

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik terdiri atas tiga bagian utama, yaitu pusat pembangkit, saluran transmisi, dan sistem distribusi. Letak pembangkit tenaga listrik ada kalanya cukup jauh dari daerah pelayanan, sehingga diperlukan saluran transmisi jarak jauh sebelum didistribusikan ke konsumen. Transmisi tenaga listrik dalam jumlah besar memerlukan tegangan tinggi atau ekstra tinggi yang menimbulkan masalah utama pada bahan isolasi untuk isolator yang berfungsi mengisolasi saluran bertegangan dengan menara, atau saluran dengan saluran sehingga tidak terjadi kebocoran arus, dan dalam hal gradien medan tinggi, tidak terjadi lompatan listrik atau lewat denyar (*flashover*) atau percikan (*sparkover*) (Berahim, 2005).

Material isolasi yang digunakan pada sistem tenaga listrik di Indonesia sampai saat ini adalah isolator berbahan isolasi porselin dan/atau gelas. Penggunaan isolator jenis ini pada sistem transmisi yang bertegangan tinggi tidak cocok karena rapat massa porselin dan/atau gelas yang tinggi akan menyebabkan semakin besar biaya untuk menara transmisi. Material isolasi polimer dengan jenis resin epoksi memiliki rapat massa yang lebih rendah dibanding porselin sehingga jenis resin epoksi merupakan suatu alternatif baru pengganti porselin dan/atau gelas sebagai bahan dasar pembuatan isolator tegangan tinggi (Berahim, 2000).

Resin epoksi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan porselin dan/atau gelas diantaranya dengan rapat massa $0,9-2,5 \text{ gram/cm}^3$ yang lebih rendah dibandingkan dengan porselin yang rapat massanya $2,3 - 3,9 \text{ gram/cm}^3$ dan gelas dengan rapat massa

2,5 gram/cm³, serta proses pembuatannya yang tidak memerlukan energi yang terlalu besar hanya membutuhkan suhu antara 200⁰C - 300⁰C. Juga sifat dielektrik bahan isolasi polimer memiliki konstanta dielektrik 2,3 – 5,5 dan faktor disipasi (0,1-5,0) x 10⁻³ akan lebih baik dibandingkan dengan porselin dengan konstanta dielektrik 5,0–7,5 dan faktor disipasi (20–40)x10⁻³ sedangkan gelas memiliki konstanta dielektrik 7,3 dan faktor disipasi (15 – 50) x 10⁻³ (Looms, 1998). Sifat perekat resin epoksi yang sempurna, mudah dibentuk, kekuatan mekanis yang baik, daya tahan kimia yang kuat merupakan keuntungan yang paling penting dari resin padat (Lee dan Neville, 1967).

Penggunaan bahan isolasi polimer resin epoksi bisphenol-A yang dihasilkan dari reaksi phenol dan acetone, dengan bahan pengisi pasir silika untuk isolator pasangan luar, mula-mula diperkenalkan pada tahun 1950, tetapi setelah lama terpasang diluar, timbul retak pada permukaannya karena tidak tahan terhadap radiasi sinar ultraviolet (Cherney, 1996; Malik *et al.*, 1998; Berahim, 2005).

Radiasi ultraviolet dapat menyebabkan penurunan waktu pakai bahan epoksi. Sebagai ilustrasi kenaikan intensitas UV (sinar ultraviolet) sebesar 9 mW/cm² (dari 3 mW/cm² menjadi 12mW/cm²) pada temperatur 57^o C dapat menurunkan waktu pakai sebesar 688 jam dari 850 jam (Yandri dan Sirait, 1999).

Kontaminasi pada isolator yang dipasang di daerah perindustrian seperti daerah industri semen Gresik menjadi masalah besar dalam sistem operasi tenaga listrik. Pernah disinyalir di kawasan industri semen Gresik sering terjadi flashover dan arus bocor yang cukup besar pada isolator penyaluran energi listrik. Hal ini karena tingkat polusi yang cukup besar di kawasan tersebut (PT. PLN & TE.UGM, 1996; Budiman, 2004). Polutan yang menempel pada isolator akan mempengaruhi nilai ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*). Polutan yang semakin tinggi menyebabkan

ESDDnya akan semakin tinggi, sehingga kinerja bahan seperti arus bocor permukaan juga akan tinggi, tetapi tegangan kritis *flashover*-nya semakin kecil (Berahim, 2000).

Proses penuaan alamiah pada isolator akan terjadi secara perlahan-lahan dan memerlukan waktu yang lama. Menurut Berahim (2002), ada korelasi yang cukup baik antara penuaan alamiah dengan penuaan dipercepat di laboratorium. Dengan demikian untuk menghindari unjuk kerja isolator akibat penuaan cukup diamati dengan penuaan dipercepat di laboratorium sehingga tidak memerlukan waktu yang lama dan biaya besar. Menurut standar IEC 1109, penuaan dipercepat di laboratorium selama 96 jam akan mewakili penuaan alamiah selama 5000 jam.

Koefisien difusi air membesar bila temperaturnya dinaikkan, demikian pula bila bahan sebelum mengalami penuaan dan sesudah mengalami penuaan. Absorpsi air mengurangi daya kedap air dari *silicone rubber*. Penggunaan *High Voltage to Main electrodes (H-M)* dan *Guard to Main electrodes (G-M)* untuk medan listrik dapat mendeteksi perubahan kemampuan dielektrik sebelum dan setelah penuaan. Konstanta dielektrik pada *high temperature vulcanized silicone rubber (HTV- silicone rubber)* meningkat selama penuaan dan absorpsi air serta menurun selama tidak mengalami penuaan dan dibiarkan menguap (Tokoro dkk, 1998; Budiman, 2004)

Pada bidang teknik elektro bahan pengisi silika kuarsa dan *aluminium oksida trihidrat (ATH)* telah lama dikenal, jika dibandingkan antara keduanya, ternyata silika kuarsa lebih populer digunakan (Yandri dan Sirait, 1998). Berkaitan dengan hal tersebut, mengingat Indonesia merupakan negara agraris maka penelitian ini mengusulkan penggunaan *rice husk ash (RHA)* sebagai bahan pengisi/filler, dengan pertimbangan kandungan silika pada RHA yang cukup tinggi yaitu 88,2 % (Sarwono, 1989, seperti dikutip Daryanto, 2003). Penelitian tentang pencampuran RHA dengan semen telah

dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa pencampuran tersebut dapat meningkatkan kekuatan mekanik bahan (Onggo,1986; Rimbawati, 2007).

Suatu bahan isolasi memiliki beberapa syarat yang harus dimiliki antara lain: memiliki nilai resistivitas yang besar (sehingga nilai tegangan *flashover* tinggi, arus bocor relatif kecil), memiliki kekuatan mekanis yang besar (kekuatan tarik dan kekerasan permukaan), memiliki sifat hidrophobic (menolak air)

Berdasarkan kelebihan yang dimiliki oleh *resin epoksi* dan adanya *rice husk ash* (RHA) dan *silicone rubber* yang dapat diusulkan sebagai bahan pengisi (*filler*), maka penelitian ini akan membahas mengenai parameter kinerja isolasi polimer *resin epoksi* dengan bahan pengisi RHA dan *silicone rubber* yang terdiri dari: pengujian tegangan *flashover*, arus bocor, sudut kontak, ESDD (*Equivalent Salt Deposit Density*), kekerasan permukaan, kekuatan tarik, degradasi permukaan dan analisis gugus fungsi kimia permukaan. Bahan isolasi ini akan mendapatkan perlakuan penuaan dipercepat dengan penyinaran ultraviolet (UV) dari 0 – 96 jam dan perlakuan polutan industri semen Gresik buatan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu bagaimana hubungan komposisi *filler*, lama penyinaran UV terhadap:

- a. Kinerja tegangan lewat denyar (*flashover*), arus bocor (*leakage current*), sifat hidrofobik (kedap air) dan ESDD pada bahan isolasi resin epoksi dengan bahan pengisi *silicone rubber* (SiR) dan abu sekam padi.
- b. Kekuatan mekanis (kekerasan permukaan dan kekuatan tarik) pada bahan isolasi resin epoksi dengan bahan pengisi *silicone rubber* (SiR) dan abu sekam padi.

- c. Degradasi permukaan dan perubahan spektrum infra merah (analisis gugus fungsi) pada bahan isolasi resin epoksi dengan bahan pengisi *siicone rubber* (SiR) dan abu sekam padi.

Bahan isolasi resin epoksi pada kondisi terkontaminasi polutan industri semen Gresik.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan permasalahan dalam penelitian ini perlu dilakukan, agar di dalam pembahasan persoalan dapat lebih terarah, maka :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium (penuaan dipercepat)
2. Sampel yang diuji dengan ukuran 70 X 70 X 5 mm, dengan komposisi *filler* 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.
3. Polutan yang dipakai merupakan polutan buatan yang menirukan polutan industri semen Gresik
4. Pengujian yang dilakukan hanya membandingkan antara sampel tanpa perlakuan (tanpa polutan dan tanpa penyinaran Ultraviolet) dan sampel dengan perlakuan (dengan polutan dan penyinaran UV selama 96 jam)