoran arus serta fenomena korona dan lompatan arus yang dapat terjadi dalam gradien medan listrik yang tinggi[2].

Berdasarkan bahannya, dalam sistem tenaga listrik isolator dibedakan menjadi isolator keramik, isolator kaca dan isolator polimer. Isolator jenis keramik memiliki keunggulan dalam ketahanan mekanik, akan tetapi memiliki sifat hidrofilik permukaan yang lemah sehingga dapat mengakibatkan masalah kebocoran arus listrik[3].

Isolator kaca memiliki keunggulan berupa transparansi yang memungkinkan deteksi kerusakan secara visual, kekuatan dielektrik tinggi, tahan terhadap polusi, dan ekonomis[4], [5]. Permukaannya yang halus juga membantu mencegah penumpukan kotoran yang bisa menyebabkan flashover[6]. Namun, isolator jenis ini memiliki massa yang berat dan diperlukannya energi besar dalam proses pembuatannya[7], serta mudah pecah akibat benturan mekanis, tidak dapat digunakan kembali jika rusak, serta memerlukan pemeliharaan rutin terutama di lingkungan dengan tingkat polusi tinggi[8], [9].

Isolator polimer yang dibuat dari campuran bahan polimer atau bahan komposit telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir, dan memiliki keunggulan-keunggulan seperti bobotnya yang lebih ringan, kemudahan pembentukan, biaya produksi yang lebih murah, serta ketahanan terhadap arus listrik, yang membuat bahan komposit memegang peranan penting dalam kemajuan teknologi bahan[10].

Polimer merupakan pilihan yang lebih unggul dibandingkan porselin dan gelas karena memiliki beberapa keunggulan. Salah satunya adalah sifat hidrofobiknya yang tinggi, yang berarti polimer tidak mudah menyerap air. Selain itu, polimer memiliki rapat massa yang lebih rendah, membuatnya lebih ringan. Proses pembuatan polimer juga lebih mudah karena tidak memerlukan suhu yang sangat tinggi. Terakhir, polimer memiliki tingkat kerekatan yang tinggi, membuatnya mudah dibentuk dan dihubungkan dengan bahan lain[11]. Oleh karena itu, bahan polimer menjadi pilihan yang lebih menguntungkan dibandingkan dengan bahan keramik dan kaca untuk digunakan sebagai material isolator[12].

Sejak tahun 1963, bahan polimer telah digunakan sebagai bahan isolator. Sejarah bahan polimer dimulai dari penggunaan karet alam oleh peradaban kuno, yang kemudian mengalami perkembangan signifikan pada tahun 1839 saat Charles Goodyear menemukan proses vulkanisasi untuk memperkuat karet[13]. Pada tahun 1869, John Wesley Hyatt menciptakan seluloid, polimer semi-sintetik pertama sebagai pengganti gading. disusul oleh penemuan Bakelit oleh Leo Baekeland pada 1907, yang menjadi polimer sintetik pertama dan digunakan luas dalam industri listrik. Sepanjang abad ke-20, berbagai polimer sintetis seperti *polyetilene*, *polypropilene*, PVC, dan *polystirene* ditemukan dan digunakan secara massal, mendorong perkembangan teknologi dan industri modern. Saat ini, fokus bergeser ke polimer teknik dan biopolimer ramah lingkungan untuk mengatasi isu keberlanjutan.

Isolator polimer yang digunakan untuk pasangan luar akan menghadapi tantangan besar akibat pengaruh iklim dan cuaca yang terjadi secara bersamaan. Indonesia, sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki iklim tropis dengan rata-rata penyinaran matahari sekitar 12 jam dan kelembaban udara yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan kontaminasi pada permukaan isolator menjadi masalah serius yang dapat mengganggu kinerja isolator pasangan luar[14]. Pengaruh kontaminasi terhadap kerja isolator dapat mengakibatkan kegagalan isolasi dimana hal ini sangat berpengaruh kepada penyaluran energi listrik nantinya. Oleh karena itu, penggunaan bahan polismer sebagai isolator merupakan suatu inovasi baru dalam bidang material maupun kelistrikan.

Ada banyak jenis bahan polimer yang dapat dijadikan sebagai isolator. Salah satu jenis polimer yang digunakan dalam penelitian ini adalah LDPE (*Low-Density Polyethylene*). LDPE merupakan polimer berjenis termoplastik yang dapat dicampur dengan karet alam (NR) untuk menghasilkan senyawa polimer dengan sifat biopolimer atau biokomposit.

Karet alam adalah senyawa hidrokarbon yang mengandung atom karbon (C) dan hidrogen (H). Karet alam memiliki karakteristik umum yaitu berwarna agak kecoklatan gelap, dengan berat jenis 0,91-0,93, suhu penggunaan tertinggi 90°C, melunak pada suhu 130°C, dan terdekomposisi sekitar 200°C. Untuk mendapatkan bahan isolator komposit, nanolaminasi dapat ditambahkan ke LDPE-NR. Nanolaminasi merupakan bahan keramik non-silikat yang paling umum digunakan karena hambatan listriknya yang tinggi, ketahanan terhadap kejutan termal dan korosi.

Alumina termasuk isolator panas dan listrik yang baik. Sifat mekanik, termal, dan dielektrik dari bahan polimer dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan tertentu berukuran nano untuk membentuk bahan yang disebut bionanokomposit. Selain itu, hal tersebut juga dapat menghemat biaya[15].

Perkembangan teknologi material memberikan gambaran baru terhadap penggunaan bahan bionanokomposit sebagai isolator. Selain memiliki sifat dielektrik, bahan ini juga memiliki sifat mekanik dan termal yang baik, serta bahan

ini ramah terhadap lingkungan[16]. Sama halnya, kemampuan material bionanokomposit sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, salah satunya adalah radiasi sinar *ultraviolet* (UV).

Sinar ultraviolet adalah salah satu spektrum sinar matahari yang dampak radiasinya menyebabkan degradasi permukaan bahan bionanokomposit. Degradasi ini dapat mempengaruhi struktur mikro bahan yang menyebabkan kerusakan mikro serta kekakuan pada permukaan material[17]. Sehingga, kemampuan isolasi bahan akan menurun dan meningkatkan arus bocor permukaan isolator yang menjadi permulaan kegagalan isolasi[18]. Perubahan struktur mikro akibat radiasi sinar *ultraviolet* juga berdampak pada distribusi muatan dan jalur arus permukaan bahan.

Penelitian terkait isolator polimer terus dikembangkan dengan variasi bahan pengisi yang berbeda. Berdasarkan salah satu penelitian mengenai isolator bionanokomposit, dimana isolator jenis ini merupakan salah satu jenis isolator dari material bionanokomposit yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi sehingga tahan terhadap korosi dan kontaminasi[19]. Berdasarkan penelitian terdahulu penambahan nanofiller kedalam bahan matriks LDPE dan karet alam menunjukkan bahwa terjadi penurunan terhadap peluahan sebagian[20]. Dalam penelitian lainnya pengaruh penambahan nanofiller meningkatkan sudut permukaan sehingga bahan memiliki sifat hidrofobik yang lebih baik serta mengurangi terjadinya arus bocor[19].

Pada bahan bionanokomposit, keberadaan nanopartikel dapat memperkuat atau bahkan mempercepat proses degradasi tergantung pada jenis dan sebaran partikelnya[21]. Oleh karena itu, penting untuk memahami sejauh mana radiasi *ultraviolet* mempengaruhi sifat fisik dan listrik dari bionanokomposit agar dapat dirancang material isolator yang tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem, serta diperlukannya pengujian lebih lanjut terkait arus bocor pada bahan isolator bionanokomposit yang sesuai dengan ketentuan IEC 60587 dan dilanjutkan dengan uji karakteristik permukaan bahan dengan pengujian SEM (*Scanning Electron Mecroscopy*). Oleh karena itu, berdasarkan penelitian terdahulu, pada penelitian yang akan dilakukan penulis mengangkat judul “Pengaruh Radiasi Sinar *Ultraviolet* Terhadap Struktur Mikro dan Arus Bocor Pada Permukaan Isolator Bionanokomposit”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh durasi paparan sinar *ultraviolet* terhadap karakteristik mikrostruktur isolator bionanokomposit?
2. Bagaimana pengaruh durasi paparan sinar *ultraviolet* terhadap karakteristik arus bocor isolator bionanokomposit?

3. Bagaimana pengaruh variasi *nanofiller* bahan isolasi dan radiasi sinar *ultraviolet* terhadap karakteristik arus bocor?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh durasi paparan sinar *ultraviolet* terhadap karakteristik arus bocor isolator bionanokomposit.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi *nanofiller* bahan isolasi dan radiasi sinar *ultraviolet* terhadap karakteristik arus bocor?
3. Untuk mengetahui pengaruh durasi paparan sinar *ultraviolet* terhadap karakteristik mikrostruktur isolator bionanokomposit yang divalidasi dengan menggunakan pengujian SEM.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang kinerja isolator bionanokomposit terhadap radiasi sinar *ultraviolet*. Sehingga isolator yang terbuat dari bahan bionanokomposit ini dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam pemilihan jenis isolator.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Menggunakan sampel isolator bionanokomposit dengan variasi *nanofiller* alumina dan silika.
2. Kondisi campuran LDPE dan karet alam sama pada setiap penambahan *nanofiller*.
3. Pengujian arus bocor dilakukan selama 6 jam dengan 0, 24, 48, dan 72 jam penyinaran serta dilanjutkan dengan analisis SEM.
4. Tegangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tegangan AC sebesar 4,5 kV dengan frekuensi 50 Hz.
5. Sumber pencahayaan menggunakan sinar UV buatan dari lampu UV 30 watt merk *Osram*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari laporan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai teori pendukung yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metodologi penelitian yang digunakan berupa metode penelitian, flowchart (diagram alir) penelitian, peralatan dan bahan penelitian yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

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

KEPUSTAKAAN

